

**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)

«    » червня 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

Анатолій КУЦ  
(підпис)

«    » червня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»  
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»  
на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 10 млн дал  
пива на рік з впровадженням сучасних способів затирання**

Виконав: здобувач 4 курсу,      групи ТБ-4-8

Богославський Андрій Владиславович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник Прибильський Віталій Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент Кушнір Олена Володимирівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

\_\_\_\_\_  
Андрій БОГОСЛАВСЬКИЙ

**Київ – 2024**

# 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

15 квітня 2024 року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ** **Богославському Андрію Владиславовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 10 млн дал пива на рік з впровадженням сучасних способів затирання

Керівник роботи Прибильський Віталій Леонідович, проф., д.т.н.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 15 квітня 2024 року №296- КС

2. Строк здачі здобувачем закінченої роботи 01 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Потужність підприємства – 10,0 млн дал пива на рік. 2. Матеріали зібрані під час переддипломної практики. 3. Сировина для виробництва пивного сусла: солод світлий – вологістю 5,1 %, екстрактивність 78,3 %; солод карамельний – вологістю 6 %, екстрактивність 72 %; ячмінь – вологістю 15 %, екстрактивність 72 %; рисова січка – вологістю 15 %, екстрактивність 85 %; цукор – вологістю 0,15 %, екстрактивність 99,55 %. 4. Асортимент пива: «Класичне світле» з масовою часткою СР у початковому суслі 11,0 %, «Легке» з масовою часткою СР у початковому суслі 16,0 %, «Золоте» масовою часткою СР у початковому суслі 13,0 %. 4. Продуктові розрахунки виконують на 100 кг зернопродуктів, 1 дал, річну потужність підприємства.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які повинно розробити)

Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (двома мовами). Зміст. Вступ. 1. Характеристика підприємства та режими його роботи. 1.1. Структура підприємства. 1.2. Режими роботи. 2. Обґрунтування асортименту проєктованої продукції. 3. Техніко-економічне обґрунтування технології пивного сусла та опис апаратурно-технологічної схеми. 3.1. Принципова технологічна схема. 3.2. Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пивного сусла. 3.3. Опис апаратурно-технологічної схеми. 4. Характеристика проєктованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4.1. Характеристика проєктованої продукції. 4.2. Характеристика сировини. 4.3. Характеристика основних та допоміжних матеріалів. 5. Технологічні розрахунки. 5.1. Вихідні дані

до технологічних розрахунів. 5.2. Продуктові розрахунки. 5.3. Розрахунки витрат осоновних і допоміжних матеріалів. 6. Розрахунок площ виробничих і складських приміщень. 7. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 8. Контроль якості та безпечності готової продукції. 8.1. Основи системи управління якості та безпечності харчової продукції. 8.2. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення 9. Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження. 10. Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

1. Апаратурно-технологічна схема — 1 аркуш.
2. Плани відділення – 1 аркуш.
3. Демонстраційний плакат — 1 аркуш

6. Дата видачі завдання 10 березня 2024 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	05.04.24-04.05.24	
2.	Обґрунтування асортименту проєктованої продукції		
3.	Техніко-економічне обґрунтування технології пивного сусла та опис апаратурно-технологічної схеми		
4.	Характеристика проєктованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
5.	Технологічні розрахунки	07.05.24-14.05.24	
6.	Розрахунок площ виробничих і складських приміщень		
7.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	<b>1-а атестація</b>	<b>15.05.24</b>	
8.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.24-21.05.24	
9.	Оформлення креслень та погодження з керівником	22.05.24-25.05.24	
10.	Контроль якості та безпечності готової продукції		
11.	Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження	26.05.24-29.05.24	
12.	Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві		
13.	Оформлення пояснювальної записки	30.05.24-11.06.24	
	<b>2-а атестація</b>	<b>08.06.24</b>	
14.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	11.06.24-14.06.24	
15.	Попередній розгляд проєкту на кафедрі		
16.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	15.06.24-17.06.24	
17.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Андрій БОГОСЛАВСЬКИЙ

Керівник роботи професор, доктор  
технічних наук

Віталій ПРИБИЛЬСЬКИЙ

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 10 млн дал пива на рік з впровадженням сучасних способів затирання»

У роботі розглянуті теоретичні основи обґрунтована технологія пивного сусла з використанням нетрадиційної сировини (рисової січки та ячмінного борошна), шляхом використання удосконалених технологічних режимів та сучасного технологічного і допоміжного обладнання. Описано асортимент, який передбачає випуск трьох сортів пива: Класичне світле, Легке та Золоте. Наведені вимоги до готової продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів та описано вплив нетрадиційної сировини на перебіг процесу приготування пивного сусла та готового пива.

Для досягнення поставленої мети проаналізовано ринок пивоварної промисловості, виділено найбільш цікаві та популярні серед споживачів стилі пива, а також досліджено практики і можливості додавання нетрадиційної сировини на різних стадіях приготування пива. У роботі обґрунтовано, що найбільш доцільною є практика внесення сировини саме на стадії приготування сусла.

Подрібнення солоду і ячменю буде здійснюватися мокрим способом для забезпечення дрібного фракційного помелу із врахуванням того, що затір буде фільтруватися на автоматизованому фільтрпресі фірми «Meura». Застосовується одновідварний спосіб затирання солоду і несолодженої сировини у сучасних заторних апаратах. Шляхом внесення молочної кислоти затір підкислюється до рН 5,2...5,3 оптимального для дії амілолітичних ферментів, що оцукрюють крохмалю і високомолекулярні декстрини.

Кип'ятіння сусла з хмелем здійснюється в апараті з внутрішнім циркулюючим теплообмінником, який забезпечує динамічне кип'ятіння сусла з хмелем протягом 50...60 хвилин та ефективно виділення небажаного диметилсульфіду.

У даній роботі виконані продуктові розрахунки продуктів, основних та допоміжних матеріалів, на підставі яких розраховано технологічне і допоміжне обладнання та розрахунки складських та виробничих приміщень. Розроблені схеми технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва з метрологічним забезпечення їх та заходи з охорони праці у варильному відділенні.

**Ключові слова:** солод, несолоджена сировина, рисова січка, ячмінне борошно, затір, сусло, фільтрування, фільтр-прес, пивне сусло.

					Анотація	Арк
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ANNOTATION

The topic of the qualification work "The project of the brewing department with a capacity of 10 million dal of beer per year with the introduction of modern methods of mashing"

The theoretical basis of the beer wort technology based on the use of non-traditional raw materials (rice bran and barley flour) is considered in the work, by using improved technological regimes and modern technological and auxiliary equipment. The assortment is described, which includes the production of three types of beer: Classic Light, Light and Gold. The requirements for finished products, raw materials, basic and auxiliary materials are given, and the influence of non-traditional raw materials on the process of brewing beer wort and finished beer is described.

To achieve the goal, the market of the brewing industry was analyzed, the most interesting and popular styles of beer among consumers were selected, and the practices and possibilities of adding non-traditional raw materials at various stages of beer preparation were also investigated. The work substantiates that the most appropriate practice is to introduce raw materials at the stage of wort preparation.

Grinding of malt and barley will be carried out by a wet method to ensure a fine fractional grinding, taking into account that the mash will be filtered on an automated filter press of the Meura company. A single-boil method of mashing malt and unmalted raw materials is used in modern mashing machines. By adding lactic acid, the mash is acidified to a pH of 5.2...5.3, which is optimal for the action of amyolytic enzymes that saccharify starch and high molecular weight dextrans.

Boiling of wort with hops is carried out in an apparatus with an internal circulating heat exchanger, which ensures dynamic boiling of wort with hops for 50...60 minutes and effective release of unwanted dimethyl sulfide.

In this work, product calculations of products, main and auxiliary materials, on the basis of which technological and auxiliary equipment and calculations of warehouse and production premises were calculated. Schemes of technochemical and microbiological control of production with their metrological support and labor protection measures in the cooking department have been developed.

**Key words:** malt, unmalted raw materials, rice grain, barley flour, mash, wort, filtering, filter press, beer wort.

					АНОТАЦІЯ	Арк
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Зміст

ВСТУП.....	7
<b>1.ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....</b>	<b>9</b>
1.1. Структура підприємства .....	9
1.2. Режими роботи .....	10
<b>2. ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....</b>	<b>12</b>
2.1. Асортимент проєктованої продукції.....	12
<b>3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....</b>	<b>14</b>
3.1. Принципова технологічна схема .....	14
3.3. Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пивного сусла .....	15
3.4. Опис апаратурно-технологічної схеми .....	33
<b>4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ .....</b>	<b>34</b>
4.1 Характеристика проєктованої продукції .....	34
4.2. Характеристика сировини .....	35
4.3.Характеристика основних та допоміжних матеріалів.....	41
<b>5. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ .....</b>	<b>43</b>
5.1. Вихідні дані для розрахунків .....	43
<b>6. РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ .....</b>	<b>51</b>
<b>7. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....</b>	<b>52</b>
<b>8.КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....</b>	<b>58</b>
8.1.Основи системи управління якості та безпеки харчової продукції .....	58
8.2. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення.....	60
<b>9.СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....</b>	<b>65</b>
<b>10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ.</b>	<b>68</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>72</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>73</b>

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 10 млн дал пива на рік з впровадженням сучасних способів затирання		
змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат			
Разраб.		Богославський			Лит.	Лист	Листів
Перевію.		Прибильський					65
Реценз.					<b>ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА</b>  Кафедра БПБВ, 2024		
Н. Контр.							
Затвердив.		Куц А.М.					

## ВСТУП

Виробництво пива – надзвичайно складний і досить тривалий біотехнологічний процес. На першому етапі зерно замочують, пророщують і піддають термічній обробці з метою перетворення його у солод, збагачений активними ферментами. Потім із подрібненого солоду в результаті ферментативних перетворень крохмалю та білків одержують пивне сусло, яке за допомогою дріжджів та їхніх ферментів зброджують на пиво.

Якість пива в більшій мірі залежить від якості пивного сусла, тому варильний цех є серцем пивоварного заводу. Від ефективності та стабільності його роботи залежить продуктивність інших відділень.

В сучасних умовах високої конкуренції товарної продукції різних виробників, високих цін на енергоносії пріоритетним напрямком в пивоварінні є впровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій, які дозволяють отримати продукцію підвищеної якості та скоротити кількість відходів виробництва.

При виконанні кваліфікаційної роботи був виконаний техніко-економічний аналіз відомих технологічних способів, використано досвід провідних підприємств та результати наукових досліджень дослідження, з питань удосконалення та інтенсифікацію процесів отримання високоякісного пивного сусла. Актуальною задачею є інтенсифікації технологічних процесів приготування пивного сусла, скорочення енерговитрат при його кип'ятінні, збільшення виходу екстракту на етапі затирання і підвищення якості.

В даній роботі передбачається приготування трьох сортів пива: «Класичне світле» — з початковою концентрацією сусла 11%, готується із застосуванням 85% солоду і 15% несолодженої сировини (ячмінного борошна); «Легке» — з початковою концентрацією сусла 16 %, готується з 78 % солоду світлого, 15 % рисової січки і 7 % цукру-піску; «Золоте» (13,0 %) — з початковою концентрацією сусла 13 %, готується з 75% світлого пивоварного солоду, 20 % карамельного солоду і 5 % цукру-піску. Потужність проектного підприємства 10,0 млн дал на рік.

У кваліфікаційній роботі приведений аналіз існуючих способів затирання для приготування сусла, визначені їх переваги та недоліки. Запропоновано та обґрунтовано ефективний одновідварний спосіб затирання солоду та несолоджених зернопродуктів.

В ході виконання роботи було прийнято такі технологічні рішення:

- транспортування зернопродуктів із сховища відбувається механічним транспортом (норія та стрічковий транспортер);
- подрібнення солоду здійснюється на дробарці мокромого подрібнення, що сприятливо впливає на фільтрування затору та інтенсифікує процес затирання солоду;
- солод замінюють двома видами несолодженої сировини: рисовою січкою на 15 % для сорту пива «Легке»; ячмінне борошно 15% для сорту пива

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

«Класичне світле». Це робиться для здешевлення готової продукції та можливості розробляти нові сорти та рецептури пива;

- затирання зернопродуктів проводять одновідварним способом із застосуванням молочної кислоти для регулювання рН затору, що забезпечує більший вихід екстрактивних речовин солоду і покращення смакових властивостей пива;
- розділення затору відбувається на фільтр-пресі;
- кип'ятіння сусла з хмелем здійснюється в апараті з внутрішнім циркулюючим теплообмінником, який забезпечує динамічне кип'ятіння сусла з хмелем протягом 50...60 хвилин та ефективно виділення небажаного диметилсульфіду;
- охмелене сусла буде освітлюватися у в гідроциклонному апараті типу «Вірпул», а охолодження освітленого сусла – в двосекційному пластинчастому теплообміннику.

В кваліфікаційній роботі розроблена принципова технологічна схема виробництва пивного сусла яка дозволить раціонально використовувати ресурси при виробництві. Розрахунок продуктів дозволить визначити всі можливі витрати основних та допоміжних матеріалів. Виконаний розрахунок обладнання дозволить ефективно використовувати відповідні ресурси в технології пивного сусла.

Наведені вимоги до основних та допоміжних матеріалів при виробництві пивного сусла. Розроблена схема контролю якості та безпечності готової продукції, підбрано основне та допоміжне обладнання, описана система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження. Розроблені схеми технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва з метрологічним забезпечення, яка дозволяє контролювати якість продукції на всіх етапах виробництва. та заходи з охорони праці у варильному відділенні.

Дана кваліфікаційна робота складається із пояснювальної записки - 74 аркушів, графічної частини – 3 аркуш формату А1.

					Вступ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

## 1.1. Структура підприємства

Виробниче підприємство є складною економічною системою, що складається із багатьох зв'язаних між собою елементів, які взаємодіють і постійно розвиваються. Ефективність системи залежить не лише від якості її елементів, але і від способу їх поєднання, тобто від структури підприємства.

Структура підприємства – це його внутрішній устрій (будова), який характеризує склад підрозділів та систему взаємозв'язків, підпорядкованості і взаємодії між ними.

Розрізняють: виробничу, загальну і організаційну структури підприємства.

**Основними виробничими підрозділами заводу є:**

- відділення водопідготовки;
- дробильне відділення;
- варильне відділення;
- ферментаційне відділення;
- відділення генерації дріжджів;
- відділення фільтрації;
- лабораторія;
- цехи розливу.

**Допоміжні підрозділи підприємства:**

- транспортний підрозділ;
- відділ електропостачання;
- холодинно-компресорний цех;
- насосна станція;
- механічна майстерня;
- котельня.

**Обслуговуючі підрозділи підприємства:**

- склад основної сировини;
- склад допоміжних матеріалів;
- склад порожньої тари;
- склад готової продукції.

Налагоджена робота пивзаводу сприяє виробництву високоякісної продукції. Узгодженість окремих видів діяльності підприємства, та зусиль по виконанню основних завдань та цілей забезпечує організаційна структура підприємства.

Організаційна структура забезпечує узгодженість діяльності компанії та зусиль для досягнення її основних цілей і завдань.

Організаційна структура управління компанією є лінійно-функціональною і базується на розподілі повноважень і відповідальності.

					Характеристика підприємства та режими його роботи	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функції управління розподілені по горизонталі, а прийняття рішень-по вертикалі.

Загальна структура утворюється поєднанням усіх виробничих, невиробничих, адміністративно-господарських та управлінських підрозділів.

Управлінські підрозділи також є функціональними і виконують самостійні функції управління. До функціональних підрозділів відносяться: відділ заробітної плати, відділ кадрів, відділ збуту та постачання, бухгалтерія, відділ головного механіка та відділ головного пивовара.

Всі організаційні підрозділи функціонують за принципами збалансованої взаємодії для досягнення єдиного результату від діяльності підприємства в цілому.

Виробнича структура пивзаводу представлена на рис. 1.1.

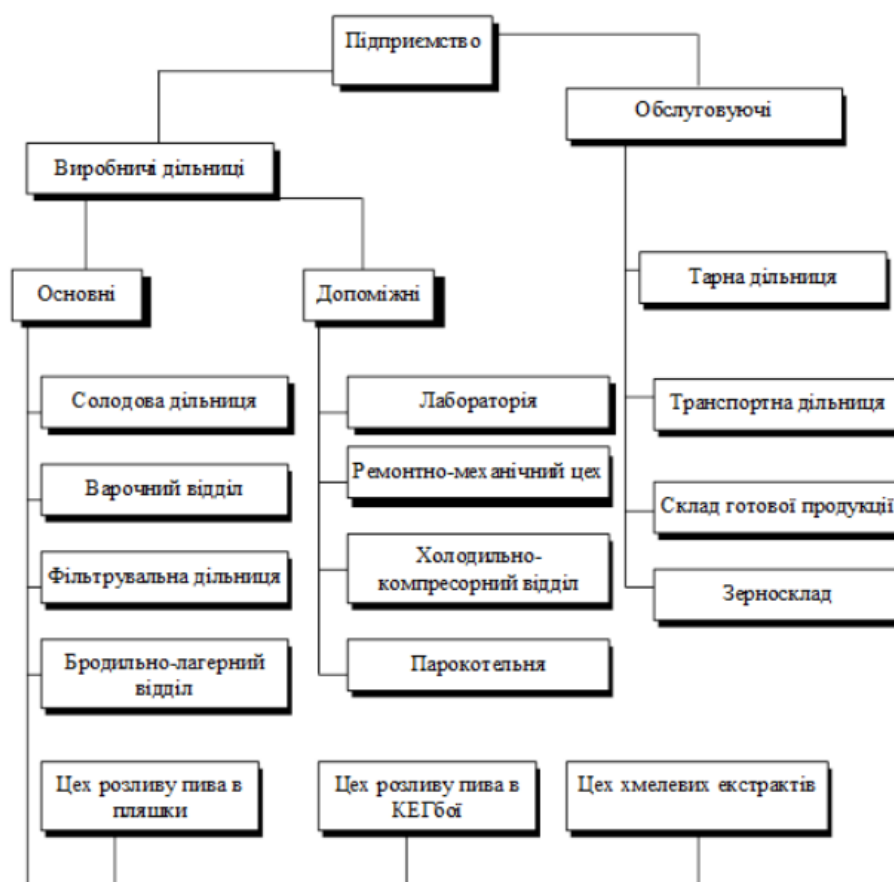


Рисунок 1.1 — Виробнича структура пивзаводу

## 1.2. Режими роботи

Централізоване трудове законодавство встановлює процедури впровадження регулювання робочого часу на підприємствах. Трудове законодавство визначає порядок застосування системи робочого часу на підприємствах, її найважливіші елементи, а також встановлює гарантії застосування того чи іншого її виду, а також визначає порядок застосування режиму робочого часу на підприємствах. Система робочого часу на підприємствах ґрунтується на колективних договорах, правилах внутрішнього

					Характеристика підприємства та режими його роботи	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трудового розпорядку, графіках змінності.

Для адміністративно-управлінського персоналу та допоміжних підрозділів передбачено п'ятиденний робочий тиждень з двома вихідними днями на тиждень. Робочий час регулюється правилами внутрішнього трудового розпорядку або визначається графіком змінності, який затверджується власником або уповноваженим ним органом за погодженням з профспілковим представником підприємства, установи, організації.

Основне виробництво здійснюється в багатозмінному режимі, якщо технологічні процеси не можуть бути перервані (варильні відділення, бродильні цехи).

На практиці використовуються графіки змінності. Графіки змінності передбачають прямий порядок чергування працівників: після першої зміни працівник переходить в другу, а потім — в третю. Тривалість перерви в роботі між змінами має бути не меншою подвійної тривалості часу роботи в попередній зміні, включаючи також час перерви для відпочинку та харчування. Мінімальна тривалість щоденного відпочинку між змінами не повинна бути меншою 12 годин. Призначення працівника на роботу протягом двох змін підряд забороняється.

У табл. 1.1 наведено режими роботи основних цехів.

**Таблиця 1.1 – Режими роботи основних цехів і відділень**

№п	Назва цеху	Початок зміни, год	Кінець зміни, год	Тривалість зміни	Перерва, год
1	Керівництво, начальники виробничих відділень, допоміжні і обслуговуючі підрозділи підприємств працюють з 8:00 до 17:00 з понеділка по п'ятницю (працюють в однозмінному режимі)	08.00	17.00	8.00	13.00...13.30
2	Основні виробничі цехи, що працюють у дві зміни (варильне, бродильне та відділення подрібнення сировини): I зміна II зміна III зміна	06.00 14.00 22.00	14.00 22.00 06.00	8.00 8.00 8.00	10.00...10.30 18.00...18.30 02.00...02.30
3	Цех розливу пива: I зміна II зміна	07.00 15.00	15.00 23.00	8.00 8.00	12.00...12.30 10.00...12.30
4	Допоміжні цехи і відділення	08.00	17.00	8.00	13.00...13.30

					Характеристика підприємства та режими його роботи	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 2.1. Асортимент проєктованої продукції

Пиво – це насичений діоксидом вуглецю пінистий алкогольний напій із вмістом спирту етилового від 0,5% об., отриманий під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами. Всі види пива містять від 4,0...7,9 % об. спирту і від 0,3...0,5 % вуглекислого газу.

Залежно від сорту та типу пива, в якості зернової сировини використовується ячмінний солод, спеціальні сорти солоду (кислий, карамельний, темний, палений тощо) та несолодові інгредієнти, такі як ячмінь, рис, овес, мальтозна патока, цукор [2].

За кольором розрізняють три види ячмінного пива: світле, напівтемне і темне, а також два види пшеничного: світле і темне. Відмінності між цими сортами пива зумовлені інгредієнтами, які використовуються при їх виробництві.

За способом обробки пиво поділяється на фільтроване та нефільтроване, нефільтроване — на освітлене та неосвітлене, а за способом обробки — на пастеризоване та непастеризоване.

За масовою часткою спирту, що утворюється в результаті бродіння, пиво поділяється на безалкогольне та слабоалкогольне.

Останнім часом на пивоварному ринку все більшого попиту набирають сорти пива, з додаванням різних додаткових інгредієнтів: спецій, фруктів або фруктових соків, овочів та хмелю на стадії зброджування [7].

Враховуючи техніко-економічні аспекти виробництва і попит у населення на сорти пива у роботі обрано асортимент і обсяги виробництва наведених в табл. 2.1

Таблиця 2.1 — Обсяг проєктованої продукції

Продукція	Відсоток у загальному обсязі, %	Виробництво	
		За добу, дал	За рік, дал
Пиво Легке 16 %	20	5 917	2 000 000
Пиво Золоте 13 %	60	17 751	6 000 000
Пиво Класичне світле 11 %	20	5 917	2 000 000
Всього	100	29 585	10 000 000

Передбачається приготування трьох сортів пива:

Пиво «Класичне світле» — з початковою концентрацією сусла 11%, готується із застосуванням 85% солоду і 15% несолодженої сировини (ячмінного борошна).

Пиво «Легке» — з початковою концентрацією сусла 16 %, готується з 78 % солоду світлого, 15 % рисової січки і 7 % цукру-піску.

Пиво «Золоте» (13,0 %) — з початковою концентрацією сусла 13 %, готується з 75% світлого пивоварного солоду, 20 % карамельного солоду і 5 % цукру-піску.

					Обґрунтування асортименту проєктованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Таблиця 2.2 — Рецептúra проєктованих сортів пива

Найменування сорту пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрата зернопродуктів на 1 дал		Примітка
		Вид зернопродукту	К-сть, %	
Легке	16	Солод світлий	78	Світле
		Рисова січка	15	
		Цукор-пісок	7	
Золоте	13	Солод світлий	75	Напівтемне
		Карамельний солод	20	
		Цукор-пісок	5	
Класичне світле	11	Солод світлий	85	Світле
		Ячмінне борошно	15	

					Обґрунтування асортименту проєктованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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

#### 3.1. Принципова технологічна схема

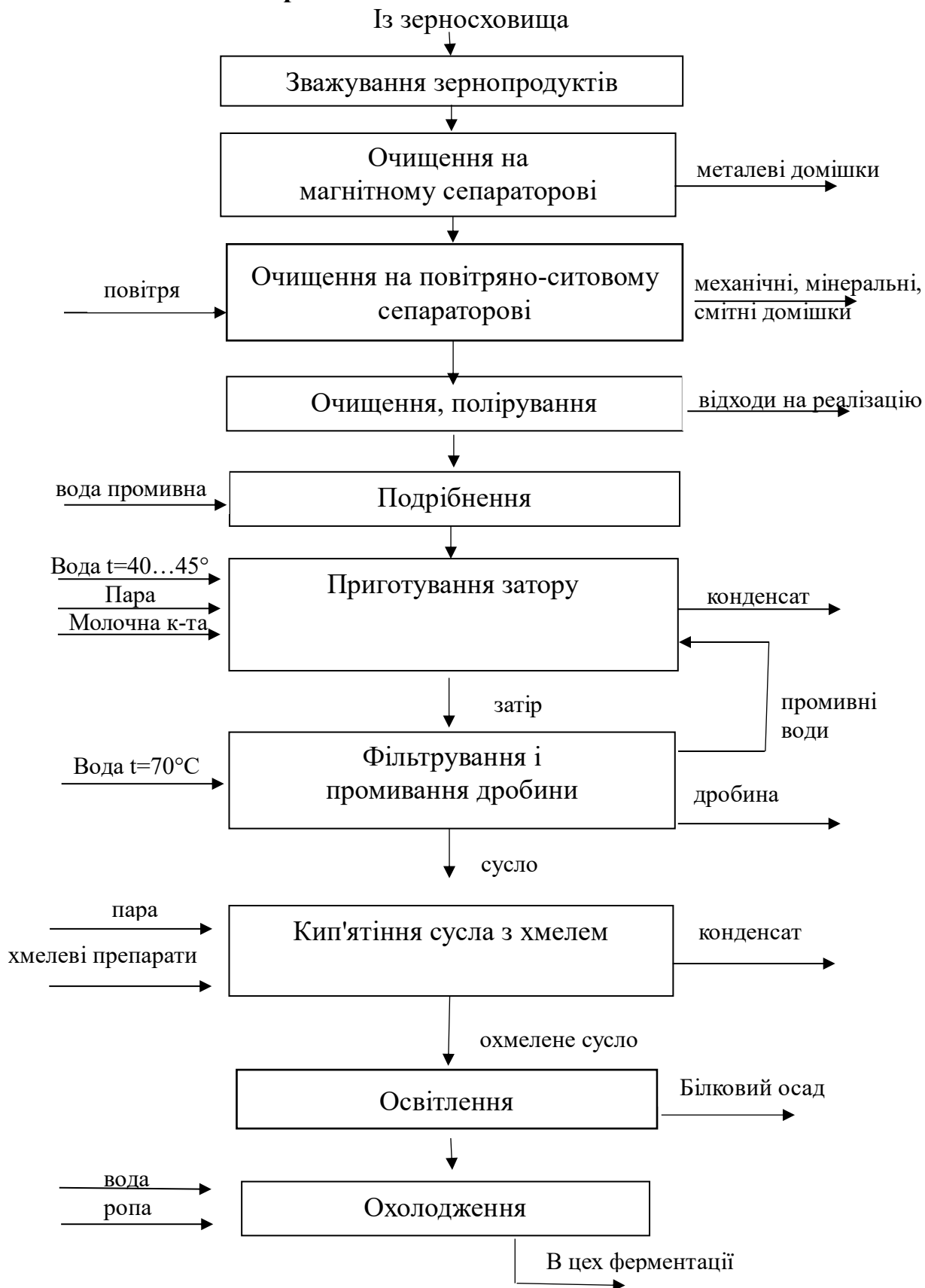


Рис. 3.1. — Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла

					Принципова технологічна схема	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

До складу варильного відділення входять дві дільниці – дробильна і варильна. Солод і несолоджена сировина приймаються, очищаються, зважуються та подрібнюються у дробильному відділенні. Також на дільниці здійснюється облік сировини, що надійшла на виробництво. Під час приймання та очищення зернової сировини на повітряно-ситовому сепараторі виділяється пил, який вилучається аспіраційною системою. Пивне сусло у варильному відділенні отримують внаслідок здійснення наступних технологічних операцій:

- приготування затору шляхом змішування подрібнених зернопродуктів з теплою водою та затирання;
- фільтрування затору;
- кип'ятіння сусла з хмелем;
- освітлення та охолодження пивного сусла

#### Транспортування зернопродуктів

Транспортування сипучого матеріалу по заводі здійснюється за допомогою двох видів транспортних засобів:

- механічні;
- пневматичні, за допомогою яких сипучий матеріал переміщується по трубопроводам потоком повітря.

**Пневматичний транспорт.** Установки пневматичного транспорту служать для переміщення насипних і штучних вантажів по трубах або жолобах в струмені стислого або розрідженого повітря. Установки для насипних вантажів переміщують пилоподібні, порошкоподібні, зернисті і кускові матеріали, а установки для штучних вантажів призначені для транспортування по трубах відправлень (пневмопошта), виробничої документації і дрібних вантажів, укладених в патрони. Рух повітря в трубопроводі створюється нагнітальними або вакуумними насосами.

Установки, що транспортують насипний вантаж в зваженому стані в потоці повітря, розділяють на всмоктувальні (вакуумні), нагнітальні (напірні) і комбіновані.

Всмоктувальні установки використовуються там, де вимагається забирати насипний вантаж з декількох пунктів і передавати його в один приймальний пункт, наприклад, при вивантаженні зерна з барж в приймальний склад (декілька сопел засмоктують зерно відразу з багатьох відсіків трюму). У всмоктувальних установках вантажі переміщуються під дією розрідженого повітря, вантаж поступає в трубопровід через всмоктувальне сопло, а в кінцевому пункті шлюзується з камери з розрідженим повітрям в зовнішній простір. Машинна частина всмоктувальних установок (повітряний насос і віддільний пристрій) розташована з того боку трубопроводу, в який відбувається транспортування вантажу.

Нагнітальні установки зручні в тих випадках, коли вантаж, що отримується з одного пункту, необхідно розподілити по декількох приймальних точках. У

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

нагнітальних установках вантаж переміщується в струмені стислого повітря. Вантаж поступає в трубопровід за допомогою живильників в трубопровід, що знаходиться під тиском, при цьому "переносна" здатність струменя вища, ніж у всмоктуючих установках із-за перепаду тиску і більшої швидкості струменя. Нагнітальні установки застосовуються для важко переміщуваних вантажів, при транспортуванні на великі відстані або на підйом. Машинна частина розташована з того боку трубопроводу, від якого походить транспортування вантажу.

Пневмоустановка комбінованого типу забирає вантаж з декількох завантажувальних місць і подає одночасно в декілька приймальних пунктів. Вантажі переміщуються під дією розрідженого повітря і в струмені стислого повітря. Машинна частина розташована в проміжній точці трубопроводу. Пневмоустановки комбінованого типу найбільш зручні для розгалуження трубопроводів з обох боків. Струмінь повітря, що рухається по трубопроводу з великою швидкістю утворює з мілкофракційним вантажем досить однорідну аеросуміш, що заповнює переріз трубопроводу. Частки вантажу переміщуються стрибкоподібно в зваженому стані і ковзанням по нижній стінці труби.

Установки пневматичного транспорту призначені для переміщення дрібно- і середньо- подрібненої породи, зернопродуктів, солі і інших сухих порошкоподібних і дрібнокускових вантажів. Основними параметрами пневмотранспортних установок є: продуктивність — до 100 т/год. і довжина транспортування від 100 м до декількох кілометрів.

До переваг відносяться компактність і герметичність системи; відсутність втрат вантажу; складна конфігурація траси; висока надійність; зручність і простота технічного обслуговування із-за зосередження основного устаткування в одному місці; забезпечення розгалужених вантажопотоків; можливість сполучення з технологічним процесом.

Недоліками є висока енергоємність; інтенсивне зношування трубопроводів (особливо на ділянках поворотів); обмеження асортименту вантажів, що транспортуються [1].

У даній роботі для транспортування зернопродуктів використовується механічний транспорт.

**Механічний транспорт.** Розрізняють такі механічні транспортні засоби:

- норії, або елеватори для вертикального переміщення;
- шнекові транспортери;
- стрічкові транспортери для горизонтального переміщення.

**Норія** або ковшовий елеватор — це транспортний засіб для переміщення сипких матеріалів за допомогою системи ковшів, що закріплені через певні проміжки. Ковшова норія для зерна використовується для підйому зернових культур вертикально.

Для транспортування зернопродуктів застосовується норія, яка працює наступним чином: стрічка з наповненими ячменем ковшами рухається з максимальною швидкістю 4 м/с (з солодом — 2,5 м/с). Ківш зачерпує транспортований матеріал з жолоба і піднімає його вгору, спорожняючи при повороті навколо верхнього ролика. Через випуск сипкий матеріал виходить назовні. Для транспортування солоду застосовують ланцюгові елеватори або

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

стрічкові елеватори з гратчастим приводом, котрий необхідний для того, щоб виключити сповзання стрічки через налипання вологого пророщеного матеріалу.

Переваги норії полягають в тому, що це найбільш рентабельний транспортний засіб (у зв'язку з невеликим енергоспоживанням), і саме тому норії отримали широке поширення. Також до основних переваг обладнання можна віднести:

- можливість виконувати транспортування сипучих матеріалів на величезну висоту, без псування сировини;
- мінімальні енерговитрати;
- компактні габарити пристрою;
- дбайлива транспортування зернової маси або окремих гранул без дроблення;
- конструкція відрізняється надійністю і тривалим терміном служби;
- проста робота і технічне обслуговування.

До недоліків норії можна віднести те, що нижня частина норії (черевик) ніколи повністю не спорожняється. Це особливо негативно позначається, коли одним і тим же підйомником піднімають різні види сипучих матеріалів. Крім того, якщо проходить збій в електропостачанні, то норія під вагою наповнених ковшів почне рух у зворотний бік. У зв'язку з цим монтують спеціальний блокуючий пристрій [18].

Найбільш розповсюдженим засобом для горизонтального транспортування ячменю і солоду до цих пір залишається *шнековий транспортер*. Шнековий транспортер або просто шнек — різновид конвеєра, у якому вантаж переміщується волочінням уздовж нерухомого жолоба лопатями обертового гвинта.

Гвинтові конвеєри використовуються для транспортування у горизонтальному, вертикальному чи похилому напрямках сипких, дрібнокускових, пилоподібних, порошкових матеріалів (зазвичай на відстань до 60 м по горизонталі і до 15 м — по вертикалі і з продуктивністю — до 150 т/год). Діаметр шнека 100...600 мм, частота обертання 10...120 хв<sup>-1</sup>.

До позитивних властивостей шнеків відносяться:

- простота конструкції і нескладність технічного обслуговування;
- невеликі габаритні розміри у порівнянні з іншими транспортувальними пристроями (стрічковими і пластинчастими конвеєрами) однакової продуктивності;
- герметичність та здатність транспортування гарячих, пилоутворювальних та токсичних матеріалів).
- не дивлячись на досить високе енергоспоживання, він являється досить рентабельним видом горизонтального (або з підйомом до 30°) транспорту.

Недоліком його являється те, що між жолобом і гвинтом шнеку завжди повинен залишатися проміжок 3...5 мм (в протилежному випадку шнек буде зачіпляти за жолоб), і тому повне випорожнення жолобу неможливе. Крім того краї шнеку з часом гостро заточуються і можуть пошкоджувати зерно. Також одним із недоліків є ідвигнене зношування жолобу і гвинта.

Шнеки бувають:

- з простим суцільним гвинтом;

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- з стрічковим гвинтом і відкритою внутрішньою частиною;
- з переривчастим стрічковим гвинтом, виконаним у вигляді взаємно змішаних півдуг;
- лопатеві з роздільними гвинтовими лопатями [2].

### Очищення солоду

Перед подрібненням солод і його замітники необхідно очистити від пилу, органічних і неорганічних домішок. Для очищення зернопродуктів використовують повітроситові сепаратори з магнітними пристроями, рухомими ситами та пиловіддільниками.

При виробництві пива використовують повітряно-ситові сепаратори. В цих машинах закладені принципи розділення сипкого матеріалу за геометричними розмірами, за густиною складових зернової маси. Повітряно-ситові сепаратори мають робочі органи: вентилятор, різної конфігурації сита з різними отворами в залежності від культури зерна, магніт (постійний чи електромагніт). Ситова частина машини приводиться в рух електродвигуном через шатунний механізм. Після проходження через повітряно-ситовий сепаратор в очищеному зерні вміст домішок не повинен перевищувати 1% .

Видалення феромагнітних домішок з зернової маси здійснюється з допомогою постійних та електричних магнітів. Сепаратор з постійним магнітом, незважаючи на конструктивну простоту, має багато недоліків: ручне видалення уловлених домішок, сила магнітного поля зменшується з часом і зі збільшенням температури від тертя, потреба в повторному намагнічуванні.

В даній роботі використовується повітряно-ситовий і магнітний сепаратори [2].

### Зважування засипу

Кількість зернопродуктів, яке необхідно зважити для кожного приготування кожної партії пивного суслу, має бути точно зафіксовано. Це дуже важливо для внутрішнього контролю виробництва. Ефективність використання сировини визначається:

Шляхом розрахунку виходу екстракту в пивоварні;

Шляхом розрахунку витрати солоду і несолодженої сировини на 1 дал готового пива.

Кількість зернопродуктів контролюється автоматичними вагами. В кваліфікаційній роботі запропоновано використовувати електронні ваги з дном, що відкривається [22].

### Подрібнення зернопродуктів.

Щоб повніше екстрагувати з солоду екстрактивні речовини, його подрібнюють.

Зерно ячмінного солоду покрито оболонкою (лушпиння), яке погіршує смак пива, але є хорошим матеріалом при фільтруванні затору.

Подрібнення — це процес механічного подрібнення, при якому слід по мірі можливості зберегти оболонки для подальшого їх використання як фільтруючого

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалу при фільтруванні затору.

Головна мета дроблення — збереження лушпиння, яка в подальшому використовується в якості фільтруючого матеріалу в фільтраційному чані, а також для отримання помелу з різними фракціями (велика крупка, дрібна крупка, борошно).

Тому при дробленні солод не розмелюють, а розчавлюють, зберігаючи оболонку зерна майже без руйнування, а з ендосперму намагаються отримати максимальну кількість дрібної однорідної крупки. Високий вміст борошна і подрібненої оболонки зерна в помолі ускладнює фільтрування затору.

Оптимальний помел солоду повинен забезпечити максимально можливий вихід екстракту і досить високу швидкість фільтрування сусла. Склад помелу залежить від якості солоду, способів його затирання і фільтрування затору. У процесі переробки солоду хорошої якості при фільтруванні затору у фільтраційному апараті рекомендується наступний склад дробленого солоду (у % до його маси):

- лушпиння 15...18;
- великої крупки 18...22;
- дрібної крупки 30...35;
- борошна 25...35.

Для фільтрування затору на фільтр-пресі, де фільтруючою основою служать фільтрувальні пластини, рекомендується помел з великим вмістом дрібних фракцій:

- лушпиння 9...12;
- великої крупки 12...15;
- дрібної крупки 30...35;
- борошна 40...45%.

У помелі не повинно бути цілих зернівок [14].

Залежно від структури і фізико-хімічних властивостей харчового продукту вибирають і відповідні види подрібнення: для рослинної сировини — розтирання, різання, удар. Роздавлювання застосовується при крупному і середньому подрібненнях, а розтирання – при тонкому.

Залежно від переважання того чи іншого способу подрібнення обладнання може бути ріжучої дії (ріжучі машини), розтираючої і роздавлюючої дії (валкові, дискові, кулькові млини), ударної дії (молоткові, штифтові, ножові, дробарки) і щільної дії (гомогенізатори, гідродинамічні перетворювачі).

Основні способи подрібнення харчових продуктів наступні:

➤ роздавлювання, при якому тіло під дією вантажу деформується по всьому об'єму, частинки, які одержуються під час такої дії мають різні розміри і різну форму (валкові дробарки);

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

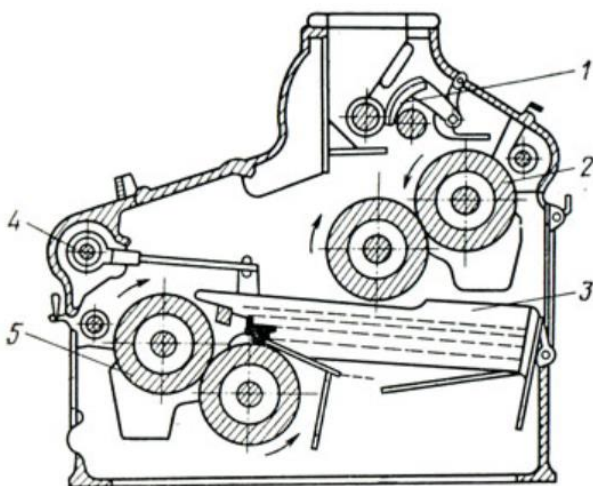
- розколювання, коли тіло розпадається на частинки в місцях концентрації напружень, які викликаються клиноподібними робочими органами подрібнення;
- розламування, коли тіло розкладається під дією моментів сил на згин;
- розтирання, коли під дією сил стискання і тангенціальних сил одержують дрібний порошкоподібний продукт;
- удар, коли тіло розпадається на частинки під дією динамічного навантаження (молоткові дробарки).

Подрібнення зернопродуктів буває: сухе, кондиційоване та мокре [2].

Сухе подрібнення. На пивоварних підприємствах використовують дробарки для сухого подрібнення. У них сухий солод подрібнюється між попарно розташованими вальцями. За кількістю вальців розрізняють дробарки:

- шестивальцеві;
- п'ятивальцеві;
- чотирьохвальцеві.

При сухому подрібненні солоду бажано використовувати чотири- та шести вальцьові дробарки, на яких можна отримати помел оптимального складу. Але при таких способах подрібнення солоду необхідно дробарку обладнати високоефективною аспірацією. Нарізку рифлів при сухому подрібненні солоду проводять частіше, ніж при мокрому, за спеціальними програмами, які розробляють на машинобудівних заводах за допомогою комп'ютерів.



**Рисунок 3.2 — Схема чотирьох-валкової солодової дробарки TMS**

1 — пристрій, що подає; 2 — верхня пара вальців; 3 — сита; 4 — привод до сит; 5 — нижня пара вальців.

Чотирьох-валкова солодова дробарка складається з бункера, який живить, заслінки, верхньої пари вальців, сита, нижньої пари вальців, станини, приводу, ексцентрикового валу й огороження.

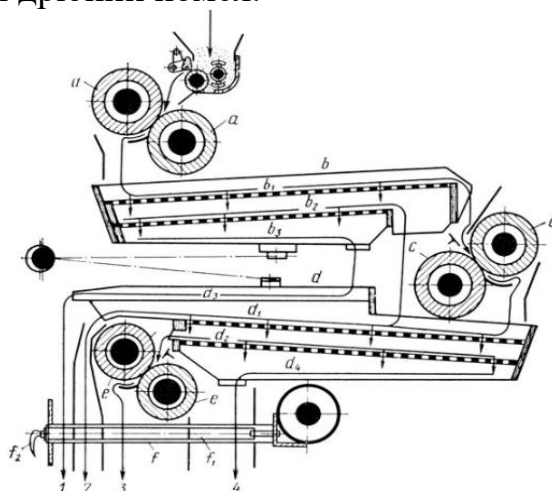
Солод вводиться в приймальний бункер, з якого рифленим валиком передається в зазор між верхніми вальцями. Заслінка регулює кількість солоду, що надходить на помел. Зазор між вальцями регулюється в залежності від

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

отримання тонкості помелу. Дроблення солоду здійснюється верхньої парою вальців, а поділ на окремі фракції - за допомогою сита. Крізь сито проходять дрібна крупка та борошно, які надходять в бункер, а лушпиння і велика фракція сходом переводяться на нижню пару вальців, на яких дробляться і потім надходять в бункер.

Шести-валкова дробарка експлуатується на великих пивоварних заводах. Верхня пара вальців забезпечує попереднє дроблення солоду, середня — вторинний вплив на лушпиння, виділяючи з нього борошністі частини. На нижній парі рифлених вальців проводиться дроблення великих часток.

На віброситах відокремлюють дрібну крупку після першої і другої пар вальців, щоб не відбувалося подальшого її подрібнення. За допомогою сит здійснюють і відділення від крупки лушпиння після другої пари вальців, яка надходить в бункер, минаючи третю пару вальців. У міру необхідності здійснюють великий чи дрібний помел.



**Рисунок 3.3 – Шести-валкова солодова дробарка Міаг**

1 — вихід дрібної крупки; 2 — вихід оболонки; 3 — вихід крупки; 4 — вихід борошна та дрібної крупки; *aa, cc, ee* — три пари вальців, що дроблять; *b, d* - хитні сита; *b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>* - сита, що коливаються; *b<sub>3</sub>, d<sub>3</sub>, d<sub>4</sub>* — площини, що коливаються; *f, f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>* — частини пристрою для відбору зразків.

Кондиційоване подрібнення. В бункер дробарки завантажується солод, в якому протягом 60 с він зволожується водою температурою 50...55 °С і подається в нижню частину дробарки де подрібнюється на валках. Так як оболонка набрала вологи до вологості 15...20 %, то вона майже не подрібнюється.

Переваги даного методу полягають у тому, що:

- оболонки стають значно еластичнішою і краще зберігаються;
- обсяг оболонок збільшується на 10...20 %; тому виходить більш пухкий шар, що фільтрує і досягається підвищена швидкість фільтрування затору;
- зростає вихід і кінцева ступінь зброджування;
- швидше досягається повнота оцукрювання, яка визначається за йодною пробою при затиранні.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліком є лише деяке збільшення витрат на придбання та обслуговування обладнання, особливо це відноситься до необхідності більш частого очищення дробарок [22].

Мокре подрібнення. М'які оболонки при подрібненні солоду навіть у сприятливих умовах в тій чи іншій мірі пошкоджуються і не можуть при фільтрації повністю виконувати свою фільтруючу функцію. Але якщо солод перед подрібненням замочити, то оболонки, а також серцевина зерна поглинають вологу і стають еластичними. Тоді зерно легко відділяється від оболонки, яка при цьому майже не пошкоджується і тому може краще забезпечувати більш швидке фільтрування, а серцевина зерна подрібниться тонше і тому може краще використовуватися.

Останнім часом були розроблені апарати спеціально для дроблення мокрого солоду.. Солод, призначений для переробки, надходить з автоматичних ваг в бункер, в якому за допомогою душевого пристрою змочується водою, нагрітою до 20...30 °С. Вода збирається в конічній підставі бункера; перші фракції води можуть бути випущені, інші — циркулюють і є частиною води, використовуваної для затирання. Через 10 хв солод починає надходити через валик, що подає, в високо-продуктивну дво-валкову солодову дробарку. При постійній подачі води подрібнений солод в змішувачі під дробаркою ґрунтовно перемішується з водою і перекачується в заторний апарат. Температура води і густина заторної маси регулюється автоматично. Пристрій не вимагає ніякого обслуговування, після закінчення дроблення увесь пристрій всередині інтенсивно миється залишками води.

Перевагами цього подрібнення є те, що оболонка солоду зволожується в процесі замочування до вологості 20...22 % і не руйнується при подрібненні. Затір отримують легкий і пухкий, а фільтрування протікає швидше, тривалість цього процесу менше. При подрібненні солоду в мокрому стані оболонка зерна залишається майже не пошкодженою і тим самим поліпшується фільтрування затору та підвищується вихід екстракту.

Замочування сухого солоду перед подрібненням дає можливість виділити небажані гіркі і дубильні речовини, а також кремнієву кислоту, в результаті чого поліпшується смак пива [2].



Рисунок 3.4 — Солодова дробарка мокрого помелу

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

У кваліфікаційній роботі застосовується саме дробарка мокро́го подрібнення.

Несолоджену сировину перед використанням подрібнюють з метою прискорення фізичних і біохімічних процесів розчинення зерна та забезпечення максимального переходу екстрактивних речовин в сусло. Оптимальний склад подрібнення повинен забезпечити максимально можливий вихід екстракту і достатньо високу швидкість фільтрування сусла. Для подрібнення несолодженої сировини використовуються молоткові дробарки, дроблення сухе без додавання води. Так як на виробництві використовується фільтр-прес помел має бути більш дрібний ніж для фільтр чану, на ситі 1,25 має бути не більше 1%, це забезпечить зменшення втрат порівняно іншими типами подрібнення на 1...1,5% [2].

### **Затирання.**

Затирання є найважливішим процесом при виробництві сусла. При затиранні помел та вода перемішуються, компоненти солоду переходять в розчин і стають речовинами екстракту.

Метою затирання є те, щоб розщепити крохмаль на цукри і розчинні декстрини без залишку. При цьому утворюються і інші екстрактивні речовини.

Основна кількість екстракту утворюється при затиранні перш за все завдяки дії ферментів, які можуть діяти при оптимальних для них температурах. При змішуванні подрібненого солоду чи суміші подрібненого солоду та несолоджених матеріалів із водою розчиняються часточки речовин, які здатні переходити у розчин без участі ферментів, і набухають речовини, що знаходяться в колоїдному стані. При цьому із солоду вилучається 15...20 % речовин, у тому числі 7,5...10% — цукрів, 2,5...4% — білків і продуктів їх гідролізу та пентозанів, у тому числі 1...1,5% — ксилоли й арабінози, 0,3...0,5% — пектину, 0,4% — дубильних і гірких речовин та майже усіх неорганічних речовин.

Основними засобами регулювання ферментативних процесів при затиранні є температура, рН се

При затиранні солоду і інших зернопродуктів відбувається багато різних процесів: фізичних, біохімічних і хімічних. На перших стадіях затирання у розчин переходять речовини, які не потребують участі ферментів: низькомолекулярні вуглеводи, амінокислоти, пентозани, мінеральні солі, ферменти, гіркі речовини оболонки зерна (фізичні процеси) середовища і інактивація ферментів шляхом кип'ятіння частин затору.

Найважливішу частину процесів затирання складають біохімічні процеси. В основному, це гідроліз складових частин ендосперму зернопродуктів під дією гідролітичних ферментів.

*Цитолітичні ферменти* інтенсифікують процес гідролізу геміцелюлоз, внаслідок чого звільняються крохмальні зерна і підвищується активність амілолітичних ферментів і гідроліз крохмалю.

Цитолітичні ферменти гідролізують некрохмальні поліцукри(геміцелюлози, гуміта пектинові речовини) до пентозанів, β-глюкану, арабінози, ксилози і глюкози. Оптимальними умовами для дії цих ферментів є температура 40...45 °С і рН 5,6.

*Протеолітичні ферменти* (протеази і пептидази) гідролізують білки. До 15 % білкових речовин гідролізуються в процесі солододорощення. Із загальної кількості

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

білків, що є в солоді, під дією пептидаз при затиранні до сусла переходить приблизно 35 %. Інша частина білків, навпаки, при кип'ятінні коагулює. Процес коагуляції відбувається в дві стадії: спочатку білки денатурують, коли їх молекули переходять із ліофільного стану у ліофобний (дегідратований стан), вони знаходяться у вигляді дуже дрібної суспензії, а потім настає збільшення дегідратованих міцел – коагуляція. Частина білкових речовин, яка не гідролізується ні при солододорощенні, ні при затиранні, залишається у дробині.

Температура 50 °С в процесі гідролізу найсприятливіша для накопичення низькомолекулярних фракцій білків, температура 60 °С сприяє максимальному накопиченню високомолекулярних фракцій, важливих для утворення піни і повноти смаку готового пива. Надмірна кількість цих фракцій може викликати білкове помутніння. Оптимальне рН для дії протеолітичних ферментів 5,5.

*Амілолітичні ферменти* гідролізують крохмаль, який вже зазнав дії ферментів при пророщуванні майже на 20 %. Зміни крохмалю під час затирання протікають в три стадії: клейстеризація, розрідження і оцукрення. Щоб прискорити процес гідролізу його необхідно спочатку клейстеризувати. Зерна крохмалю набухають, поглинаючи воду, потім лопаються і утворюють в'язкий гомогенний розчин. Температура, за якої крохмальний клейстер набуває найбільшої в'язкості, називається температурою клейстеризації. Вона відмінна для крохмалю різних культур: ячмінного — 60...80 °С, рисового — 80...85 °С, кукурудзяного — 65...75 °С.

В присутності амілаз температура клейстеризації зменшується приблизно на 20 °С. Клейстеризована маса крохмалю являє собою мережу, що утворилася з розгалужених ланцюгів молекул амілопектину, вічка якої заповнені розчином амілози.

Під дією  $\alpha$ -амілази при температурі 65...70 °С і при рН 6,0 відбувається *розрідження* крохмального клейстеру. Інактивується цей фермент при температурі 80 °С.

Робимо висновки що важливими температурними паузами при затиранні є: початок затирання при температурі 40...45 °С для розрідження затору під впливом цитолітичних та інших ферментів; температура 50...52 °С – білкова пауза, оптимальна для дії пептидаз; 60...65 °С — для дії  $\beta$ -амілази і 70 °С — для дії  $\alpha$ -амілази.

Температура 73 °С є граничною для оцукрювання затору, вона близька до температури руйнування  $\alpha$ -амілази, але при 78 °С декстрини ще утворюються. Таким чином, змінюючи температуру, тривалість витримання затору при певних температурах, а також рН, можна регулювати ферментативні й не ферментативні процеси і змінювати вихід екстракту, одержувати необхідні співвідношення між окремими продуктами гідролізу крохмалю та білків.

Суміш подрібнених зернепродуктів із водою, призначених для затирання, називають затором, а масу зернопродуктів, яку завантажують в заторний апарат називають засипом, кількість води, що витрачається на приготування затору називають наливом. Вода, яку використовують для приготування затору, становить приблизно 2/3 загальної її кількості для приготування сусла, а 1/3 витрачається на промивання дробини. Кількість води для приготування затору в

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунку на кожні 100 кг солоду залежить від потрібної масової частки сухої речовини у першому суслі й очікуваного виходу екстракту.

Усі існуючі способи затирання поділяють на дві групи:

1. Настійні (інфузійні). Настійні способи затирання характеризуються тим, що температура всього затору підвищується стрибками до 70°C і затор певний час витримується за характерних температур;

2. Відварні (декокційні). Відварні способи передбачають підвищення температури всього затору за рахунок кип'ятіння частини затору й змішування їх з основною масою затору. Якщо в першому випадку на затор діють лише ферменти за оптимальних умов, то в другому крім ферментів на затор впливають і фізично, тобто високою температурою при кип'ятінні [2].

**Настійні способи затирання.** За настійного способу для приготування затору використовують воду, підігріту до такої температури, щоб початкове її значення при змішуванні води із солодом було 40 °С. У заторний апарат набирають половину розрахункової кількості води, а потім — одночасно подрібнений солод і залишок води при перемішуванні. Затор витримують 30 хв за температури 40 °С. Під час перемішування його підігрівають до 52 °С зі швидкістю 2 °С за хвилину і для ефективності дії пептидаз за цієї температури роблять паузу на 30 хв. Далі масу підігрівають до 63 °С (мальтозна пауза), витримують 30 хв, потім — до 72 °С і витримують до кінцевого оцукрювання, що визначають за йодною пробою. Оцукрений затор нагрівають до 76...78°C і перекачують у фільтраційний апарат на фільтрування.

Переваги настійного способу:

- не трудомісткий в експлуатації;
- допускають легку можливість здійснювати автоматизацію процесу.

Недоліком настійних способів являється більш складне досягнення нормальної йодної проби і відповідно – менший вихід варильного відділення при переробці солоду з поганою розчинністю.

**Відварні способи.** Декокційні способи затирання застосовуються у трьох модифікаціях: з однією, двома й трьома відварками. За тривідварного способу кип'ятіння зазнає до 75 % всього затору, за двовідварного — до 60 % і одновідварного — до 50 %. Кип'ятіння сприяє процесу оцукрення заторної маси тому, що крохмаль зазнає клейстеризації та повного розрідження. Крім того, відбувається коагуляція білків і утворюються меланоїдини, що сприяє створенню певних відтінків забарвлення пива.

Завдяки попередній обробці заторної маси шляхом кип'ятіння в цьому випадку вимоги до якості солоду, особливо розчинення, можуть бути не такими високими, як за настійних способів затирання. Але при цьому ферментативна активність солоду використовується далеко не повністю, бо, наприклад, амілолітична активність після першої відварки знижується майже на 40 %, після другої — на 79 %, а після третьої — на 93 %.

**З однією відваркою.** Одновідварний спосіб, і він полягає в тому, що в заторний апарат набирають  $\frac{1}{2}$  усієї води, яку витрачають на один затір, нагрівають її до такої температури, щоби після внесення подрібненого солоду температура

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

досягла 37 °С. Заторна маса підігрівається парою, яка подається в сорочку апарату. Затір витримують 30 хв при температурі 40...42 °С — цитолітична пауза. У цій паузі не крохмальні речовини гідролізують за участю цитолітичних ферментів. Надалі затір нагрівають до 50...52 °С і витримують білкову паузу протягом 30 хв. У білковій паузі протеолітичні ферменти розщеплюють білки до амінокислот. При цьому нагромаджується невелика кількість пептидів, поліпептидів, які необхідні для живлення дріжджів.

Після проведення білкової паузи при вимкненій мішалці  $\frac{1}{3}$  затору (густа маса) спускають у відварний апарат для проведення відварки. Цю частину затору називають відваром. У відварному апараті заторну масу при перемішуванні підігрівають до 60...62 °С і витримують при цій температурі мальтозну паузу 20 хв, в якій нагромаджується за участю амілолітичних ферментів основний цукор—мальтоза, далі її підвищують до 70...72 °С і витримують 15хв оцукрюючи паузу, в якій проходить повністю гідроліз крохмалю до розчинення декстринів. Після оцукрювання масу нагрівають до кипіння і кип'ятять 20 хв, для інактивації ферментів.

Прокип'ячену відварку повертають у заторний апарат, нагріваючи нею основний затір до температури мальтозної паузи 60...62 °С і в апараті проводять процес нагромадження мальтози протягом 20...30 хв. Надалі піднімають температуру до 70...72 °С і витримують у стані спокою 30 хв. оцукрюючи паузу. Потім затір нагрівають до 76...77 °С для повного оцукрення.

**Затирання з двома відварками.** Цей спосіб затирання найпоширеніший і проводиться за різними температурними режимами залежно від якості солоду. Розповсюджений такий порядок затирання. В один із заторних апаратів набирають певну кількість води ( $\frac{1}{3}$  від усієї маси) з температурою 54...55 °С і через передзаторник подають подрібнений солод і решту води при працюючій мішалці. Після набору розрахованої кількості води й солоду температура затору стає 50 °С і затор залишають на 30 хв для білкового гідролізу. Потім відбирають приблизно третину затору у другий апарат і повільно (1 °С за хвилину) нагрівають в безперервно працюючій мішалці до 62...63 °С, вимикають мішалку й проводять мальтозну паузу. Знову повільно підігрівають цю частину затору до 70...72 °С і здійснюють повне оцукрення, а вже потім її швидко нагрівають до кипіння та кип'ятять 15..30 хв. На цьому закінчується теплова обробка першої відварки, її повільно перекачують при працюючих мішалках до основного затору. Після з'єднання обох частин затору температура в ньому стає 63...65°С. Після ретельного перемішування затору вимикають і затор лишають на оцукрення.

Потім відбирають другу відварку і повільно нагрівають її до 70 °С, проводять оцукрення й швидко нагрівають до кипіння та кип'ятять 20 хв. Після, повернення відварки за всіма правилами до основної частини затору весь затор набуває температури 75 °С і стає готовим для фільтрування. За час затирання об'єм затору зменшується приблизно на 8 % за рахунок води, що випаровується при нагріванні та кип'ятінні відварок.

Двовідварний спосіб затирання допускає численні варіанти температурного режиму. Тут є можливість змінювати початкову температуру затирання, а

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змінюючи об'єм відварок, — і весь температурний режим оцукрення затору, й досягти бажаного співвідношення мальтози й декстринів.

Отже, спосіб затирання з двома відварками може застосовуватися для переробки солоду різної якості й завжди забезпечує високий вихід екстракту: світлі сорти пива майже завжди варять саме цим способом.

**Затирання з трьома відварками.** Це найбільш складний спосіб затирання, він найдовший і потребує більшої витрати теплоти. Його застосовують при переробці темного солоду або солоду з недостатнім розчиненням і низькою ферментативною активністю.

Починають затирання при 35...37 °С. Першу густу відварку беруть у кількості 1/3 від загальної маси затору й поволі проводять усі операції білкового гідролізу й оцукрення. Потім швидко нагрівають до кипіння й кип'ятять 25...30 хв. Решта затору весь час знаходиться при температурі 35 °С і добре розчиняється. За цієї температури кислотність дещо підвищується за рахунок ферментативної дії на фосфорорганічні речовини. Після повернення відварки весь затор набуває температури 50...52 °С.

Потім відбирають другу густу відварку, повільно нагрівають її до температури оцукрення, оцукрюють, нагрівають до кипіння, кип'ятять і повертають до основного затору. Температура всього затору досягає 65...68°С.

На третю відварку беруть рідку частину затору, швидко нагрівають її і кип'ятять: термін кип'ятіння залежить від готовності основної частини затору. Як тільки вона оцукриться, відварку тут же повертають. Температура всього затору піднімається до 75 °С і його перекачують на фільтрування. Спосіб затирання з трьома відварками потребує біля 5,5 год.

В даній роботі використано спосіб затирання з однією відваркою, оскільки він є найбільш поширеним, дає змогу переробляти солод різної якості [22].

#### **Фільтрування затору.**

Фільтруванням називають процес розділення неоднорідних систем із твердою дисперсною фазою, що ґрунтується на затриманні твердих часток і пропусканні рідини пористими перегородками. Для утворення пористого фільтруючого шару використовують тканину або пресовані пластини з різного матеріалу (бавовна, целюлоза, азбест, синтетичні волокна, металева сітка), пористий матеріал (керамічні матеріали, пористий метал, спечені скляні порошки), а також зернистий матеріал (пісок, гравій, діатоміт, перліт, вугілля, кокс). Грубі часточки відокремлюваної твердої фази також можуть бути фільтруючим шаром.

Процес фільтрування виражається відношенням швидкості фільтрування до сили, яка долає фільтраційний опір і здійснює проходження фільтрату. Швидкість фільтрування затору пропорційна різниці тисків по обидва боки фільтруючої перегородки і зменшується із зростанням довжини капілярів та в'язкості суслу.

Одержана в результаті оцукрювання маса містить тверду фазу — нерозчинні часточки подрібненого солоду й ячменю (дробина) та рідку фазу — водний розчин екстрактивних речовин (сусло). Розділення цих двох фаз на сусло (фільтрат) і дробину (тверда фаза) здійснюють у фільтраційних апаратах або фільтрпресах.

Якщо сусло від дробини відокремлюють у фільтраційному апараті, то

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

фільтрування проводять через шар дробини завтовшки 30...40 см, який утворюється при нетривалому відстоюванні заторної маси. В процесі відстоювання у нижній частині фільтраційного апарата нагромаджується осад із грубих, з пружними властивостями часточок, а у верхній — розміщуються дрібніші часточки затору. В результаті формується фільтруючий шар з численними лабіринтами і капілярними кільцями, в яких можуть осідати тонкі часточки зависі.

Розрізняють дві стадії процесу фільтрування: перша, при якій відбувається фільтрування першого (основного) сусла, і друга, коли вилучається вимивний екстракт, що утримується дробиною.

У процесі промивання дробини водою утримуваний нею екстракт першого сусла завдяки процесам дифузії переходить у розчин. З метою прискорення дифузії дробину перемішують розпушувачем і безперервно зрошують гарячою водою температурою 70°C.

Використання води вищої температури призводить до інактивації амілази, а також спричиняє клейстеризацію крохмалю, що залишився у кінчиках солодових зерен, і як наслідок — до одержання мутного сусла, пиво з якого може утворювати клейстерне помутніння. Перше сусло й промивні води повинні бути прозорими, оскільки наявність у них нерозчинних часточок заторної маси надає пиву грубого смаку й може бути причиною його поганого освітлення [14].

**Фільтрування за допомогою фільтраційного апарату.** Оцукрений затор подається у фільтраційний апарат. Тверді, тобто нерозчинні, частини при цьому осаджуються на перфорованому дні апарату (на знімальному дні). Воно встановлене на певному проміжку, від основного дна фільтраційного апарату. Розчин стікає через отвори сітчастого дна і попадає через систему трубопроводів в котел.

Від конструкції фільтраційного апарату залежить швидкість реакції, прозорість сусла, і в деякій мірі перехід екстракту в сусло.

Фільтраційні апарати ізолюють, для того щоб запобігти охолодженню гарячого затору (75...78 °C). Також ізоляція потрібна і на дні апарату, щоб не допустити зігрівання його парою або гарячою водою, так як конвекція через нагрівання перешкоджає нормальній фільтрації. Зверху чан покритий кожухом, облаштований перекритою витяжною трубою.

Висота шару дробини в звичайних конвенційних апаратах 30...40см, в апаратах з високим шаром дробини 50...65 см. Вона розраховується за питомим засипом, і по тій кількості солоду, який займає 1 м<sup>2</sup> фільтраційного апарату. Враховуючи, що 1м<sup>3</sup> мокрої дробини відповідає 550 кг засипу солоду, отримуємо при різних величинах питомого засипу, наступні величини висоти слою дробини.

**Фільтрування за допомогою фільтр-преса.** Процес фільтрування затору на фільтр-пресі навіть зовні відрізняється від фільтрувального апарату:

- замість одного процесу фільтрування в апараті, проходить декілька окремих процесів в камерах, шар дробини у фільтрувальному апараті має товщину 30...50 см і площа поверхні, відповідає поверхні фільтрувального апарату, а у фільтр-пресі дробина розділена на шари товщиною 6...7 см, і товщина її поверхні відповідає розмірам рам;

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

• якщо в фільтрувальному апараті, завдяки, оболонкам солоду формується фільтрувальний шар, то в фільтр-пресі використовується штучний фільтруючий шар;

• направлення потоку сусла і промивної води у фільтрувальному апараті вертикальне, а у фільтр-пресі — горизонтальне.

### **Порівняння фільтраційного апарату і фільтр-пресу**

**Переваги.** Якість солоду вказує на число варок на добу набагато менший вплив, чим при використанні фільтраційного апарату, при чому можна переробляти набагато більшу кількість несолоджених зернопродуктів.

Вихід екстракту при переробці середньо- і добрерозчинного солоду, нижче лабораторного виходу екстракту, і тим самим, вище виходу екстракту для фільтраційного апарату.

Вихід стічних вод менше ніж при роботі фільтраційного апарату, дробини - менше.

У даній кваліфікаційній роботі пропонується до використання фільтр-прес Meuga. При використанні такого фільтр-пресу обмежується об'єм промивної води, що дозволяє отримання сусла високої якості і без втрат екстракту; відбувається мінімальне поглинання кисню; вихід більш сухої дробини; відсутність стічних вод; висока ефективність [2].

### **Кип'ятіння сусла з хмелем.**

Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його хімічного складу шляхом інактивації ферментів, стерилізація сусла, доведення концентрації сухих речовин до початкової шляхом видалення надлишкової води випаровуванням, ізомеризація гірких  $\alpha$ -кислот хмелю, їх розчинення (охмеління сусла), збагачення сусла цінними ароматичними речовинами хмелю, коагуляція нестійких білкових речовин.

Метою охмелення є:

• інактивація ферментів, яка необхідна для збереження певного сталого хімічного складу сусла.

• стерилізація сусла. Сусло містить ряд мікроорганізмів, кількість яких різко зростає при пониженні температури фільтрування. Якщо не знищити мікроорганізми, вони переходять у сусло, змінюють характер бродіння, псують пиво, викликають різні хвороби;

• доведення сусла до певної концентрації та густини.

• коагуляція білкових сполук - надзвичайно важлива при кипінні сусла, бо тоді протеїни та дубильні сполуки хмелю випадають в осад у вигляді пластівців.

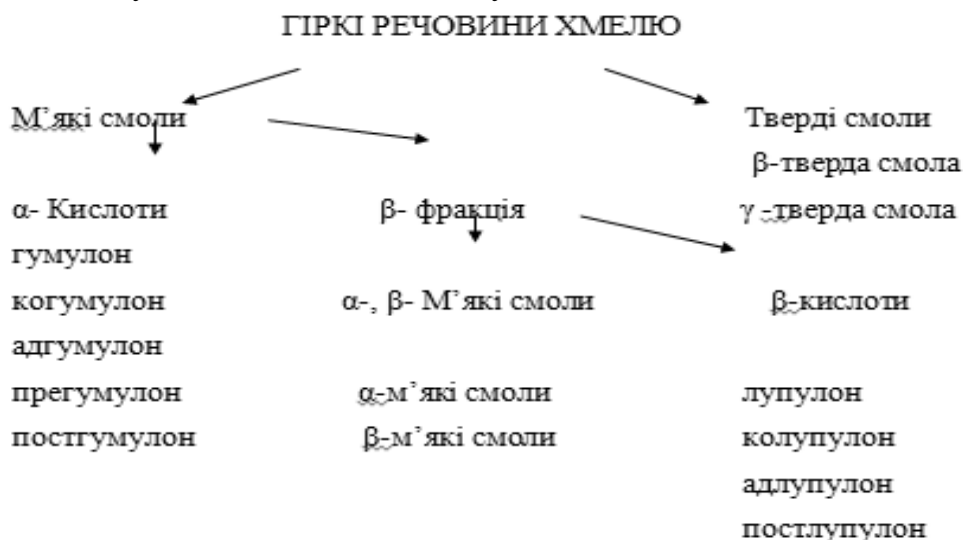
• Розчинення та перетворення гірких сполук хмелю.

На стадії розчинення гірких речовин хмелю проходить розчинення та перетворення хмелевих речовин — гірких кислот і хмелевих олій, які надають пиву специфічний хмелевий та гіркий смак, підвищують опірність пива бактеріальній інфекції, передають суслу і пиву речовини, які допомагають процесам виділення небажаних колоїдів. Хміль дозволяє створити фільтруючий шар і відокремити сусло

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

від речовин, що випали при кипінні. Гіркі сполуки хмелю перетворюються у поверхнево активні і покращують піностійкість пива. Більше хмелю — більше піни.

Гіркі сполуки хмелю складаються з хмелевих смол та гірких хмелевих кислот. Їх класифікація ґрунтується на здатності до розчинення в різних середовищах і на особливостях впливу на якість охмелення сусла.



*Рисунок 3.5 — Гіркі сполуки хмелю*

При кипінні сусла з хмелем вихід ізогумулонів і гіркота пива залежить від:

- природи ізогумулонів (найкраще ізомеризується когумулон), від сорту хмелю;
- від тривалості кипіння: чим більший час, тим більший вихід ізогумулонів. На початку кип'ятіння вихід великий, в кінці зменшується (за 30 хв кипіння утворюється до 50 % ізомерів, а за 90 хв майже максимальна їх кількість). Після двогодинного кип'ятіння ізомеризація припиняється і далі починають нагромаджуватись гумулінові кислоти, які не мають гіркого смаку. Тому тривале охмелення приводить до втрати гіркоти;

- чим рН більше тим краща ізомеризація (при рН 5,2...5,6 ізомеризація збільшується на — 25 %, а при рН 5,8 на — 40%), але при низьких рН гіркота більш тонка і вирівняна;

- концентрації гумулонів: чим більша норма хмелю, тим вихід ізогумулонів менший, бо вони осаджуються разом з білковим комплексом;

- температури: чим вища температура, тим інтенсивніше проходить ізомеризація ( $T_{opt} = 106...107\text{ }^{\circ}\text{C}$ );

- ступеню подрібнення хмелю: більше подрібнений, краща екстракція та вихід.

- видалення хмелевих олій. При кипінні хмелева олія випаровується тим більше, чим довше кипить сусло, але залишаються у ньому компоненти як низько, так і високолеткі, що позитивно і негативно впливають на смак пива. Хмелева олія окиснюється, тому надає пиву неприємного аромату. Різні складники хмелевих олій володіють різними по силі і сприйняттю запахами, які бажано зберегти, оскільки вони

формують специфічний аромат пива. Технологічно це досягається додаванням хмелю у декілька заходів бажано при кінці кип'ятіння;

Видалення летких фракцій, що псують органолептику пива. При кипінні випаровується диметилсульфамід. Щоб повністю від нього позбутися, кип'ятити треба довго, бажано при високих температурах або створити умови динамічного кипіння - збільшити поверхню теплообміну.

Видалення дубильних речовин. Фенольні сполуки (антоціаногени, катехини) розчинні у воді, відразу переходять у розчин і з білками утворюють комплекси. Якщо їх не осадити, вони погіршують колірність, стійкість пива, бо полімеризуються. У невеликих кількостях доповнюють смак і гіркоту.

Під час охмелення змінюється колір сусла, бо карамелізуються цукри, нагромаджуються меланоїдини, переходять у розчин барвні сполуки хмелю. Гаряче охмелене сусло завжди темніше за пиво, яке з нього виготовляють, бо при бродінні колір втрачається [22].

### **Освітлення і охолодження сусла.**

*Освітлення сусла.* Із гарячого охмеленого сусла виділяють зависи, вони складаються із крупних частинок, розмір яких становить 30...80 мкм, вони важчі за сусло, тому добре осідають. Зависи шкідливі по наступним причинам: перешкоджають освітленню сусла, склеюють дріжджі; збільшують кількість білкових відходів, а з ними і втрати сусла; містять жирні кислоти солоду; затруднюють фільтрування пива. В даній роботі пропонується освітлення сусла за допомогою гідроциклонного апарата (вірпула).

Сусло закачується у Вірпул тангенціально, цим досягається закручування потоку, через що зависи у формі конуса осаджуються на дні у центрі ємкості. При цьому після обробки у Вірпулі, сусло стає максимально освітленим, а гарячий труб після перекачування сусла в охолоджувач має осісти на дно апарата. Відомий факт розповзання «тарілки» труба в кінці перекачки труба в охолоджувач. Завдяки цьому велика кількість гарячого трубу попадає в уже освітлене сусло. При цьому багато сусла залишається в самому трубі (втрати сусла).

Можливі причини поганого відокремлення зависів гарячого сусла у Вірпулі:

- недостатнє освітлення або погана фільтрація затору;
- занадто велике навантаження на сусло в трубопроводах;
- помилкові параметри циркуляційних насосів, варильного апарату;
- занадто велика швидкість сусла на вході у вірпул;
- невдале співвідношення висоти сусла і діаметра вірпула;
- недостатня швидкість ротації сусла.

Чим більше співвідношення рівня сусла до діаметра апарата, тим менша продуктивність циркуляційного насосу. Рекомендується значення Н/Д від 0,7 до 0,8. вірпул ізольований ззовні від охолодження і в першу через техніку безпеки.

При освітленні гарячого сусла може бути використана різноманітна форма дна Вірпула (конус, півсфера, невелика пологість). При пологому дні, яке приміняється найчастіше, «тарілка» труба залишається сухою.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Кут трохи кінцевого або плаского дна по відношенню до горизонталі складає у більшості випадків 1 градус і слугує тільки для стоку кінцевого сусли і труба, що змивається водою.

Впускний отвір знаходиться в діапазоні нижньої третини висоти вірпула (для запобігання активного потрапляння кисню). Крім одного випускного отвору, рекомендується зробити ще два для зменшення термічного навантаження на сусли і скорочення технологічного процесу [14].

*Охолодження* гарячого сусли проводиться в теплообмінних апаратах різної конструкції: пластинчастих, типу «труба в трубі», кожухотрубних. В кваліфікаційній роботі рекомендується використовувати пластинчаті теплообмінники, тому що вони мають ряд переваг:

- не потребують складного монтажу та настройки;
- конструкція забезпечує мікробіологічну чистоту;
- компактна конструкція, не вимагає великої площини для розміщення;
- проста у використанні;
- має дуже гарну теплопередачу при невеликих втратах тиску;
- легко очищається;
- сусли затримується в холодильнику на короткий термін.

Попереднє охолодження сусли здійснюється за допомогою води. При цьому сусли охолоджується з 98 °С до 30 °С, а вода нагрівається з 20 до 80 °С. Нагріта вода подається в бойлер для подальшого використання. Потім сусли охолоджується з 30 до 6 °С за допомогою льодяної води або інших холодоносіїв (розчин пропіленгліколю з водою або розсіл  $\text{CaCl}_2$  тощо).

Система автоматики регулює всі потрібні параметри роботи охолоджувача, тому сусли на виході має задану оператором температуру. Автоматика охолоджувача виключає можливість замерзання сусли при припиненні його потоку [18].

					Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

### 3.4. Опис апаратурно-технологічної схеми

Зернопродукти із зерносховища поступають на норію 1, звідки шнековим транспортером 2 транспортують світлий солод в бункер 3, карамельний солод в бункер 4, несолоджену сировину в бункер 5. Далі солод надходить в повітряно ситовий сепаратор 6, з якого потрапляє в магнітний сепаратор 7. Далі вже очищений солод зважують на автоматичних вагах 8 і направляють у бункер подрібненого солоду 9.

Несолоджена сировина (ячмінь, рисова січка) одразу подається на зважування на автоматичних вагах 8. Несолоджена сировина подрібнюється в двовальцевій дробарці 24 сухого подрібнення. Подрібнений ячмінь поступає в бункер несолодженої сировини 25, і потім перекачують до заторного апарату 12.

Подрібнення солоду здійснюється в дробарці мокро подрібнення 10, в яку подається через змішувач холодна і гаряча вода із напірних збірників води. Далі, насосом 11, подрібнений солод поступає у заторний апарат 12 де відбувається затирання.

Насосом 11 затір поступає на фільтрування, яке відбувається на фільтр-пресі 14. Дробина, що виділяється під час фільтрування надходить до бункера дробини 15, а промивні води поступають у збірник промивних вод 13. Після фільтрації сушло надходить у збірник сусла 16, звідки далі йде на кип'ятіння сусла з хмелем у сушловарильному апараті 17. Сушло циркулює через хмелевий бачок 28, тим самим відбувається охмелення сусла. Охмелене сушло освітлюється у гідроциклонному апараті 19, де відбувається осадження білкового осаду, який надходить у збірник білкового бруху 20. Охолодження сусла відбувається на пластинчастому теплообміннику 21. Далі сушло надходить на бродіння

					Опис апаратурно-технологічної схеми	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### 4.1 Характеристика проєктованої продукції

За органолептичними і фізико-хімічними показниками пиво повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови, органолептичні та фізико-хімічні показники проєктованих сортів пива наведені в табл. 4.1 та 4.2, мікробіологічний контроль наведено в табл. 4.3, гранично допустимі концентрації радіонуклідів в табл. 4.4 [7].

**Таблиця 4.1 — Органолептичні показники якості пива згідно ДСТУ 3888-15**

Назва показника	Характеристика показника					
	Фільтроване пиво			Нефільтроване пиво		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемне	темне
1	2	3	4	5	6	7
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду і сторонніх включень			Прозора піниста рідина, без сторонніх включень, не властивих продукту (допускається наявність дріжджового осаду та слабка опалесценція)		
Смак	Солодовий та хмелевий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Солодовий смак із присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою	Чистий смак зброженого солодового напою з хмелевою гіркотою та з присмаком дріжджів. Сторонній присмак не допускається		
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів та присмаку			Аромат зброженого солодового напою. Допускається слабкий дріжджовий аромат. Сторонні запахи не допускаються		
Піноутворення	Пиво з масовою часткою СР у початковому суслі від 8% до 11,5%: висота піни, не менше, мм - 20,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0 Пиво з масовою часткою СР у початковому суслі від 12,0% до 20,0 висота піни, не менше, мм - 30,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0					

**Таблиця 4.2. — Фізико-хімічні показники готового пива**

Масова частка СР у початковому суслі, %мас.	Масова частка спирту не, менше, %об.	Кислотність, см <sup>3</sup> 1 моль/дм <sup>3</sup> розчину NaOH на 100 см <sup>3</sup> пива	Колір, см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> розчину J <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> води	Масова частка CO <sub>2</sub> не менше, %	Стійкість о пива, не менше, діб			
					фільтроване		Нефільтроване	
					Пастеризоване	Непастеризоване	освітлене	Неосвітлене
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16,0	3,4	1,7-3,2	0,4-1,8	0,33	30	8	5	3
13,0	3,2	2,1-3,3	4,0-8,0	0,32	30	8	5	3
11,0	4,8	1,3-5,0	0,5-0,9	0,32	30	8	5	3

					Характеристика проєктованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 4.3. — Мікробіологічні показники пива

Назва показника	Норма				Метод випробування
	непастеризоване		пастеризоване		
	пиво в пляшках з масовою часткою сухих речовин, %		пиво розливне фільтроване та нефільтроване	Пиво в пляшках, металевих та інших видах споживчої тари	
	8...11,5	12...20			
1	2	3	4	5	6
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП	не допускаються в 3 см <sup>3</sup>	не допускаються в 10 см <sup>3</sup>	не допускаються в 1 см <sup>3</sup>	не допускаються в 10 см <sup>3</sup>	Згідно з ГОСТ 30518
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, не більше ніж, КУО/см <sup>3</sup>	-	-	-	5·10 <sup>2</sup>	Згідно з ГОСТ 18963
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	не допускаються в 25 см <sup>3</sup>	не допускаються в 25 см <sup>3</sup>	не допускаються в 25 см <sup>3</sup>	не допускаються в 25 см <sup>3</sup>	Згідно з порядком Державного санітарного нагляду

Таблиця 4.4. — Гранично допустимі концентрації вмісту важких металів, радіонуклідів і миш'яку у пиві

Найменування показника	Допустимий рівень, мг/кг, не більше ніж	Метод випробування
1	2	3
Свинець	0,3	Згідно з ГОСТ 26932
Кадмій	0,03	Згідно з ГОСТ 26933
Ртуть	0,005	Згідно з ГОСТ 26927
Цинк	10,0	Згідно з ГОСТ 26934
Мідь	5,0	Згідно з ГОСТ 26931
Миш'як	0,2	Згідно з ГОСТ 26930
Цезій 137, БК/кг	600,0	Згідно з ГОСТ 26930
Стронцій 90, БК/кг	200,0	Згідно з ГОСТ 26930

#### 4.2. Характеристика сировини

Хімічні показники води згідно державних санітарних правил та норм України «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» [4,13].

					Характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Таблиця 4.5. — Хімічні показники води

№ з/п	Показники	Оптимальні значення показника		Граничні значення
		За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
1	2	3	4	5
1	Водневий показник (рН)	6,0...7,0	6,0...7,0	6,0...9,0
2	Жорсткість води загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	2...4	не більше 2	не більше 7,0
3	Кальцій, мг-екв/дм <sup>3</sup>	2...4	не більше 2,	не більше 7,0
4	Магній, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Сліди	Сліди	
5	Співвідношення кальцію до магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
6	Лужність загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,5...1,5	Сліди	0,5...6,5
7	Співвідношення кальцію до лужності (показник лужності), не менше	1,0	1,0	1,0
8	Залізо, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,1	0,1	0,3
9	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	70	70	150
10	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	150	150	200
11	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	25	25	45
12	Марганець, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,05	0,05	0,1
13	Сірководень, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0	0	0
14	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,5	0,5
15	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
16	Мідь, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,5	1,0
17	Окислюваність, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , не більше	2,0	2,0	4,0
18	Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	500	200	1000
19	Кисень, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	-	0,1	-
20	Хлор та хлорфеноли	-	Відсутні	-

Таблиця 4.6. — Мікробіологічні показники технологічної води для пива

№ з/п	Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
		За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
1	2	3	4	5
1	Загальна кількість бактерій в 1 см <sup>3</sup> води, не більше	100	20	100
2	Бактерії кишкової крупі:			
	в 100 см <sup>3</sup> води	0	0	0
	в 1000 см <sup>3</sup> води, не більше	3	0	3

**Таблиця 4.7. — Органолептичні показники води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10**

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
1	2	3
Запах при 20 °С і при нагріванні до 60 °С, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Смак і присмак при 20 °С, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Колірність, градуси, не більше	20	За ГОСТ 3351-74
Мутність за стандартною шкалою, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	1,5	За ГОСТ 3351-74

**Таблиця 4.8. — Мікробіологічні показники води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10**

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
1	2	3
Число мікроорганізмів в 1 см <sup>3</sup> води, не більше	100	За ГОСТ 18963-73
Число бактерій групи кишкової палички в 1 дм <sup>3</sup> води (колі-індекс), не більше	3	За ГОСТ 18963-73

**Солод**, який використовується на виробництві, повинен відповідати вимогам ДСТУ 4282-2004 [9].

**Таблиця 4.9. — Органолептичні показники світлого і темного солодів**

Найменування показника	Значення показника
1	2
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих і пошкоджених зерен
Колір	Для солоду високої якості-від світло-жовтого до жовтого. Для солоду I та II класу дозволено сірувато-жовтий
Запах	Солодовий, солодкуватий. Не дозволений сторонній присмак не властивий солодовому.
Смак	Солодовий, більш концентрований у темного солоду. Не дозволено кислий, запах плісняви та інші

**Таблиця 4.10. — Основні фізико-хімічні показники якості сухого ячмінного пивоварного солоду**

Найменування показника	Норми для різних типів солоду			
	світлого			темного
	високої якості	1 класу	2 класу	
1	2	3	4	5
Прохід через сито 2,2x20мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка сміттєвих домішок, %, не більше	Не допуск.	0,3	0,5	0,3

					Характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Кількість зерен, %: - мучнистих, не менше - скловидних, не більше - темних, не більше	90,0	85,0	80,0	90,0
	2,0	4,0	8,0 4,0	5,0 10,0
	Не допускається			
Масова частка вологи, %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту на суху речовину солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Тривалість оцукрювання, хвилин, не більше	10	15	25	-
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-
Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха), %	39-41	37-41	-	-
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75-0,7	0,69-0,65	0,64-0,55	-
Кольорність, см <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> води, не більше	0,18	0,23	0,40	0,49-1,40
Кислотність, см <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> суслу	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	-

Таблиця 4.11. — Основні фізико-хімічні показники якості ячменю за ДСТУ 3769-98 [6]

Показники	Ячмінь	
	1 класу	2 класу
1	2	3
Колір	світло-жовтий або жовтий	світло-жовтий, жовтий або сірувато-жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
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
Зернова домішка, %, не більше	2,0	5,0
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 через 45 днів після його збирання)	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше (для зерна, поставленого раніше 45 днів після його збирання)	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщами не вище I ступеня	

Примітка 1. Крупність — відношення маси зерен ячменю — залишку на ситі з довгастими отворами розміром 2,5 мм x 20 мм (полотно № 2а — 25 x 20 згідно з

					Характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

ТУ 5.897—111722 (і) до маси основного зерна наважки, виражене у відсотках.

Примітка 2. Рекомендовані вимоги до якості пивоварного ячменю за показником: екстрактивність, %, не менше: для 1 класу — 79,0, 2 класу — 77,0, устанавлюють у договорі (контракті) між постачальником і покупцем.

**Таблиця 4.13. — Максимально допустимий рівень токсичних елементів і мікотоксинів у ячмені, мг/кг**

Показник	Допустимий рівень для ячменю, який використовують для:	
	Продовольчих, технічних цілей та для експорту	Кормові цілі
1	2	3
<b>Токсичні елементи:</b>		
Свинець	0,5	5,0
Кадмій	0,1	0,3
Миш'як	0,2	0,5
Ртуть	0,03	0,1
Мідь	10,0	30,0
Цинк	50,0	50,0
<b>Мікотоксини:</b>		
Афлатоксин В	0,005	0,025
Зеараленон	1,0	2,0...3,0
Т-2 токсин	0,1	0,2
Дезоксиніваленон	1,0	1,0...2,0
Пагулін	не регламентується	0,5

**Таблиця 4.13. — Показники якості хмелю гіркокого згідно ДСТУ 4097.2-2002 [12]**

Колір	Вміст $\alpha$ -к-ти в перерахунку на абс. СР, % не менше	Вміст вологи, % не більше	Вміст хмельових домішок, % не більше	Вміст насіння, % не більше
1	2	3	4	5
зелений, жовто-зелений, жовтий з коричневими плямами, бурий	2,5	3,5	5,0	4,0

**Таблиця 4.14 — Обмежувальні норми якості хмелю гранульованого згідно ДСТУ 4097.2-2002**

Назва показника	Норма
1	2
Колір	Жовтувато-зелений, зеленувато-жовтий з коричневим відтінком
Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині	не менше 2,5
Вологість, %	не більше 12,0
Вміст золи, % у сухій речовині	не більше 14,0
Вміст не хмельових домішок	не допускається
Наявність плісняви	не допускається

Органолептичні та фізико-хімічні показники рисової січки згідно з ДСТУ

					Характеристика проєктованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

1055:2006 «Крупи, що швидко розварюються. Технічні умови» мають відповідати вимогам наведеним в табл. 4.15 [5].

**Таблиця 4.15— Органолептичні та фізико-хімічні показники рисової січки**

Найменування показника	Характеристика
1	2
Зовнішній вигляд	Розсипчаста маса, характерна для цього виду крупи, допускають окремі нещільно злежані грудочки
Колір	Від білого до світло-кремового різних відтінків
Смак та запах	Притаманні для цього виду крупи без стороннього присмаку та запаху і ознак затхлості та плісняви
Масова частка вологи	Не більше ніж 10 %
За якістю	Вищий сорт
За розміром	Середня
Тип	Продовольчий, 1 й підтип (за ДСТУ 4523-2006)
Домішки насіння інших типів, %, не більше ніж	0,5...5,0
Дрібне насіння, %, не більше ніж	2,5
Зернова домішка, %, не більше ніж	3,0

Органолептичні та фізико-хімічні показники цукру згідно з ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий. Технічні умови» мають відповідати вимогам наведеним в табл. 4.16 [11].

**Таблиця 4.16 — Органолептичні показники цукру-піску**

Найменування показника	Характеристика
1	2
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорії допускають жовтий відтінок. Цукор повинен бути сипким, без грудочок. Для цукру третьої і четвертої категорії допускаються грудочки, що розпадаються у разі легкого натискання.
Запах та смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому вигляді так і в його водному розчині.
Водний розчин	Розчин має бути прозорим, без нерозчиненого осаду, механічних та інших домішок. Для цукру третьої та четвертої категорії допускають опалесценцію

**Таблиця 4.17 — Фізико-хімічні показники цукру-піску**

Назва показника	Значення за категоріями сахарози	
	1 категорія	2 категорія
1	2	3
Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж	99,7	99,7
Масова частка редукуючих речовин (в перерахуванні на суху речовину), %, не більше ніж	0,04	0,04
Масова частка вологи, %, не більше ніж:	0,1	0,1
Масова частка золи (в перерахуванні на суху речовину)%, не більше ніж:	0,03	0,03

					Характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

1	2	3
Кольоровість в розчині, не більше ніж: одиниць ICUMSA	45	60
балів	6	8
умовних одиниць	-	-
Масова частка феродомішок, %, не більше ніж	0,0003	0,0003
Величина окремих часток феродомішок, в найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж	0,5	0,5

### 4.3. Характеристика основних та допоміжних матеріалів

У пивоварінні використовується молочна кислота харчова для коригування рН затору та сусла. Молочна кислота, що надходить на підприємство, повинна відповідати вимогам чинного ДСТУ 4621:2006 «Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови». Органолептичні та фізико-хімічні показники молочної кислоти наведено у табл. 4.18 та 4.19. Допустимі рівні токсичних елементів у молочної кислоти наведені в табл. 4.20.

Таблиця 4.18 — Органолептичні показники молочної кислоти

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора сиропоподібна рідина без осаду та мути
Запах	Слабкий, характерний для молочної кислоти
Смак	Кислий, без стороннього присмаку

Таблиця 4.19 — Органолептичні показники кислоти молочної харчової

Назва показника	Значення показників для сортів		
	вищого	першого	
Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше ніж	40,0±1,0	40,0±1,0	0,0±1,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше ніж	37,5	37,5	53,0
Масова частка ангідридів, %, не більше ніж	2,5	2,5	7,0
Колірність, градуси, не більше ніж	6,5	10,0	15,0
Масова частка золи, %, не більше ніж	0,6	1,0	1,2
Масова частка заліза (Fe), %, не більше ніж	0,007	0,014	0,019
Масова частка сульфатів (SO <sub>4</sub> ), %, не більше ніж	0,3	не нормується	
Масова частка хлоридів (CL), %, не більше ніж	0,1	не нормується	
Масова частка редукувальних речовин, %, не більше ніж	1,0	не нормується	
Визначання наявності барію	не допускається	не нормується	
Визначання наявності ціанистоводневої кислоти	витримує випробування на відсутність		
Визначання наявності фероціанідів	витримує випробування на відсутність		
Визначання наявності вільної сірчаної кислоти	витримує випробування на відсутність		

					Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 4.20 – 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

					Характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



## 5.2. Продуктові розрахунки

Визначення виходу екстракту в варильному відділенні із 100 кг зернової сировини.

**Пиво Класичне світле** з початковою концентрацією сусла 11% готується із застосуванням 85% солоду і 15 % несолодженої сировини (ячмінного борошна), тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 85 кг світлого солоду і 15 кг ячмінного борошна. Під час полірування солоду втрати становлять 0,1% або  $85 \cdot 0,001 = 0,085$  кг. На подрібнення солоду поступає  $85 - 0,085 = 84,915$  кг. При вологості солоду 5,1 % і ячмінного борошна 15 % кількість СР в заторі:

$$\text{в солоді} - 84,915 \cdot (1 - 0,051) = 80,67 \text{ кг,}$$

$$\text{в ячмінному борошні} - 15 \cdot (1 - 0,15) = 12,75 \text{ кг,}$$

$$\text{всього СР в сировині} 80,67 + 12,75 = 93,42 \text{ кг.}$$

Приймаємо екстрактивність солоду 78%, а ячмінного борошна – 72% від маси СР. Тоді вміст екстрактивних речовин в сировині:

$$\text{в солоді: } 80,67 \cdot 0,78 = 62,92 \text{ кг,}$$

$$\text{в ячмінному борошні: } 12,75 \cdot 0,72 = 9,18 \text{ кг.}$$

$$\text{всього ЕР міститься: } 62,92 + 9,18 = 72,1 \text{ кг.}$$

Частина екстракту втрачається з дробиною (1,75% від маси продуктів, що затираються), тому в сусло прийде ЕР:

$$72,1(1 - 0,0175) = 70,84 \text{ кг.}$$

Кількість СР, що залишається в дробині:

$$93,42 - 70,84 = 22,58 \text{ кг.}$$

**Пиво Легке** готується з 78% солоду світлого, 15% рисової січки і 7% цукру-піску. Звідси випливає, що маса солоду  $Q_1 = 78$  кг, маса рисової січки  $Q_2 = 15$  кг, маса цукру-піску  $Q_3 = 7$  кг.

Втрати солоду при поліруванні  $W_{тр\ c} = 0,5\%$  мас, тобто:

$$W_{тр\ c} = Q_1(W_{тр\ c}/100) = 78(0,5/100) = 0,39 \text{ кг.}$$

Кількість полірованого солоду:

$$W_{тр\ п.с.} = Q_1((100 - W_{тр\ c})/100) = 78((100 - 0,5)/100) = 77,61 \text{ кг.}$$

При вологості солоду згідно завдання  $W_1 = 5,1\%$ , рисової січки  $W_2 = 15\%$ , цукру-піску  $W_3 = 0,15\%$ , кількість сухих речовин в солоді:

$$Q_{\text{ср с}} = W_{тр\ п.с.} ((100 - W_1)/100) = 77,61((100 - 5,1)/100) = 73,65 \text{ кг,}$$

в рисовій січці:

$$Q_{\text{ср рис.с.}} = Q_2 ((100 - W_2)/100) = 15((100 - 15)/100) = 12,75 \text{ кг,}$$

в цукрі-піску:

$$Q_{\text{ср ц-п}} = Q_3 ((100 - W_3)/100) = 7((100 - 0,15)/100) = 6,98 \text{ кг.}$$

Екстрактивність солоду згідно завдання  $E_1 = 78,3\%$ , рисової січки  $E_2 = 85\%$ , цукру-піску  $E_3 = 99,55\%$ , від маси сухих речовин. Звідси вміст екстрактивних речовин:

в солоді:

$$Q_{ер1} = Q_{\text{ср с}} (E_1/100) = 73,65(78,3/100) = 57,45 \text{ кг,}$$

в рисовій січці:

$$Q_{ер2} = Q_{\text{ср рис.с.}} (E_2/100) = 12,75(85/100) = 10,83 \text{ кг,}$$

									Арк
									44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки				

в цукрі-піску:

$$Q_{ерз} = Q_{ср ц-п} (E_3/100) = 6,98 (99,55/100) = 6,95 \text{ кг.}$$

Загальна кількість сухих речовини:

$$Q_{ср заг} = Q_{ср с} + Q_{ср рис.с.} + Q_{ср ц-п} = 73,65 + 12,75 + 6,95 = 93,35 \text{ кг.}$$

Екстрактивних речовин:

$$Q_{ер заг} = 57,45 + 10,83 + 6,95 = 75,23 \text{ кг.}$$

Втрати екстракту в варильному відділенні  $V_{тр_e}$  становлять 2,6% до маси зерно продуктів, або:

$$V_{тр_e} = Q (V_{тр_e}/100) = 100 (2,6/100) = 2,6 \text{ кг.}$$

Значить, в сусло перейде екстрактивних речови:

$$E_P = Q_{ер заг} - V_{тр_e} = 75,23 - 2,6 = 73,41 \text{ кг.}$$

**Пиво Золоте** готується з 75% світлого пивоварного солоду, 20% карамельного солоду і 5% цукру-піску. Значить в 100 кг вихідних зернопродуктів міститься 75 кг світлого солоду  $Q_1$ , 20 кг карамельного солоду  $Q_2$ , 5 кг цукру-піску  $Q_3$ .

Відходи при поліруванні світлого солоду:

$$Q = Q_1 (V_{тр_c} / 100) = 75 (0,50/100) = 0,38 \text{ кг.}$$

Таким чином після полірування кількість світлого солоду:

$$Q_{пс} = Q_1 ((100 - V_{тр_c}) / 100) = 75 ((100 - 0,50) / 100) = 74,62 \text{ кг.}$$

Карамельний солод не полірується. Вологість згідно завдання світлого солоду  $W_1 = 5,1\%$ , карамельного солоду  $W_2 = 6\%$ , цукру-піску  $W_3 = 0,15\%$ .

Маса сухих речовин в світлому солоді:

$$Q_{ср1} = Q_{пс} ((100 - W) / 100) = 74,62 ((100 - 5,1) / 100) = 70,81 \text{ кг,}$$

в карамельному солоді:

$$Q_{ср2} = Q_2 ((100 - W) / 100) = 20 ((100 - 6) / 100) = 18,8 \text{ кг,}$$

в цукрі-піску:

$$Q_{ср3} = Q_3 ((100 - W) / 100) = 5 ((100 - 0,15) / 100) = 4,99 \text{ кг.}$$

Екстрактивність згідно завдання світлого солоде  $E_1 = 78,3\%$ , карамельного солоду  $E_2 = 72\%$ , цукру-піску  $E_3 = 99,55\%$ .

Вміст екстрактивних речовин в світлому солоді:

$$Q_{ер1} = Q_{ср1} (E_1 / 100) = 70,81 (78,3 / 100) = 55,23 \text{ кг,}$$

в карамельному солоді:

$$Q_{ер2} = Q_{ср2} (E_2 / 100) = 18,8 (72 / 100) = 13,54 \text{ кг,}$$

в цукрі-піску:

$$Q_{ер3} = Q_{ср3} (E_3 / 100) = 4,99 (99,55 / 100) = 0,99 \text{ кг.}$$

Загальна кількість сухих речовин:

$$Q_{ср заг} = 70,81 + 18,8 + 4,99 = 94,6 \text{ кг.}$$

Загальна кількість екстрактивних речовин:

$$Q_{ер заг} = 55,23 + 13,54 + 0,99 = 69,76 \text{ кг.}$$

Втрати екстракту в варильному відділенні  $V_{тр_e} = 2,7\%$  до маси зерно продуктів, або:

$$V_{тр_e} = Q (V_{тр_e} / 100) = 100 (2,7 / 100) = 2,7 \text{ кг.}$$

Кількість екстрактивних речовин, що перейшли в сусло:

$$E_c = 69,76 - 2,7 = 67,06 \text{ кг.}$$

					Технологічні розрахунки	Арк
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Визначення кількості проміжних продуктів

В гаряче сусло у відповідності з розрахунком переходить така кількість екстрактивних речовин (в кг): для пива Легке – 73,41 кг; Золоте – 67,06 кг; Класичне світле – 70,84 кг.

Маса сусла визначається відношенням кількості екстрактивних речовин до масової частки сухих речовин в початковому суслі (e), розділеної на 100.

Масова частка сухих речовин в початковому суслі для пива Легке 16 %, густина сусла при 20 °С дорівнює 1,0654 кг/дм<sup>3</sup>, для пива Золоте 13% густина сусла дорівнює 1,0526 кг/дм<sup>3</sup>.

Маса сусла:

$$Q_c = E_c(100/e) \text{ ,}$$

Об'єм сусла при 20°С:

$$V_c = Q_c/d \text{ .}$$

Таким чином для пива Легке:

$$Q_c = 73,41(100/16) = 458,81 \text{ кг,}$$
$$V_c = 458,81/1,0654*10 = 43,064 \text{ дал.}$$

для пива Золоте:

$$Q_c = 67,06(100/13) = 530,38 \text{ кг,}$$
$$V_c = 530,38/1,0526*10 = 50,387 \text{ дал.}$$

для пива Класичне світле:

$$Q_c = 70,84(100/11) = 644 \text{ кг,}$$
$$V_c = 644/1,0442*10 = 61,674 \text{ дал.}$$

Коефіцієнт об'ємного розширення при нагріванні сусла до 100 °С = 1,04. З урахуванням цього коефіцієнту об'єм гарячого сусла V<sub>гс</sub> дорівнює для пива:

Легке:  $V_{гс} = 43,064*1,04 = 44,786 \text{ дал.}$

Золоте:  $V_{гс} = 50,387*1,04 = 52,402 \text{ дал.}$

Класичне світле:  $V_{гс} = 61,674*1,04 = 64,141 \text{ дал.}$

Втрати сусла (Пхд) у варильному відділенні з солодовою дробиною, на стадії освітлення і охолодження сусла дорівнює 6 % об'єму гарячого сусла.

Об'єм холодного сусла:

$$V_{хс} = V_{гс}(100-Пхд)/100, \text{ дал,}$$

для пива Легке:

$$V_{хс} = 44,786(100-6)/100 = 42,098 \text{ дал,}$$

для пива Золоте:

$$V_{хс} = 52,402(100-6)/100 = 49,257 \text{ дал,}$$

для пива Класичне світле:

$$V_{хс} = 64,141(100-6)/100 = 60,292 \text{ дал.}$$

### Зброджування в ЦКБА

Втрати у відділенні бродіння і доброджування пива в ЦКБА і відділенні фільтрування Пбф для сортів пива з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11; 13 та 16% рівні і складають 4,65% від об'єму холодного сусла, в тому числі втрати при фільтруванні Пф = 1,55%, втрати при бродінні і доброджуванні:

$$Пб = Пбф-Пф = 4,65-1,55 = 3,1\%.$$

Об'єм нефільтрованого пива:

					Технологічні розрахунки	Арк
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{нфп} = V_{хс}(100-Пб)/100, \text{ дал,}$$

для пива Легке:

$$V_{нфп} = 42,098(100-3,1)/100 = 40,79 \text{ дал,}$$

для пива Золоте:

$$V_{нфп} = 49,257(100-3,1)/100 = 47,73 \text{ дал,}$$

для пива Класичне світле:

$$V_{нфп} = 60,292(100-3,1)/100 = 58,42 \text{ дал.}$$

Об'єм фільтрованого пива:

$$V_{фп} = V_{хс}(100-Пбф)/100, \text{ дал,}$$

для пива Легке:

$$V_{фп} = 42,098(100-4,65)/100 = 40,14 \text{ дал,}$$

для пива Золоте:

$$V_{фп} = 49,257(100-4,65)/100 = 46,96 \text{ дал,}$$

для пива Класич світле:

$$V_{фп} = 60,292(100-4,65)/100 = 57,49 \text{ дал.}$$

Втрати товарного пива при розливі пива в пляшки дорівнюють 2%, в кеги – 0,5% до об'єму фільтрованого пива.

Передбачаємо, що 70% пива Класичне світле розливається в пляшки, 30% - в кеги. Втрати пива в середньому складають 1,55%, тобто:

$$(2*70+0,5*30)/100 = 1,55\%.$$

Кількість товарного пива:

$$V_{т} = V_{фп}(100-Пф)/100, \text{ дал,}$$

для пива Легке:

$$V_{т} = 40,14(100-1,55)/100 = 39,52 \text{ дал,}$$

для пива Золоте:

$$V_{т} = 46,96(100-2)/100 = 46,02 \text{ дал,}$$

для пива Класичне світле:

$$V_{т} = 57,49(100-2)/100 = 56,34 \text{ дал.}$$

Загальні видимі втрати по рідкій фазі визначають за різницею між об'ємом гарячого суслу та товарного пива складають:

для пива Легке:

$$44,786-39,52 = 5,266 \text{ дал,}$$

для пива Золоте:

$$52,402-46,02 = 6,382 \text{ дал,}$$

для пива Класичне світле:

$$64,141-56,34 = 7,801 \text{ дал,}$$

або по відношенню до об'єму гарячого суслу:

для пива Легке:

$$(5,266/44,786)*100 = 11,76\%,$$

для пива Золоте:

$$(6,382/52,402)*100 = 12,18\%,$$

для пива Класичне світле:

$$(7,801/64,141)*100 = 12,16\%.$$

### Визначення витрат хмелю

Кількість хмелю розраховується в залежності від норми гірких речовин в

					Технологічні розрахунки	Арк
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 дал гарячого сусла даного сорту пива, в залежності від вмісту  $\alpha$ -кислот в хмелі в кінці розрахунку продуктів після розрахунку витрат по рідкій фазі.

Норма витрат повітряно-сухого гранульованого хмелю на 1 дал пива за формулою

$$N_i = (G_{ci} * 10^6 * 0,9) / ((\alpha + 1)(100 - W)(100 - \Pi)), \text{ г/дал}$$

де  $G_{ci}$  – норма гірких речовин на 1 дал гарячого сусла 1-го сорту пива, г/дал;

0,9 – коефіцієнт, що враховує економію хмелю за рахунок використання гранульованого хмелю;

$\alpha$  – масова частка кислот % до маси сухих речовин;

W – масова частка вологи в хмелі, % на СР;

$\Pi$  – втрати по рідкій фазі 1-го сорту пива, %;

Норма витрат хмелю на 1 дал пива складає:

для пива Легке:

$$N_i = (1,2 * 10^6 * 0,9) / ((7,3 + 1)(100 - 10,5)(100 - 11,76)) = 16,47 \text{ г/дал,}$$

для пива Золоте:

$$N_i = (1,0 * 10^6 * 0,9) / ((7,3 + 1)(100 - 10,5)(100 - 12,18)) = 13,79 \text{ г/дал,}$$

для пива Класичне світле:

$$N_i = (0,72 * 100 * 100 * 100) / ((5,5 + 1)(100 - 12)(100 - 10,83)) = 14,5 \text{ г/дал.}$$

Норма витрат хмелю  $N_x$  на 1 дал:

для пива Легке:

$$N_x = 39,52 * 16,47 / 1000 = 0,65 \text{ кг,}$$

для пива Золоте:

$$N_x = 46,02 * 13,79 / 1000 = 0,63 \text{ кг,}$$

для пива Класичне світле:

$$N_x = 56,34 * 14,5 / 1000 = 0,82 \text{ кг.}$$

#### **Визначення кількості відходів**

Кількість дробини солодової та шламу сепараторного в розрахунку на 100 кг зерно продуктів береться:

для пива Легке: дробина – 210,8 кг;

для пива Золоте: дробина – 204,9 кг;

для пива Класичне світле: дробина – 161,22 кг.

При бродінні і доброджуванні в ЦКБА утворення надлишкових дріжджів 2 дм<sup>3</sup>, сім'яних дріжджів = 0,8 дм<sup>3</sup>. Виходячи з цього кількість надлишкових дріжджів на 100 кг сировини при зброджуванні в ЦКБА становить:

для пива Легке:

$$42,098 * 2 / 10 = 8,42 \text{ дм}^3,$$

для пива Золоте:

$$49,257 * 2 / 10 = 9,85 \text{ дм}^3,$$

для пива Класичне світле:

$$60,292 * 2 / 10 = 12,06 \text{ дм}^3,$$

*Діоксид вуглецю.* Із рівняння спиртового бродіння виходить, що із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджений екстракт являє собою мальтозу, то можна підрахувати кількість

					Технологічні розрахунки	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діоксиду вуглецю, що утворюється таким чином. В бродильне відділення поступило холодного сусла пива:

$$\text{«Класичне світле» } 60,292 \cdot 1,0442 = 62,9 \text{ дал}^3.$$

$$\text{«Легке» } 42,098 \cdot 1,0569 = 44,5 \text{ дм}^3;$$

$$\text{«Золоте» } 49,257 \cdot 1,0542 = 51,9 \text{ дм}^3;$$

В ньому міститься екстрактивних речовин:

$$\text{«Полісся» } 629 \cdot 0,11 = 69,2 \text{ кг};$$

$$\text{«Сквирське світле» } 445 \cdot 0,16 = 71,2 \text{ кг};$$

$$\text{«Сквирське темне» } 519 \cdot 0,13 = 67,5 \text{ кг}.$$

При дійсній степені зброджування «Золоте» утворюється діоксиду вуглецю 51,4 %, «Легке» - 55 % і «Класичне світле» - 47,5 %

$$\text{«Класичне світле» } 69,2 \cdot 0,475 \cdot (176/342) = 16,9 \text{ кг};$$

$$\text{«Легке» } 71,2 \cdot 0,55 \cdot (176/342) = 18,6 \text{ кг};$$

$$\text{«Золоте» } 67,5 \cdot 0,514 \cdot (176/342) = 18,75 \text{ кг}.$$

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

$$\text{«Класичне світле» } 602,9 \cdot 0,0035 = 2,2 \text{ кг};$$

$$\text{«Легке» } 420,1 \cdot 0,0035 = 2,1 \text{ кг};$$

$$\text{«Золоте» } 492,6 \cdot 0,0035 = 1,84 \text{ кг}.$$

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

$$\text{«Класичне світле» } 16,9 - 2,2 = 14,7 \text{ кг};$$

$$\text{«Легке» } 18,6 - 2,1 = 16,5 \text{ кг};$$

$$\text{«Золоте» } 18,75 - 1,84 = 16,91 \text{ кг}.$$

Маса 1 м<sup>3</sup> діоксиду вуглецю при 20°C і тиску 0,1 МПа складає 1,832 кг.

Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

$$\text{«Класичне світле» } 14,7 \cdot 1,832 = 26,9 \text{ м}^3;$$

$$\text{«Легке» } 16,5 \cdot 1,832 = 30,2 \text{ м}^3;$$

$$\text{«Золоте» } 16,91 \cdot 1,832 = 30,97 \text{ м}^3.$$

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

$$\text{«Класичне світле» } 14700 / 60,29 = 243,8 \text{ г};$$

$$\text{«Легке» } 16500 / 42,1 = 391,92 \text{ г};$$

$$\text{«Золоте» } 16910 / 49,25 = 343,4 \text{ г}.$$

					Технологічні розрахунки	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримані дані при розрахунку на 100 кг зернової сировини приведені в зведеній табл. 5.2.

Таблиця 5.2. – Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукти	Світле «Легке»			Світле «Класичне світле»			Напівтемне «Золоте»			Всього на 10 млн дал
	100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	На 2,0 млн. дал	100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	На 2,0 млн. дал	100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	На 6,0 млн. дал	
Зернова сировина, кг	78	1,97	3 940 000	85	1,54	3 080 000	75	1,62	9 720 000	16 740 000
світлий солод	-	-	-	-	-	-	20	0,43	2 580 000	2 580 00
карамельний солод	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рисова січка	15	0,37	740 000	-	-	-	-	-	-	740 000
Ячмінне борошно	-	-	-	15	0,37	740 000	-	-	-	740 000
Цукор-пісок	7	0,17	340 000	-	-	-	5	0,1	600 000	940 000
Всього, кг	100	2,51	5 020 000	100	1,81	4 480 000	100	2,15	12900000	22 400 000
Хміль	0,65	0,016	32 000	0,82	0,15	30 000	0,63	0,012	72000	134 000
Проміжні продукти, дал:										
гаряче сусло	44,786	1,13	2 260 000	64,14	1,22	2 440 000	52,40	0,99	5 940 000	10 640 000
холодне сусло	42,098	1,06	2 120 000	60,29	1,15	2 300 000	49,25	0,94	5 640 000	10 060 000
товарне пиво	39,52	1,03	2 060 000	56,34	1,07	2 140 000	46,02	0,87	5 220 000	9 420 000
Відходи:										
пивна дробина, кг	210,8	4,01	8 020 000	161,22	3,1	6 200 000	204,9	3,9	23400000	37 620 000
надлишкові дріжджі, дм <sup>3</sup>	8,42	0,15	300 000	9,85	0,19	380 000	12,06	0,22	1320000	2 000 000
діоксид вуглецю, відходи від полірування, к	391,92	7,45	14 900 000	243,8	4,6	9 200 000	343,4	6,5	39000000	63 100 000
	0,39	0,007	14 000	0,085	0,0016	3200	0,38	0,007	42 000	59 200

### 5.3. Розрахунки витрат основних та допоміжних матеріалів

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

## 6. РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

До складу пивоварного заводу входять виробничі цехи, відділення та допоміжні служби.

Для того, щоб зменшити площу заводу і довжину транспортних маршрутів, ці об'єкти повинні бути розумно згруповані в межах території пивоварні. Основні та допоміжні виробничі цехи, склади та побутові приміщення зазвичай розміщують в одній виробничій будівлі.

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

Для нормальної роботи варильного відділення передбачене зберігання сировини у складському приміщенні, яке повинно вмещувати місячний запас сировини та допоміжних матеріалів.

Вихідними даними для розрахунків площі складських приміщень є результати розрахунку продуктів. Розрахунок потреби у місячному запасі сировини наведено у табл. 6.1.

**Таблиця 6.1. – Використання основної та допоміжної сировини за місяць**

Назва сировини	Витрата сировини за рік, кг	Витрата сировини за місяць, кг
Солод світлий	16 740 000	1 481 416
Солод карамельний	2 580 00	228 319
Рисова січка	740 000	65 487
Ячмінне борошно	740 000	65 487
Цукор-пісок	940 000	83 186
Хміль	134 000	11 858

Площа складу для сировини та допоміжних матеріалів визначається за формулою:

$$S = \frac{Q_c \cdot n \cdot k}{m}$$

де  $Q_c$  — річна кількість сировини та матеріалів;

$n$  — норма запасу сировини, міс.;

$k$  — коефіцієнт використання площі;

$m$  — питоме навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі, кг.

*Склад солоду:*

$$S_{\text{сол}} = \frac{(1\,481\,416 + 228\,319) \cdot 1 \cdot 0,5}{1000} = 854,7 \text{ м}^2$$

*Склад несолоджених зернопродуктів:*

$$S = \frac{(65\,487 + 65\,487) \cdot 1 \cdot 0,5}{1000} = 65,8 \text{ м}^2$$

*Склад цукру піску:*

$$S = \frac{83\,186 \cdot 1 \cdot 0,5}{1000} = 41,5 \text{ м}^2$$

*Склад хмелю:*

$$S = \frac{11\,858 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 11,8 \text{ м}^2$$

					Розрахунок виробничих площ та складських приміщень	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

## 7. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Потужність заводу  $Q_{\text{заводу}}=10\,000\,000$  дал/рік.

Добова витрата зернопродуктів розраховується виходячи з таких міркувань: випуск продукції в найбільш напружений квартал приймається рівним 30 % від річного. При роботі варильного відділення 28,5 діб в місяць (так як 1,5 доби в місяць відводиться для дезінфекції і профілактичного ремонту апаратів і трубопроводів) добова витрата зернопродуктів складає:

$$G_{\text{доб}} = \frac{G_{\text{річн}} \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = \frac{22\,400 \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 78,5 \text{ т.}$$

Отже, обираємо чотирьохпосудний варильний агрегат із засипом 11,5 т, що виконує 7 варок за добу.

Добова витрата світлого солоду:

$$G_{\text{доб.с.}} = \frac{G_{\text{річн}} \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = \frac{16\,740\,000 \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 58,7 \text{ т/добу.}$$

Добова витрата карамельного солоду:

$$G_{\text{доб}} = \frac{2\,580\,000 \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 9,1 \text{ т/добу.}$$

Добова витрата несолоджених зернопродуктів:

$$G_{\text{доб}} = \frac{1\,480\,000 \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 5,2 \text{ т/добу.}$$

Добова витрата цукру:

$$G_{\text{доб}} = \frac{940\,000 \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 3,3 \text{ т/добу.}$$

Одночасний засип світлого солоду:

$$G_{\text{с}} = \frac{58,7}{7 \cdot 1} = 8,3 \text{ т.}$$

Одночасний засип карамельного солоду:

$$G_{\text{с}} = \frac{9,1}{7 \cdot 1} = 1,3 \text{ т}$$

Одночасний засип несолоджених зернопродуктів:

$$G_{\text{н.с.}} = \frac{5,2}{7 \cdot 1} = 0,74 \text{ т.}$$

Одночасний засип цукру:

$$G_{\text{н.с.}} = \frac{3,3}{7 \cdot 1} = 0,47 \text{ т.}$$

Далі розраховуємо транспортне обладнання – *норію для солоду та ячменю.*

Приймаємо, що відпуск солоду і ячменю із зерносховища проводиться щоденно протягом трьох годин (за денної зміни).

Тоді потужність підйимальної норії повинна бути не менше, ніж

$$G_{\text{норії}} = \frac{78,5}{3} = 26,2 \text{ т/год.}$$

Приймаємо до встановлення норію ЕЛГ-160 виробництва заводу «Строммашина» з потужність 30 т/год по «важкому» зерну або  $30 \cdot \frac{0,53}{0,75} = 21,2$  Т/год по солоду.

Приймаємо для подачі зернопродуктів у бункера *шнековий транспортер*, продуктивністю 30 т/год, діаметр гвинта 400 мм, частота обертання 75 об/хв.

*Бункер виробничого запасу зернопродуктів.* Загальна місткість бункерів повинна дорівнювати добовому запасу зернопродуктів, тобто:

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$V = \frac{G_{\text{доб}}}{0,53} * 1,1.$$

де  $G_{\text{доб}}$  – максимальна кількість зернопродуктів, що переробляється протягом доби, т;  $q$  – об'ємна маса зернопродуктів, т/м<sup>3</sup>;  $K_{\text{зап}}$  – коефіцієнт заповнення бункера.

Об'єм бункера для світлого солоду розраховується за формулою:

$$V_6 = \frac{58,7}{0,53} * 1,1 = 123.$$

Приймаємо до використання 1 бункер добового запасу місткістю 125 м<sup>3</sup>.

Висота конічної частини бункера становить 1/3 висоти циліндричної частини, становить 4,7 м.

Об'єм бункера для несолодженої сировини :

$$V = \frac{2,6}{0,7} * 1,1 = 4,1 \text{ м},$$

Приймаємо до використання 1 бункер добового запасу місткістю 5 м<sup>3</sup>. Для ячменю приймаємо такий самий збірник, як і для рисової січки.

Об'єм бункера для карамельного солоду:

$$V = \frac{9,1}{0,7} * 1,1 = 7 \text{ м}$$

Приймаємо до використання 1 бункер добового запасу місткістю 7 м<sup>3</sup>.

*Повітряно-ситовий сепаратор* розраховуємо, виходячи з того, що на одну варку потрібно 11,5 т зернопродуктів. Отже, його продуктивність повинна бути  $\frac{11,5}{1,5} = 7,66$  Т/год. Обираємо апарат ЗСМ-5.

*Магнітний сепаратор.* В зерні яке поступає на виробництво містяться металічні предмети. Для звільнення від цих домішок встановлюємо магнітний сепаратор продуктивністю 10 т/год. Габаритні розміри 610 x 310.

*Ваги автоматичні для очищеного солоду* на одну варку повинні мати потужність не менш як 11 Т/год. Обираємо автоматичні ваги марки Д-100-3 потужністю 15 Т/год.

*Дробарка мокрог подрібнення.* Для подрібнення зернопродуктів обираємо дробарку мокрог подрібнення марки Millstar System Lenz (ML-16). Засипом 6 т. Продуктивністю 16 т/год. Потужність 62 кВт. Місткість бункера повна 16, робоча 13 м<sup>3</sup>. Маса дробарки 5750 кг. Розміри: D = 1850 мм, H = 5475 мм, H<sub>1</sub> = 1000 мм, H<sub>2</sub> = 925 мм, H<sub>3</sub> = 3550 мм, H<sub>4</sub> = 1110 мм, H<sub>5</sub> = 2000 мм.

*Молоткова дробарка.* Подрібнення несолоджених зернопродуктів на одне варіння має здійснюватись за 1 год.

Виходячи з кількості несолодженої сировини, яка витрачається на один засип 0,74 т, підбираємо 1 молоткову дробарку ДМ-10 продуктивністю 1 т/год, з потужністю приводу 45 кВт, яка здійснює 2850 об/хв. Довжина дробарки 2000 мм, ширина 800 мм, висота 1000 мм, маса 680 кг.

*Бункер для подрібненого солоду* повинен мати солод на 1 варку, тобто 8,3 т. Об'єм бункера приймаємо із розрахунку 3 м<sup>3</sup> на 1 тонну подрібненого солоду, тобто:

$$V_{\text{бункера}} = 3 \cdot 8,3 = 24,9 \text{ м}^3.$$

Геометричні розміри бункера для подрібненого солоду при a=2 м будуть наступні:  
Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \text{tg } 60^\circ \cdot 2 = 2,46 \text{ м}.$$

						Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			53

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V_{\text{бункера}}}{a^2} - \frac{1}{3} \cdot h_1 = 3,3 \text{ м.}$$

Бункер для подрібненого ячменю повинен поміщати ячменю на одну варку при 30 % вмісту в складі зернопродуктів, тобто

$$G_{\text{ячменю}} = 0,74 \cdot 0,3 = 2,2 \text{ т.}$$

Відповідно, об'єм бункера для цієї кількості ячменю:

$$V_{\text{бункера}} = 2,2 \cdot 3 = 6,6 \text{ м}^3.$$

Геометричні розміри бункера для подрібненого солоду при  $a=1,5$  м будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \text{tg } 60^\circ \cdot 1,5 = 1,873 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V_{\text{бункера}}}{a^2} - \frac{1}{3} \cdot h_1 = 1,577 \text{ м.}$$

Збірник промивних вод, що отримуються при промивці дробини, повинен мати об'єм  $2,4 \text{ м}^3$  на 1 т зернопродуктів, що поступають на варку, тобто:

$$V_{\text{збірника}} = 2,4 \cdot 11,5 = 27,6 \text{ м}^3.$$

Мірник гарячої і холодної води для промивання хмелевої дробини.

Об'єм мірника визначаємо, виходячи с розрахунку  $0,2 \text{ м}^3$  на 1 т затираємих зернопродуктів, тобто:

$$V_{\text{мірника}} = 0,2 \cdot 11,5 = 23 \text{ м}^3.$$

Заторний апарат. Для визначення розмірів заторного апарату, потрібно знайти об'єм води для затирання. Визначаємо об'єм води для затирання зернопродуктів:

$$V_{\text{води}} = (E \cdot (100 - e)) / e,$$

де  $E$  – екстрактивність зернопродуктів, %  $e$  – масова частка сухих речовин початкового сусла, %.

Розрахунок ведеться для пива Класичного світлого, з масовою часткою сухих речовин 11%, тому що цього пива виробляється найбільше.

Екстрактивність зернопродуктів для пива становить:

$$E = 85 \cdot 0,85 + 85 \cdot 0,15 = 72,25 + 12,75 = 85 \%,$$

тоді:

$$V_{\text{води}} = (85 \cdot (100 - 15)) / 15 = 481,7 \text{ л.}$$

Звідси кількість води на один затір з засипом 11,5 т становить:

$$481,7 \cdot 11,5 / 100 = 55 \text{ м}^2.$$

Місткість заторного апарату становить:

$$V_{\text{з.а.}} = 11,5 + 55 / 0,75 = 88,7 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt{\frac{88,7}{0,942}} = 9,7 \text{ м,}$$

$$H = 1,2 \cdot 9,7 = 11,6 \text{ м.}$$

Місткість заторного апарату дорівнює місткості сусловарильного апарату. Тому приймаємо 1 сусловарильний апарат місткості  $90 \text{ м}^3$ .

Для даної подачі сусла і затору приймаємо відцентровий насос марки СМ 80-50-

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

200/2 і приводимо технічну характеристику:

Подача, м<sup>3</sup>/год 30...70

Напір, м 53...46

Потужність, м<sup>3</sup>/год 18,5

Приймаємо до установки відцентровий насос марки СМ 80-50-200/2 в кількості 7 шт.

Для фільтрації затору використовуємо фільтр-прес.

*Технічна характеристика фільтр-пресу Meura 2001*

Довжина, мм 15000

Ширина, мм 2500

Продуктивність, кг 11500

Модулі, шт 35 (2x1,8 м)

Диски, мм :

поверхневі розміри 1800x2000

маса, кг 173

фільтруюча площа, м<sup>2</sup> 5,6

Рами, мм 1800x1200

маса, кг 170

Нерухомий щит, мм:

висота 2210

ширина 2328

товщина 380

Рухомий щит, мм:

висота 2020

ширина 1820

товщина 297

маса, кг 3050

Задня камера, мм

висота 1690

ширина 2330

глибина 660

маса, кг 2300

*Вірнул.* Об'єм має становити 6 м<sup>3</sup> на кожен тону зернопродуктів при коефіцієнті його заповнення 0,8.

$$11,5 * 6 / 0,8 = 86,25 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt{\frac{86,25}{0,942}} = 9,5 \text{ м},$$

$$H = 1,2 * 9,5 = 11,5 \text{ м}.$$

Специфікація технологічного обладнання для приготування пивного суслу наведена в табл. 7.1.

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1. — Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	Номер позиції в схемі	Найменування, Тип(марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна	Тривалість роботи двигуна, год/доб	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Норія	1	Продуктивність 30 т/год	-	-	Строммашина
2	2	Шнековий транспортер	1	Продуктивністю 30т/год, діаметр гвинта 400 мм, частота обертання 75 об/хв.	-	-	-
3	3	Бункер для світлого солоду	1	Місткість 125 м <sup>3</sup> , діаметр 4,1 м, висота 4,9 м, висота конічної частини 1,6 м.	-	-	-
4	5	Бункери для несолодженої сировини	3	Місткість 7 м <sup>3</sup> , Діаметр 1,7 м, висота 2 м, висота конічної частини 0,7 м.			
5	6	Повітряно-ситовий сепаратор	1	Продуктивність 8 т/год	-	-	ЗСМ-5
6	7	Магнітний сепаратор	1	Продуктивність 8 т/год 610 x 310	-	-	
7	8	Ваги автоматичні	1	Потужність 15 т/год довжина — 500; ширина — 350; висота — 450. Маса — 150 кг	-	-	ВАП-20-037(Д-20)
8	10	Дробарка мокрого подрібнення		Засипом 6 т. Продуктивністю 16 т/год. Місткість бункера повна 16, робоча 13 м <sup>3</sup> . Маса 5750 кг. Розміри: D = 1850 мм, H = 5475 мм, H1 = 1000 мм, H2 = 925 мм, H3 = 3550 мм, H4 = 1110 мм, H5 = 2000 мм.	62 кВт		Hupman п. Millstar System Lenz (ML-16)
9	9	Бункер подрібненого солоду	1	V = 25 м <sup>3</sup> ; H конічної частини 2,46 м; H прямокутної частини 3,3 м			

										Арк
										56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок та підбір технологічного обладнання					



## 8. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 8.1. Основи системи управління якості та безпеки харчової продукції

Система НАССР — це інструмент управління, який забезпечує більш структурований та науковий підхід до контролю ідентифікованих небезпечних чинників, ніж підхід через традиційну інспекцію і процедури контролю якості кінцевого продукту. У разі використання системи НАССР контроль переходить від випробування одиничного кінцевого продукту (випадкової вибірки продуктів), тобто тестування наявності відхилень, у сферу розроблення та виготовлення конкретного продукту, тобто запобігання відхилень.

Система НАССР зменшує потенційні ризики для здоров'я споживачів від хвороб, спричинених харчовими продуктами, ідентифікуючи, запобігаючи та коригуючи проблеми по всьому харчовому ланцюгу від первинного виробництва до кінцевого споживача. Поряд з підвищенням безпеки харчових продуктів інші вигоди від застосування системи НАССР включають ефективніше використання ресурсів, заощадження для харчової промисловості та оперативніше реагування на проблеми, пов'язані з безпекою харчових продуктів.

Система НАССР підсилює відповідальність та ступінь контролю на рівні всієї харчової промисловості. Належним чином впроваджена система НАССР веде до кращого розуміння та гарантування всіма учасниками харчового сектору безпеки харчових продуктів, тим самим даючи нову мотивацію в їхній роботі.

#### Переваги впровадження системи НАССР:

Переваги для виробників:

- зниження бізнес-ризиків та підвищення рівня задоволеності споживачів завдяки виробництву більш безпечної продукції;
- покращення репутації та захист торгових марок;
- відповідність законодавству;
- чіткіше розуміння працівниками вимог щодо безпеки харчових продуктів та способів їх дотримання
- демонстрація прихильності компанії до безпеки продукції (докази), які можуть бути використані в судовому процесі та визнані страховими компаніями;
- організація працівників та ефективне використання робочого часу;
- економічна ефективність, зменшення довгострокових втрат (на початковому етапі втрати можуть зростати внаслідок коригувальних дій, що вимагають вилучення продукції через відсутність належного контролю на КТК);
- зменшення ймовірності скарг від споживачів та підвищення довіри;
- доступ до ринку може бути розширений.

Для споживачів:

					Контроль якості і безпеки готової продукції	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

➤ зменшення ризику захворювань, пов'язаних з харчовими продуктами;

➤ підвищення довіри до харчових продуктів.

Для урядів:

➤ спрощення перевірок; більш ефективний контроль за харчовими продуктами;

➤ покращення охорони здоров'я та зменшення витрат на охорону здоров'я;

➤ сприяння міжнародній торгівлі.

#### *Послідовність розробки системи НАССР*

Успішне впровадження системи НАССР здійснюється за умови застосування широкого підходу, заснованого на співпраці всього персоналу потужності, у тому числі її керівництва.

Першим підготовчим кроком розробки плану НАССР має бути створення групи НАССР. Якщо можливо, ця група повинна складатися з осіб, які представляють різні підрозділи потужності, від роботи яких залежить безпечність продуктів, включаючи керівників, та які мають знання про харчові продукти, технологічні процеси та відповідний досвід роботи. Якщо необхідно, на етапі розробки можна залучити зовнішніх експертів, які мають поглиблені знання про небезпечні фактори, характерні для харчових продуктів, технологічні процеси та принципи НАССР.

#### Принципи розробки системи НАССР:

*Принцип 1* система НАССР полягає в аналізі небезпечних факторів визначення відповідних заходів з контролю.

*Принцип 2* система НАССР полягає у визначенні критичних контрольних точок (ККТ).

*Принцип 3* система НАССР полягає у встановленні критичних меж для ККТ.

*Принцип 4* система НАССР полягає у встановленні процедур моніторингу щодо ККТ.

*Принцип 5* система НАССР включає розроблення коригувальних дій:

➤ виявлення, реєстрацію та аналіз невідповідностей;

➤ встановлення причин виникнення невідповідностей;

➤ розроблення заходів з усунення причин, що спричинюють їх появу;

➤ впровадження запланованих заходів, здійснення контролю за їх виконанням;

➤ оцінку ефективності виконаних заходів;

➤ за необхідності внесення змін та доповнень у процедури, спрямовані на попередження повторного виникнення причин невідповідностей.

*Принцип 6* системи НАССР включає процедури верифікації (перевірки).

Валідація (підтвердження) плану НАССР – отримання доказів того, що всі елементи плану НАССР є правильними і забезпечують безпечність харчових продуктів.

					Контроль якості і безпечності готової продукції	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою верифікації є:

- забезпечення ефективного впровадження плану НАССР;
- перевірка, чи план НАССР виконується постійно;
- перевірка, чи всі результати аналізу системи взято до уваги.

Для проведення верифікації група НАССР використовує таку інформацію:

- огляд скарг, пов'язаних з безпечністю харчових продуктів;
- результати лабораторного моніторингу неперероблених, частково перероблених або перероблених харчових продуктів;
- результати моніторингу ККТ;
- калібрування обладнання;
- результати проведення аудитів, інспекцій;
- перевірку ведення записів;
- аналіз відхилень;
- перевірку роботи відповідального персоналу.

*Принцип 7* системи НАССР включає процедури ведення записів та документації, що мають відповідати розміру потужності, особливостям технологічних процесів та давати змогу оператору ринку перевіряти впровадження та дієвість заходів з контролю, передбачених системою НАССР.

## 8.2. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення

*Таблиця 8.1 . – Технохімічний і мікробіологічний контроль [23]*

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Органо-лептично	Однорідна зернова маса, без плісняви	В день надходження на завод	Змінний хімік
		Колір	Візуально	Світло-жовтий		
		Вологість, % не більше	Сушильна шафа	14,5		
		Маса 1000 зерен г, не менше	Аналітичні ваги	40,0		
		Смітна домішка, % не більше	Візуально	1,0		
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, % не менше	Рефрактометр	80,0				

					Контроль якості і безпечності готової продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Продовження табл. 8.1.

1	2	3	4	5	6	7
		Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, % не більше	Рефрактометр	10,5		
		Смак	Органолептично	Солодовий		
		Прохід крізь сито (2,2 X 20)мм, %	Ваговий	не більше 3,0		
		Масова частка смітних домішок, %		не більше 0,3		
		Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	не більше 5,0		
Ячмінь	В кожній пробі	Колір	Візуально	Світло-жовтий або жовтий	В день приймання	Змінний хімік
		Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	не більше 14,5		
		Зараженість		не допускається		
		Смітні домішки, %	Ваговий	не більше 1,0		
	В середній пробі від партії	Екстрактивність, %	Конгресивним	не менше 76,0		
Рисова крупка	В кожній пробі	Колір	Органолептично	Від білого до світло-кремового різних відтінків	В день приймання	Змінний хімік
		Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	не більше 15		
		Зараженість		не допускається		
		Смітні домішки, %	Ваговий	не більше 1,0		
		Екстрактивність, %	Конгресивним	не менше 85,0		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Контроль якості і безпечності готової продукції

Арк.

61

Продовження табл. 8.1.

1	2	3	4	5	6	7
Цукор	В середній пробі від партії	Колір	Органо-лептично	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок	Під час приймання	Змінний хімік
		Масова частка вологи,%	Прискореного сушіння	0,1		
		Масова частка сахарози, %, не менше	Конгресивним	99,7		
		Масова частка редукувальних речовин, %, не менше	Конгресивним	0,04		
Хміль	В середній пробі від партії	Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	7,0...10,0	Під час приймання	Змінний хімік
		Колір	Візуально	Згідно з ДСТУ 7028-2009		
		Запах	Органолептично	Згідно з ДСТУ 7028-2009		
		Масова частка $\alpha$ -кислот, %	Поляриметричний	не менше 2,5		
Вода для технологічних цілей	Основні лінії подачі води до виробничих приміщень	Запах, смак, прозорість	Органолептично	Відповідає вимогам	1 раз на місяць	Змінний хімік
		Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Комплексонометричний	2,0...4,0		
		Окислюваність, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Перманганатом	не більше 0,2		
		Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Реакція з соляною кислотою	0,5...1,5	1 раз на місяць	Мікробіолог
		Загальне мікробне число (ЗМЧ)	Поверхневий посів	Не більше 100 в 1 см <sup>3</sup>		
		БГКП	Поверхневий посів	Не більше 3 в 1 см <sup>3</sup>		
Подрібнення солоду	Бункер для солоду	Склад помелу,%: лузга крупка м'яка крупка крупна борошно	Ваговий	15...18 30...35 18...22 25...35	Не рідше 1 разу на декаду	Змінний хімік

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Контроль якості і безпечності готової продукції

Арк.

62

Продовження табл. 8.1.

1	2	3	4	5	6	7
Приготування затору	Заторний апарат	pH затору	pH-метром	5,4 – 5,6	1 раз у 10 днів	Змінний хімік
Гаряче сусло	Сусліварильна лінія	pH сусла	pH-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 I2 на 100см <sup>3</sup> води	Порівняння з розчином йоду	Світле 0,36...0,63 Напівтемне 4...8		
Холодне сусло	До та після теплообмінника	КМАФАНМ	глибинний посів на щільні середовища	Не більше 300 в 1 см <sup>3</sup>	1 раз на тиждень	Мікробіолог
		Дикі дріжджі		Відсутні в 1 см <sup>3</sup>		
		БГКП		Відсутні в 1 см <sup>3</sup>		
		Наявність помутнінь	Стійкість сусла	Стійкість не менше 5 діб	1 раз на тиждень	Мікробіолог
		Водневий показник, одиниці pH	pH-метр	Не більше, 5,8	Кожна партія	Змінний хімік
		Температура	Термометр	Залежно від способу бродіння	Кожна партія	Змінний хімік
	Вміст сухих речовин	Цукромір	Згідно рецептури	Кожна партія	Змінний хімік	
Стерильне повітря	Після повітряних фільтрів	МАФAM	Метод седиментації або барботації з мембранною фільтрацією	Не більше 50 на одній чашці Петрі	1 раз на місяць і за необхідністю	Мікробіолог
	Дріжджі і плісняви	Не більше 15				

Метрологічне забезпечення якості технологічного процесу гарантує постійний контроль за відповідністю засобів та методів вимірювання, що застосовуються на підприємстві, вимогам стандартів, технічних умов, технологічних інструкцій та іншої документації по введенню технологічного процесу, а також проведення повірки, ремонту, налагодженню вимірювальних пристроїв згідно закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Метрологічне забезпечення у варильному відділенні наведено в табл. 8.2.

					Контроль якості і безпечності готової продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Таблиця 8.2 — Метрологічне забезпечення технологічного процесу

№	Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умов	Межі вимірювання	Клас точності, допустимі похибки
1	2	3	4	5
1	Визначення масової частки вологи	Сушильна шафа СЕШ-3М	0...180 °С	± 0,5 %
2	Масова частка сухих речовин, %	Рефрактометр НТ 110 АТС	0...32,0 %	± 0,1 %
3	рН затору та сусла	рН-метри загального призначення рН-метри та іоніметри лабораторні	1...14 рН	$\Delta = \pm 0,01$ рН.
4	Визначення температури затирання	Електроконтактні термометри	0...100 °С	±0,1°С
5	Визначення густини сусла	Ареометри загального призначення та інші забезпечуючі вимірювальні прилади за вказаними метрологічними параметрами	1160...1180 кг/м <sup>3</sup>	0,001 кг/м <sup>3</sup>

					Контроль якості і безпечності готової продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

## 9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Розвиток науково-технічного прогресу, зростання населення Землі та покращення його добробуту призвели до різкого збільшення світових обсягів ресурсоспоживання. Значимість та гострота цієї проблеми зростає з кожним роком. Тому в умовах ринкової економіки необхідно організовувати виробництво на основі принципів ресурсозбереження, що в свою чергу підвищить ефективність галузей харчової промисловості в цілому.

Комплексний аналіз процесів інтенсифікації, ресурсозбереження, інновації та модернізації показує, що для їх втілення у реальні виробничі умови харчових підприємств необхідно створити певні передумови, які в більшості направлені на організацію ефективного управління якістю готових продуктів та 100 %-го використання ресурсного потенціалу.

Сьогодні практично в кожній промислово розвиненій країні виробники та наукові організації проводять пошуково-експериментальні роботи щодо створення найбільш оптимальних варіантів безвідходного виробництва продуктів харчування з точки зору екологічності, фінансової ефективності, низьких виробничих витрат на сировинні ресурси.

Пивоварна галузь є однією з найбільш динамічних і займає важливе місце у переробній промисловості України. Щодо стратегій розвитку, то на сьогоднішній день рентабельність підприємств цієї галузі є однією з найвищих і темпи приросту виробництва з кожним роком збільшуються. Все це зумовлює необхідність розробки та реалізації конкурентної стратегії в подальшому розвитку галузі. До відходів пивоварного виробництва варильного відділення відноситься солодова дробина та білковий відстій.

Солодова (пивна) дробина. Основну частину відходів пивоварних заводів займає солодова дробина та надлишкові дріжджі. Пивна дробина – осад, що утворюється після фільтрації пивного суслу в процесі варки пива (рис. 2.6). Це натуральний, екологічно чистий продукт з високим вмістом протеїну (в 2...3 рази більшим, ніж в ячмені), високоякісний корм для тварин без хімічних домішок.

З 100 кг сухого солоду виходить 125...135 кг сирі дробини, яка містить 20...25 % сухих речовин. До складу дробини (табл. 9.1) входить ряд цінних поживних речовин. Так, в дробини залишається близько 70 % білків і 80 % жиру, що містяться в солоді.

Таблиця 9.1 — Середній хімічний склад солодової дробини

Дробина	Склад, %					
	Вода	Білик	Безазотні речовини	Жир	Клітковина	Зола
Сира	75,0	5,0	11,0	2,0	6,0	1,0
Висушена	10,5	19,0	38,0	7,5	18,0	7,0

Ці речовини роблять дробину цінним кормом для тварин. Дробина може використовуватися для корму в сирому і висушеному вигляді. Висушена дробина містить 11...12 % вологи і може зберігатися тривалий час.

Солодова дробина утворюється як залишок після відділення рідкої фази –

пивного суслу – в процесі фільтрації затору. Дробина складається з рідкої (45 %) і твердої фаз (55 %). Тверда фаза дробини містить оболонку і нерозчинну частина зерна. Склад дробини залежить від якості солоду, кількості несолодженої сировини, а також сорти виготовленого пива. На підприємствах пивоварної промисловості щорічно скупчується велика кількість дробини вологістю 70...80 %, яка містить в середньому більше 20 % сухих речовин з високим рівнем протеїну (12...15 %). Традиційно пивоварні заводи України відрізняються від таких розвинених країн, де в технологічному ланцюжку закладена операція по сушці пивної дробини. Пивна дробина там є повноцінним продуктом виробництва і знаходить широке застосування.

Пивоварні заводи зацікавлені у продажу пивної дробини, особливо в теплий період року, коли вона схильна до інтенсивного розкладання з масою несприятливих ефектів. Збут пивної дробини здійснюється за договірною ціною. Отже, пивоварним заводам економічно не вигідно відправляти пивну дробину на звалище. Залишається одне: такі відходи треба переробляти самостійно або продавати іншим організаціям.

Пивна дробина в повсякденному харчуванні. Виділяються три області застосування пивної дробини в харчуванні людини:

- хлібобулочні, макаронні та кондитерські вироби;
- м'ясні системи;
- молочні системи.

Борошно, отримана з сухої дробини, стійка при зберіганні та транспортабельна, тому доцільно використання і переробка її як цінного технічного та біологічної сировини в харчових цілях при виробництві різних продуктів харчування, в тому числі ковбасних виробів, м'ясних напівфабрикатів, а в поєднанні з іншими біологічно активними речовинами – для виготовлення дієтичного хліба, висівок, мюслі, кондитерської випічки.

Харчова та біологічна цінність борошна з пивної дробини дає можливість використовувати її при випіканні кондитерських виробів з пісочного, листового, заварного тіста, в суміші з іншими рецептурними компонентами в кількості 15...30 %. Отримані вироби мають золотисто-кавовий колір, тонкошарову структуру, рівномірну пропечене, смак і запах, властивий даними видами виробів, і відповідають всім якісним вимогам.

Пивна дробина – джерело глюкози, глутамату натрію. Простота технологічної схеми отримання глутамату натрію дозволяє здійснити процес на звичайній стандартному обладнанні та організувати його безпосередньо на пивному заводі.

Реалізація на практиці запропонованого процесу вирішує такі найважливіші завдання:

- створюється конкурентноспроможне вітчизняне виробництво глутамату натрію, глутамінової кислоти та її солей (кальцієвих, магнієвих);
- раціонально використовується відхід пивоварного виробництва;
- забезпечується максимум прибутку при мінімумі витрат.

Білковий відстій. Використовується в суміші з іншими кормами. До складу

					Система екологічного управління енерго- та ресурсозабезпечення	Арк
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

білкового відстою входять цінні поживні речовини (білкові речовини, вуглеводи, мінеральні речовини), але хмелеві смоли, що частково перейшли в осад, надають йому гіркий смак, і тому в якості корму для худоби відстій використовується не в чистому вигляді, а в суміші з іншими кормами. Проводяться роботи з використання білкового відстою для годування риб (Чехія). Середній хімічний склад білкового відстою, %: вода — 80,0; білкові речовини — 7,0; клітковина — 1,2; безазотистих екстрактивні речовини — 7,7; зола — 1,2; хмелеві смоли — 3,3 [21].

					Система екологічного управління енерго- та ресурсозабезпечення	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

**Охорона праці** — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі трудової діяльності.

**Роботодавець** — це особа, яка від імені підприємства, установи, організації або фізична особа — підприємець, уповноважена вести колективні переговори та укласти колективні договори (угоди), що регулюють соціально-трудові відносини на підприємстві. Роботодавцем може бути або власник підприємства, або уповноважена власником особа (керівник).

**Працівник** — це фізична особа, що виконує роботу за наймом для працедавця в рамках трудових відносин, а у виняткових випадках – також у подібних трудових відносинах.

Охорона праці має велике соціальне та економічне значення. Соціальне значення охорони праці полягає у сприянні підвищенню ефективності виробництва шляхом постійного поліпшення і оздоровлення умов праці, підвищення безпеки і зниження рівня виробничого травматизму та професійних захворювань.

Соціальне значення охорони праці проявляється у підвищенні якості та продуктивності праці, збереженні трудових ресурсів і збільшенні валового національного продукту. Підвищення продуктивності праці може бути досягнуто за рахунок зменшення або усунення кількості малих нещасних випадків, викликаних несприятливими умовами праці, збільшення фонду робочого часу, а також раціоналізації умов праці, впровадження оптимальних режимів праці та відпочинку і більш ефективного використання робочого часу запобігання передчасному стомленню шляхом здійснення інших заходів, що сприяють

Збереження трудових ресурсів працівників та підвищення трудової активності досягається шляхом поліпшення здоров'я працівників та подовження тривалості їхнього життя за рахунок поліпшення умов праці з підвищенням трудової активності та збільшенням трудового стажу.

Економічна цінність охорони праці визначається ефективністю заходів щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці, що є економічним вираженням соціального статусу охорони праці. Іншими словами, економічна цінність охорони праці визначається зміною соціальних показників у результаті впровадження заходів щодо поліпшення умов праці та результатами підвищення продуктивності праці, скорочення непродуктивних витрат робочого часу і збільшення тривалості робочого дня, скорочення витрат на пільги і компенсації за роботу в несприятливих умовах і скорочення витрат через плинність кадрів, викликану умовами праці. Результати оцінюються залежно від того, чи були вони досягнуті.

Основними шкідливими і небезпечними виробничими факторами в зоні приготування пивного суслу (варильне відділення):

підвищені значення напруги (технічне обладнання варильного відділення

					Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працює при напрузі 380 В);

- висока температура поверхні технологічного обладнання ( $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- підвищена температура в робочій зоні ( $t = 30\dots32\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- підвищений рівні шуму та вібрації в робочій зоні.

Повітря на робочому місці. Мікроклімат виробничого приміщення, тобто метрологічні умови, визначаються наступними параметрами визначаються наступними параметрами, відносною вологістю, швидкістю руху повітря тощо.

Основні нормативні документи, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 .

У варильному відділенні виділяється значна кількість тепла. Це тепло передається від корпусів варильних апаратів повітрю в цеху і, як наслідок, нагріває стіни будівлі.

Заходи проти теплового випромінювання можна розділити на чотири групи:

- усунення джерел тепла;
- захищення за рахунок теплового випромінювання;
- полегшення передача тепла від тіла людини до навколишнього середовища;
- індивідуальний захист від теплового впливу [20].

Газове забруднення. У повітря варильного відділення виділяється водяна пара, яке не є шкідливо., оскільки еє містить шкідливих речовин.

Запиленість. Відповідно до "Гігієнічних норм мікроклімату виробничих приміщень", вміст пилу в повітрі приміщення варильного відділення не нормується.

Шум. Насоси та приводи змішувального обладнання створюють шум у відділенні. Норми шуму на робочих місцях регламентуються національними стандартами України ДСН 3.3.6.037-99 "Гігієнічні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку".

Обладнання для боротьби з шумом:

- засоби індивідуального захисту;
- дистанційне керування обладнанням;
- звукоізоляція приміщень та звукоізоляційне обладнання.

Освітлення. Штучне та природне освітлення повинно бути достатнім, відповідати характеру зорової роботи та бути рівномірним. Для штучного освітлення в секторі використовуються як люмінесцентні, так і лампи розжарювання. Також передбачено аварійне освітлення.

Освітленість на робочому місці з часом знижується через забруднення скла освітлювальних ліхтарів, погану відбивну здатність стін, старіння і частковий вихід з ладу джерел освітлення тощо. Тому слід регулярно контролювати освітленість і раз на місяць чистити лампи.

Електробезпека. Клас електробезпеки приміщень з ПЕС є особливо небезпечним. У таких приміщеннях необхідне захисне заземлення електроустановок. Світильники знаходяться на висоті 2,5 м над підлогою і тому можуть використовувати напругу 220 В.

					Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захисні заходи;

- ізоляційні штанги, діелектричні кліщі, інструменти з ізольованими ручками, килимки. Крім заземлення, в якості додаткових захисних заходів використовуються низька напруга, подвійна ізоляція і захисне відключення;
- світильники варильного порядку (заторний, фільтраційний та суловарильний апарати) вологозахищені (з металевим сітчастим огороженням), а напруга не перевищує 12 В;
- розподільні щити обладнання захищені металевими коробами, а на підлозі біля щитів постелені діелектричні килимки.

Перша допомога при ураженні електричним струмом. У разі ураження електричним струмом негайно відключити електрообладнання від мережі та звільнити потерпілого від дії струму. Якщо немає можливості відключити, відтягніть потерпілого від струмопровідних частин за допомогою одягу або використовуйте підручний ізоляційний матеріал.

Якщо дихання і пульс відсутні, зробіть штучне дихання і непрямий масаж серця, звернувши увагу на зіниці. Якщо зіниці розширені, це свідчить про швидке погіршення мозкового кровообігу. У таких випадках слід негайно розпочати реанімаційні заходи і викликати швидку допомогу.

Перша допомога при пораненнях. При пораненні накладіть на рану стерильну пов'язку і забинтуйте її. Якщо з якихось причин стерильної пов'язки немає під рукою, можна використати чисту носову хустинку або чисту тканину. Кілька крапель настоянки йоду можна нанести на частину тканини безпосередньо над раною, зробивши пляму більшу, ніж рана, а потім прикласти до рани. Особливо важливо наносити йодну настойку на забруднені рани у спосіб, описаний вище.

Перша допомога при опіках. При опіках парою та гарячими предметами не розкривайте пухирі та накладіть пов'язку.

При опіках I ступеня (почервоніння) обробіть місце опіку ватою, змоченою етиловим спиртом.

При опіках II ступеня (пухирі) обробіть місце опіку спиртом або 3% розчином марганцю.

При опіках III ступеня (некроз шкірних тканин) накрийте рану стерильною пов'язкою і зверніться до лікаря [20].

#### Висновок

Підсумовуючи, можна сказати, що роль охорони праці на робочому місці дуже важлива, а нехтування її принципами та правилами часто призводить до сумних наслідків. Сьогодні питання охорони праці є важливими та актуальними для всіх підприємств. Охорона праці є одним з ключових елементів управління підприємством. Тому створення та трансформація якісної системи управління охороною праці, яка слугує сполучною ланкою між різними елементами системи охорони праці та її проблемами, має бути одним з головних пріоритетів сучасної державної соціальної політики.

Для забезпечення безпечної праці на виробництвах, пов'язаних з відносно гарячими процесами (варіння суслу, стерилізація лабораторного обладнання),

					Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищеним забрудненням повітря вуглекислим газом, хімічними речовинами (кислотами, лугами), що використовуються у виробництві з профілактичною метою, підвищений рівень шуму, токсичні та подразнюючі миючих та дезінфікуючих препаратів на органи дихання, шкіряний покрив та слизову оболонку, тощо.

Слід вжити певних заходів для підвищення безпеки праці та зменшення несприятливого впливу на здоров'я працівників:

- розробка раціональних методів вентиляції в приміщеннях;
- запровадження спеціальної уніформи для працівників різних відділів з урахуванням пов'язаних з нею небезпек;
- інформування працівників про заходи безпеки на робочому місці;
- базові тренінги з надання першої медичної допомоги для працівників;
- розробка інструкцій з електробезпеки на робочому місці.

					Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі приведений аналіз існуючих способів затирання для приготування сусла, визначені їх переваги та недоліки. Запропоновано та обґрунтовано ефективний одновідварний спосіб затирання солоду та несолоджених зернопродуктів .

У кваліфікаційній роботі прийнято такі технологічні рішення:

- транспортування зернопродуктів із сховища відбувається механічним транспортом (норія та стрічковий транспортер).

- подрібнення солоду здійснюється на дробарці мокромо подрібнення, що сприятливо впливає на фільтрування затору та інтенсифікує процес затирання солоду.

- солод замінюють двома видами несолодженої сировини: рисовою січкою на 15 % для сорту пива «Легке»; ячмінне борошно 15% для сорту пива «Класичне світле». Це робиться для здешевлення готової продукції та можливості розробляти нові сорти та рецептури пива.

- затирання зернопродуктів проводять одновідварним способом із застосуванням молочної кислоти для регулювання рН затору, що забезпечує більший вихід екстрактивних речовин солоду і покращення смакових властивостей пива.

- розділення затору відбувається на фільтр-пресі.

- кип'ятіння сусла з хмелем здійснюється в апараті з внутрішнім циркулюючим теплообмінником, який забезпечує динамічне кип'ятіння сусла з хмелем протягом 50...60 хвилин та ефективно виділення небажаного диметилсульфіду.

В кваліфікаційній роботі розроблена принципова технологічна схема виробництва пивного сусла яка дозволить раціонально використовувати ресурси при виробництві. Розрахунок продуктів дозволить визначити всі можливі витрати основних та допоміжних матеріалів. Виконаний розрахунок обладнання дозволить ефективно використовувати відповідні ресурси в технології пивного сусла.

Наведені вимоги до основних та допоміжних матеріалів при виробництві пивного сусла. Розроблена схема контролю якості та безпечності готової продукції, підбрано основне та допоміжне обладнання, описана система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження. Розроблені схеми технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва з метрологічним забезпечення, яка дозволяє контролювати якість продукції на всіх етапах виробництва. та заходи з охорони праці у варильному відділенні.

					Висновки	Арк
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

18. 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.

19. Основи охорони праці: підруч. / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець та ін. // під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. Київ: Основа, 2000. 416 с

20. Охорона праці URL: <https://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/08/Binder21.pdf> (дата звернення 05.06.2024)

21. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконт Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: підруч./ За ред. проф. О.О.Серьогіна. Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 338 с.

22. Технологія виробництва пива URL: [https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/326888/mod\\_resource/content/1/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%90%203.%20%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%AF%20%D0%92%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%A6%D0%A2%D0%92%D0%90%20%D0%9F%D0%98%D0%92%D0%90.pdf](https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/326888/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%90%203.%20%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%AF%20%D0%92%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%A6%D0%A2%D0%92%D0%90%20%D0%9F%D0%98%D0%92%D0%90.pdf) (дата звернення 01.06.2024)

23. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах : навч. посібник / А.Є. Мелетьєв та ін.; під ред. А. Є. Мелетьєва. Київ. : НУХТ, 2007. 256 с.

					Список використаної літератури	Арк
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		