

**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-

ЛИТВІНЕНКО

(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»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект сусловарильного відділення пивзаводу потужністю 5 млн дал пива на рік з впровадженням сучасних способів затирання зернопродуктів**

Виконав: здобувач 4 курсу,

групи ТБ-4-8ск

Ткачук Тамара Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Карпутіна Маггарита Віталіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент Фролова Наталія Епінетівна

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (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.

\_\_\_\_\_ Тамара ТКАЧУК

(підпис)

**Київ – 2024 р.**

# 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  
11 квітня 2024 року

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

Ткачук Тамарі Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи** Проект сусловарильного відділення пивзаводу потужністю 5 млн дал пива на рік з впровадженням сучасних способів затирання зернопродуктів

Керівник роботи Карпутіна Маргарита Віталіївна, доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 11 квітня 2024 року № 776-КС

**2. Строк подання здобувачем роботи** 16. 06. 2024 р.

**3. Вихідні дані до роботи**

1. Норми технологічного проектування.
2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.
3. Потужність пивзаводу - 5,0 млн дал пива на рік. Передбачено виробництво трьох сортів пива в рамках потужності: «Чернігівське Light» 11,0%, «Volfas Engelman IPA» 13,0 %, «Українське темне» 13,0%
4. Сировина, що використовується у виробництві зазначених сортів: світлий ячмінний солод, карамельний солод, темний солод та несолоджена сировина – кукурудза. Продуктові розрахунки виконують на 1 дал пива.
- 4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)**  
Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (двома мовами). Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла. 3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення. 7. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

План цеху – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання – 11 квітня 2024 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	01.05.24-08.05.24	Виконано
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного суслу		
3.	Характеристика проєктованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.24-14.05.24	Виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	<b>1-а атестація</b>	15.05.24	Виконано
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.24-21.05.24	Виконано
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	22.05.24-25.05.24	Виконано
9.	Охорона праці	26.05.24-02.06.24	Виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки	03.06.24-05.06.24	Виконано
	<b>2-а атестація</b>	08.06.24	Виконано
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	09.06.24-15.06.24	Виконано
12.	Попередній розгляд проєкту на кафедрі		Виконано
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	16.06.24-19.06.24	Виконано
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

**Здобувач**

**Тамара ТКАЧУК**

**Керівник роботи, доцент**

**Маргарита КАРПУТІНА**

# АНОТАЦІЯ

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка проєкту відділення приготування пивного сусла, яке буде відповідати сучасним технологічним вимогам та забезпечувати виробництво пива високої якості. Об'єктом дослідження та впровадження сучасних методів є процес приготування затору.

В результаті використання таких методів дослідження, як аналіз літературних джерел, розрахунково-аналітичний та графічний, було розроблено принципово-технологічну та апаратурно-технологічну схеми, план, проведено розрахунки сировини, обладнання та площ складських приміщень, також було обрано технологічні режими та обладнання, наведено технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва, заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві та досліджено систему екологічного управління та енерго- та ресурсозбереження.

Було прийнято рішення, щодо доцільності використання механічних способів транспортування зернопродуктів, а саме норії через їх безпечність, простоту в обслуговуванні та доступність по вартості, та стрічкові транспортери за їх надійність та низьке енергоспоживання. Передбачено використання повітряно-ситового сепаратора для солоду та магнітного сепаратора для солоду та несолодженої сировини, що в подальшому забезпечить високу якість подрібнення.

Передбачено використання шестивалкової дробарки сухого подрібнення для солоду, та використання двохвалкової дробарки сухого помелу для несолодженої сировини через простоту використання та можливість регулювати склад помелу.

Передбачено використання одновідварного способу, адже при затиранні використовується несолоджена сировина. Було вирішено, що є доцільним використання роторно-пульсаційного апарату, це підвищить ефективність виробництва за рахунок виходу більшої кількості екстракту, економії сировини, а також позитивно впливає на процес бродіння та якість готового пива. Передбачено використання молочної кислоти для зниження рН для зменшення часу затирання, підвищення екстрактивності, покращення смаку, кольору та стабільності готового напою.

Було вирішено, що доцільно використовувати фільтр-прес через високу швидкість та компактність. В роботі передбачено кип'ятіння сусла динамічним способом за низького надлишкового тиску з внутрішнім кип'ятильником так як це економічно вигідно, менша тривалість і процеси проходять більш глибоко і інтенсивно.

Передбачено використання гідроциклонного апарату для освітлення сусла та платинчастий теплообмінник для охолодження за його компактність, адаптивність та легкість в експлуатації.

**Ключові слова:** солод, хміль, сусло, затирання, затор, фільтрування, кип'ятіння, кукурудза, молочна кислота, суслотоварильний апарат, роторно-пульсаційний апарат.

					АНОТАЦІЯ	3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ANNOTATION

The purpose of this course project is to develop a project for the beer wort preparation department, which will meet modern technological requirements and ensure the production of high-quality beer. The object of research and implementation of modern methods is the process of making jam.

As a result of the use of such research methods as the analysis of literary sources, calculation-analytical and graphic, a principle-technological and equipment-technological scheme was developed, a plan was made, calculations of raw materials, equipment and areas of warehouses were carried out, technological modes and equipment were also selected, given technochemical and microbiological control of production, measures to organize safe working conditions in production, and the system of environmental management and energy and resource conservation were investigated.

It was decided that it is advisable to use mechanical methods of grain transportation, namely norias due to their safety, ease of maintenance and affordability, and belt conveyors due to their reliability and low energy consumption. It is planned to use an air-sieve separator for malt and a magnetic separator for malt and unmalted raw materials, which will ensure high grinding quality in the future.

It is planned to use a double-roll crusher of grinding for malt, and the use of a two-roll crusher for dry grinding for unmalted raw materials due to the ease of extraction and the ability to adjust the composition of the grinding.

The use of a single-boil method is provided, because unsweetened raw materials are used during mashing, and the two- and three-boil methods are not appropriate. It was decided that it is advisable to use a rotary-pulsation apparatus, it will increase the efficiency of production due to the output of a larger amount of extract, saving raw materials, and also has a positive effect on the fermentation process and the quality of the finished beer. The use of lactic acid to lower the pH to reduce mashing time, increase extractability, improve taste, color and stability of the finished beverage is envisaged.

It was decided that it is advisable to use a filtering device due to the high quality of the wort, a longer period of use and low maintenance costs. The work envisages the dynamic boiling of wort under low excess pressure with an internal boiler, as it is economically beneficial, takes less time, and the processes take place more deeply and intensively.

**Key words:** malt, hops, wort, mashing, mash, filtering, boiling, corn, lactic acid, wort digester, rotary-pulsation apparatus.

					ANNOTATION	4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Зміст

ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	7
1.1 Структура підприємства.....	7
1.2 Режими роботи.....	7
2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ....	9
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	11
3.1 Принципово-технологічна схема.....	11
3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва .....	12
3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	26
4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	27
4.1 Характеристика проєктованої продукції.....	27
4.2 Характеристика сировини.....	29
4.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	34
5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	36
5.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	36
5.2 Продуктові розрахунки.....	37
5.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	45
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	47
7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	48
8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	56
8.1 Основи системи управління якості та безпечності харчової продукції...	56
8.2 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення.....	61
9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	65
10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71

					Проект сусловарильного відділення пивзаводу потужністю 5 млн дал пива на рік з впровадженням сучасних способів затирання зернопродуктів			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	<b>ЗМІСТ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Ткачук Т.О.					5	73
<i>Перевір.</i>		.Карпунтіна М.В.						
<i>Перевір.</i>								
<i>Затверд.</i>		Куц А. М.				Кафедра БПБВ, 2024		

## ВСТУП

Пиво є одним з найпопулярніших напоїв у світі. Виробництво пива – це складний технологічний процес, який складається з декількох етапів, одним з найважливіших з яких є приготування пивного сусла.

Актуальність теми дослідження зумовлена динамічним розвитком пивоварної промисловості України, зростанням попиту на якісне пиво та необхідністю впровадження сучасних технологій для підвищення ефективності та якості продукції.

Мета даної кваліфікаційної роботи полягає в проектуванні суслотоварильного відділення пивзаводу потужністю 5 млн дал пива на рік з урахуванням впровадження сучасних способів затирання зернопродуктів.

Практична цінність даної кваліфікаційної роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані при проектуванні та реконструкції суслотоварильних відділень пивзаводів.

Впровадження сучасних способів затирання зернопродуктів дозволяє підвищити якість пива, знизити витрати сировини та енергоносіїв, а також покращити екологічні показники виробництва.

Мета затирання – переведення у розчин якомога більше сухих (екстрактивних) речовин. Щоб перевести їх у розчин, необхідно створити сприятливі умови для дії гідролітичних ферментів, в т.ч. амілолітичних, протеолітичних і цитолітичних.

Важливо підтримувати правильну температуру протягом процесу затирання, оскільки різні ферменти активні при різних температурах. Занадто низька температура може призвести до того, що крохмаль не розщепиться повністю, а занадто висока температура може призвести до руйнування ферментів.

Кваліфікаційною роботою передбачено використання одновідварного способу. Було вирішено, що є доцільним впровадження роторно-пульсаційного апарату, це підвищить ефективність виробництва за рахунок виходу більшої кількості екстракту, економії сировини, зменшення часу затирання, а також позитивно впливає на процес бродіння та якість готового пива. Передбачено використання молочної кислоти для зниження рН для зменшення часу затирання, підвищення екстрактивності, покращення смаку, кольору та стабільності готового напою.

Обсяг кваліфікаційної роботи 73 сторінки та 2 аркуша креслення та 1 демонстраційний плакат формату А1.

					ВСТУП	6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

## 1.1 Структура підприємства

Структура підприємства - це сукупність відділів, служб і підрозділів в апараті управління, їх системна організація, характер підпорядкованості та підзвітності один одному і вищому органу управління, а також комплекс координаційних та інформаційних зв'язків, порядок розподілу функцій управління між різними рівнями і підрозділами управлінської вертикалі.

Основними виробничими підрозділами заводу є:

- відділення подрібнення сировини;
- варильне відділення;
- ферментаційне відділення;
- лабораторія;
- цехи розливу у скляну тару, PET-пляшки, алюмінієві банки та кеги.

Допоміжні підрозділи підприємства:

- транспортний підрозділ;
- механічна майстерня;
- заводська їдальня;
- будівельний підрозділ;
- котельня;
- компресорна;
- цех по виробництву двоокису вуглецю.

Обслуговуючі підрозділи підприємства:

- сировинний склад;
- склад порожньої тари;

## 1.2 Режим роботи

При однозмінному режимі працюють такі підрозділи: будівельно-монтажна дільниця, центральний матеріальний склад, склад сировини, тарна дільниця, медпункт, їдальня, дільниця нової техніки, дільниця по виготовленню виробів з пластмаси.

На двозмінному режимі роботи працюють такі підрозділи пивзаводу: варильний, БДЦ пляшковий розлив, ВТК, ПЕТ.

При трьохзмінному режимі роботи працюють: ділянка по укладці пива в коробки.

При три- і двозмінному режимі роботи працюють підрозділи: елеватор, солодовня, ЛФЦ, розлив мінеральної води, тарний цех, тарний мінеральної води,

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

готова продукція мінеральної води, ХКЦ, електроцех, насосна станція, транспортний, виробнича лабораторія, відділ збуту.

При одно- та трьохзмінному режимі працюють: дільниця поліетиленових ящиків, зарядна станція.

Причому, часи роботи при

- однозмінному режимі роботи такі: 8.00-20.00; обідня перерва - 12.30-13.00.
- двозмінному: 1 зміна – 8.00-20.00 (перерва з 11.30 до 12.00); 2 зміна – 20.00-8.00 (перерва з 18.30 до 19.00).
- трьохзмінному: 1 зміна – 8.0-16.00; 2 зміна – 16.00-24.00; 3 зміна. – 24.00-8.00 (перерви: 1 зміна – 11.30-12.00; 2 зміна – 18.30-19.00).

Таблиця 1.1

### Режим роботи цехів і відділень

№	Цехи та відділення	Початок зміни, год	Кінець зміни, год	Перерва, год	Тривалість зміни
1	Керівництво заводу (працюють в однозмінному режимі)	8-00	17-00	13-00 – 14-00	8-00
2	Основні цехи, що працюють у дві зміни:				
	1 зміна	8-00	20-00	13-00 – 13-30	11-30
	2 зміна	20-00	8-00	1-00 – 1-30	11-30
3	Цехи розливу:				
	1 зміна	8-00	20-00	13-00 – 13-30	11-30
	2 зміна	20-00	8-00	1-00 – 1-30	11-30

## 2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Асортимент проєктованої продукції наведений в табл. 2.1

Таблиця 2.1

### Асортимент проєктованої продукції

Найменування продукції	Відсоток від загальної кількості	Річне виробництво, тис. дал
Чернігівське Light 11%	30	1500
Volfas Engelman IPA 13%	40	2000
Українське темне 13%	30	1500
Усього	100	5000

**Пиво Чернігівське Light 11%** виготовляють з світлого солоду 90% та крупи кукурудзяної 10% - найпопулярніше та улюблене пиво в Україні. Смак Чернігівське Light характеризується м'якістю та ніжністю. Воно має легку хмелеву гіркуватість, яка збалансована з нотами солодощі та свіжості. Має світло-золотистий колір.

Пиво назване на честь міста Чернігова, де знаходиться броварня, де вперше було зварено "Чернігівське". На даний час пиво також виробляється в інших українських містах - Миколаєві та Харкові.

Висока якість пива гарантується технологією більш екологічного та чистого виробництва у поєднанні з високоякісними та ретельно спеціально для нього відібраними інгредієнтами. Солод виготовляється виключно з українського ячменю на солодовнях, розташованих у Чернігові та Харкові.

Це бренд, який зробив сам себе і залишався вірним своїм витокам багато років. Його історія схожа на історію простого українця, який долає труднощі заради екстраординарних здобутків.

Завдяки вірі у свою справу "Чернігівське" за 30 років пройшло шлях з невеликою нікому невідомою пивоварнею до великого українського бренду, який на сьогодні продовжує розвиватися великими темпами.

**Пиво "Volfas Engelman" 13%** виготовляють з солоду світлого 89% та солоду карамельного 11% – це фільтроване світле ІРА, що пропонує неповторне поєднання традицій пивоваріння та сучасних смакових тенденцій. З вишуканим ароматом та яскравим характером, воно задовольнить найвибагливіших шанувальників крафтового пива.

"Volfas Engelman" є класичним уявленням про світлого Indian Pale Ale, дотримуючись всіх характерних рис цього популярного стилю. Воно має

					ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прозорий золотистий відтінок, який привертає увагу своєю чистотою та привабливістю. При розливі у стандартну пляшку об'ємом 0.5 літра, воно пропонує достатньо пива для повної насолоди його смаком та ароматом.

Це пиво відрізняється складним та унікальним смаком, який відразу ж пожвавлює смакові рецептори. На перший погляд воно розкриває фруктові та цитрусові нотки, з натяком на грейпфрут та апельсин, надаючи пиву освіжаючу кислинку. Смак доповнюється хмільною гіркотою, яка переважає післясмак і залишає приємне відчуття мовою.

Поєднання фруктових відтінків та гіркоти робить це пиво ідеальним вибором для цінителів ІРА, які шукають баланс між освіжаючими смаковими нотами та насиченістю. Воно ідеально підходить для будь-яких сезонів і є чудовим супутником під час зустрічей із друзями, пікніків або просто для насолоди увечері після довгого дня.

**Пиво Українське Темне 13%** виготовляють з солоду світлого 60%, солоду карамельного 10% та солоду темного 30%. Має приємний солодово-карамельний смак з приємною хмільною гіркотою.

Темне пиво корисне за рахунок більшого вмісту редуктонів і меланоїдинів, які надходять в пиво при його виготовленні з темного і карамельного солоду. Ці речовини дуже корисні і захищають мембрани клітин організму людини від руйнівної дії вільних радикалів, уповільнюють старіння організму. Темний колір і солодовий аромат забезпечують меланоїдини.

					ОБГРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

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

#### 3.1 Принципово технологічна схема

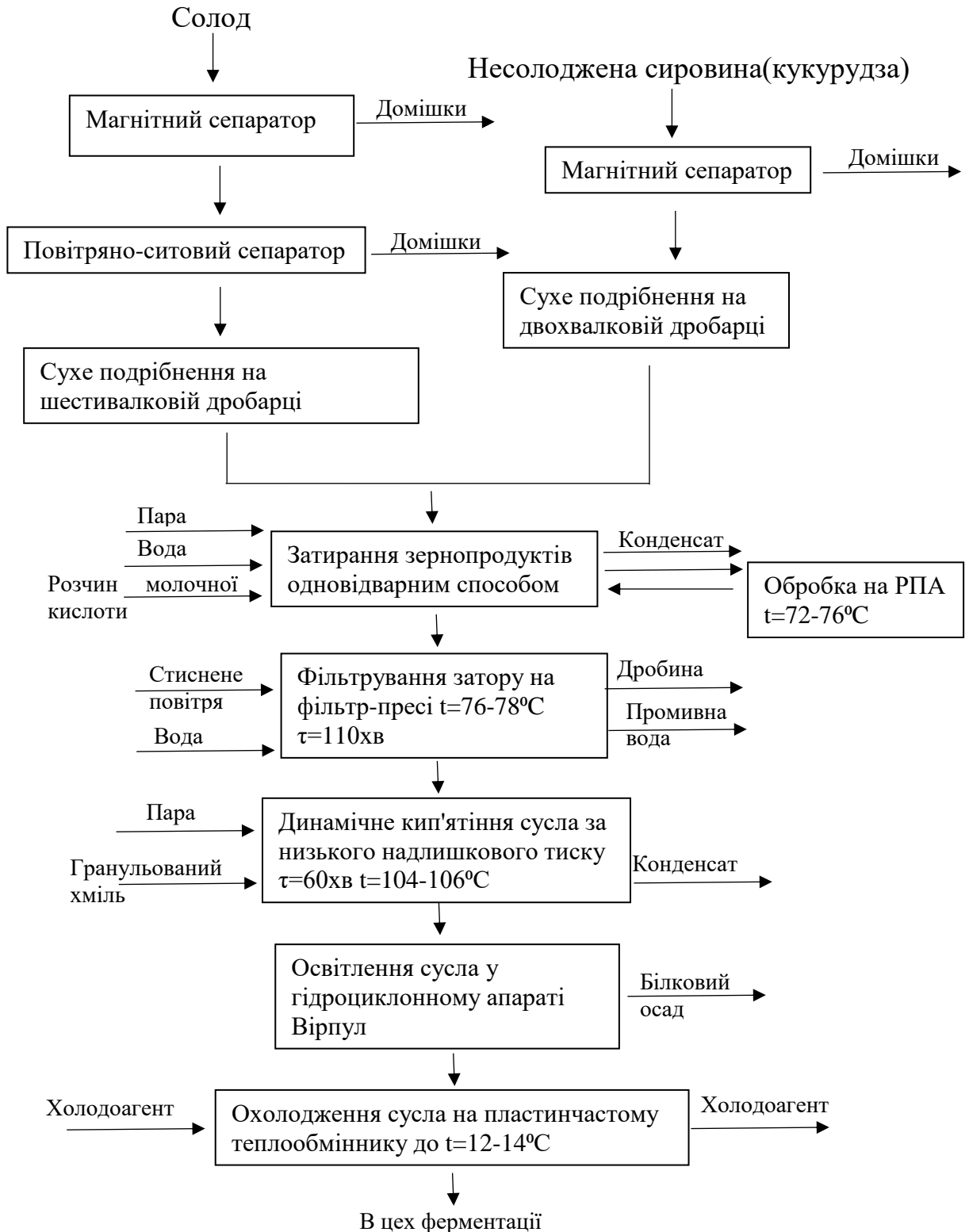


Рисунок. 3.1- Принципова технологічна схема приготування пивного сусла

					<b>ПРИНЦИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА</b>	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

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

#### Транспортування зернопродуктів

Зерно транспортують механічним, пневматичним та автомобільним способами в залежності від потреби і розміщення складу. У випадку якщо склад знаходиться далеко від цеху, то використовують автомобільний транспорт. Якщо ж склад знаходиться на підприємстві, то в хід ідуть механічний та пневматичний способи.

Механічні способи транспортування:

- 1) Норія – пристрій, що складається зі стрічки з ковшами, призначений для транспортування сипучої сировини у ємність на певній висоті. *Переваги:* економічно вигідні, безпечні, прості в обслуговуванні. *Недоліки:* не повністю спустошується нижня частина норії, необхідно вмонтовувати спеціальний блокуючий пристрій для запобігання руху повних ковшів в зворотному напрямку під своєю вагою у випадку відключення електроенергії.
- 2) Шнековий транспортер – пристрій для горизонтального транспортування зернопродуктів на короткі відстані. *Переваги:* ефективність, компактність, автоматизація, надійність. *Недоліки:* не можливе повне спорожнення жолобу, краї гвинта з часом загострюються і можуть пошкодити сировину при транспортуванні.
- 3) Стрічковий транспортер – конвеєрна стрічка в основному виготовлена з тканини, пласка або у формі жолоба, призначена для переміщення великих об'ємів сировини. *Переваги:* акуратність, низьке енергоспоживання. *Недоліки:* великі розміри конструкції.

Пневматичний спосіб транспортування

В такий спосіб переміщення сировини відбувається вздовж труби сильними потоками повітря. Мінімальна необхідна швидкість повітря для підйому сировини 11 м/с, але для надійності часто використовується 20 м/с, що досягається за допомогою роторних пелюсткових вентиляторів високого тиску.

*Переваги:* ефективність, компактність, гнучкість. *Недоліки:* висока енергозатратність.

В даній кваліфікаційній роботі було прийнято рішення, що доцільно використовувати механічні способи транспортування зернопродуктів, а саме норії через їх безпечність, простоту в обслуговуванні та доступність по вартості, та стрічкові транспортери за їх надійність та низьке енергоспоживання.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **Очищення солоду та несолодженої сировини**

Із зерносховища зернопродукти подаються у варильне відділення механічним способом. Зважуються на автоматичних вагах та проходять через сепаратори для очищення від домішок.

**Повітряно-ситовий сепаратор** – пристрій для очищення солоду від пилу, сміттєвих, зернових і мінеральних домішок. Струменем повітря продувають потік сировини.

**Магнітний сепаратор** – для очищення солоду та несолодженої сировини від металічних домішок.

В даній кваліфікаційній роботі передбачено використання повітряно-ситового сепаратора для солоду та магнітного сепаратора для солоду та несолодженої сировини, що в подальшому забезпечить високу якість подрібнення.

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

Мета подрібнення – прискорити фізико-біохімічні процеси розчинення зернопродуктів під час затирання з метою максимального переходу екстрактивних речовин до суслу[24].

Способи подрібнення зернопродуктів:

- 1) Сухе подрібнення – сухі зернопродукти перетираються між попарно розміщеними валками. *Переваги:* простота, можна регулювати склад помелу. *Недоліки:* перетирання оболонки зерна, що в подальшому перешкоджає фільтруванню затору.
- 2) Мокре подрібнення – перед перетиранням зерно замочують до вологості 20-22% для виділення небажаних гірких та дубильних речовин та кремнієву кислоту. *Переваги:* покращення і прискорення фільтрування затору, адже оболонка залишається майже неушкодженою, покращення смакових властивостей готового напою. *Недоліки:* підвищенні витрати екстракту, необхідність ретельно виконувати санітарні вимоги.
- 3) Кондиційоване подрібнення – в бункері солод за 60с зволожується водою з температурою 50-55°C, в результаті вологість оболонки складає 15-20%. *Переваги:* покращення і прискорення фільтрування, адже оболонка залишається майже неушкодженою.

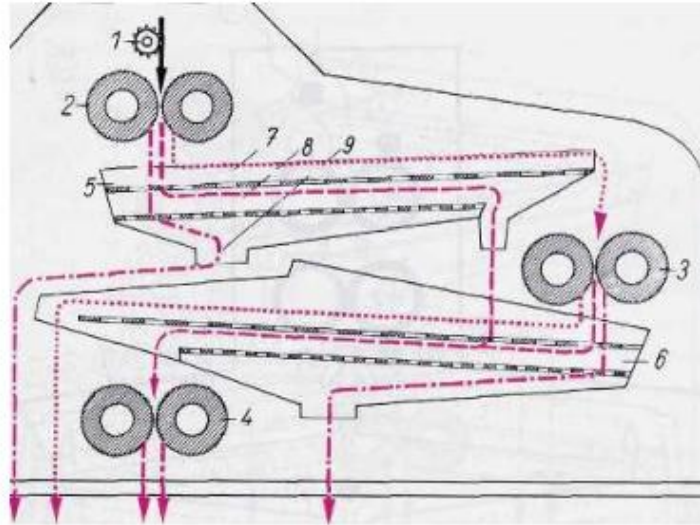


Рисунок. 3.2 - Шестивалкова дробарка сухого помелу

1 - розподільний вал; 2 перша пара вальців (для попереднього грубого дроблення); 3- друга пара вальців (для відділення оболонок); 4- третя пара вальців (для отримання крупки); 5 - набір верхніх вібросит, 6- набір нижніх вібросит, 7- лущиння з прилиплою крупкою, 8- крупка, 9- борошно, 10- лущиння.

В даній кваліфікаційній роботі було вирішено, що доцільно використання шестивалкової дробарки сухого подрібнення для солоду, та використання двохвалкової дробарки сухого помелу для несолодженої сировини через простоту використання та можливість регулювати склад помелу.

### Затирання солоду

Мета затирання – переведення у розчин якомога більше сухих (екстрактивних) речовин. Щоб перевести їх у розчин, необхідно створити сприятливі умови для дії гідролітичних ферментів, в т.ч. амілолітичних, протеолітичних і цитолітичних. Основними засобами регулювання ферментативних процесів при затиранні є температура, рН середовища і інактивація ферментів шляхом кип'ятіння частин затору. При затиранні продовжуються ті ферментативні процеси, що розпочалися ще при пророщуванні ячменю. При затиранні солоду і інших зернопродуктів відбувається багато різних процесів: фізичних, біохімічних і хімічних.

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

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гідролізують некрохмальні поліцукри (геміцелюлози, гумі- та пектинові речовини) до пентозанів,  $\beta$ -глюкану, арабінози, ксилози і глюкози. Оптимальними умовами для дії цих ферментів є температура 40-45°C і рН 5,6.

Протеолітичні ферменти (протеази і пептидази) гідролізують білки. Температура 50°C в процесі гідролізу найсприятливіша для накопичення низькомолекулярних фракцій білків, температура 60°C 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. Під дією  $\alpha$ -амілази при температурі 65-70°C і при рН 6,0 відбувається розрідження крохмального клейстеру. Інактивується цей фермент при температурі 80°C. Оптимальними умовами для дії  $\beta$ -амілази є температура 60°C і рН 5,6, при 70°C вона інактивується[24].

В ході затирання проводиться поступовий нагрів з «температурними паузами», необхідними для дії різних ферментів. Таких пауз кілька:

- 50 - 52 °C протягом 10 - 15 хв. (білкова пауза - для розщеплення білків);
- 62 - 63 °C протягом 15 - 30 хв. (мальтозна пауза - діє фермент бетаамілаза, який дробить крохмаль на великі фрагменти);
- 70 - 72 °C протягом 30 хв. (оцукрювання - діє альфа-амілаза, дроблять декстрини на більш дрібні фрагменти - олігосахариди, мальтозу).

#### Способи затирання

- 1) Настійний спосіб - зернопродукти змішують з водою нагрітою до температури 40-45°C при працюючій мішалці і при гідромодулі 1:4 (цитазна пауза). Протягом наступних 20-30 хв. температуру затору підіймають до 50-52°C (білкова пауза), далі – до температури 63-65°C з витримкою 10-30 хв. (мальтозна пауза) з подальшим нагрівом до температури 70-72°C і витримкою затору до оцукрення, але не більше 60 хв. Після оцукрення підігрівають затір до температури 75°C і перекачують на фільтрування на фільтр-пресі. *Переваги:* низьке енергоспоживання, автоматизація, простота в експлуатації. *Недоліки:* складне досягнення нормальної йодної проби і як наслідок менший вихід сусла при використанні солоду з поганою розчинністю.
- 2) Затирання з відварками – частину затору кип'ятять для розрідження

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

крохмалю і з'єднують відварку з основним затором. Застосовують при переробці солоду низької якості та несолодженої сировини.

Спосіб затирання з однією відваркою рекомендований для переробки солоду з високою оцукрювальною здатністю й добре розчиненого.

Спосіб затирання з двома відварками проводиться за різними температурними режимами залежно від якості солоду, що завжди забезпечує підвищений вихід екстракту.

Спосіб затирання з трьома відварками найбільш складний і тривалий (до 5,5 год.) і потребує більшої витрати теплоти. Його застосовують при переробці темного солоду або солоду з низькою ферментативною активністю.[26]

Роторно-пульсаційні апарати (РПА) поєднують в собі принципи роботи відцентрового насоса, дезінтегратора, колоїдного млина. Шляхом пульсаційних, ударних та інших гіродинамічних впливів, що відбуваються в РПА, змінюються фізико-механічні властивості продуктів, що виробляються, знижується енергоспоживання за рахунок інтенсифікації технологічних процесів. Основною конструктивною ознакою РПА є наявність чергування нерухомого та обертового співвісно встановлених робочих органів з прорізами або отворами, через які проходить опрацьований матеріал[25].

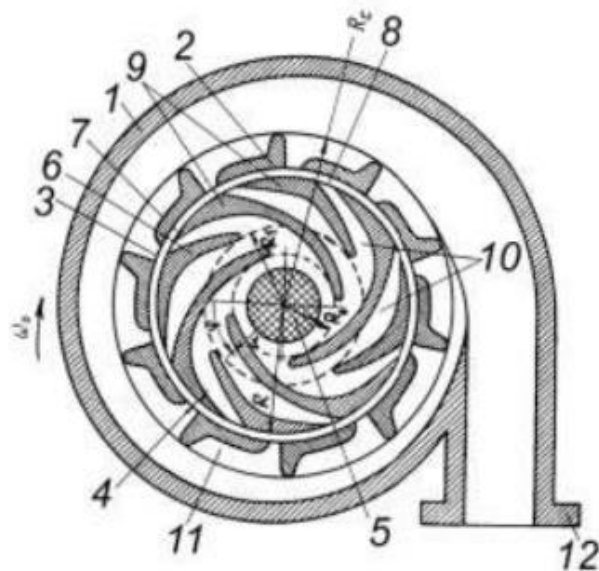


Рисунок. 3.3. - Роторний апарат гідроударної дії 1 - корпус; 2 - статор; 3 - прорізи статора; 4 - ротор; 5 - вал; 6 - довгі лопаті; 7 - короткі лопаті; 8 - прорізи; 9 - основи лопатей ротора; 10 - резонатори ротора; 11 – резонатори статора; 12 - вихідний патрубок.

При обертанні ротора його канали періодично перекриваються поверхнею статора або співпадають з каналами статора. У першому випадку в порожнині ротора тиск зростає, а в другому – за короткий проміжок часу скидається.

У результаті цього через канал статора поширюється імпульс надмірного тиску, услід за яким виникає короткочасний імпульс зниженого „негативного“ тиску, оскільки поєднання каналів ротора і статора завершилося і подача рідини в канал статора відбувається тільки за рахунок транзитної течії з радіального проміжку між ними. Об’єм рідини, що увійшов до каналу статора, прагне до виходу з нього і інерційні сили створюють у рідині напруження розтягу, які викликають кавітацію.

Бульбашки кавітації ростуть при дії імпульсу зниженого тиску і згортаються або пульсують при збільшенні тиску в каналі статора. Частина кавітаційних бульбашок виноситься у робочу камеру.

Оскільки швидкість потоку рідини в каналі статора велика і є також змінною величиною, потік є турбулентним. Робочі поверхні ротора і статора впливають на рідке гетерогенне середовище за рахунок високих зрізуючих і зсувних зусиль, що виникають у радіальному проміжку[25].

Параметри для найкращої роботи апарату: частота обертання ротору 1500об/хв, температура середовища 72-76°C, тривалість процесу 12хв.

Таблиця 3.1

### Технічна характеристика роторно-пульсаційного апарату

1	Об’єм РПА	$1,12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
2	Передаточне число клинопасової передачі	1,47
3	Частота обертання робочого органу	до 3000 об/хв
4	Число лопатей	0,4,8,12 шт
5	Міжциліндровий зазор	$0,1 \cdot 10^{-3} - 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
6	Кількість отворів в ступиці ротора	4

У суслу, отриманого після обробки затору в роторно-пульсаційному апараті, такі переваги:

- *вміст амінного азоту збільшилася на 17%;*

Важливо мати високі значення перед ферментацією, щоб забезпечити нормальний стан живлення дріжджів, і важливо мати низькі значення в готовому пиві, щоб уникнути неприємних запахів і збільшити біологічну стабільність.

- *вміст поліфенолів зменшилася на 68%;*

Зменшення вмісту поліфенолів підвищує колоїдну стійкість пива.

- вміст мальтози підвищився на 2%;

Зброджується дріжджами добре і швидко (цукор головного бродіння).

- вміст фракції білка А зменшився на 56%;

- каламутність знизилася на 35%.

До недоліків можна віднести:

- таніновий показник збільшився на 14%;

- колір суслу погіршився на 20%.

- кислотність суслу не змінилася.

Таблиця 3.2

### Експериментальні дані затирання в РПА

Показники	Класичний спосіб	З допомогою РПА
Амінний азот, мг/100 г сухих речовин	273,26	320,33
Вміст поліфенолів, мг/100 г сухих речовин	1610,71	510,05
Каламутність, од.опт.плот.	0,46	0,3
Вміст фракції білка А, мг/100 г сухих речовин	188,58	106
Таніновий показник	0,46	0,64
Кислотність, к.од.	0,30	0,30
Вміст мальтози, мг/100 г сухих речовин	12,93	13,08
Колір, ц.од.	0,40	0,50

Важливою частиною процесу виробництва пива є біологічне підкислення затору - зниження рН до оптимального значення, сприяючи перетворенню екстракту із зернового матеріалу в сусло, зниження процесу екстракції гірких речовин із оболонок зерна та підвищення активності ферментних препаратів. В кваліфікаційній роботі передбачено використання молочної кислоти для зниження рН.

Молочна кислота – прозора рідина з м'яким кислим смаком. У пивоварінні використовується для зниження рівня кислотності (Ph) у процесі затирання суслу, що дає ряд переваг:

- зменшується час затирання солоду;
- підвищується екстрактивність;
- покращується смак та колір готового напою;
- підвищується стабільність готового напою.

Молочна кислота особливо рекомендується, якщо для пивоваріння використовується жорстка вода. Після затирання кип'ять сушло для того, щоб інактивувати ферменти та осадити білкову складову. Білки осідають ідеально, коли рН сушла становить від 5,0 до 5,2. Цього рівню рН можна досягти шляхом додавання молочної кислоти до або під час, приготування сушла.

В кваліфікаційній роботі передбачено використання одновідварного способу адже при затиранні використовується несолоджена сировина, а двох- і трьохвідварний способи не є доцільними. Було вирішено, що є доцільним використання роторно-пульсаційного апарату, це підвищить ефективність виробництва за рахунок виходу більшої кількості екстракту, економії сировини, зменшує час затирання до 15хв, а також позитивно впливає на процес бродіння та якість готового пива. Передбачено використання молочної кислоти для зниження рН для зменшення часу затирання, підвищення екстрактивності, покращення смаку, кольору та стабільності готового напою.

### **Фільтрування затору**

Фільтрування затору – відокремлення сушла від дробини з найменшими втратами екстрактивних речовин. Оскільки після відокремлення сушла, дробина ще утримує значну кількість екстрактивних речовин, їх доводиться вимивати водою, тому процес розділення затору поділяють на дві частини: 1) фільтрування першого сушла; 2) промивання дробини водою (вимивання екстракту, який утримує дробина)[24].

Фільтрування сушла у фільтраційному апараті проводять через шар дробини завтовшки 30-40 см, який утворюється при нетривалому відстоюванні заторної маси. В процесі відстоювання останньої у нижній частині фільтраційного апарату нагромаджується осад із грубих, із пружними властивостями часточок, а у верхній – розміщуються дрібніші часточки затору. Таким чином, фільтрування затору ґрунтується на природному стіканні рідкої фази по звивистих капілярних каналах із різною площиною перетину й різної довжини.

У промитий фільтраційний апарат щільно укладають фільтраційні сита й обполіскують його гарячою водою. Потім закривають крани фільтраційної батареї і перевіряють щільність закриття люка для дробини. Вмикають розпушувач фільтраційного апарату і із заторного апарату перекачують затор. Звільнений заторний апарат обполіскують водою і промивну воду направляють у фільтраційний апарат.

Розпушувач вимикають, затір залишають у спокої на 25-30 хв для формування фільтруючого шару. При перекачуванні затору в підситовий простір у трубки фільтраційної батареї потрапляють часточки дробини. Для їх видалення створюють вихровий рух, швидко відкриваючи й закриваючи по одному або попарно крани фільтраційної батареї. Мутне сусло, що витікає при пропусканні кранів і на початку фільтрування, насосом повертають у фільтраційний апарат, а коли з кранів потече прозоре сусло, його направляють у сусловарильний апарат. Тривалість фільтрувального циклу складає 3,5-4 години.

Фільтраційний апарат. Процес фільтрування сусла у фільтраційному апараті включає наступні операції: підготовка апарату, заливка сит водою з температурою 76-78°C (15 хвилин), перекачування затору у фільтрувальний апарат (20 хвилин), відстоювання (25-30 хвилин), проходження через крани і повернення каламутного сусла (10 хвилин), фільтрування першого сусла (90 хвилин), промивання дробини (120 хвилин), відкачування дробини (25 хвилин). *Переваги:* висока якість сусла, більший термін використання, невеликі витрати на обслуговування. *Недоліки:* тривалий процес фільтрації.

На відміну від фільтр-апарату, при використанні фільтр-преса застосовується інший принцип одержання сусла. У фільтраційному апараті є лише один фільтраційний шар з дробини товщиною 30-60 см, тоді як у фільтр-пресі все сусло розподіляється на декількох однакових вертикально розташованих фільтраційних шарах, товщина яких становить 6-7 см, що відповідає розміру рамки.

Ці рами обмежені з обох сторін серветками фільтр-преса, через які проникає сусло, тоді як дробина залишається в рамах. Замість природного фільтра з оболонки в цьому випадку застосовується штучний тканинний фільтр.

Фільтр-прес складається з поперемінно слідуєчих один за іншим мембранно-камерних модулів і решітчастих поліпропіленових плит розміром 2,0×1,8 м, які мають низьку теплопровідність.

Мембранно-камерні модулі складаються з тонких (близько 1 см) плит з ребрами, які покриті з двох сторін мембранами. Плити через шлангові з'єднання зв'язані з розподільчим трубопроводом подачі стисненого повітря. Таким шляхом в заданий час між тонкими плитами і пластмасовими мембранами нагнітається стиснене повітря. Оскільки мембрани еластичні, вони розтягуються і давлять з двох сторін на дробину, тим самим осушуючи її. В нижній частині фільтра через модулі і всі решітчасті плити проходить широкий канал, який слугує для подачі затору, а пізніше-води для промивки дробини.

Дякуючи нижньому підводу і відводу затору і сусла досягається витіснення повітря при заповненні фільтра і забезпечує мінімальне поглинання кисню. Швидкість фільтрування 90 гл за год.

Перше мутне сусло повертається в фільтр-прес. При досягненні мутності сусла 30-32 од. ЕВС починається відбір основного сусла. Потім до апарату подається промивна вода (280 гл), яка вилучає із дробини залишок екстрактивних речовин. Перші промивні води надходять в сусловарильний апарат, а останні, з вмістом сухих речовин близько 2,5% — в заторний апарат. Дробина вивантажується з фільтр-преса і подається у силос дробини.

Процес фільтрування на фільтрпресі включає наступні операції: завантаження - 8 хв., перекачування - 3 хв., збір першого сусла - 15 хв., промивка дробини - 65 хв., пресування промивної води - 6 хв., зняття фільтра - 1 хв., переміщення тарілок - 13 хв., установка фільтра - 1 хвилина, загальний час роботи - 111 хвилин. *Переваги:* компактність, час фільтрування складає 1,5-2 години, дає прозоре сусло з невеликою мутністю, що досягається внаслідок використання щільних фільтрувальних серветок і тонкого помелу, зменшення контакту сусла з киснем, дробина має нижчу вологість, підвищується потужність підприємства.

В кваліфікацій роботі було вирішено, що доцільно використовувати фільтр прес через високу швидкість фільтрування та компактність, зменшення контакту з киснем, дробина має нижчу вологість, підвищується потужність підприємства.

#### **Кип'ятіння сусла з хмелем**

Хміль – рід квіткових рослин сімейства Конопляних. Використовується в пивоварінні для надання характерного аромату та гіркоти готовому напою. Альфа-кислоти хмелю – сполуки шишок хмелю, які входять до складу гірких речовин, мають інтенсивну гіркоту та антиоксидантні властивості, які допомагають зберігати стабільність пива. Бета-кислоти мають меншу кислотність, але більш виражений гіркий смак та аромат, що робить їх корисними для створення різних смакових профілів пива.

Грануляція хмелю дає зберегти його важливі компоненти.

Ізомеризовані гранули хмелю – ізомеризований хмелепродукт, представлений гранулами хмелю, у яких альфа-кислоти майже повністю перебувають у формі водорозчинних ізо-альфа-кислот. Без ізомеризації випадають в осад.

Гранули хмелю тип 45 – гранули хмелю, збагачені лупуліном, відділеним від шишок хмелю і доданим у певних співвідношеннях до подрібненого хмелю.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гранули хмелю тип 90 – гранули хмелю, що за хімічним складом не відрізняються від шишок хмелю.

Екстракти хмелю. Екстракція — це отримання окремих компонентів із твердої речовини за допомогою певних розчинників. Рідкий CO<sub>2</sub> або етанол використовують як розчинники у виробництві екстрактів хмелю.

Процес кип'ятіння сусла з хмелем відбувається в сушварильних апаратах, що являють собою циліндричну ємність з вигнутим дном.

При кип'ятінні сусла відбуваються такі важливі процеси:

-стабілізація його хімічного складу шляхом інактивації ферментів, стерилізація,

-доведення концентрації сухих речовин до потрібної величини шляхом випаровування надлишкової води,

-коагуляція білкових речовин,

-збагачення сусла хмельовими речовинами.

Способи кип'ятіння сусла з хмелем:

- 1) Кип'ятіння за атмосферного тиску – нагрівання сусла у до температури кипіння при атмосферному тиску. Тривалість 90хв. *Переваги*: простота, економічно вигідно. *Недоліки*: гірша якість сусла.
- 2) Динамічне кип'ятіння за низького надлишкового тиску – сусло нагрівається за почергового підвищення і пониження тиску. Починають з 10...15 хв попереднього кип'ятіння для проведення коагуляції білка та ізомеризації хмелевих смол. В кінці клапан витяжної труби для вторинної пари закривається і тиск в апараті піднімається до 300...350 мБар. Температура підвищується від 100 до 104...106 °С і підтримується протягом 3...5 хв. Потім тиск знижується до 100...150 мБар, а температура до 101...102 °С. Для прискорення зниження тиску, подача гріючої пари перебивається, і водяний регулюючий контур накопичувача енергії вмикається на повну потужність. Після зниження тиску тривалістю 3...5 хв відкривають подачу пари і весь процес повторюється. *Переваги*: менша тривалість (60...70хв), процеси, такі як випаровування надлишкової вологи, коагуляція білків, розчеплення ДМС і його видалення, відбуваються більш глибокого і інтенсивно[24].

Кип'ятіння з виносним кип'ятильником має такі недоліки:

- великі затрати на обладнання;
- більші витрати електроенергії;
- потрібні більші виносні площі;

Диметилсульфід важлива смако-ароматична сірковмісна сполука пива, але присутність великої концентрації ДМС вважають пороком для більшості сортів пива.

Основними шляхами утворення ДМС в пиві вважають хімічну і біохімічну деградацію його попередників – S-метилметіоніну (SMM) і ДМСО, які синтезуються з метіоніну в результаті біохімічних процесів солодорощення ячменю і надходять в пиво переважно із солоду.

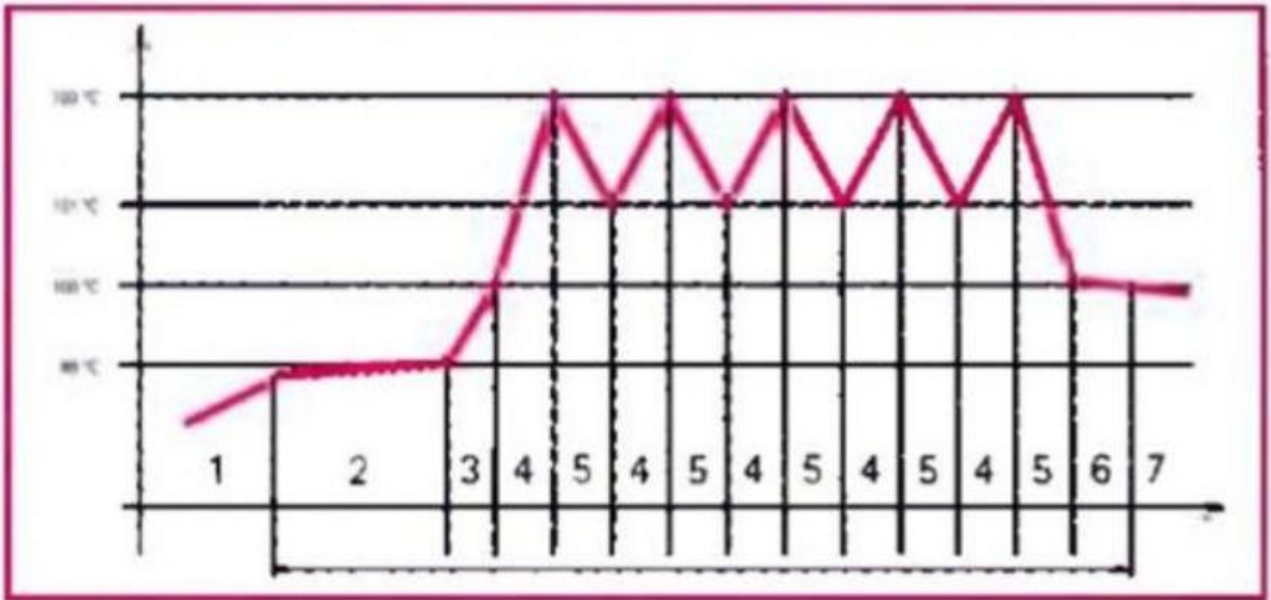


Рисунок. 3.4 - Динамічне кип'ятіння за низького надлишкового тиску: 1- нагрівання сусла, 2 – динамічне кип'ятіння, 3 – попереднє кип'ятіння, 4 – підвищення тиску, 5 – скидання тиску, 6 – кип'ятіння пза атмосферного тиску, 7 – перекачування в гідроциклонний апарат Вірпул.

В технологічному процесі одержання пива істотний вплив на накопичення ДМС в готовому продукті мають процеси затирання, тривалість перебування сусла у вірпулі, процеси бродіння, фізіолого-біохімічні особливості раси дріжджів, але найбільший вплив на перетворення попередників ДМС і видалення вільного ДМС відіграють процеси кип'ятіння сусла з хмелем.

В процесі приготування сусла на стадії його кип'ятіння з хмелем відбувається найінтенсивніше термічне розщеплення SMM у вільний ДМС. Період напіврозпаду його залежить від температури і тривалості кип'ятіння. З підвищенням температури і збільшенням тривалості кип'ятіння він зменшується. Більша частина вільного ДМС випаровується вже через 30 хв. після початку кип'ятіння. Період напіврозпаду збільшується при вищих значеннях рН в зв'язку з чим значення рН сусла до заданої величини встановлюють лише перед закінченням кип'ятіння.

При отриманні пива важливими компонентами хмелю є хмелюві смоли і гіркі речовини, хмелюва олія, дубильні речовини хмелю. Хмелюві смоли або гіркі речовини хмелю – важливі для приготування пива хмелюві компоненти, так як вони надають пиву гіркий смак, - кислоти – у холодному суслі майже не розчиняються. В киплячому суслі структура  $\alpha$ -кислот витримує перебудову, яка називається ізомеризацією. Ізомеризовані сполуки, що виникли, мають значно більшу розчинність, ніж вихідні  $\alpha$ -кислоти[24].

В результаті в кваліфікацій роботі було обрано кип'ятіння сусла динамічним способом за низького надлишкового тиску з внутрішнім кип'ятильником так як це економічно вигідно, менша тривалість і процеси проходять більш глибоко і інтенсивно.

### **Освітлення та охолодження сусла**

Мета – знизити температуру, насичення киснем з повітря та осадження завислих часточок.

Охмелене сусло перекачують насосом в гідроциклонний апарат для освітлення. Час перебування сусла у чані 15-20 хвилин. При охолодженні сусла осідають зважені білкові частинки і хмелеві смоли, випаровується вода. Сусло повинне охолоджуватися швидко. При більш тривалому охолодженні сусло темніє і виникає небезпека потрапляння до нього інфекції.

З гарячого охмеленого сусла виділяють зависи гарячого охмеленого сусла, які називають білковий осад. Вони складаються з великих частинок розміром від 30 до 80 мкм, що важчі за сусло і зазвичай легко та щільно осідають, якщо на це дати час.

Зависи гарячого сусла необхідно видалити, оскільки вони не тільки марні для подальшого виробництва пива, але й шкідливі для якості:

- перешкоджають освітленню осаду;
- «оклеюють» дріжджі;
- збільшує кількість білкового осаду, а разом з ним і втрати.
- містить солодові жирні кислоти;
- перешкоджає фільтрації пива, якщо вчасно не відокремити.

Кількість зависей гарячого сусла в суспензії становить від 6000 до 8000 мг/дм<sup>3</sup>, після перекачки гарячого сусла вона зменшиться до 100 мг/дм<sup>3</sup>. Але метою є їх повне усунення.

Для освітлення сусла на пивоварних заводах найчастіше використовують гідроциклонні апарати. Вони найпростіші за конструкцією, а працюють досить надійно. Гідроциклонний апарат являє собою циліндричний резервуар з

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

невеликим конусом посередині або з похилим днищем. Гаряче сусло подається в апарат тангенційно і з відносно великою швидкістю насосом, внаслідок чого воно набуває обертового руху, а тверді частинки – доцентрової сили. Крім того, утворюється глибока воронка, яка тисне на стовбур білкового осаду, що утворюється у центрі рідини, і він швидко концентрується на дні у центрі апарату[24].

Пивні дріжджі не витримують температури вищої за 40°C, тому перед бродінням сусла його необхідно охолодити до температури, в залежності від властивостей пивних дріжджів. При використанні дріжджів низового бродіння сусло охолоджують до температури 5-6°C, а для дріжджів верхового бродіння – до 14-16°C.

Беручи до уваги, що сусло із гідроциклонного апарату витікає з температурою 90-92°C воно відразу поступає на пластинчатий охолоджувач.

#### Пластинчастий теплообмінник

Принцип роботи заснований на елементарній передачі тепла через металеві елементи.

*Переваги:* високий коефіцієнт теплопередачі, велика адаптивність, компактність, легко в експлуатації.

*Недоліки:* обмежена робоча температура та тиск, опір потоку більший, ніж корпусу і трубки.

Пластинчастий теплообмінник містить безліч пластінок, зроблених з гофрованого металу. Наприклад, деталі можуть проводитися з нержавійки або іншого матеріалу. Вибір залежить від призначення і потреб. Випущені пластинки з'єднуються в конструкцію, після чого кріпляться до спеціальній рамі.

Велика турбулентність теплоносіїв підвищує коефіцієнт передачі тепла. Між металевими пластинами кріпляться прокладки, що виступають герметичним матеріалом. Холодна і гаряча середовища проходять з протилежних сторін. При цьому відбуваються обмін і прогрів компонентів.

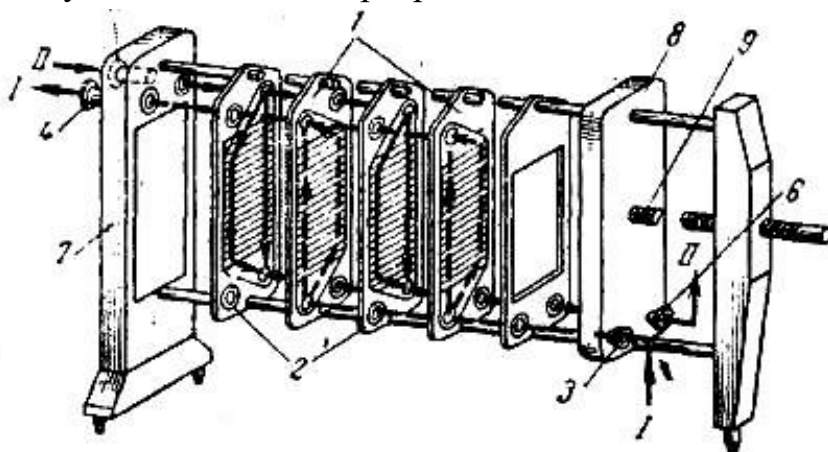


Рисунок. 3.6 - Схема пластинчастого теплообмінника

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1-парні пластини; 2-непарні пластини; 3,4-штуцера для входу та виходу теплоносія I; 5,6- штуцера для входу та виходу теплоносія II; 7-нерухлива головна плита; 8- рухлива головна плита; 9-стяжний гвинтовий пристрій.

В кваліфікаційній роботі передбачено використання гідроциклонного апарата для освітлення сусла та пластинчастий теплообмінник для охолодження за його компактність, адаптивність та легкість в експлкатації.

### 3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми

Зернопродукти із зерносховища подають норією 1 на стрічковий транспортер 2, звідки вони потрапляють в бункер добового запасу світлого солоду 5, бункер добового запасу карамельного солоду 6, бункер добового запасу темного солоду 7 і бункер добового запасу для кукурудзи 4, а потім – у магнітний сепаратор 8, де відбувається відділення феромагнітних домішок. Далі зернопродукти подаєтьсяна повітряно-ситовий сепаратор 9, де вони очищаються від зернових домішок. Після чого іде процес подрібнення солоду у шестивалковій дробарці сухого подрібнення, а несолоджену сировину подрібнюють на двохвалковій дробарці сухого подрібнення. Далі вже очищені зернопродукти зважують на автоматичних вагах 3 і направляють в бункер на одну варку для солоду 11 і бункер на одну варку для несолодженої сировини.

Далі, насосом 13, подрібнені зернопродукти поступають у заторний апарат 12, де відбувається затирання зернопродуктів, туди ж подається розчин молочної кислоти 40% ,зі збірника 22, для регулювання рН, в процесі затирання під час паузи для оцукрювання затір проходить через роторно-пульсаційний апарат 24, де відбувається багаторазова циркуляція потоку, і далі знову повертається в заторний апарат. Насосом 13 затір поступає на фільтрування, яке відбувається на фільтр-пресі 14. Дробина, що виділяється під час фільтрування надходить у збірник дробини 15, а промивні води поступають у збірник промивних вод 21. Після фільтрації сусло надходить на кип'ятіння сусла з хмелем у сусловарильному апараті 16, частина сусла безперервним потоком циркулює по черзі спочатку через бункер гірконого хмелю 17, потім через бункер ароматичного хмелю 23. Охмелене сусло освітлюється у гідроциклонному апараті 18, де відбувається осадження білкового осаду, який надходить у збірник білкового осаду 19. Охолодження сусла відбувається на пластинчастому теплообміннику 20. Далі сусло надходить на бродіння.



1	2	3	4	5	6	7
Смак	Солодови й та хмельовий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Солодовий смак із присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Чистий смак з напою зброженого солодового напою з хмельовою 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. Сторонній запах не допускається.			
Піноутворення	Пиво з масовою часткою сухих речовин 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 сухих речовин у початковому суслі від 12,0 до 20,0 %: висота піни, не менше, мм – 30,0 піностійкість не менше, хв – 2,0					
Примітка. Додаткові вимоги до смаку та аромату пива встановлюються виробником у рецептурі на кожну назву						

Таблиця 4.3

## Фізико-хімічні показники якості пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, см <sup>3</sup> 1 моль/дм <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію на 100 см <sup>3</sup> пива	Кольоровість, см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> розчину йоду на 100 см <sup>3</sup> пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
Світле	8,0-23,0	2,0-7,2	1,6-5,0	0,2-1,8	0,30-0,35
Напівтемне	9,0-23,0	2,4-7,2	1,3-5,0	1,9-3,9	0,30-0,35
Темне	9,0-23,0	2,4-7,0	1,3-5,5	Більше 4,0	0,30-0,33

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ		28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## 4.2 Характеристика сировини

Органолептичні та фізико-хімічні показники світлого солоду згідно ДСТУ 4282:2004 наведено в табл. 4.4-4.5

Таблиця 4.4

### Органолептичні показники світлого та темного солоду (згідно з ДСТУ 4282:2018)

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

Таблиця 4.5

### Фізико-хімічні показники світлого солоду (згідно з ДСТУ 4282:2018)

Назва показника	Норма для солоду		
	Високої якості	I класу	II класу
1	2	3	4
Просів через сито(2.2 × 20)мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5
Кількість зерен, %:			
• мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0
• склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0
• темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			29

Закінчення табл.4.5

1	2	3	4
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,0	5,0	5,8
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, % не менше	80,0	78,5	76,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5
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), %	0,75-0,70	0-69-0,65	0,64-0,55
Тривалість оцукрювання, хв, не більше	10	15	25
<b>Лабораторне сусло</b>			
Колір, 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	Не більше 0,23	Не більше 0,40
або в одиницях ЕВС	Не більше 3,2	Не більше 4,0	Не більше 6,6
Кислотність, см3 1моль/дм3 розчину гідроксиду натрію на 100 см3 сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3
Прозорість(візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція
Кінцева ступінь зброджування, %	79-81	75-78	70-74
В'язкість, МПа·с за 20°С	1,45-1,54	1,55-1,60	1,61-1,78
<p><b>Примітка.</b> Рекомендовані вимоги до якості солоду пивоварного ячмінного за показником — вміст β-глюканів, не більше: для солоду високої якості — 145 мг/л, I класу — 200 мг/л, II класу — 250 мг/л — установлюють у договорі між постачальником і покупцем.</p>			

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ

Таблиця 4.6

**Фізико-хімічні показники карамельного темного солоду**

Найменування показника	I класу	II класу
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	5,0	6,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, %, не менше	75,0	70,0
Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	0,5	0,5
Колір (величина Лінтнера – Ln), не менше	20,0	20,0

Таблиця 4.7

**Вміст токсичних елементів, N-нітрозамінів та мікотоксинів у світлому солоді**

Найменування показника	Допустимі рівні, не більше, мг/кг	Метод визначення
Ртуть	0,03	ДСТУ ISO 11885-2005
Миш`як	0,2	Згідно ДСТУ 4089
Мідь	10,0	ДСТУ ISO 6778- 2003
Свинець	0,5	ДСТУ ISO 11885-2005
Кадмій	0,1	ДСТУ ISO 11885-2005
Цинк	50,0	ДСТУ ISO 10301-2004
N-нітрозаміни	0,015	Згідно з ДСанПіН 4.4.2.030
Мікотоксини:	0,005	Згідно з рекомендаціями № 2273, № 4082, № 3942
Афлатоксин В <sub>1</sub>	1,0	
Зеараленон	0,1	Згідно з рекомендаціями № 2964
T-2 токсин		Згідно з рекомендаціями № 3184

Таблиця 4.8

**Органолептичні показники води (згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10)**

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
Запах при 20°C і при нагріванні до 60°C, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Смак і присмак при 20°C, 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 4.9

**Мікробіологічні показники води (згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10)**

Показники	Норма
Число мікроорганізмів в 1 см <sup>3</sup> води, не більше	100
Число бактерій групи кишкової палички в 1 дм <sup>3</sup> (колі – індекс), не більше	3
Колі – титр	300

Таблиця 4.10.

**Фізико-хімічні показники води (згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10)**

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
1	2	3
Водневий показник, рН	6,0-9,0	Вимірюється рН-метром будь-якої моделі зі скляним електродом з похибкою вимірювань не більше 0,1 рН
Залізо, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,3	За ГОСТ4011-72
Загальна жорсткість, мг*екв/дм <sup>3</sup> , не більше	7,0	За ГОСТ 4151-72
Марганець, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,1	За ГОСТ 4974-72
Мідь, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	1,0	За ГОСТ 4388-72
Поліфосфати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	3,5	За ГОСТ 18309-72
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	500	За ГОСТ 4389-72

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	1000	За ГОСТ 18164-72
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	350	За ГОСТ 4245-72
Цинк, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	5,0	За ОСТ 18293-72

Таблиця 4.11

**Мікробіологічні показники води (згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10)**

Показники	Норма
Число мікроорганізмів в 1 см <sup>3</sup> води, не більше	100
Число бактерій групи кишкової палички в 1 дм <sup>3</sup> (колі – індекс), не більше	3
Колі – титр	300

Хміль гранульований.

Для здешевлення транспортування та зберігання сировини використовують гранулювання хмелю. Хміль дрібно подрібнюють і гранулюють під тиском для отримання гранул сировини. Застосування гранульованого хмелю мало чим відрізняється від звичайного, окрім зручності технічних процесів.

Таблиця 4.12

**Обмежувальні норми якості хмелю гранульованого**

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

SafLager W-34/70 це відомий штам дріжджів отриманий Weihenstephan (Німеччина), який використовується пивоварами у всьому світі. Дозволяє виробляти збалансоване пиво з фруктовим та квітковим ароматом, відмінною питкістю та тонким смаком. Температура бродіння: 12-15°C. Дозування: 80-120 г/гл для бродіння при температурі 12°C. Необхідно збільшити дозування до 200 г/гл при температурі нижче 12°C, до 300 г/гл при температурі 9°C

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2 Характеристика основних та допоміжних матеріалів

Органолептичні та фізико-хімічні показники молочної кислоти відповідно до вимог ДСТУ 4621:2006 наведено в таблицях 4.14 – 4.15.

Таблиця 4.13

### Органолептичні показники молочної кислоти

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

Таблиця 4.14

### Фізико-хімічні показники молочної кислоти

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

**Характеристика допоміжних матеріалів**

Найменування матеріалу	Характеристика	Нормативна документація
Пляшки скляні	Видуваються зі скла вітчизняного виробництва	ТУУ 6-002096 51.1 27-97
Етикетка поліпропіленова	Надрукована на поліпропіленовій стрічці і зберігається у вигляді бухти по 15000-20000 шт.	ТУУ 22.1-16476839-001-04
Етикетка і кольєретка	Для пляшок надруковані на папері густиною 70-80 г/дм <sup>2</sup>	ТУУ 21.2-20625995001-2002

## 5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 5.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Потужність пивоварного заводу становить 5 млн дал пива на рік. Асортимент пива (у % до загального випуску): Чернігівське світле — 30, Чернігівське Light— 40, Повна діжка— 30.

Рецептура проєктованих сортів пива наведена в табл. 4.1.

Основні характеристики сировини для виробництва пива наведені в табл. 5.1.

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

Таблиця 5.1

#### Втрати на стадіях виробництва пива

Втрати	Пиво з масовою часткою початкового сусла, %		
	Українське темне, 13 %	Volfas Engelman IPA, 13%	Чернігівське Light, 11 %
Солоду, % від загального, що надійшов у варильне відділення	0,1	0,1	0,1
Екстракту з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	2,2	2,2	1,75
Екстракту з хмельовою дробиною, стиснення, змочування, % від об'єму гарячого сусла	6,4	6,4	5,8
У бродильному цеху, % від об'єму холодного сусла	2,2	2,2	2,5
При доброджуванні і фільтруванні, % до об'єму молодого пива	2,4	2,4	2,3
В тому числі при розливі, % до об'єму фільтрованого пива	1,1	1,1	1,1
При розливі -у пляшки (за вирахуванням поверхневого пива)	2,5	2,5	2,5
Разом	16,9	16,9	14,95

## 5.2 Продуктові розрахунки

*Українське темне* з початковою концентрацією сусла 13 % готується із 60% солоду ячмінного світлого, 30% солоду ячмінного темного, 10% солоду ячмінного карамельного.

При очищенні солоду втрати становлять 0,1% від його маси, або  $(60 + 30) \times 0,001 = 0,09$  кг.

На подрібнення солоду надходить:

світлого солоду –  $60 - 0,06 = 59,94$  кг;

темного солоду –  $30 - 0,03 = 29,97$ .

При вологості світлого солоду 5 %, темного солоду 5 %, карамельного солоду 5 %, кількість сухих речовин:

в світлому солоді –  $59,94 \times (1 - 0,050) = 56,94$  кг;

в темному солоді –  $29,97 \times (1 - 0,05) = 28,47$  кг;

в карамельному солоді –  $10 \times (1 - 0,05) = 9,8$  кг.

Всього кількість сухих речовин в сировині, яка поступає на подрібнення:

$56,94 + 28,47 + 9,8 = 95,21$  кг.

При екстрактивності світлого ячмінного солоду 78 %, темного солоду 76 %, карамельного – 72 % від маси сухих речовин на затирання надходить:

зі світлим солодом –  $56,94 \times 0,78 = 44,41$  кг;

з темним солодом –  $28,47 \times 0,76 = 21,64$  кг;

з карамельним солодом –  $9,8 \times 0,72 = 7,06$  кг.

Всього в сировині міститься  $44,41 + 21,64 + 7,06 = 73,11$  кг

Екстрактивних речовин ( при втраті з дробиною 2,2 %) в сусло переходить:

$73,11 \times (1 - 0,022) = 71,50$  кг.

В дробині залишається сухих речовин:

$94,81 - 70,66 = 24,15$  кг.

*Volfas Engelman IPA* з початковою концентрацією сусла 13 % готується із 89% солоду ячмінного світлого, 11% солоду ячмінного карамельного.

. Під час полірування солоду втрати складають 0,1% або  $89 \cdot 0,001 = 0,089$  кг. На подрібнення солоду поступає

$89 - 0,089 = 88,91$  кг.

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При вологості світлого солоду 5% та карамельного солоду 5% кількість сухих речовин в заторі становитиме:

$$\text{у світлому солоді} — 89,91 \times (1 - 0,05) = 85,41 \text{ кг};$$

$$\text{у карамельному солоді} — 11 \times (1 - 0,06) = 10,34 \text{ кг}.$$

$$\text{Усього сухих речовин в сировині} 85,41 + 10,34 = 95,75 \text{ кг}.$$

Приймаємо екстрактивність світлого солоду 78%, а карамельного — 72% від маси сухих речовин. Вміст екстрактивних речовин у сировині становитиме:

$$\text{у світлому солоді} — 85,41 \times 0,78 = 66,62 \text{ кг};$$

$$\text{у карамельному солоді} — 10,34 \times 0,72 = 7,4 \text{ кг}.$$

$$\text{Усього екстрактивних речовин міститься} 66,62 + 7,4 = 74,02 \text{ кг}.$$

Частина екстракту (2,2% від маси продуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин

$$74,02 \times (1 - 0,022) = 72,39 \text{ кг}.$$

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:  $95,75 - 72,39 = 23,36 \text{ кг}$ .

*Чернігівське Light.* У 100 кг вихідної сировини знаходиться 90 кг світлого ячмінного солоду та 10 кг кукурудзи. Під час полірування солоду втрати складають 0,1% або  $90 \cdot 0,001 = 0,09 \text{ кг}$ . На подрібнення солоду поступає

$$90 - 0,09 = 89,91 \text{ кг}.$$

При вологості солоду 5% та кукурудзи 13% кількість сухих речовин в заторі становитиме:

$$\text{у солоді} — 89,91 \times (1 - 0,05) = 85,42 \text{ кг};$$

$$\text{у кукурудзі} — 10 \times (1 - 0,13) = 8,7 \text{ кг}.$$

$$\text{Усього сухих речовин в сировині} 85,42 + 8,7 = 94,12 \text{ кг}.$$

Приймаємо екстрактивність солоду 79%, а кукурудзи — 78% від маси сухих речовин. Вміст екстрактивних речовин у сировині становитиме:

$$\text{у солоді} — 85,42 \times 0,79 = 67,48 \text{ кг};$$

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таким чином, об'єм холодного сусла:

Чернігівське Light –  $672,46 \times (1-0,058) = 633,46 \text{ дм}^3$  ;

Volfas Engelman IPA –  $609,45 \times (1-0,064) = 570,45 \text{ дм}^3$ ;

Українське темне –  $544,72 \times (1-0,064) = 509,86 \text{ дм}^3$  .

*Молоде пиво.* Втрати у цеху бродіння становлять для пива Чернігівське Light – 2,5 %, Volfas Engelman IPA – 2,2 %, Українське темне – 2,2 %. Таким чином кількість молодого пива:

Чернігівське Light –  $633,46 \times (1-0,025) = 617,62 \text{ дм}^3$  ;

Volfas Engelman IPA –  $570,45 \times (1-0,022) = 557,9 \text{ дм}^3$ ;

Українське темне –  $509,86 \times (1-0,022) = 498,64 \text{ дм}^3$  .

*Фільтроване пиво.* Витрати у бродильному цеху і цеху фільтрації складає до об'єму пива: Чернігівське Light – 2,3 %, Volfas Engelman IPA – 2,4 %, Українське темне – 2,4 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

Чернігівське Light –  $617,62 \times (1-0,023) = 603,41 \text{ дм}^3$  ;

Volfas Engelman IPA –  $557,9 \times (1-0,024) = 544,51 \text{ дм}^3$ ;

Українське темне –  $498,64 \times (1-0,024) = 486,67 \text{ дм}^3$  .

*Готове пиво.*

Отже, кількість готового пива буде:

Чернігівське Light –  $603,41 \times (1-0,025) = 588,32 \text{ дм}^3$  ;

Volfas Engelman IPA –  $544,51 \times (1-0,025) = 530,9 \text{ дм}^3$ ;

Українське темне –  $486,67 \times (1-0,025) = 474,5 \text{ дм}^3$  .

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

Чернігівське Light –  $672,46 - 588,32 = 84,14 \text{ дм}^3$ ;

Volfas Engelman IPA –  $609,45 - 530,9 = 78,55 \text{ дм}^3$ ;

Українське темне –  $544,72 - 474,5 = 70,22 \text{ дм}^3$ . Або у % до об'єму гарячого сусла:

Чернігівське Light –  $84,14 \times 100/672,46 = 12,51 \%$  ;

Volfas Engelman IPA –  $78,55 \times 100/609,45 = 12,89 \%$  ;

Українське темне –  $70,22 \times 100/544,72 = 12,89 \%$  .

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Визначення витрати хмелю і молочної кислоти

*Хміль та хмелепродукти.*

Чернігівське Light. Для виробництва використано сорт хмелю Нагет,  $G_c$  становить 0,73, вміст  $\alpha$ -кислоти – 9,0%. Втрати по рідкій фазі від гарячого суслу до готового пива – 12,51 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$H_{\text{п}} = (0,73 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100) / (9,0 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 12,51) = 9,48 \text{ г/дал}$$

Volfas Engelman IPA. Для виробництва використано сорт хмелю Магнум,  $G_c$  становить 0,98, вміст  $\alpha$ -кислоти – 10,5 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого суслу до готового пива – 12,89 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$H_{\text{п}} = (0,98 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100) / (10,5 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 12,89) = 11,12$$

г/дал

Українське темне. Для виробництва використано сорт хмелю Геркулес,  $G_c$  становить 0,82, вміст  $\alpha$ -кислоти – 11,8 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого суслу до готового пива – 12,89 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$H_{\text{п}} = (0,82 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100) / (11,8 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 12,89) = 8,36 \text{ г/дал}$$

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

$$9100000 \cdot 0,08 = 728000 \text{ кг}$$

### Визначення кількості відходів

*Пивна дробина.* Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86% визначається множенням кількості СР, що залишилися в дробині, на коефіцієнт  $100 / (100 - 86) = 7,14$ . Кількість пивної дробини при варці суслу пива: Чернігівське Light –  $21,15 \times 7,14 = 151,01$  кг;

Volfas Engelman IPA –  $23,36 \times 7,14 = 166,79$  кг;

Українське темне –  $24,15 \times 7,14 = 172,43$  кг.

*Білковий відстій.* Із 100 кг витрачених зернопродуктів незалежно від найменування пива отримують 1,75 кг відстою з вологістю 80%.

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

Половину надлишкових дріжджів використовують як засівні, а інша – є відходом. Кількість дріжджів, яка йде на відходи, визначають множенням кількості товарного пива в  $\text{дм}^3$  на 0,01:

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чернігівське Light –  $588,32 \times 0,01 = 5,88 \text{ дм}^3$ ;

Volfas Engelman IPA –  $530,9 \times 0,01 = 5,31 \text{ дм}^3$ ;

Українське темне –  $474,5 \times 0,01 = 4,75 \text{ дм}^3$

*Діоксид вуглецю.* При спиртовому бродінні із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо зброджений екстракт – це мальтоза, то вираховуємо кількість діоксиду вуглецю, що утворюється.

Збродження мальтози можна виразити таким рівнянням:



В бродильне відділення поступило холодного сусла пива:

Чернігівське Light –  $633,46 \times 1,0442 = 661,46 \text{ кг}$ ;

Volfas Engelman IPA –  $570,45 \times 1,0526 = 600,46 \text{ кг}$ ;

Українське темне –  $509,86 \times 1,0611 = 541,01 \text{ кг}$ .

В ньому наявність екстрактивних речовин:

Чернігівське Light –  $661,46 \times 0,11 = 72,76 \text{ кг}$ ;

Volfas Engelman IPA –  $600,46 \times 0,13 = 78,06 \text{ кг}$ ;

Українське темне –  $541,01 \times 0,13 = 70,33 \text{ кг}$ .

За дійсним ступенем збродження Чернігівське Light пива утворюється діоксиду вуглецю 48,7 %, Volfas Engelman IPA – 56,2 %, Українське темне – 51,4 %:

Чернігівське Light –  $72,76 \times 0,487 \times (44 \times 4/342) = 18,07 \text{ кг}$ ;

Volfas Engelman IPA –  $78,06 \times 0,562 \times (176/342) = 22,37 \text{ кг}$ ;

Українське темне –  $70,33 \times 0,514 \times (176/342) = 18,44 \text{ кг}$ .

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

Чернігівське Light –  $661,46 \times 0,0035 = 2,32 \text{ кг}$ ;

Volfas Engelman IPA –  $600,46 \times 0,0035 = 2,1 \text{ кг}$ ;

Українське темне –  $541,01 \times 0,0035 = 1,89 \text{ кг}$ .

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

Чернігівське Light –  $18,07 - 2,32 = 15,75 \text{ кг}$ ;

Volfas Engelman IPA –  $22,37 - 2,1 = 20,27 \text{ кг}$ ;

Українське темне –  $18,44 - 1,89 = 16,55 \text{ кг}$ .

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

Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

Чернігівське Light –  $15,75 / 1,832 = 8,6 \text{ м}^3$ ;

Volfas Engelman IPA –  $20,27 / 1,832 = 11,06 \text{ м}^3$ ;

Українське темне –  $16,55 / 1,832 = 9,03 \text{ м}^3$

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Виправний брак пива.* За нормативами допускається формування такого пива до 2% для всіх найменувань пива.

Чернігівське Light –  $588,32 \times 0,02 = 11,77 \text{ дм}^3$ ;

Volfas Engelman IPA –  $530,9 \times 0,02 = 10,62 \text{ дм}^3$ ;

Українське темне –  $474,5 \times 0,02 = 9,49 \text{ дм}^3$ .

Зведена таблиця продуктивних розрахунків. Отримана кількість продуктів на 100 кг зернової сировини, 1 дал пива та річний випуск продукції зведена в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2

**Зведена таблиця продуктивних розрахунків**

Продукти	Чернігівське Light 11%			Volfas Engelman IPA 13%			Українське темне 13%		
	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 1,5 млн. дал	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 2 млн. дал	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 1,5 млн. дал
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зернова сировина, кг:									
світлий солод	90	1,53	2295000	89	1,68	336000	60	1,26	1890000
карамельний солод	—	—	—	11	0,2	400000	10	0,21	315000
темний солод	—	—	—	—	—	—	30	0,63	945000
кукурудза	10	0,17	255000	—	—	—	—	—	—
Усього, кг	100	1,7	2490000	100	1,88	376000	100	2,1	3150000

Закінчення табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інші види сировини									
Хміль:									
гранульований	30,4	0,52	780000	8,0	0,15	300000	8,7 6	0,18	270000
Молочна кислота 100 %-ва	0,08		120000	0,08		160000	0,0 8		120000
Проміжні продукти, дм <sup>3</sup>									
гаряче сусло	672, 46	11,13	183645 00	609,45	11,21	21579 250	544,7 2	11,3 5	2184875 0
холодне сусло	633,46	10,51	173415 00	570,45	10,49	20193 250	509,8 6	10,5 2	2025100 0
фільтроване пиво	603,41	10,26	169290 00	544,51	10,26	19750 500	486,6 7	10,2 5	1973125 0
товарне пиво	588,32	10,0	165000 00	530,9	10,0	19250 000	474,5	10,0	1925000 0
Відходи:									
пивна дробина, кг	151,01	1,70	280500 0	166,79	3,81	73342 50	172,4 3	2,95	5678750
відстій сепараторний, кг	1,75	0,025	41250	1,75	0,037	71225	1,7 5	0,04 4	84700
надлишкові дріжджі, дм <sup>3</sup>	5,88	0,1	165000	5,31	0,099	19057 5	4,75	0,09 9	190575
діоксид вуглецю, кг	8,6	0,129	212850	11,06	0,308	59290 0	9,03	0,48	924000
відходи від полірування, кг	0,09	0,001	1650	0,089	0,000 4	770	0,09	0,00 2	3850

					РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					44

### 5.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

*Пляшки.* Приймаємо, що пиво розливається в пляшки місткістю 0,5 дм<sup>3</sup>. необхідна кількість пляшок:

$$N_{\text{пл.заг}} = Q \cdot 100 / (V(100 - K_6)) \text{ шт.};$$

$$N_{\text{пл.нов}} = Q \cdot (K_n + K_6) / (100V) \text{ шт.};$$

$$N_{\text{пл.об}} = Q / (Vn) \text{ шт.},$$

де  $N_{\text{пл.заг}}$ ,  $N_{\text{пл.нов}}$ ,  $N_{\text{пл.об}}$  — необхідна кількість пляшок відповідно загальна, но-вих і зворотних, шт.;  $Q$  — річний випуск продукції в пляшках, дм<sup>3</sup>;  $V=0,5$  — місткість пляшки, дм<sup>3</sup>;  $K_6=3,09$  — бій пляшок при зберіганні, митті і розливі,

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

$$N_{\text{пл.заг}} = 5000000 \cdot 100 / 0,5 (100 - 3,09) = 10309278,4 = 10,31 \text{ млн. шт.},$$

$$N_{\text{пл.нов}} = 5000000 \cdot (5 + 3,09) / 0,5 \cdot 100 = 809000 \sim 809 \text{ тис. шт.},$$

$$N_{\text{пл.об}} = 5000000 / 0,5 \cdot 40 = 250 \text{ тис. шт.},$$

*Ящики.* У стандартні ящики укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup>.

Для укладання всієї продукції з урахуванням 2% зносу необхідно ящиків:

$$10,31 / 20(1 - 0,02) = 0,526 \text{ млн. або } 52,6 \text{ тис. шт.}$$

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

$$52,6 \cdot (100 - 90) / 100 = 5,26 \text{ тис. шт.}$$

Необхідність в ящиках при 40 оборотах пляшок на рік складає:

$$10,31 / 40 \cdot 20 = 0,0128 \text{ млн. або } 1,28 \text{ тис. шт.}$$

*Кегі.* Розливають 5 млн. дал пива на рік.

Для кегів місткістю 5 дал необхідно кегів

$$5 / 5 = 1 \text{ млн. кегів.}$$

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

$$5(100 - 90) / 100 = 0,5 \text{ млн. кегів.}$$

Потреба в оборотних кегах при 40 обертах кожного кега на рік

$$5 / 40 = 0,125 \text{ млн. кегів} = 125 \text{ тис. кегів.}$$

*Кронен-пробки і етикетки.* За нормами витрат на 1 дал пива необхідно 104,5 % кронен-пробки і 103 % етикеток від кількості пляшок готової продукції і в середньому 20,9 етикеток, що необхідно на річний випуск продукції:

					РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кронен-пробок —  $10,31 \cdot 1,045 = 10,77$  млн. шт.;

етикеток —  $10,31 \cdot 1,03 = 10,6$  млн. шт.

*Розрахунок миючих розчинів.* У виробництві пива використовують воду та розчин каустичної соди (не менше 1% концентрації для миття скляної пари). Розрахунок каустичної соди:

$$x = \frac{1000 * T_{0,5\text{тара}}}{1000000 * 0,01} * 2,5$$

де  $T_{0,5\text{тара}}$  – кількість скляної тари формату 0,5 л, шт.;

1000 – кількість каустичної соди для миття 1 млн. пляшок, кг;

0,01 – концентрація робочого розчину соди, %;

2, 5 – коефіцієнт запасу та на миття обладнання.

$$x = \frac{1000 * 5260}{1000000 * 0,01} * 2,5 = 1315 \text{ л}$$

*Клей декстрин для наклеювання етикеток на пляшки.* На наклеювання етикеток на пляшки місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> витрачають 5,5 г на 1 дал пива. На річний випуск пива в пляшках місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> необхідно декстрину:

$$10,31 \cdot 0,275 / 1000 = 2835 \text{ кг.}$$

Кількість тари та допоміжних матеріалів наведена в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

**Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів**

Тара і допоміжні матеріали	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	добу	рік
Пляшки, млн. шт.:		
загальна кількість	0,032	10,31
нові	0,0025	0,81
оборотні	0,00077	0,25
Ящики, млн. шт.:		
загальна кількість	0,0016	0,526
нові	0,00016	0,0526
оборотні	0,00004	0,0128
Кронен-пробки, млн. шт.	0,0333	10,77
Етикетки, млн. шт.	0,0328	10,6
Каустична сода, кг	3,51	1315
Клей декстрин, кг	8,78	2835

					РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Розрахунок площі виробничого цеху ( $F_{ц}$ ) здійснюють з урахуванням площ зайнятих основним обладнанням, відділень, які створенні для обслуговування основного виробництва, площ складу та площ відділень, які постачають енергоресурси.

$$F_{ц} = K * F_{в}$$

де  $K$  – коефіцієнт допоміжної площі;

$F_{в}$  – фактична площа, яке займає обладнання,  $m^2$

$$F_{ц} = 1,5 * 394 = 591 m^2$$

Склад хмелю

За нормами технологічного проектування склад має вміщувати річний запас хмелю. Площа складу для хмелю визначається за формулою:

$$S = \frac{\sum Q_i * q_i}{q_s} K_{пр}$$

де  $Q_i$  – річний випуск пива кожного сорту, тис. дал;

$q_i$  – питомі витрати хмелю на кожний сорт, г/дал;

$q_s$  – нормоване навантаження під час складування хмелю,  $кг/m^2$ ;

$K_{пр}$  – коефіцієнт, що враховує вільну площу на складі для проходів. На  $1 m^2$  складу розміщується  $180 кг$  хмелю, на проходи виділено  $25 \%$  загальної складської площі.

$$S = \frac{1500*9,48+2000*11,12+1500*8,36}{200} * 1,25 = 306,25 m^2$$

Склад молочної кислоти.

Площу складу розраховують з урахуванням запасу на місяць і  $50\%$  вільної площі для обслуговування. Завод працює  $10,76$  місяці на рік ( $323$  днів/  $28,5$  робочих дня місяця). На  $1 m^2$  зберігається  $1 т$  кислоти  $25$  мішків по  $40 кг$ ). Потрібна площа складу:

$$S = \frac{0,087*28,5}{1*0,5} = 4,96 m^2$$

					РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Потужність заводу (Q) складає 5 000 000 дал пива на рік. Із них 1 1500000 дал — Чернігівське Light, 2000000 дал Volfas Engelman IPA та 1500000 дал Українське темне.

Варильне відділення працює 2 зміни на добу, 28,5 діб на місяць та 323 дня на рік (з урахуванням 36 год/міс на дезінфекцію та профілактичний ремонт).

*Річна витрата зернопродуктів* розраховується виходячи з того, що на 1 дал товарного пива витрачається зернової сировини:

Чернігівське Light 1,7 кг;

Volfas Engelman IPA — 1,88 кг;

Українське темне — 2,1 кг.

Отже, отримаємо:

Чернігівське Light —  $G_{\text{річн}} = 1500000 \cdot 1,7 = 2550000$  кг;

Volfas Engelman IPA —  $G_{\text{річн}} = 2000000 \cdot 1,88 = 3760000$  кг;

Українське темне —  $G_{\text{річн}} = 1500000 \cdot 2,1 = 3150000$  кг;

Разом —  $G_{\text{річн}} = 2550000 + 3760000 + 3150000 = 9460000$  кг.

*Добова витрата зернопродуктів* розраховується виходячи з того, що випуск продукції в найбільш напружений квартал приймається рівним 30 % від річного. При роботі варильного відділення 28,5 діб в місяць добова витрата зернопродуктів складає:

$G_{\text{доб}} = (9460000 \cdot 0,3) / (28,5 \cdot 3) = 33192,9$  кг ~ 33,2 т.

За добою переробкою зернопродуктів підбираємо варильний агрегат.

Уточнений одноразовий засип складає:

$Q_{\text{од}} = 33,2 / 5,4 = 6,1$  т,

де Z — оборотність варильного агрегату.

Далі розраховуємо транспортне обладнання – норію для солоду та кукурудзи.

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

Приймаємо, що норія для відпуску солоду та кукурудзи з зернохочища працює щоденно протягом 3 годин. Тоді її продуктивність повинна бути не менше:

$$Q_{\text{норії}} = 33,2/3 = 11,1 \text{ т/год,}$$

Приймаємо до встановлення 1 норію НКЗ-20, потужністю 20 т/год по «важкому зерну» або  $20 \cdot (0,53/0,75) = 14,1$  т/год по солоду.

Продуктивність транспортеру складає:

$$Q_{\text{тр}} = 155 \cdot B^2 \cdot P \cdot \rho,$$

де  $B$  — ширина стрічки (0,2 м);

$v$  — швидкість стрічки (1,25 м/с);

$\rho$  — насипна густина, т/м.

$$Q_{\text{тр}} = 155 \cdot 0,4^2 \cdot 1,25 \cdot 0,53 = 16,4 \text{ т/год.}$$

Для подачі зерна від норії приймаємо **стрічковий транспортер ЛТ-4-400.**

**Ваги автоматичні** для зважування солоду і кукурудзи приймаємо ваги марки ВБА-1100-П продуктивністю 2-6 т/год.

Далі розраховуємо бункери для солоду та несолодженої сировини.

**Бункер для світлого солоду:**

Об'єм добового запасу

$$V = 23,4/0,53 \cdot 1,1 = 48,6 \text{ м}^3$$

Обираємо бункер об'ємом 50 м<sup>3</sup>.

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \sqrt{2/2 \cdot 0,5774 \cdot 4} = 1,63 \text{ м}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = (50/4^2) - (1/3) \cdot 1,63 = 4,6 \text{ м}$$

**Бункер для карамельного солоду:**

Об'єм добового запасу

$$V = 2,2/0,53 \cdot 1,1 = 4,6 \text{ м}^3$$

Обираємо бункер об'ємом 5 м<sup>3</sup>.

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \sqrt{2/2 \cdot 0,5774 \cdot 2} = 0,82 \text{ м}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = (5/2^2) - (1/3) \cdot 1,63 = 1,5 \text{ м}$$

**Бункер для темного солоду:**

Об'єм добового запасу

$$V = 2,9/0,53 \cdot 1,1 = 6 \text{ м}^3$$

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

Обираємо бункер об'ємом 6,5м<sup>3</sup>

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \sqrt{2/2} * 0,5774 * 2 = 0,82\text{м}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = (6,5/2^2) - (1/3) * 1,63 = 2,1\text{м}$$

**Бункер для кукурудзи:**

Об'єм добового запасу

$$V = 0,8/0,53 * 1,1 = 1,6\text{м}^3$$

Обираємо бункер об'ємом 2м<sup>3</sup>

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \sqrt{2/2} * 0,5774 * 2 = 0,82\text{м}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = (2/2^2) - (1/3) * 1,63 = 0,3\text{м} \sim 0,5\text{м}$$

**Магнітний сепаратор для солоду обираємо Б8-БММ** з продуктивністю 8 т/год. Для несолодженої сировини обираємо МС120 з продуктивністю 1,2 т/год.

**Повітряно-ситовий сепаратор для солоду приймаємо АСХ** з продуктивністю 8 т/год. Для несолодженої сировини обираємо АСХ-2,5 з потужністю 2 т/год.

**Для подрібнення солоду приймаємо шестивалкову дробарку сухого подрібнення.**

Потужність дробарки 10/1,5=6,7 т/год, тоді беремо дробарку потужністю 7,5 т/год.

**Для подрібнення несолодженої сировини приймаємо двохвалкову дробарку сухого помелу.**

Потужність дробарки 3/1,5=2 т/год.

**Збірник для хмелю.**

Об'єм добового запасу

$$V = 4,1/0,53 * 1,1 = 8,51\text{м}^3$$

Обираємо бункер об'ємом 9 м<sup>3</sup>

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \sqrt{2/2} * 0,5774 * 4 = 1,63\text{м}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = (9/2^2) - (1/3) * 1,63 = 3,12\text{м}$$

**Збірник молочної кислоти**

Об'єм добового запасу

$$V = 1,2/0,53 * 1,1 = 2,5\text{м}^3$$

Обираємо бункер об'ємом 3 м<sup>3</sup>

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \sqrt{2/2} * 0,5774 * 2 = 0,82\text{м}$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота прямокутної частини:

$$h=(3/2^2)-(1/3)*1,63=0,7\text{м}$$

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

$$2,4 \cdot 10=24 \text{ м}^3$$

Збірник виготовляється в формі горизонтального циліндра, який оснащений змієвиком для обігріву. Приймаємо діаметр збірника 3 м, довжина:

$$4*24/3,14*3^2=3,5\text{м}$$

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

Об'єм заторної маси із 10 т зернопродуктів відповідно  $10000 \cdot 3,5=350 \text{ м}^3$ .

Приймаємо шерстеренчастий насос марки DWO120D з подачею до 25 м<sup>3</sup> /год.

**Насос для перекачування сусла.** Відповідно до режиму варки сусла з хмелем перекачка охмеленого сусла із сушварильного апарату йде на протязі 30 хвилин.

Об'єм сусла, відповідно до продуктового розрахунку складає 500 л на 100 кг зернопродуктів. Отже, із однієї варки отримуємо сусла:

$$6000*500/100=30000\text{л}$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$30000*60/30=60000\text{л}$$

Для розрахованої потужності приймаємо насоси DWO150D продуктивністю 90 м<sup>3</sup> /год та напором 45 м<sup>3</sup>.

**Гідроциклонний апарат.** Для підпору Вірпула знаходимо його повний об'єм, м<sup>3</sup> :

$$6*10/0,8=75\text{м}^3$$

Приймаємо гідроциклонний апарат РЗ-ВГ-16 продуктивністю 750 м<sup>3</sup> /год, повний об'єм 100 м<sup>3</sup>. Діаметр — 6000 мм, висота — 2700 мм.

**Заторний апарат.** Приймаємо два апарати марки ВКЗ-4 засипом на 6 т. Габаритні розміри, мм: діаметр – 2750, висота – 1300.

**Сушварильний апарат.** Приймаємо один апарат діаметр 3000 мм, висота 1250 мм

Було прийнято один **роторно-пульсаційний апарат** марки БСР з габаритними розмірами 700х600х1500.

**Теплообмінник**  $0,2*1008,72=201,7 \text{ кг}$

$$Q=201,7*3,897*(92-12)=62882 \text{ кДж}$$

Кількість пари  $G=62882/(2100-120*4,2)=39,4 \text{ кг}$

$$V=3,3 \text{ м}^3$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийнято двохсекційний пластинчастий теплообмінник габаритні розміри 1275x700x1200.

Характеристика обраного технологічного та допоміжного обладнання наведена в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

**Характеристика технологічного та допоміжного обладнання**

№	Номер позиції на апаратурно-технологічній схемі	Назва, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика обладнання	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Норія НКЗ-20	1	Продуктивність, т/год, 20. Максимальна висота підйому, м, 24. Швидкість стрічки, м/с, 2,53. Маса, кг, 1100.	1,5	3	Україна
2	2	Стрічковий транспортер ЛТ-4-400	1	Продуктивність, 20 т/год. Ширина стрічки транспортерної, мм, 400. Довжина конвеєра, м, 4.	1,5	3	Україна
3	3	Ваги автоматичні ВБА-1100-П	2	Продуктивність, т/год, 6. Габаритні розміри, мм, 1000×1100×1500. Маса, кг, 565.	—	—	Україна
4	5	Бункер для світлого солоду	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 50. Висота пірамідальної частини, м, 1,63. Висота прямокутної частини, м, 4,6.	—	—	Україна
5	6	Бункер для карамельного солоду	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 5. Висота пірамідальної частини, м, 0,82. Висота прямокутної частини, м, 1,5.	—	—	Україна

Продовження табл. 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8
6	7	Бункер для темного солоду	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 6,5. Висота пірамідальної частини, м, 0,82. Висота прямокутної частини, м, 2,1.	—	—	Україна
7	4	Бункер для кукурудзи	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 2. Висота пірамідальної частини, м, 0,82. Висота прямокутної частини, м, 0,5.	—	—	Україна
8	9	Повітряно-ситовий сепаратор АСХ	1	Продуктивність т/год, 8. Частота обертів двигуна, об./хв, 950. Габаритні розміри, мм, 1400×1330×1905. Маса, кг, 565.	4	1,5	Україна
9	9	Повітряно-ситовий сепаратор АСХ-2,5	1	Продуктивність т/год, 2. Частота обертів двигуна, об./хв, 920. Габаритні розміри, мм, 731×1205×1860. Маса, кг, 300.	1,1	1,5	Україна
10	8	Магнітний сепаратор Б8-БММ	1	Продуктивність 8 т/год. Кількість магнітний блоків 2 шт. Габаритні розміри, мм, 290×340×700. Маса, кг, 27.	4	1,5	Україна
11	8	Магнітний сепаратор МС120	1	Продуктивність 1,2 т/год. Габаритні розміри, мм, 285×296×525. Маса, кг, 25.	1,1	1,5	Україна
12	11	Бункер для очищеного солоду	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 2. Висота пірамідальної частини, м, 0,62. Висота прямокутної частини, м, 0,11.	—	—	Україна
13	10	Двохвалкова дробарка сухого помелу	1	Продуктивність, т/год, 7,5. Габаритні розміри, мм, 1400×1400×6000. Маса, кг, 650.	10	7	Польща

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ОБЛАДНАННЯ

## Продовження табл. 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8
14	10	Шестивалкова дробарка сухого помелу	1	Продуктивність, т/год, 2. Габаритні розміри, мм, 800×750×2000. Маса, кг, 300.	10	7	Польща
15	12	Заторний апарат ВКЗ-4	2	Місткість, м <sup>3</sup> , 10. Площа поверхні нагріву, м <sup>2</sup> , 5. Внутрішній діаметр, мм, 2750. Висота, мм: циліндричної частини – 1300, кришки – 1450, сферичного днища – 1000. Частота обертання, об./хв: мішалки – 42, електродвигуна – 1550.	3	8	Україна
16	16	Сушварильний апарат	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 12. Площа поверхні нагріву, м <sup>2</sup> , 9. Внутрішній діаметр, мм, 3000. Діаметр із шаром теплоізоляції, мм, 3100. Висота, мм: циліндричної частини – 1250, кришки – 1450, сферичного днища – 1020. Частота обертання, об./хв: мішалки – 42, електродвигуна – 1500.	3	8	Україна
17	14	Фільтр-прес Meura 2001	1	Габаритні розміри: довжина 8000, ширина 2100.	2,2	8	Україна
18	17	Збірник для хмелю	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 9. Висота пірамідальної частини, м, 1,63. Висота прямокутної частини, м, 4,6.	—	—	Україна
19	22	Збірник для молочної кислоти	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 3. Висота пірамідальної частини, м, 0,82. Висота прямокутної частини, м, 0,7.	—	—	Україна

Закінчення табл. 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8
20	21	Збірник промивних вод	1	Місткість, м <sup>3</sup> , 20. Діаметр 3м, довжина 3,5 м.	—	—	Україна
21	15	Збірник дробини	1	Місткість, 6 т. Габаритні розміри, мм, 14000×2300×2100.	—	—	Україна
14	13	Насос для перекачування затору DWO120D	1	Подача, м <sup>3</sup> /год, 25. Габаритні розміри, мм, 358×170×226.	1,1	4	Україна
15	13	Насос для перекачування суслу DWO150D	1	Подача, м <sup>3</sup> /год, 45. Габаритні розміри, мм, 364×193×253.	1,1	4	Україна
16	18	Гідроциклонний апарат РЗ-ВГ-16	1	Продуктивність 750 м <sup>3</sup> /год, повний об'єм 100 м <sup>3</sup> , діаметр — 6000 мм, висота — 2700 мм.	—	—	Україна
17	19	Збірник білкового осаду	1	Об'єм 15 м <sup>3</sup> , діаметр 2500 мм, висота 350 мм, висота циліндричної частини 1250 мм	—	—	Україна
18	24	Роторно-пульсаційний апарат БСР	1	Габаритні розміри, мм, 700×600×1500, маса 80 кг.	2,3	8	Україна
19	20	Двохсекційний пластинчастий теплообмінник	1	Продуктивність – 1500 дм <sup>3</sup> /год, використаного тепло агента – 12 м <sup>3</sup> /год, кількість пластин – 86 шт, поверхня теплообміну - 0,15 м <sup>2</sup> , габаритні розміри мм: 1278×700×1200	—	—	Україна

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

### **8.1 Основи системи управління якістю та безпекою харчової продукції**

#### Система управління

Система управління якістю (ISO 9001:2015) — система взаємопов'язаних, орієнтованих на задоволення споживачів процесів, які постійно поліпшуються завдяки лідерству керівництва і залучення персоналу, діючих на підставі фактів, а також взаємовигідних стосунків з постачальниками.

Система управління безпекою харчових продуктів (ISO 22 000:2018) — попереджувальна система для забезпечення безпеки харчових продуктів (постійний аналіз небезпечних чинників та перевірка критичних контрольних точок на всіх етапах виробництва).

Система екологічного керування (ISO 14 001:2015) — розробка та запровадження екологічної політики компанії, керування її екологічними аспектами.

Система управління безпекою та гігієною праці (ISO 45 001:2018) — дає можливість організації управляти ризиками в області безпеки і гігієни праці і покращувати свої показники в цій області.

Деякі аспекти стандартизації пива включають:

1. Сировина: використовує високоякісний солод і хміль, які відповідають вимогам стандартів якості.

2. Виробництво: Процес виробництва пива на «Оболоні» суворо контролюється та відповідає вимогам стандартів безпеки та якості. Виробнича лінія оснащена сучасною технікою, що забезпечує стабільність якості продукції.

3. Контроль якості: має власну лабораторію, де регулярно проводяться мікробіологічні та хімічні дослідження пива. Це забезпечує високу якість і безпеку продукції.

4. Смакові характеристики: прагне розробляти рецепти, щоб донести споживачам приємний смак і аромат пива. Також вони враховують бажання споживачів і створюють модні тренди.

5. Упаковка: забезпечує належне пакування пива, що допомагає зберегти якість і свіжість пива. Вони використовують сучасні технології упаковки, такі як пляшки, банки та бочки.

Дотримується національних і міжнародних стандартів якості, таких як ISO, НАССР та інші, що допомагає забезпечити високу якість і безпеку продукції.

Деякі аспекти вимірювання пива включають:

1. Вимірювання спирту. Вимірювання пива передбачає розробку методів і стандартів для точного вимірювання вмісту спирту в пиві. Це може включати використання газової хроматографії, рефрактометрії або інших методів.

2. Вимірювання екстракції: екстракт пива відображає смак і аромат солоду. Вимірювання пива передбачає розробку методів точного вимірювання екстракту за допомогою денситометрів або інших методів.

3. Вимірювання кислотності: кислотність пива є важливим параметром, який впливає на смак і стабільність пива. Вимірювання пива передбачає розробку методів вимірювання кислотності за допомогою рН-метрів або інших методів.

4. Вимірювання кольору: параметри кольору пива визначають спектрофотометричними або колориметричними методами. Метрологія пива забезпечує встановлення стандартів і методів для точного вимірювання кольору пива.

5. Контроль якості: Вимірювання пива також включає розробку методів і стандартів контролю якості продукції. Це може включати аналіз різних параметрів, таких як мікробіологічна чистота, стабільність та інші фізичні та хімічні властивості пива.

Вимірювання пива відіграє важливу роль у забезпеченні точності та якості вимірювань, а також у впровадженні стандартів і методів контролю якості пива. Це допомагає забезпечити однорідність і високу якість продукту.

Сертифікація пива включає процес оцінки та підтвердження відповідності продукції певним вимогам стандартів якості та безпеки. Щоб отримати сертифікат, може виконати такі дії:

1. Вибір стандартів: визначає, які стандарти якості та безпеки є найважливішими для її продукції. Це можуть бути національні стандарти, наприклад ДСТУ, або міжнародні стандарти, наприклад ISO.

2. Оцінка відповідності: оцінює свою продукцію за обраними стандартами. Це може включати лабораторне тестування, аналіз фізичних і хімічних властивостей пива та перевірку виробничого процесу.

3. Аудит: може бути перевірено на відповідність стандартам. Це може включати оцінку систем управління якістю, виробничих процесів і контролю якості.

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Сертифікація: Після проходження процесу оцінки та перевірки на відповідність може отримати сертифікат, що підтверджує відповідність продукції вимогам стандарту.

Сертифікація пива може залежати від регіональних і міжнародних вимог. Важливо зазначити, що сертифікація – це процес, який вимагає постійного вдосконалення та оновлення, оскільки стандарти та вимоги можуть змінюватися з часом.

Система управління безпечністю – це попереджувальна система для забезпечення безпеки харчових продуктів. Вона заснована на розумному застосуванні наукових та технічних принципів до всього виробництва харчових продуктів.

Метою НАССР є виявлення можливих небезпек для споживачів протягом усього виробничого процесу та встановлення контролю для забезпечення безпеки продукції для споживачів.

Система НАССР – це інструмент управління, який забезпечує метод створення ефективного плану контролю небезпек. Він заснований на записаних даних про причини харчових захворювань.

Це зрозуміла та логічна система, що враховує всі інгредієнти і матеріали, які входять в склад продукту, технологію виготовлення та майбутнє використання продукту. Послідовність розроблення і впровадження системи управління безпекою реалізується за допомогою 12 кроків.

Для розроблення та впровадження системи НАССР на підприємстві мають бути запроваджені програми-передумови. Програми передумов - основні умови безпеки харчових продуктів і діяльності, необхідні для підтримки санітарії навколишнього середовища протягом усього харчового виробництва, придатних для виробництва і постачання безпечних кінцевих харчових продуктів для споживання та поводження з ними людьми. Вони повинні розроблятися відповідно до наказу Мінагрополітики 590.

На підприємстві впроваджені 13 програм-передумов, які ефективно функціонують.

Програма-передумова системи НАССР щодо належного планування виробничих, допоміжних та побутових приміщень забезпечує зниження ризику перехресного забруднення, правильне планування розміщення заводу та приміщень у ньому, ефективне здійснення гігієнічного оброблення. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, токсичні речовини, сторонні домішки (деталі обладнання, пил).

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програма-передумова системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування забезпечує створення виробничих умов для запобігання забруднення продуктів та підтримування їх у належному стані, здійснення планових та позапланових ремонтних робіт. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, токсичні речовини, сторонні домішки (деталі обладнання, ремонтні матеріали, пил).

Програма-передумова системи НАССР щодо планування та стану комунікацій забезпечує належний стан комунікації для проведення технологічних процесів, оцінювання ризиків, які можуть виникнути при неналежному стані комунікацій. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, деталі освітлення, пил.

Програма-передумова системи НАССР щодо безпечності води, льоду, пари, допоміжних матеріалів забезпечує визначення джерела водопостачання, підтримування у належному стані системи постачання води, підготовку води до використання, оцінювання ризиків які можуть виникнути внаслідок використання матеріалів. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, токсичні елементи, пестициди, антибіотики, нітрати, радіонукліди, гормональні препарати, сторонні домішки.

Програма-передумова системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь забезпечує запровадження процедури миття та дезінфекції, перевірка їх частоти та ефективності, запровадження коригувальних дій у разі виявлення невідповідностей. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, залишки миючих засобів.

Програма-передумова системи НАССР щодо здоров'я та гігієни персоналу забезпечує розроблення правил поведінки і особистої гігієни працівників та виконання їх, періодичний медичний огляд. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми.

Програма-передумова системи НАССР щодо поводження з відходами виробництва та сміттям, їх збору та видалення з потужності забезпечує контроль за вчасним вивезенням сміття та утилізацією відходів. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми.

Програма-передумова системи НАССР щодо контролю за шкідниками, визначення виду, запобігання їх появі, засобів профілактики та боротьби забезпечує визначення виду шкідників, розміщення засобів боротьби зі

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шкідниками та періодична перевірка їх. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, токсичні речовини.

Програма-передумова системи НАССР щодо безпечного зберігання та використання токсичних сполук та речовин забезпечує складання переліку токсичних сполук і речовин, розроблення правил приймання, зберігання та роботи з ними. Небезпечні фактори, які контролюють: токсичні речовини.

Програма-передумова системи НАССР щодо специфікації і контролю постачальників забезпечує розроблення та впровадження процедури вхідного контролю сировини та матеріалів. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, токсичні речовини, сторонні домішки.

Програма-передумова системи НАССР щодо зберігання та транспортування забезпечує створення належних умов для зберігання та транспортування харчових продуктів, розроблення інструкції «Про належну ідентифікацію харчових продуктів, допоміжних матеріалів для переробки харчових продуктів, предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами під час зберігання». Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми.

Програма-передумова системи НАССР щодо контролю технологічних процесів забезпечує запровадження процедури контролю за невідповідними харчовими продуктами та коригувальних дій, якщо вони є небезпечні. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, токсичні речовини, сторонні домішки

Програма-передумова системи НАССР щодо маркування харчових продуктів та поінформованості споживачів забезпечує належного маркування харчових продуктів для інформування споживачів. Небезпечні фактори, які контролюють: патогенні мікроорганізми, алергени.

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

Таблиця 8.1

### Схема технохімічного і мікробіологічного контролю технологічних процесів

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Показник, що контролюється	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проб	Відповідальний за аналіз
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	Інженер-хімік
		Колір		Відповідає виду солоду		
		Смак і запах		Солодовий		
	В середній пробі від партії	Прохід крізь сито (2,2x20) мм, %, не більше	Ваговий метод	3,0		
		Масова частка смітних домішок, %, не більше		0,3		
	В середній пробі	Масова частка вологи, %	Метод прискореного сушіння	4-6		
Екстрактивність, %, не менше		Конгресивний метод	76			

## Продовження табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7	
Кукурудза	В кожній пробі	Масова частка вологи, %, не більше	Метод приско-реного сушіння	15	Під час прийман-ня	Інженер-хімік	
		Смітні домішки, %, не більше	Ваговий метод	1,0			
		Зараженість	Візуально	Не допускається			
Хміль грану-льований	В середній пробі	Масова частка вологи, %	Метод приско-реного сушіння	7-10	Під час прийман-ня	Інженер-хімік	
		Масова частка $\alpha$ -кислот, %, не менше	Поляриме-тричний метод	2,5			
Вода для техноло-гічних цілей	В середній пробі	Запах, бали, не більше	Органо-лептично	2	Кожендень	Інженер-хімік	
		Смак, бали, не більше		2			
		Прозорість		Прозора			
		Загальна жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Комплексо-метрично	2-4			
		Окислюваність, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , не більше	Перманга-натом	0,2			
		Загальна лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Реакція з соляною кислотою при індикаторі	0,5-1,5			
		КМАФам, КУО/1 см <sup>3</sup> , не більше	Мікроско-піювання	100			Інженер-мікро біолог
		Колі-індекс в 1 дм <sup>3</sup> , не більше	Мікроско-піювання	3			
		Колі-титр, см <sup>3</sup> , не більше	Мікроско-піювання	300			

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ		
					ПРОДУКЦІЇ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			62

Закінчення табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7
Подрібнення солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %: лузга, крупка дрібна, крупка крупна, борошно	Ваговий метод	15-18 30-35 18-22 25-35	Не рідше 1 разу на декаду	Інженер-хімік
Приготування затору	Заторний апарат	рН затору	рН-метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Інженер-хімік
Фільтрування затору	Фільтр-прес	Концентрація сухих речовин у промивній воді	рефрактометр	Не більше 0,5	1 раз у 10 днів	Інженер-хімік
Гаряче сусло	Сусло-варильна лінія	рН затору	рН-метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Інженер-хімік
		Колір, см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> р-ну йоду на 100 см <sup>3</sup> води	Порівняння з розчином йоду	Світле-0,36-0,63		

Таблиця 8.2

## Метрологічне забезпечення технологічного процесу

№	Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування(позначення, стандарт або технічні умови)	Межі вимірювання
1	2	3	4
1	Вологість солоду	Ваги лабораторні 2-го класу точності. Шафа сушильна СЕШ 3-М	0-100г 103-107°C
2	Подрібнення солоду	Сита лабораторні із сіткою металевою	0,25-2мм
3	Екстрактивність солоду	Цукромір АЦ-3 Термометр ртутний	0-25 г/м <sup>3</sup>

## Закінчення табл. 8.2

1	2	3	4	
4	Масова частка сухих речовин сусла	Ареометри цукроміри та інші забезпечуючі вимірювальні прилади за вказаними метрологічними параметрами	1160...1240 кг/м <sup>3</sup>	
5	pH сусла	pH-метри загального призначення ДСТУ 9021:2020 Метрологія. pH-метри та іономіри лабораторні.	4...9	
6	Кислотність сусла	Бюретка 1-2-25-0,1 Крапельниця лабораторна скляна Розчин гідроксиду натрію конц. 0,1 моль/дм <sup>3</sup>		
7	Колір сусла	Фотоелектроколориметр Спектрофотометр	0-100	
8	Температура кипіння сусла	Датчик температури ТП 2088	-40 ... + 200 °С	
9	Повний аналіз молодого та фільтрованого пива	Багатофункціональний прилад для вимірювання складу рідини AntonPaar ДСТУ ГОСТ 8.368:2009 ГСИ. Плотнометри радіоізотопні рідких середовищ і пульп.	Колір	0...100 ЕВС
			Вміст спирту	0...18 % об
			Вміст сухих речовин	0...40 %

## 9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Витрата енергії при виробництві пива, зокрема у варильному відділенні підприємства складає значну частку виробничих витрат, і тому для їх мінімізації потрібно як можна більш раціональне використання енергії та ресурсів (води, теплової енергії, стисненого повітря і т.п.). Варильне відділення включає в себе кілька ємностей і допоміжне обладнання і є найскладнішим відділенням на пивзаводі. Варка однієї партії пива займає близько 8-10 годин. Але так як обладнання працює циклічно, одночасно може відбуватися до п'яти варок: одна освітлюється, друга кипить, третя фільтрується, четверта затирається, п'ята подрібнюється.

Для охмелення пивного сусла обрано енергозберігаючий спосіб кип'ятіння сусла за низького надлишкового тиску.

За цим способом здійснюють почергове підвищення та пониження тиску у сусловарильному апараті шляхом відкривання та закривання засувки, розташованої на витяжній трубі з інтервалом 3-5 хв. Таких циклів може бути від 20 до 25. Після досягнення температури кипіння 100 °С за атмосферного тиску закривають засувку на витяжній трубі для виходу вторинної пари, тому тиск в апараті миттєво зростає. За допомогою системи автоматики надлишковий тиск підтримують в межах 320- 350 мбар. При цьому температура кипіння сусла миттєво зростає до 104-106 °С. В цей період циклу інтенсифікуються всі процеси, які відбуваються у сусловарильному апараті, у тому числі випаровування небажаних ароматичних речовин та ДМС. Причиною цього є лопання бульбашок під час миттєвого зменшення тиску до атмосферного (100 мбар) і зменшення температури кипіння до 100 °С.

Використання обраного способу кип'ятіння сусла дозволяє інтенсифікувати процес, скоротити час кип'ятіння від 90 до 60 хв., зменшити концентрацію ДМС у суслі і пиві нижче нормативних значень - до 50 мкг/дм<sup>3</sup>, зменшити енерговитрати на 30 % і підвищити якісні показники сусла.

## 10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві описані в таких документах:

1. Закон України „Про охорону праці”, введений в дію постановою Верховної Ради України, від 14.10.92 №2695-ХІІ.

2. Закон України „Про пожежну безпеку”, введений в дію постановою Верховної Ради України, від 22.01.21 № 830.

3. ДНАОП 0.00-1.07-94. Перегляд: Правила спорудження і безпечної експлуатації обладнання, що працюють під тиском, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України, від 05.03.2018 № 333

4. ДНАОП 0.00-1.21-84. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів, затверджені

5. ДНАОП 0.00-1.11-90. Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води.

6. ДНАОП Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені виконуючим обов’язки головного державного інспектора України 22.06.95 №400 та зареєстрований Міністерством юстиції України 14.07.95 №290/755.

7. ДНАОП 0.03-8.08-93. Перелік важких робіт і робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок, затверджений наказом Мінохорони здоров’я України 29.12.93 №256 та зареєстрований Міністерством юстиції України 30.03.94 №51/260.

В Основному Законі — Конституції України (ст. 43) зазначено: "Кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом"; "Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється". "Кожен, хто працює, має право на відпочинок" (ст. 45). Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також щорічної оплачуваної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи в нічний час. Громадяни мають право на соціальний захист (ст. 46), що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та інших випадках, передбачених законом.

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## **Організація охорони праці на підприємстві**

Служба з охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

Служба охорони праці як окремий структурний підрозділ створюється на підприємствах виробничої сфери з кількістю працівників 50 і більше. За кількості працюючих 50-500 чоловік включно (невиробнича сфера 100-500) таку службу представляє один спеціаліст з охорони праці з інженерно-технічною освітою.

Керівники підприємств, установ, організацій та інші посадові особи несуть персональну відповідальність за виконання „Правил безпеки” в межах покладених на них завдань та функціональних обов’язків згідно з чинним законодавством.

Власник, який створив нове підприємство, зобов’язаний одержати від органів Держнаглядохоронпраці та державного пожежного нагляду дозвіл на початок його роботи.

Власник підприємства зобов’язаний

- створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці;

- забезпечити функціонування системи управління охороною праці;

- створити відповідні служби і призначити посадових осіб, які повинні забезпечувати вирішення конкретних питань охорони праці, затвердити інструкції про їх обов’язки, права і відповідальність за виконання покладених на них функцій;

- організувати проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці;

- розробляти і затверджувати положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють в межах підприємства, та встановлювати правила виконання робіт і поведінки працівників на підприємстві;

- здійснювати постійний контроль за додержанням працівниками технологічних процесів, правил поведінки з машинами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт у відповідності до вимог щодо охорони праці;

- організувати пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Фінансування заходів з охорони праці**

Відрахування в фонд охорони праці складають 0,5% від обсягу виробництва підприємства.

Фінансування заходів з охорони праці здійснюється з фонду охорони праці підприємства, а у разі недостатності цих коштів на рахунок цього фонду відраховується частка прибутку підприємства. За відсутності прибутку і нагальної потреби фінансування заходів з охорони праці необхідні кошти в фонд охорони праці підприємства переводяться з поточних рахунків виробничого фонду (рахунки основних і обігових коштів), що підвищує собівартість продукції.

Фонд охорони праці підприємства формується за рахунок відрахування 50% коштів від суми штрафів за порушення норм та правил з охорони праці, які накладають на підприємство органи державного нагляду і спонсорських внесків. Сума максимального штрафу не повинна перевищувати 2% від фонду заробітної плати працівників підприємства.

### **Види інструктажів**

Існують наступні види інструктажів:

- вступний інструктаж – проводиться інженером з охорони праці, при прийнятті на роботу;
- первинний інструктаж – проводиться керівником дільниці, на робочому місці;
- черговий інструктаж - проводиться керівником дільниці, на робочому місці, через 3 місяці;
- неплановий інструктаж - проводиться керівником дільниці, на робочому місці, якщо стався нещасний випадок на підприємстві.

Усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи проходять на підприємстві навчання, інструктаж з питань охорони праці, пожежної безпеки, подання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, про правила поведінки при виникненні аварій.

Організують безпечні умови праці і розробляють нормативну документацію головний інженер та інженер по техніці безпеки.

Визначаємо правила охорони праці, метеорологічні умови, захист від шуму та вібрації, норми освітленості, норми щодо забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями і обладнанням, правила безпеки та інші умови для прийнятних умов праці у цеху.

До складу виробництва входять:

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Цех зберігання та підготовки сировини до затирання
2. Цех затирання, фільтрування та кип'ятіння сусла з хмелем

Апарати мають утримуватись і експлуатуватись згідно з вимогами правил будови та безпечної експлуатації посудин, які працюють з виділенням теплоти.

До роботи допускаються особи, що досягли 18 – річного віку, пройшли медичний огляд, спеціальне навчання з обов'язковим складанням іспиту з охорони праці, вступний та первинний інструктажі на робочому місці з охорони праці.

При виконанні роботи використовуйте засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): халат з гладко фарбованих тканин без просочення чоловічий або жіночий; рукавички гумові; чоботи гумові; черевики шкіряні; ковпак бавовняний.

Вивчити правила користування первинними засобами пожежогасіння, протипожежним інвентарем, знати місце їх розташування.

За порушення вимог інструкції робітник притягується до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законодавством України.

Цех виробництва пивного сусла має припливно–витяжну вентиляцію.

Перед початком робіт особи, що беруть участь в операціях по переміщенню сировини, повинні бути проінструктовані по методах безпечної роботи. Всі робітники, зайняті на роботах, наприклад з кислотами, повинні знати їх фізико-хімічні властивості й токсикологічні характеристики.

Мікроклімат нормується за допустимими нормами, тому що в цеху спостерігається значне тепловиділення від нагрітого обладнання. Температура корпусу обладнання та трубопроводів 85...100 °С. Це тепло передається від всього обладнання (за винятком – електрообладнання) до повітря в цеху за рахунок конвекції та нагріває стіни будівлі, обладнання і шкіру людей за рахунок тепловипромінювання. Дію променистого тепла на операторів можна не враховувати, оскільки їх робоче місце розміщене в окремому приміщенні „ОПЕРАТОРСЬКА”, де температура повітря не перевищує 20 °С, але це тепло впливає на загальні показники мікроклімату.

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не тільки комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах. Шкідливі речовини, що потрапили тим, чи іншим шляхом у організм можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отруєння залежить від токсичності речовин, їх кількості, часу дії, шляху, яким вони потрапили в організм, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму та ін.

В умовах пивоварного заводу ГДК зернового пилу складає 0,6 мг/м<sup>3</sup>.

Технологічні процеси, які пов'язані з виділенням пилу в робочу зону повинні виконуватися в умовах повної герметизації обладнання. Норії, сита для очистки солоду, дробильні машини, бункера подрібненого і не подрібненого солоду повинні мати аспірацію.

Шумом прийнято вважати звуки, які негативно впливають на організм людини, заважають його роботі і відпочинку. Шум у виробничих приміщеннях негативно впливає на працівника: послаблює увагу, посилює розвиток втоми, сповільнює реакцію на небезпеку. Внаслідок цього знижується працездатність і підвищується ймовірність нещасних випадків. Тому питання боротьби з шумом на сьогоднішній день є актуальним майже для всіх галузей виробництва.

Допустимий рівень шуму на робочих місцях пивоварного виробництва не повинен перевищувати 80 дБ в частотах 8 – 63,5 Гц, а вібрація (загальна і локальна) 92 дБ.

**Отже**, апарати мають утримуватись і експлуатуватись згідно з вимогами правил будови та безпечної експлуатації посудин, які працюють з виділенням теплоти. До роботи допускаються особи, що досягли 18 – річного віку, пройшли медичний огляд, спеціальне навчання з обов'язковим складанням іспиту з охорони праці, вступний та первинний інструктажі на робочому місці з охорони праці. За порушення вимог інструкції робітник притягується до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законодавством України. Перед початком робіт особи, що беруть участь в операціях по переміщенню сировини, повинні бути проінструктовані по методах безпечної роботи. Всі робітники, зайняті на роботах, наприклад з кислотами, повинні знати їх фізико-хімічні властивості й токсикологічні характеристики.

Мікроклімат нормується за допустимими нормами, тому що в цеху спостерігається значне тепловиділення від нагрітого обладнання. Технологічні процеси, які пов'язані з виділенням пилу в робочу зону повинні виконуватися в умовах повної герметизації обладнання.

Норії, сита для очистки солоду, дробильні машини, бункера подрібненого і не подрібненого солоду повинні мати аспірацію. Допустимий рівень шуму на робочих місцях пивоварного виробництва не повинен перевищувати 80 дБ в частотах 8 – 63,5 Гц, а вібрація (загальна і локальна) 92 дБ.

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було розроблено відділення приготування пивного сусла та інтенсифікація процесів затирання.

Для досягнення мети було запроваджено:

1. Використання роторно-пульсаційного апарату, що в свою чергу зменшує час затирання до 12хв, економить сировину в наслідок підвищення виходу екстракту, а також позитивно впливає на процес бродіння та якість готової продукції, а саме: збільшився вміст амінного азоту на 17%, зменшився вміст поліфенолів на 68%, підвищився вміст мальтози на 2%, знизилася каламутність на 35%.
2. Використання фільтр-пресу, що підвищує потужність підприємства, зменшує вологість дробини до 32-35%, зменшує контакт сусла з киснем.
3. Використання динамічного кип'ятіння сусла за низького надлишкового тиску, що зменшує час охмелення з 90 хв до 60 хв, а це в свою чергу скорочує енерговитрати на 30%; інтенсифікує процеси видалення надлишкової вологи, коагуляцію білків, розщеплення та виведення ДМС, в готовому напої спостерігається зменшення ДМС до 50 мкг/1дм<sup>3</sup>.

Для транспортування зернопродуктів було вирішено використовувати механічні способи, а саме норії через їх безпечність, простоту в обслуговуванні та доступність по вартості, та стрічкові транспортери за їх надійність та низьке енергоспоживання. Передбачено використання повітряно-ситового сепаратора для солоду та магнітного сепаратора для солоду та несолодженої сировини, що в подальшому забезпечить високу якість подрібнення.

Передбачено використання щестивалкової дробарки сухого подрібнення для солоду, що в результаті покращить та прискорить фільтрування затору, та використання двохвалкової дробарки сухого помелу для несолодженої сировини через простоту використання та можливість регулювати склад помелу.

Передбачено використання гідроциклонного апарату для освітлення сусла та плагінчастий теплообмінник для охолодження за його компактність, адаптивність та легкість в експлуатації.

В результаті дослідження літературних джерел та практичного досвіду було розроблено принципову та апаратно-технологічну схеми, наведено технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва, проведено розрахунки сировини, обладнання та площ складських приміщень, а також було обрано технологічні режими та підібране обладнання.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бліщ Р. О., Петришин Н. З., Попович М. П. Шляхи та способи покращання якості пива. *Сучасні проблеми товарознавства та технологій виробництва харчових продуктів*. 2017. 4 с.
2. Державні санітарні норми і правила для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої: ДСанПіН 4.4.4-152-2008. [Чинний від 2011-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 37 с. (Державні санітарні норми та правила).
3. Дзядикевич Ю.В. Економічні основи ресурсозбереження: навчальний посібник. Тернопіль: Вектор, 2015. 76с.
4. Домарецький В.А. Вітчизняний та світовий досвід України у виробництві пива / В.А. Домарецький, А.М. Куц, М.В. Карпутіна, І.В. Мельник // Харчова промисловість. Київ: НУХТ, 2012. С. 6–9.
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вода питна. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною. [Чинний від 2010-12-01]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010р. за № 452/17747.
6. ДСанПіН 4.4.4.-152-2008 Про затвердження Державних санітарних норм і правил для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої. Затверд. наказом МОЗ України 11.12.2007 № 811. 28с. (Державні санітарні правила і норми).
7. ДСТУ 3139:2015. Пивоваріння. Терміни та визначення понять. [Чинний від 01-03-2017]. Держспоживстандарт України, 2015. 15 с.
8. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 17 с.
9. ДСТУ 4282:2018. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови [Чинний від 2019-03-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. 14 с.
10. ДСТУ 4098.1-2002 Хміль ароматичний
11. ДСТУ 4098.2-2002 Хміль ароматичний. Частина 2.
12. ДСТУ 4525:2006 Кукурудза. Технічні умови
13. ДСТУ 4621:2006 Молочна кислота. Технічні умови. [Чинний від 01.07.2010]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 27 с.
14. ДСТУ 7028:2009 Гранули хмелю. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держстандарт України, 2009. 22 с.
15. ДСТУ 7067:2009 Хміль. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 16 с.
16. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- словник термінів. [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 45 с.
17. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 45 с.
  18. ДСТУ ISO 22000:2019 Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга. [Чинний від 2019-12-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. 30 с.
  19. Жеплінська М.М, Сухенко Ю.Г, Лазарів І.Р. Порівняльний аналіз способів затирання для приготування пивного сусла. Технічні науки – Інноваційні технології, № 08.09.2016. С. 5.
  20. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. ; за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
  21. Кунце Ст. Технологія солоду та пива / Кунце Ст, Міт Г., пров. З ним. СПб: "Професія", 2010. 1100 с.
  22. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад.: П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін.–К.: НУХТ, 2012. 39 с.
  23. Куц, А. М. Комплексна дисципліна. Харчові технології. Модуль 6. Технології продуктів бродіння і виноробства [Електронний ресурс] : конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 181 "Харчові технології" освітньо-професійної програм "Харчові технології та інженерія", "технологічна експертиза та безпека харчової продукції" денної та заочної форм навчання / А. М. Куц, Ю. В. Булій, М. В. Карпутіна ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2023. – 322 с. – каф. біотехнології продуктів бродіння і виноробства. – Режим доступу : <https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDownloadForm?docid=411217>
  24. 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.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Стеценко, А.М. Куц, В.І. Бабенко, Є.І. Харченко, О.І. Гаїцук, Н.А. Гусятинська, [СЙ. Крижанівський Т.Т. Носенко - К.: НУХТ, 2024. - 62 с.
25. Роздобудько Б. В. Технологічні і технічні аспекти утворення диметилсульфіду в пиві / Б. В. Роздобудько, Б. І. Хіврич // Наукові праці НУХТ. 2014. Т. 20 №1 С. 181 – 187.
26. Роторно-пульсаційні апарати для диспергування емульсій. Методичні вказівки для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» – Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020 - 17 с
27. Taralkar, S. V. Solid-liquid extraction process of active ingredients from medicinal plants mathematical models / S. V. Taralkar, D. J. Garkal // International Journal of Chemical Sciences and Applications, 2010. –Vol 1. –p. 82-85.
28. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах / Мелетьєв А.Є. та ін. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		