

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

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2023 р.

« » червня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 15 млн дал пива на рік з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла**

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

Ладонько Анастасія Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник Романова Зоряна Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент Тетяна РОМАНОВСЬКА
(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

_____ Анастасія ЛАДОНЬКО
(підпис)

Київ – 2023 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

27 березня 2023 року

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

_____ Ладонько Анастасії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 15 млн дал пива на рік з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла

Керівник роботи Романова Зоряна Миколаївна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 28 березня 2023 року № 196-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 10 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

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

4. Передбачити виробництво пива з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст. Вступ. 1.

Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого 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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21 березня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	11.04.23-08.05.23	Виконано
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.23-14.05.23	Виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	1-а атестація	15.05.23	Виконано
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.23-21.05.23	Виконано
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	22.05.23-24.05.23	Виконано
9.	Охорона праці	25.05.23-27.05.23	Виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки	28.05.23-05.06.23	Виконано
	2-а атестація	05.06.23	Виконано
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.23-15.06.23	Виконано
12.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		Виконано
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	16.06.23-19.06.23	Виконано
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	Виконано

Здобувач

Анастасія ЛАДОНЬКО

Керівник роботи, доцент

Зоряна РОМАНОВА

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі на тему: «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 15 млн дал пива на рік з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла» передбачається розробка проекту варильного відділення, використовуючи сучасне обладнання. Було обрано виробництво таких сортів пива : «Світле Шляхетне» 12% , «Назу» 15%.

У даній роботі було пояснено та обґрунтовано способи виробництва пивного сусла у варильному відділенні з інтенсифікацією процесів освітлення та його охолодження. В обробці гарячого охмеленого пивного сусла розглянуто такі стадії як зниження температури сусла до такого рівня, коли можна додати дріжджі, насичення сусла киснем та повне видалення відкладень та забруднень гарячого сусла та активне видалення відкладень та забруднень холодного сусла.

Були розроблені принципово технологічна та апаратурно-технологічна схеми для приготування пивного сусла. Також була зроблена схема технохімічного та мікробіологічного контролю у варильному відділенні. У процесі роботи були проведені розрахунки та вибір технологічного обладнання, необхідного для реалізації запропонованих методів.

Ключові слова: світлий солод, темний солод, несолоджена сировина, пивне сусло, освітлення, охолодження охмеленого сусла, осад.

					Анотаці	Арк
						4
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

ANNOTATION

In the qualification work entitled "Project of a 15 Million Hectoliters per Year Brewery Mashing Department with Intensified Processes of Wort Clarification and Chilling," the development of a mashing department project utilizing modern equipment is envisioned. The production of the following beer styles has been selected: "Premium Light" at 12% ABV and "Hazy" at 15% ABV.

This work explains and justifies the methods of producing beer wort in the mashing department with intensified processes of wort clarification and chilling. The treatment of hot hopped wort encompasses stages such as reducing the wort temperature to the level suitable for yeast addition, oxygen saturation of the wort, and complete removal of deposits and impurities from the hot wort. Additionally, active removal of deposits and impurities from the cold wort is considered.

Principally, technological and apparatus-process schemes for preparing beer wort have been developed. A schematic representation of technochemical and microbiological control in the mashing department has also been created. Calculations and the selection of necessary process equipment required for the implementation of the proposed methods have been performed during the work.

Keywords: pale malt, dark malt, non-malted raw materials, beer wort, clarification, chilling of hopped wort, sediment.

					<i>Анотаці</i>	Арк
						5
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

ABSTRAKTNÍ

V kvalifikační práci s názvem „Projekt sladového oddělení pivovaru s výkonem 15 milionů hektolitrů piva ročně s intenzifikací procesů pročišťování sladiny a chlazení ocerstveného chmeleného mladiny“ je plánováno vypracování projektu sladového oddělení s využitím moderního vybavení. Byla zvolena výroba následujících druhů piva: „Premium světlé“ s obsahem alkoholu 12 % a „Hazy“ s obsahem alkoholu 15 %.

Tato práce vysvětluje a odůvodňuje metody výroby sladiny ve sladovém oddělení s intenzifikací procesů pročišťování sladiny a chlazení. Zpracování horké chmelené mladiny zahrnuje fáze, jako je snížení teploty mladiny na úroveň vhodnou pro přidání kvasinek, nasycení mladiny kyslíkem a úplné odstranění usazenin a nečistot z horké mladiny. Kromě toho se zvažuje aktivní odstraňování usazenin a nečistot z chladné mladiny.

Hlavně byly vypracovány technologické a aparátově-technologické schéma pro přípravu sladiny. Byl také vytvořen schéma technochemického a mikrobiologického kontroly ve sladovém oddělení. Výpočty a výběr nezbytného technologického zařízení potřebného pro realizaci navrhovaných metod byly provedeny během práce.

Klíčová slova: světlý slad, tmavý slad, neslazená surovina, sladina, pročišťování, chlazení chmelené mladiny, sediment.

					Анотаці	Арк
						6
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Зміст

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП.....	8
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	10
1.1 Структура підприємства	10
1.2 Режими роботи	10
2. ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ З ІНТЕНСИФІКАЦІЄЮ ПРОЦЕСІВ ОСВІТЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ОХМЕЛЕННОГО СУСЛА	12
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції	12
2.2 Принципова технологічна схема	13
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла.	14
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	34
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	35
3.1 Характеристика проекрованої продукції	35
3.2 Характеристика сировини	37
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	46
4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	48
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків	48
4.2 Продуктові розрахунки.....	48
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	52
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	57
6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	64
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	70

					Проект варильного відділення пивоварного заводу потужністю 15 млн. дал на рік						
Змн.	лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Ладонько А.О			Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	аркушів	
Перевірив.		Романова З.М								7	71
Реценз.								НУХТ ННІХТ ТБ-4-8			
Затверд.		Куц А.М									

ВСТУП

При виконанні кваліфікаційної роботи було розглянуто варильне відділення пивоварного заводу потужністю 15 млн. дал на рік. Згідно з завданням розраховували пиво 12,0% -не Світле Шляхетне та 15% -не пиво Nazy. Були обгрунтовані технологічні аспекти обробки гарячого охмеленого сусла а саме освітлення та охолодження.

Освітлення сусла є технологічним аспектом обробки гарячого охмеленого сусла. Відкладення гарячого сусла, що складаються в ньому, в основному складаються з коагульованих білків, що перейшли з розчинної в нерозчинну форму, а також гірких хмелевих речовин. Ці розміщення мають великі розміри, від 20 до 80 мкм.

Потреба в їх видаленні з сусла обумовлена такими факторами:

- Забруднення бродильного обладнання.
- Блокування дріжджових клітин під час розродження.
- Надають пиву неприємну грубу гіркоту.
- Містять жирні кислоти солоду.
- Призводять до втрат білкового осаду.

Зазвичай вміст гарячих відкладень білкового осаду в процесі освітлення знижують від 6-8 до 0,1 г/л. Недостатнє видалення відкладень фактично обумовлено такими причинами:

- Високою мутністю сусла через:(неоптимальний склад помелу, незадовільну якість солоду, порушення режиму фільтрування осаду)
- Використання хмелевих продуктів з недостатнім вмістом танінів.
- Технічними недоліками використовованого обладнання.

Ефективність освітлення сусла також залежить від гідродинамічних умов, при яких відбувається осідання бруху. У зв'язку з цим з середини минулого століття процес освітлення сусла почали здійснювати в постійному або змінному центробежному полі, відповідно, в сепараторах або гідроциклонних апаратах.

Охолодження сусла сприяє температурі, яка сприяє введенню в нього відповідного виду дріжджів. Зазвичай перед низьким бродінням сусло охолоджують до температури 6-8 °С, а перед верхнім бродінням - до 15-18 °С. Тривалість процесу охолодження сусла не повинна перевищувати 1 годину, зазвичай вона становить 40-50 хвилин. Під час охолодження сусла його об'єм зменшується приблизно на 4%.

						Вступ	Арк
							8
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата			

На швидкість охолодження сусла впливають площа поверхні теплообміну, конструктивні особливості теплообмінного обладнання і різниця температур сусла і охолоджувача.

На аерацію впливають температура сусла, різниця тиску сусла і стиснутого повітря, а також конструктивна конфігурація аератора. При нижчій температурі і більшій різниці тиску кисень повітря краще та повніше розчиняється в суслі, тому зазвичай аерацію піддають охоложеному суслу, звужуючи потік, оскільки, згідно з основним рівнянням гідродинаміки, яке було виведене Бернуллі, при збільшенні швидкості потоку тиск в ньому не зменшується[12].

Робота викладена на 71 сторінках і складається із 7 розділів, анотації, вступу та висновків. Графічний матеріал включає апаратурно-технологічну схему варильного відділення пивзаводу потужністю 15 млн дал на рік (1 аркуш формату А1). При виконанні роботи було використано 22 джерел літератури

					<i>Вступ</i>	Арк
						9
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

На пивоварному підприємстві існують різні основні цехи і відділення, включаючи:

1. Варильний цех - місце, де відбувається процес варіння пива.
2. Бродильно-лагерний цех (ЦКБА) - відділ, де пиво бродить та проходить процес лагерування.
3. Дріжджове відділення - місце, де виробляються та зберігаються дріжджі для процесу бродіння пива.
4. Солодовий цех - відділ, де виготовляють та зберігають солод, основний інгредієнт пива.
5. Цех розливу пива - місце, де пиво фасують в пляшки або бочки для готової продукції.

Крім того, на пивоварному підприємстві є допоміжні цехи та відділення, такі як:

1. Компресорний цех - відділ, де знаходяться компресори для подачі стисненого повітря у виробничі процеси.
2. Котельня - місце, де розташовані котли для нагрівання води та пари, необхідних для процесу виробництва пива.
3. Відділ збуту продукції - відділ, що відповідає за продаж та розповсюдження готової пивоварної продукції.
4. Відділ постачання - відділ, що забезпечує закупівлю необхідних матеріалів та компонентів для виробництва пива.
5. Лабораторія - місце, де проводяться аналізи та контроль якості пива.
6. Механічна майстерня та електрична майстерня - відділи, де відбувається ремонт та обслуговування механічного та електричного обладнання.
7. Тарний відділ - відділ, де займаються зберіганням, обробкою та управлінням тарою (упаковкою) для пивоварної продукції. В цьому відділі зберігаються пляшки, бочки, кеги або інші контейнери, що використовуються для розливу готового пива[15].

1.2 Режими роботи

На підприємстві працівники працюють протягом 5 днів на тиждень по 8 годин на день.

					Структура підприємства	Арк
						10
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Проектуване (варильне) відділення працює в режимі двозмінної роботи, зі зміною кожні 12 годин, протягом доби. Робочий режим цехів та відділень приведено в табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Робочий режим цехів та відділень

№	Цехи та відділення	Почато к зміни, год.	Кінець зміни, год.	Перерва, год.	Тривалість зміни
1	Керівництво заводу (працюють в одну зміну)	8:00	17:00	13:00-14:00	8:00
2	Основні цехи, що працюють у дві зміни: 1 зміна 2 зміна	8:00, 20:00	20:00, 8:00	13:00-13:30 1:00-1:30	11:30, 11:30
3	Цехи розливу: 1 зміна 2 зміна	8:00, 20:00	20:00, 8:00	13:00-13:30 1:00-1:30	11:30, 11:30
4	Допоміжні цехи	8:00	17:00	13:00-14:00	8:00

					<i>Структура підприємства</i>	Арк
						11
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

2. ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ З ІНТЕНСИФІКАЦІЄЮ ПРОЦЕСІВ ОСВІТЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ОХМЕЛЕННОГО СУСЛА

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск двох сортів пива: Світле Шляхетне з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,0 % та Назу з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15 %. Запланована продуктивність заводу становить 15 млн дал/рік. У таблиці 1.1 наведено асортимент проектованих сортів пива.

Таблиця 2.1 – Асортимент проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на		Розливається у скляну пляшку	
		Рік млн дал	Добу тис. дал	Млн. дал	Відсоток від загальної кількості
Назу	35	5,25	15,1	5,25	100
Всього	100	15	43,3	15	-

Таблиця 2.2- Рецептuru проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Втрата зернопродуктів на 1 дал		Хмелю, г	Примітка
	Найменування зернопродукту	%		
Світле Шляхетне	світлий солод	75	20	Світле
	Ячмінне борошно	25		
Назу	світлий солод	90	20	Світле
	Темний солод	10		

2.2 Принципова технологічна схема

Принципову технологічну схему виробництва пива варильного відділення з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження сусла наведено на рис 2.1

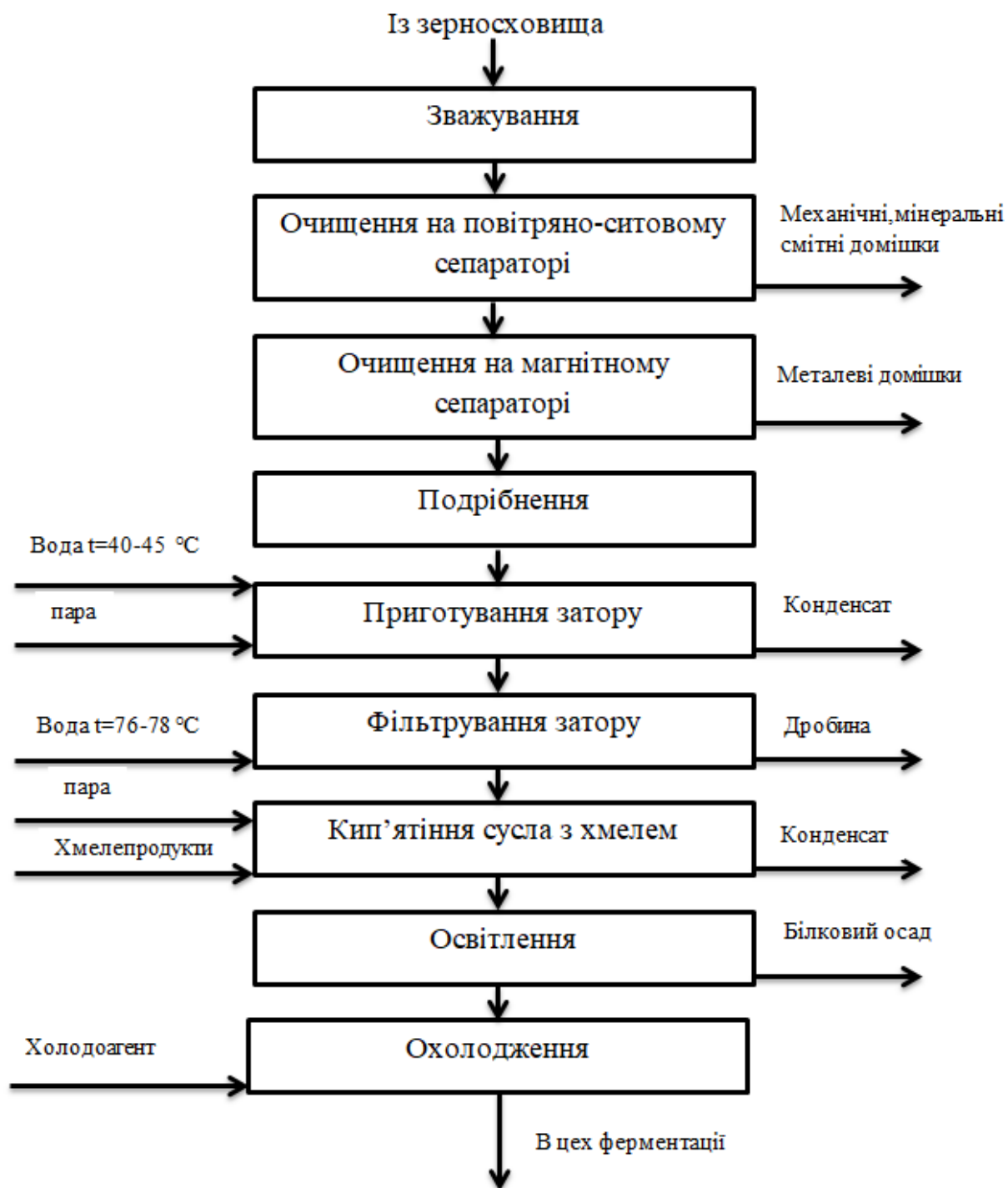


Рис.2.1 – Принципова технологічна схема варильного відділення з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження сусла

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		13

2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла.

Зернопродукти які надійшли із зерносховища проходять магнітний сепаратор(видалення металомагнітних домішок) та повітряно-ситовий сепаратор (видалення механічних, мінеральних та сміттєвих домішок) після чого йде на подрібнення.

Магнітні сепаратори. Магнітні сепаратори використовуються для видалення металомагнітних домішок з зерна, а також з аспіраційних відноситься, проміжних продуктів розмелювання і борошна. Металомагнітні частинки можуть бути як маленькими, так і великими. Маленькі частинки представляють собою ошурки, продукти зносу третьових деталей і окалину трубчастих нагрівачів. Великі металомагнітні частинки потрапляють до продукту через розгвинчування різьбових з'єднань машини або внаслідок поломок машин. Вони можуть потрапляти в зерно з полів під час збирання врожаю або під час зберігання, навантаження і транспортування.

Процес магнітної сепарації базується на різниці в магнітних властивостях компонентів суміші, що призводить до переважання магнітної сили над механічними силами, що діють на металомагнітні частинки в робочому полі сепаратора. Загалом, металомагнітні частинки відокремлюються від потоку суміші та переміщуються через рухомий шар сипкого матеріалу (аж до контакту з магнітом) і утримуються до моменту спрямованого видалення їх з робочої зони.

Повітряно-ситовий сепаратор. Процес очищення за допомогою повітряно-ситового сепаратора полягає в видаленні домішок з зерна на борошномельних і круп'яних заводах, де використовується внутрішньоцеховий механічний транспорт зерна. Повітряно-ситові сепаратори відокремлюють домішки, які відрізняються від зерна за геометричними розмірами (шириною і товщиною) і аеродинамічними властивостями.

Домішки видаляються шляхом просіювання на похило розташованих ситах, які здійснюють зворотно-поступальний рух. За допомогою аеродинамічних властивостей, домішки відокремлюються в результаті подвійного продування повітрям у каналах під час вступу зерна в машину і при його виході.

Подрібнення. Основою задачею подрібнення зерна є прискорення фізико-біохімічних процесів розчинення зернопродуктів під час затирання, забезпечуючи максимальний перехід екстрактивних речовин до сусла. Ступінь подрібнення зерна відіграє важливу роль у процесі затирання. Розрізняють три види подрібнення: сухе, кондиційоване і мокре.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
						14
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Сухе подрібнення зерна спрямоване на мінімізацію роздрібнення оболонки зерна, оскільки дубильні і гіркі речовини, що містяться в оболонці, негативно впливають на смак і колір сусла та пива. Крім того, дуже дрібна оболонка зерна може ускладнити фільтрування сусла. Під час сухого подрібнення солод роздрібнюється на чотири- або шестивалкових дробарках, а ступінь подрібнення регулюється щілиною між валками. Отримана суміш часток поділяється на оболонку (лузгу), крупну крупку, дрібну крупку і борошно.

Кондиційоване подрібнення включає зволоження солоду водою протягом 60 секунд при температурі 50-55°C перед подрібненням на валках. Таке зволоження сприяє збереженню оболонки, оскільки вона набирає вологи до 15-20% і майже не роздрібнюється під час подрібнення.

Мокре подрібнення має перевагу у тому, що оболонка солоду зволожується до 20-22% і не руйнується під час подрібнення. Отриманий затір є легким і повітряним, а фільтрування протікає швидше, тривалість цього процесу менше. Недоліками цього процесу є підвищені витрати екстракту.

Розчиненню пивоварного сировини передують подрібнення солоду - розмелювання. Незважаючи на те, що це чисто механічний процес, він має значний вплив на протікання біохімічних перетворень під час солодування, на склад сусла і виходу готового пива. Розмелювання солоду - це складна операція, оскільки квіткові оболонки та ендосперма вимагають різної попередньої обробки.

Оболонки слід подрібнювати якомога більш грубо. Незважаючи на те, що їх головний компонент (целюлоза) нерозчинний у воді, в них міститься цілий ряд дубильних, гірких і фарбуючих речовин, надмірне вищелачування яких може негативно позначитися на смаку пива. Крім того, при фільтруванні сусла в фільтр-чані оболонки утворюють фільтруючий шар, і їх занадто дрібне подрібнення недоцільне. Якість грубого подрібнення (крупки) залежить від стану оболонок. Завдяки своїй еластичності оболонки розмелюються з важкістю, що вимагає особливих методів розмелювання.

Навпаки, для ендосперми необхідне дрібне розмелювання, оскільки саме в ній містяться основні екстрактивні речовини, але вона подрібнюється нерівномірно, оскільки різні частини мають різну твердість через нерівномірний біологічний розчин. Саме тому продукти розмелювання ендосперми відрізняються за розмірами, екстрактивністю та розчинністю.

Частини ендосперми, що прилягають до гострого кінця зерна, розчинені менше, вони жорсткі і тверді, тому з них отримуються лише грубі продукти помелу (велика крупка). Нижні частини зерна розчинені краще, вони більш

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						15
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

повітряні, тому подрібнюються до дрібної крупки і борошна. Велика крупка розчиняється з важкістю під час солодування і гірше переходить у екстракт, ніж продукти дрібного помелу, тому для неї потрібні більш тривалі і інтенсивні методи солодування, ніж для продуктів дрібного помелу. Завдання розмелювання солоду полягає в тому, щоб отримати невелику частку продукту у формі великої крупки і забезпечити більший вихід дрібної крупки і борошна.

Твердий, погано розчинний солод особливо потребує сильного подрібнення, оскільки в іншому випадку неминуче потрапляння продукту розмелювання у відходи. Лише за додаткового дрібного подрібнення цих грубих частинок вони повністю переходять у екстракт, тому хімічний склад суслу визначається ступенем розмелювання. Тонко подрібнена ендосперма під час солодування швидше оцукрюється, утворюється більше цукру і збільшується кінцевий ступінь бродіння. Подібні процеси відбуваються й при розкладанні азотистих і інших речовин.

Продукт розмелювання з високим вмістом великої крупки, навпаки, відрізняється не лише зниженим виходом, але й меншою ступеню бродіння, тому недостатньо розчинений солод потребує дуже ретельного механічного подрібнення. Чим гірше якість солоду, тим важливіший результат розмелювання. Поряд з кип'ятінням затору, воно є найважливішим фізичним способом підсилення дії ферментів на ендосперм. З вищезазначеного випливає, що якість розмелювання солоду визначає склад суслу. Об'єм подрібненого солоду визначає об'єм крупки.

З іншого боку, об'єм розмелу залежить від складу розмелюваного солоду, тому цей склад також впливає на товщину фільтраційного осаду з крупки і висоту його шару. Зі збільшенням дрібноти помелу зменшується об'єм, зайнятий подрібненим матеріалом, а зі зменшенням останнього зменшується і об'єм крупки. Чим тонша помел, тим щільніше осади з крупки і тим складніше фільтрується сусло, що призводить до подовження процесу фільтрації. Чим грубший помел, тим більш рихлим стає шар крупки і тим швидше відбувається процес фільтрації.

Розмелювання солоду має вирішальний вплив на якість отриманого пива. Неправильний склад розмеленого продукту може призвести до незбалансованого складу суслу і негативно позначитися на кінцевому результаті. Чим триваліший процес фільтрації і частіше потрібно промивати крупку для вилучення утриманого в ній екстракту, тим більше баластних компонентів оболонки зерна може потрапити до суслу. Це може вплинути на колір пива та його загальну якість. Отже, правильне розмелювання солоду є

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого суслу</i>	Арк
						16
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

важливою складовою процесу виготовлення пива для досягнення бажаного смаку, аромату, кольору і текстури[15].

Приготування затору. Теорія затирання пояснює процес розчинення компонентів солоду у воді під час приготування сусла. На цьому етапі, перехід твердих частинок розмеленого солоду у розчинений стан відбувається за допомогою води. Сусло, яке утворюється після розчинення компонентів солоду у воді, містить різні розчинені речовини і називається екстрактом.

Цей процес не є простим самовільним розчиненням, оскільки вміст водорозчинних речовин у солоді на початку досить невеликий. Для ефективного розчинення речовин солоду використовуються ферменти. Вони забезпечують розщеплення високомолекулярних органічних сполук на низькомолекулярні компоненти, які потім переходять у водорозчинний стан. Цей процес нагадує процес проростання, де ферменти також використовуються для розщеплення складних сполук на простіші речовини.

Таким чином, завдяки ферментам, розчинення компонентів солоду в суслі відбувається шляхом розщеплення та переходу високомолекулярних сполук у водорозчинний стан. Цей процес є важливим для формування смакових і ароматичних характеристик пива.

Температура води для затирання визначає інтенсивність процесу та вибір методу його проведення. Затирання може здійснюватись при температурі 50 °C (розщеплення білків, гумових речовин і фосфатів) або 62 °C (оптимальні умови для дії β-амілази). Температури 35-40 °C використовують не для утворення кислоти (як це вважалося раніше), а для підвищення інтенсивності процесів розщеплення, які починаються при досягненні температури 50 °C (компоненти ендосперму при цьому пом'якшуються і частково розчиняються, що дозволяє вивільненню ліоферментам працювати більш інтенсивно при подальшому підвищенні температури до оптимальної).

Чим краще розчинений солод і чим більше ферментів він містить, тим коротшим може бути процес затирання. Чим вища початкова температура затирання, тим, звичайно, менше часу займає весь процес. Оскільки затирання завжди закінчують при температурі 77 °C, то при температурі початку затирання 35 °C інтервал температур становить 42 °C, при температурі початку затирання 50 °C - 27 °C, а при 62 °C - 15 °C[15].

Способи затирання можна поділити на дві групи: настійний і відварювальний, останній включає в себе одно-, дво- та трьохвідварювальний методи.

У настійному способі затирання, зернопродукти змішують з водою, яка нагріта до температури 40-45°C, при роботі мішалки та гідромодулі 1:4

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						17
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

(цитазна пауза). Протягом наступних 20-30 хвилин температуру затору підвищують до 50-52°C (білкова пауза), потім досягають температури 63-65°C з витримкою 10-30 хвилин (мальтозна пауза), після чого нагрівають до 70-72°C з тривалістю витримки до оцукрення, але не більше 60 хвилин. Після оцукрення затор підігрівають до температури 75°C і перекачують на фільтрацію, де затор розділяють на рідку частину (сусло) та густу частину (дробину) за допомогою фільтраційних апаратів або пресів. Цей спосіб застосовують при використанні високоякісного солоду з високою амілолітичною активністю.

Затирання з відварками використовуються при обробці низькоякісного солоду або при використанні несолодженої сировини. Затирання з використанням трьох відварок дозволяє використати до 75% затору, двохвідварковий спосіб - до 60%, а одновідварковий - до 50%. Одновідварковий спосіб рекомендується для обробки солоду з високою здатністю до оцукрення та легко розчинного. Двохвідварковий спосіб передбачає різні температурні режими залежно від якості солоду, що забезпечує високий вихід екстракту. Раніше цей спосіб був використаний для виготовлення всіх світлих сортів пива.

Спосіб затирання з трьома відварками є найбільш складним і тривалим, займає до 5,5 годин і вимагає більше тепловитрат. Він застосовується при обробці темного солоду або солоду з низькою ферментативною активністю. Залежно від способу затирання та температурних пауз можна отримати сусло різного складу і, отже, різні сорти пива. Для отримання світлих сортів пива процес ведуть таким чином, щоб під час оцукрювання накопичилась максимальна кількість зброджуваних цукрів (глюкози і мальтози) для глибшого бродіння, а для темних сортів пива - більше декстринів. Загальним для всіх режимів є те, що під час нагрівання швидкість підвищення температури повинна складати приблизно 1°C за 1 хвилину. Для відварних способів затирання зернової сировини потрібні два заторних апарати - основний для затору і відварний для відварювання.[20]

Цитолітичні ферменти збільшують інтенсивність гідролізу геміцелюлози, спричиняючи вивільнення крохмальних зерен і підвищення активності амілолітичних ферментів та гідролізу крохмалю.

Цитолітичні ферменти розкладають некрохмальні полісахариди (геміцелюлози, гуміто-пектини) на пентозани, β-глюкан, арабінозу, ксилозу та глюкозу. Оптимальні умови для дії цих ферментів - температура 40-45 °C і рН 5,6.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
						18
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Протеолітичні ферменти (протеази і пептидази) гідролізують білки. Під час процесу солоду, до 15% білкових речовин гідролізуються. Загальний білок солоду, приблизно 35%, переноситься в сусло за допомогою пептидаз. Решта білків згортається під час варіння. Згортання відбувається у два етапи: спочатку білки денатуруються, переходячи з ліпофільного стану у зневоднений стан, після чого зневоднені міцели збільшуються - коагулюються. Деякі білкові речовини, які не гідролізуються під час солоду або затирання, залишаються в гранулі [12].

Температура 50 °С найбільш сприятлива для накопичення низькомолекулярних білків під час гідролізу, тоді як температура 60 °С сприяє максимальному накопиченню високомолекулярних фракцій, які важливі для утворення піни та повного смаку готового пива. Зайва кількість цих фракцій може спричинити затемнення білка. Оптимальне рН для дії протеолітичних ферментів становить 5,5.

Амілолітичні ферменти гідролізують крохмаль майже на 20% навіть після попереднього впливу ферментів під час проростання. Зміни в крохмалі під час затирання відбуваються у трьох стадіях: клейстеризація, розпадання та оцукрювання. Для прискорення процесу гідролізу його спочатку пастеризують, тобто нагрівають водою. Зерна крохмалю набухають, збираючи воду, а потім розпадаються, утворюючи липку однорідну розчинну масу. Температура, при якій крохмальний клейстер досягає найвищої в'язкості, називається температурою желатинізації. Для різних типів крохмалю існують оптимальні температури: для ячменю - 60-80 °С, для рису - 80-85 °С, для кукурудзи - 65-75 °С. Присутність амілази знижує температуру желатинізації приблизно на 20 °С. Клейстеризована крохмальна маса представляє собою мережу розгалужених ланцюгів молекул амілопектину, заповнених розчином амілози. Крохмальний клейстер розріджується під дією α -амілази при 65-70 °С і рН 6,0. Цей фермент інактивується при 80 °С [12].

Під впливом α - та β -амілази відбувається одночасне розрідження та оцукрювання крохмалю. Термін "оцукрювання" не означає процес перетворення крохмалю на глюкозу, але зміна кольору розчину йоду припиняється під дією декількох крапель затору. Оптимальні умови для дії β -амілази - температура 60 °С і рН 5,6, при 70 °С цей фермент інактивується.

Фільтрування затору. Фільтрування затору відіграє роль відокремлення сусла від дробини з мінімальними втратами екстрактивних речовин. Після відокремлення сусла, дробина все ще містить значну кількість екстрактивних речовин, які потрібно вимити водою. Тому процес розділення затору

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
						19
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

розбивається на дві частини: 1) фільтрування першого сусла; 2) промивання дробини водою для вимивання екстракту, який залишається у дробині.

Для успішного фільтрування затору необхідне рівномірне розподілення дробини по всій поверхні фільтру. Фільтрування затору ґрунтується на принципах молекулярної та конвективної дифузії (застосовується рівняння Пуазейля).

Сприятливими умовами для успішного фільтрування сусла є незанадто дрібний помел зерна, а також добре розчинення солоду під час затирання, зокрема білкових речовин. У випадку, коли оболонки зерна не розмелені достатньо дрібно, вони формують пухку шарову структуру дробини, в якій утримуються залишки алейронового шару, паростків зародку, клітинних стінок і фрагментів білків, які згортаються під час затирання.

Фільтр-прес. У фільтр-пресі, відмінно від фільтра-чана, застосовується інший метод отримання сусла. У фільтр-чані є лише один шар фільтрації товщиною 30-60 см на площині чана, тоді як у фільтр-пресі весь затор розділяється на рівні вертикальні шари товщиною 6-7 см на площі, що відповідає розміру рами. Ці рами мають серветки фільтр-пресу з обох боків, через які може проникати сусло, в той час як відруби залишаються в рамах. Замість природних оболонкових фільтрів у фільтр-пресі використовується штучний тканинний фільтр у формі серветки.

Фільтр-прес має перевагу незалежності від якості солоду або кількості несолодженого сировини. Він гарантовано забезпечує 8-9, а іноді навіть 10 варок на день. При переробці солоду середньої і хорошої розчинності, вихід екстракту фільтр-пресу незначно нижче лабораторного виходу, на 0,7%, але вище, ніж у фільтр-чана (це залежить від конструкції фільтра, властивостей фільтруючих серветок та якості помелу). Завантаження, розраховане на рівномірне заповнення камери, залишається постійним, але можна відключити частину площі фільтра, використовуючи порожню плиту при варінні невеликого обсягу або при слабкій концентрації. Часто головне налиття розраховують без запасу (концентрація першого сусла 20-21%), щоб отримати більше води для промивання жому. Це не впливає на якість, оскільки коротка тривалість фільтрації компенсує можливий вплив на вміст поліфенолів. Витрати на експлуатацію знизилися завдяки використанню полімерних серветок та частковій автоматизації. Це призвело до приблизного порівняння економічних показників фільтр-пресу і фільтр-чана при однаковій кількості виробленого сусла в день. Фільтр-прес можна автоматизувати для опорожнення та інших процесів.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						20
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Плити або решітки є важливими елементами, через які протікає фільтроване сусло, що проходить через серветки. Потім це сусло виводиться через фільтраційні крани до збірного лотка або центрального каналу для сусла.

Плити можуть мати різні конструкції. Вони можуть бути однорідними з ребрами, які створюють великий простір для стікання сусла. Також їх можна виконувати у вигляді решіток з відкритими камерами або в формі хвилястих листових плит. Останні конструкції мають невелику масу і забезпечують краще стікання сусла і швидший розподіл мийної води.

У новій конструкції фільтр-пресу використовуються підтримуючі решітки, які захищають серветки від передчасного зносу та допомагають отримати більш рівномірний шар жому. Кожна плита для подачі води має приливи у вигляді вушок, які з'єднуються шлицями з внутрішньою частиною плити. Це утворює просочувані канали, через які мийна вода може поступати в фільтр.

Кожна плита має фільтраційний кран знизу з боку, який у нових конструкціях з'єднаний з каналом закритої системи фільтрації, що виводиться до центрального крану. Це допомагає забезпечити стабільне наповнення фільтра суслем або водою. Випускна труба розташовується вище фільтра, щоб забезпечити постійну наповненість фільтра.

Фільтруючі серветки, які раніше виготовляли з бавовняної тканини, а зараз з синтетичної тканини або полімерних матеріалів, мають важливу роль у задержанні твердих частинок або частинок, які спричиняють мутність. Тканина, з якої виготовлені серветки, не повинна бути занадто щільною, оскільки це може сповільнити процес фільтрації і ускладнити вищелачування. З іншого боку, серветки з недостатньо щільно переплетеної тканини не забезпечують належної якості фільтрації. Серветки з нерівномірним переплетенням можуть призводити до нерівномірного вищелачування і зниження виходу екстракту.

Проникність серветок виражається через показник витрати повітря (л/дм²/хв за тиском 20 мм водяного стовпа). Для якісних поліпропіленових серветок цей показник складає близько 500 л/дм²/хв. Комплект бавовняних серветок може використовуватись приблизно для 150 варок, тоді як комплект серветок з полімерних матеріалів іноді замінюють лише після 400-800 варок.

Термін служби серветок скорочується при використанні жорсткої (гідрокарбонатної) води та при введенні охолодженого сусла після закінчення затирки. Бавовняні серветки і деякі синтетичні тканини потребують очищення

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						21
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

після кожної варки у спеціальному мийному пристрої, який розміщують поруч з фільтром на одній висоті з ним. Нові серветки з полімерних матеріалів можуть потребувати очищення лише після 30-40 варок. Під час розвантаження фільтра їх можна відділити від дріб'язгу просто трясанням. Після вивантаження дрібних частинок від останньої варки, фільтруючі серветки промивають струменем холодної води. Потім фільтр закривають на 3-4 години і прокачують 1,5-2% розчин каустичної соди з додаванням фосфатів (150 г/л) при температурі 70-80 °С. На закінчення, фільтр повністю наповнюють повітрям і інтенсивно промивають, високим тиском в спеціальних ємностях, для видалення залишків дрібних частинок з обох сторін.

Серветки зі штучного волокна можуть призводити до більшої мутності першого сусла, і освітлення досягається лише після застосування промивних рідин. Однак, вони дозволили автоматизувати дуже трудомісткі операції відкривання та очищення заторних фільтрів.

Фільтри мають дві торцеві панелі: нерухому на місці подачі затору та рухому, яка переміщується, подібно до рам і плит. Зазвичай ущільнення фільтра забезпечується за допомогою гідравлічного затискача. Для невеликих фільтрів відкриття здійснюється вручну, що вимагає багато часу. Автоматичні розжимні пристрої допомагають зменшити затрати робочої сили та тривалість цієї операції.

Цей процес дозволяє підтримувати фільтруючі серветки у готовному до наступної варки стані та забезпечує ефективну роботу фільтру-пресу[15].

Кип'ятіння сусла з хмелем. Кип'ятіння сусла з хмелем має кілька цілей. Перш за все, цей процес стабілізує хімічний склад сусла шляхом інактивації ферментів і стерилізації. Крім того, кип'ятіння дозволяє знизити вміст води у суслі шляхом випаровування надлишкової води, що допомагає досягти потрібної концентрації сухих речовин. Також під час кип'ятіння відбувається коагуляція білкових речовин, що сприяє збагаченню сусла хмельовими речовинами[14].

Відфільтроване пивне сусло є високодисперсною колоїдною системою, що складається з декстринів, пентозанів, білків, поліфенолів та гірких речовин. Під час кип'ятіння сусло стає мутним через порушення агрегатної стійкості колоїдної системи, що призводить до збільшення розмірів частинок через їх злипання. Цей процес називається коагуляцією. Головним чином він впливає на білкові речовини і відбувається у дві стадії: спочатку відбувається денатурація білкових речовин, а потім їх коагуляція.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
						22
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Для досягнення відповідної якості пивного сусла його кип'ятять (варять) протягом 1,5-2 годин. Для підвищення ефективності процесу кип'ятіння сусла з хмелем застосовують кип'ятіння під надлишковим тиском з використанням виносного кип'ятильника. В якості виносного кип'ятильника найчастіше використовується кожухотрубний, а іноді пластинчастий теплообмінник. Крізь труби пропускають сусло, із зовнішньої сторони труб протитечією рухається пара. Коли сусло нагрівається, то пара охолоджується та конденсується. Виносний кип'ятильник встановлюється вертикально або горизонтально, в останньому випадку його встановлюють з легким нахилом для кращого стікання конденсату. Обидва варіанти отримали розповсюдження на практиці. Розміри зовнішнього кип'ятильника визначаються необхідною поверхнею нагріву. Ця поверхня залежить від кількості нагрівних труб, їх діаметра та довжини.

Для проведення процесу кип'ятіння сусла з хмелем використовуються два основних варіанти.

Перший варіант полягає в тому, що сусло знаходиться під невеликим надлишковим тиском, а вторинна пара, яка утворюється під час кип'ятіння, відводиться через перепускний клапан. Основною перевагою цього варіанту є підвищена температура вторинної пари. Це дозволяє досягти більш ефективної теплової обробки сусла.

Другий варіант полягає в тому, що сусло кипить в апараті без надлишкового тиску, а вторинна пара також відводиться без тиску. Однак всередині виносного кип'ятильника сусло кипить при підвищеному тиску, що відповідає температурі 102-104°C. Цей варіант дозволяє забезпечити потрібну температуру для ефективного кип'ятіння сусла без використання високого тиску.

Освітлення. З метою видалення суспензій гарячого сусла, освітлення пивного сусла, яке подається у апарат, здійснюється за допомогою гідроциклонних апаратів, якими користуються практично всі пивоварні заводи. Гідроциклонні апарати (типу вірпул) є популярними пристроями для освітлення пивного сусла на пивоварних заводах. Ці апарати використовуються для видалення твердих частинок з сусла та забезпечення його чистоти.

Гідроциклонний апарат складається з циліндричного резервуару з невеликим конусом посередині або з похилим днищем. Гаряче сусло подається в апарат тангенційно, тобто паралельно до осі апарата, із відносно великою швидкістю за допомогою насосу. Це створює обертовий рух сусла всередині апарата.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
						23
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Під час руху сусла в гідроциклонному апараті відбувається два основних ефекти. По-перше, тверді частинки, такі як залишки зерна, шматочки хмелю і інші нерастворені речовини, відчувають дію доцентрової сили. Це призводить до їхнього відокремлення від рідини і переміщення до зовнішнього краю апарата. По-друге, утворюється глибока воронка в центрі апарата, яка створює тиск на стовбур бруху, що утворюється у центрі рідини. Цей тиск сприяє зосередженню осаду у центрі апарата.

В результаті цих процесів тверді частинки осідають і концентруються на дні апарата, де їх можна легко видалити. Чисте сусло відводиться з верхньої частини апарата для подальшої обробки. Гідроциклонні апарати є простими за конструкцією і надійними засобами для освітлення пивного сусла, оскільки вони дозволяють ефективно видаляти тверді частинки та забезпечувати якісне сусло для подальшого виробництва.

Якщо розглядати гідроциклонний апарат з закріпленою по центру всередині корпусу тарілкою, додавання такої тарілки значно поліпшує процес освітлення. Це призводить до зменшення часу, протягом якого сусло знаходиться під впливом високих температур, що запобігає руйнуванню цінних компонентів та підгорянню. Крім того, ефективність відділення та видалення деметилсульфіду збільшується. Завдяки скороченню тривалості процесу, руйнування 20 азотних сполук зменшується, що має позитивний вплив на пінність пива. Однак, недоліком цього гідроциклонного апарату є нерівномірне та повільне осадження брухту через формування різних видів вихрів[22].

Відокремлення відкладень в'язучого гарячого сусла може здійснюватись у відстійних чанах, котлах для відварювання сусла, вірпулах або шляхом сепарування гарячого сусла, а також фільтруванням через діатомову землю (кизельгур) або хмелеву дрібну фракцію.

Вірпул з нержавіючої сталі - це ізольований круглий резервуар з плоским дном (відношення висоти до діаметра в класичному варіанті становить 1:1,3, а в останній час - 1:2-3,5), в який сусло подається тангенціально на рівні 1/3 висоти резервуара. З урахуванням часу перекачування сусла (12-15 хв) сопло на вході розраховано так, щоб швидкість подачі рідини становила 3-3,5 м/с[19].

Завдяки тангенціальній подачі, вірпул отримує обертальний рух (первинний потік). Після закінчення процесу подачі сусла і після згасання всіх пов'язаних з ним турбулентних рухів, обертальний потік стабілізується під дією центробіжних сил, тиск рідини зсередини на зовні збільшується, і градієнт тиску формує донний шар. Це створює сильний потік, який

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
						24
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

спіралізується до центру над днищем резервуара. Велика площа поперечного перерізу зумовлює низьку швидкість підйому сусла. Усі частинки бруху гарячого сусла, швидкість осідання яких більша за швидкість підйому сусла, залишаються в донному шарі, переміщуються до центру резервуара і накопичуються у вигляді конуса осаду. На поверхні рідини відбувається радіальний потік зовні, а по циліндричних стінках потік направляється вниз.

Таким чином, частинки бруху гарячого сусла переміщуються до стінок резервуара, потім вниз і потрапляють в донний шар. Під дією тертя від стінки циліндра і днища відбувається сповільнення обертowego потоку, що призводить до зниження градієнта тиску і зменшення інтенсивності потоку до центру резервуара, завдяки чому осідають все менші частинки. Описані процеси седиментації порушуються завихреннями і вихроподібними потоками. Під час 30-хвилинної перерви після закінчення перекачування сусла (іноді тривалість може бути більшою, дуже рідко - меншою), сусло освітлюється до такої міри, що можна розпочинати його спуск.

Процес спуску сусла з вірпула виконується з урахуванням певних рекомендацій для збереження структури конуса осаду та запобігання шаруванню осаду бруху у суслі. Основні кроки цього процесу описано нижче:

1. Початковий спуск: Спуск сусла починається з верхнього шару, при цьому використовується витікний отвір на висоті близько 1 м від днища вірпула. Це дозволяє поступово знижувати рівень сусла і уникнути шарування осаду бруху.

2. Перехід на інший витікний отвір: Після досягнення певного рівня сусла, переключаються на інший витікний отвір, розташований на висоті близько 10 см від днища вірпула. Це забезпечує продовження спуску сусла з меншою швидкістю і допомагає утримувати структуру конуса осаду.

3. Завершення спуску: У кінці спуску переходять на отвір у периферійній частині днища вірпула. Цей отвір може мати різну форму, таку як плоский, слабо конічний або радіально-симетричний. Його завдання - збирати сусло, що спускається, у центрі днища вірпула, де вже утворився конус осаду.

4. Керування швидкістю спуску: Швидкість спуску сусла повинна відповідати швидкості фільтрації через фільтруючу пластину, щоб уникнути потрапляння осаду бруху до сусла. Для цього варіюють висоту спуску сусла та частоту обертання насоса, починаючи з верхнього шару і поступово перемикаючись на бічний отвір і потім на отвір в днищі. Виконання цих кроків допомагає зберегти структуру конуса осаду бруху і запобігти його шаруванню під час спуску сусла з вірпула.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						25
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Вірпули є ефективним рішенням для процесу седиментації сусла, особливо при використанні зовнішніх кип'ятільників. Однак, навіть внутрішні кип'ятільники не порушують ефекту вірпула, якщо є достатньо місця для формування конуса осаду бруху. Після завершення процесу кип'ятіння сусла, його перекачують через тангенціальний трубопровід, який іноді закінчується дулом. Сусло циркулює з заданою швидкістю протягом 8 хвилин, поки не встановиться обертання без завихрень. Це допомагає досягти стабільного обертального потоку, що сприяє ефективній седиментації.

Однією з переваг вірпула є те, що сусло не аерується або не містить газів, що сприяє швидшій седиментації. Це особливо важливо для забезпечення якісного осаду бруху у процесі седиментації.

Таким чином, вірпули є ефективними засобами для проведення процесу седиментації сусла, незалежно від того, чи використовується зовнішній чи внутрішній кип'ятільник. Вони допомагають забезпечити швидку і ефективну седиментацію без аерації сусла[1].

Гідроциклонний апарат Calypso функціонально відрізняється від інших апаратів тим, що після освітлення в ньому здійснюється випаровування сусла - стріппінг. Конструктивно він відрізняється подвійною стінкою, що дозволяє розділити його на дві функціональні зони: зону освітлення (позначена як зона 7) та зону випаровування (позначена як зона 8) рисунок 2.2.



Рис. 2.2. Принципова схема гідроциклонного апарату Calypso конструкції Steinecker: 1 — пристрій для тангенційного введення сусла; 2 — внутрішня оболонка; 3 — колектор для сусла; 4 — промивальник осаду; 5 — мийна головка; 6 — колектор для миття міжстінкового простору; 7 і 8 — зони

освітлення та випарування сусла; 9 — теплоізоляція; 10 і 11 — насоси для подачі сусла на випарування та охолодження.

Можливо уявити так, що циліндричний корпус гідроциклонного апарату ніби обгортає холодильну тарілку, поставлену на ребро.

У верхній частині простору між зовнішньою та внутрішньою стінками розташований трубчатий колектор 3 з відверстинами, розташованими зміщено, для рівномірного розподілу сусла по вертикальних поверхнях оболонок міжстінкового простору. Крім того, на верхній частині внутрішньої стінки, яка не контактує з конусоподібною кришкою апарату, розташований колектор 6 з мийними головками.

Ще однією оригінальною конструктивною особливістю гідроциклонного апарату Calypso є організація подачі в нього початкового сусла. На перший погляд це технічне рішення є парадоксальним - подачу сусла в апарат здійснюють через вертикально орієнтований вхідний штуцер 1, проте при цьому потік сусла залишається традиційно тангенціальним. Це забезпечується тим, що вхідний штуцер розташований вертикально в нижній частині апарату переважно в зоні випарування і лише незначно виступає всередину зони освітлення (рис.2.2). На цьому виступаючому відрізку в непрякій близькості до циліндричної поверхні внутрішньої оболонки 2 розташовано випускне отвір у формі вертикального вузького шлюзу. Завдяки такому технічному рішенню форма тангенціального потоку перетворилася в широко розкритий плоский струмінь, що сприяє більш рівномірному закручуванню сусла в апараті та поліпшенню виділення з нього суспендованих частинок.

Принцип роботи гідроциклонного апарату Calypso полягає в наступному. Гаряче охмелене сусло перекачують з суслорочного апарату в гідроциклонний апарат, причому сусло вводиться тангенціально. Потім настає технологічна пауза, під час якої важкі частинки сусла осідають, утворюючи конічну форму на плоскому дніщі. Водночас простір між оболонками апарата (зона випарування) нагрівається, створюючи насичену парову атмосферу. Завдяки теплоізоляції зовнішньої оболонки втрати тепла через випромінювання до навколишнього середовища зводяться до мінімуму.

Після завершення технологічної паузи, коли вміст ДМС у суслі збільшується, перед подачею гарячого освітленого сусла на теплообмінник додатково виконують стріппінг. Сусло, поступово виводиме з внутрішньої порожнини гідроциклонного апарата (зони освітлення), спочатку через верхній, а потім через нижній випускні патрубки, подають в колектор, розташований у верхній частині міжстінкового простору, звідки воно рівномірно розподіляється у вигляді тонкої плівки на прогрітих внутрішніх стінках зони

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						27
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

випарування. За умов тонкоплівкового потоку сусла по широкій гарячій поверхні досягається необхідна атмосферна випаровуваність в м'яких умовах без додаткового теплового навантаження і без створення вакууму.

Температура сусла під час освітлення знижується всього на 1,5-2,0 °С, при цьому його щільність практично не змінюється, оскільки випаровується менше 1% вологи. Водночас випаровування супроводжується видаленням небажаних ароматичних речовин. Зокрема, вміст вільного ДМС знижується приблизно на 40-45% порівняно з гідроциклонним апаратом традиційної конструкції і не перевищує рекомендовані межові значення. Колір сусла під час його обробки в апараті Calypso не змінюється.

До переваг атмосферного випаровування (у порівнянні з вакуумним) відносяться:

- збереження ароматичного профілю (зокрема, збереження ароматичних речовин хмелю та ін., тоді як у вакуумних умовах ароматичний профіль може бути незворотно змінений);
- простоту конструктивного виконання;
- відсутність додаткових витрат на вакуумну камеру і вакуумний насос;
- відсутність впливу на роботу системи регенерації теплової енергії та температуру гарячої води, тоді як при роботі з вакуумними системами сусло потрапляє в теплообмінник-охолоджувач з температурою 80 °С і нижче.

Технологічні можливості гідроциклонного апарату Calypso дозволяють технологу регулювати видалення ароматичних речовин з випарками за рахунок співвідношення обробленого в зоні випарування сусла до необробленого суслу і зміни швидкості потоку. Все це дозволяє використовувати низькоефективне солод з підвищеним вмістом попередника ДМС, що є важливою перевагою цієї конструкції.

Охолодження сусла. Перед зброджуванням з гарячого охмеленого сусла необхідно видалити значну кількість завислих речовин, що утворилися в процесі кип'ятіння та негативно впливають на подальший процес приготування пива, а саме: знижують швидкість бродіння, ускладнюють фільтрацію пива та погіршують смакові якості готового напою.

Завислі речовини гарячого охмеленого сусла, представляють собою переважно скоагульовані білки, що перейшли з розчиненої форми в нерозчинену, а також гіркі хмелеві продукти. Вони досить крупні, розмір їх становить 30 - 80мкм.

Охолодження безсумнівно є важливим процесом на пивоварному заводі, оскільки пивні дріжджі мають певні температурні обмеження для ефективної

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
						28
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

роботи. В залежності від типу дріжджів, які використовуються, необхідно охолодити сусло до відповідних температур.

Для дріжджів низового бродіння, сусло зазвичай охолоджується до температури 5-6°C. Цей тип дріжджів вимагає низьких температур для контролю процесу бродіння та отримання бажаного смакового профілю пива.

У випадку використання дріжджів верхового бродіння, сусло охолоджується до температури 14-16°C. Дріжджі верхового бродіння працюють краще при вищих температурах і зазвичай використовуються для виробництва ель-типу пива.

Після проходження сусла через гідроциклонний апарат із температурою 90-92°C, воно подається на пластинчатий охолоджувач для швидкого охолодження. Пластинчатий охолоджувач є ефективним пристроєм для передачі тепла, дозволяючи суслу швидко втратити температуру. Після охолодження сусло проходить процес насичення киснем повітря. Це важливий етап для доброго розвитку дріжджів під час бродіння. Для цього застосовують різні конструкції аераторів, які встановлюються безпосередньо за теплообмінником. Аератори допомагають впроваджувати кисень у сусло, що сприяє оптимальному росту та активності дріжджів під час бродіння.

Сучасні установки для охолодження пивного сусла використовують різноманітні конфігурації та технології. Традиційне обладнання, таке як холодильні чашки, поверхневі охолоджувачі-розпилювачі та пристрої для видалення осадку бруху, зараз використовується значно рідше. Сучасні "закриті" установки для обробки сусла включають в себе відстійні чаші або вирпули з пластинчатими теплообмінниками, фільтри з фільтруючим шаром хмелю і пластинчатими теплообмінниками, а також різні пристрої для відокремлення осадку бруху за допомогою методів седиментації, сепарації, флотації або фільтрування. Крім того, можуть бути застосовані комбіновані варіанти з використанням різних пристроїв залежно від потреб та вимог виробництва.

Пластинчастий охолоджувач. Сучасні системи охолодження пивного сусла використовують пластинчаті холодильники, які складаються з пакетів спеціальної форми пластин з нержавіючої сталі. Одна сторона пластин змивається суслим, а інша сторона пропускає турбулентний потік холодагента (води або охолодженої прісної води). Ці пластинчаті холодильники можуть бути з'єднані паралельно або послідовно, що дозволяє регулювати швидкість потоку і інтенсивність теплообміну.

У нових установках для охолодження сусла використовується охолоджена пивоварна вода з температурою 1-2 °C. Ця вода прокачується

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла	Арк
						29
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

через пластинчатий холодильник, де нагрівається безпосередньо до 80-85 °С. Водопровідна вода також може використовуватись для попереднього охолодження[16].

Робота з пластинчатим холодильником вимагає відповідного співвідношення між суслем і водою. Зазвичай це співвідношення складає 1:2 для водопровідної води і сусла, та 1:2-3 для охолоджувальної води і сусла. У закритих системах охолодження намагаються досягти співвідношення сусла і водопровідної води 1:1,1-1,2.

Для забезпечення стерильності експлуатації пластинчатий холодильник регулярно очищається та миється. Це включає циркуляцію гарячої води, лугу, а також застосування азотної кислоти для "нейтралізації" пластин. Закрита конфігурація холодильника не дозволяє суслу поглинати кисень. Рештки сусла, що залишаються на холодильній тарілці, можуть бути оброблені за допомогою пресу або центрифуги. Сусло з осаду бруху становить до 5% від об'єму всього сусла.

Ці нові технології та системи охолодження дозволяють ефективно та гігієнічно охолоджувати пивне сусло з мінімальними втратами та забезпечувати якість продукту.

Охолодження сусла може здійснюватися в одну або дві стадії. До цього часу охолодження в дві стадії було стандартним методом, який використовується в пивоварній промисловості (рис. 2.3).

У більшому великому відділенні сусло віддає своє тепло холодній виробничій воді. У той час, як сусло охолоджується до температури, що на 3-4 градуси вище температури води, охолоджувальна вода нагрівається до 80-88 °С. У меншому за площею відділенні глибокого охолодження сусло охолоджується льодяною водою з температурою 1-2 °С до необхідної температури початку бродіння. При цьому льодяна вода трохи нагрівається, але її температура залишається нижчою, ніж температура виробничої води, тому її можна повернути назад до холодильника для отримання льодяної води.

Сучасна тенденція розвитку техніки полягає в все більшому поширенні методу охолодження сусла в одну стадію (рис. 2.4).

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						30
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

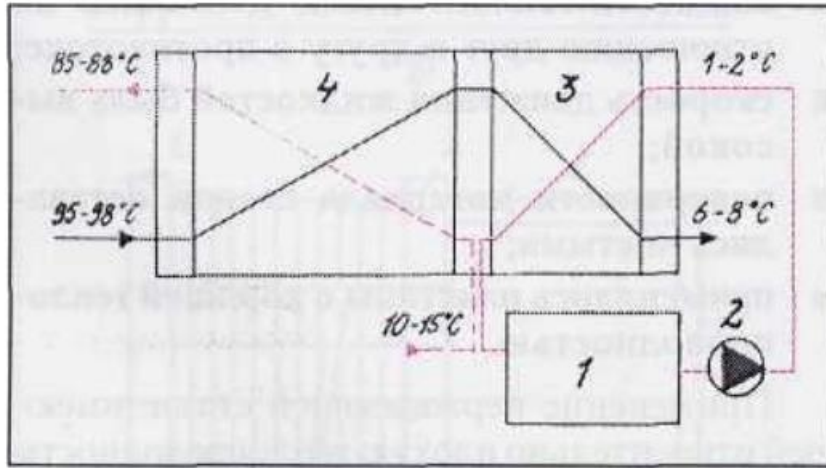


Рис.2.3 Пластинчастий холодильник з охолодженням в дві стадії:

1 - накопичувальний резервуар з льодяною водою; 2 - насос для льодяної води; 3 - відділення глибокого охолодження; 4 - відділення попереднього охолодження.

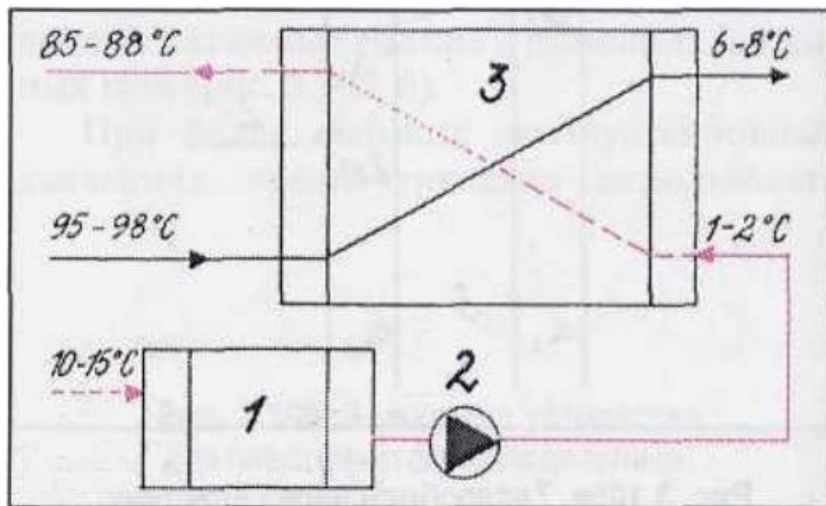


Рис.2.3 Пластинчастий холодильник з охолодженням в одну стадію: 1 - холодильник для отримання льодяної води; 2 - насос для льодяної води; 3 - пакет пластин.

Тут попередньо охолоджена до 1-2 °С льодяна вода нагрівається у пластинчастому холодильнику до 80-88 °С, тоді як гаряче сусле охолоджується з 95-98 °С до температури початку бродіння. Використана тут льодяна вода повинна замінюватися свіжою водопровідною водою.

Споживання холоду при охолодженні в дві стадії менше, ніж при охолодженні в одну, але для цього потрібно більше води; проте багато пивоварних підприємств віддають перевагу охолодженню сусле в одну стадію, оскільки апаратура для цього має більш просту конструкцію, є дешевшою і характеризується меншими експлуатаційними витратами; в той же час

оохолодження суслу в одну стадію може забезпечити таке саме споживання енергії, як при оохолодженні в дві стадії.

Допустимий робочий тиск для пластинчастого холодильника зазвичай становить $P_{\text{ізб}} = 10$ бар. Різниця тиску між сторонами пластин для води і суслу зазвичай складає близько 2 бар, максимально 4 бар. Цю різницю тиску не можна довільно перевищувати, оскільки це може призвести до деформації пластин і розгерметизації ущільнень. Пластини теплообмінника повинні бути розраховані на максимально можливу різницю тиску ($\Delta p = 20$ бар)[12].

Переваги пластинчастого холодильника. Цей холодильник є неперевершеним варіантом і не має альтернатив, оскільки інші методи оохолодження не використовуються з різних причин. Ось кілька переваг:

- В пластинчастому холодильнику потрібна дуже мала площа для розміщення.
- Він має високу теплопередачу з незначними втратами тиску.
- Його легко очистити і він сумісний з системами автоматичного миття (CIP).
- Сусло затримується в холодильнику дуже короткий час.
- Не має ризику контамінації, оскільки він регулярно мисться при високій температурі.
- Пластинчастий холодильник може бути пристосований до зміни експлуатаційних умов[12].

Двосекційний пластинчастий холодильник є типом пластинчастого теплообмінника, який має дві відокремлені секції для теплообміну. Цей холодильник складається з набору пластин, розділених прокладками або спаянням, і кожна секція має свої вхідні та вихідні отвори для робочих рідин.

Основні особливості двосекційного пластинчастого холодильника:

1. Конструкція пластин: Холодильник складається з паралельно розташованих пластин з ребрами або каналами між ними. Пластини можуть бути зроблені з різних матеріалів, таких як нержавіюча сталь або титан, для оптимального теплообміну і міцності.
2. Прокладки або спаяння: Між пластинами використовуються прокладки з еластомеру або спаяння для забезпечення герметичності та запобігання змішуванню робочих рідин. Це дозволяє кожній секції мати власний теплообмін і запобігає забрудненню або змішуванню рідин.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та оохолодження охмеленого суслу	Арк
						32
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

3. Вхідні та вихідні отвори: Кожна секція має власні вхідні та вихідні отвори, через які робочі рідини вводяться і виводяться. Це дозволяє паралельний теплообмін між двома рідинами або газами.
4. Ефективний теплообмін: Двосекційний пластинчастий холодильник забезпечує ефективний теплообмін між рідинами або газами, що проходять через нього. Це дозволяє швидке охолодження або заморожування робочих рідин і забезпечує ефективну роботу системи охолодження[11].

Двосекційні пластинчасті холодильники можуть мати декілька переваг у випадку охолодження охмеленого сусла на пивзаводі. Ось кілька плюсів двосекційних пластинчастих холодильників в контексті охолодження охмеленого сусла:

1. Швидкість охолодження: Двосекційні пластинчасті холодильники можуть забезпечувати швидке охолодження охмеленого сусла завдяки ефективному теплообміну. Швидкість охолодження важлива для збереження якості пива та економії часу виробництва.
2. Ефективне використання енергії: Двосекційні холодильники мають високу енергоефективність, що допомагає знизити споживання енергії під час процесу охолодження сусла. Це може бути важливим фактором для зниження витрат на виробництво пива.
3. Компактність: Двосекційні пластинчасті холодильники займають мало простору, що є важливим аспектом у пивоварній промисловості, де обмежений простір може бути викликом. Компактність дозволяє ефективно використовувати наявний простір і забезпечує оптимальну організацію виробничого процесу.
4. Легкість обслуговування: Двосекційні пластинчасті холодильники зазвичай мають просту конструкцію і можуть легко розбиратися для очищення, обслуговування та ремонту. Це спрощує процес обслуговування і підтримки обладнання.
5. Гнучкість в регулюванні температури: Двосекційні пластинчасті холодильники можуть бути налаштовані для регулювання температури в залежності від потреб пивоварного процесу. Це дозволяє забезпечити оптимальні умови охолодження для досягнення бажаної якості та смаку пива[11].

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						33
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Солод або інші зернопродукти за допомогою шнекового транспортера (1) та норії (2) потрапляють на ваги (4), після чого потрапляють до бункерів відповідного типу солоду (5, 6, 7,). Очищення солоду і зернопродуктів від домішок проходить в повітряно-ситовому сепараторі (8), далі очищення в магнітному сепараторі (9) від металевих домішок. Пройшовши стадії очистки від різних типів домішок солод потрапляє на автоматичні зважувальні ваги (10) і розподіляється по проміжним бункерам відповідно до типу солоду та зернопродуктів. Подрібнення сировини проходить в молотковій дробарці (14), після чого проходить затирання подрібненої сировини. Затір проходить в варочно-заторному апараті (18) при температурі 45-78 °С, за допомогою подачі пари та води (температура води становить 35- 40 °С). Фільтрування готового затору відбувається в фільтр- пресі, за рахунок чого залишки дробини вилучаються з сировини в збірник для солодової дробини (20). Пройшовши через збірник промивної води сировина потрапляє в суловарильний апарат, де проходить кип'ятіння сусла з хмелем близько 2 годин (в залежності від технології) при температурі 100 °С. Отримане сусло направляють в вірпул (24), де проходить його освітлення , після чого сусло охолоджується в двосекційному пластинчастому холодильнику (26) до заданої температури (в залежності від технології виробництва). Готове охолоджене сусло далі транспортують в бродильне відділення. Після бродильного відділення молоде пиво відстаюється, при необхідності насичується діоксидом вуглицю. Готовий продукт потрапляє в відділ пакування.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла</i>	Арк
						34
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Проектована продукція даної кваліфікаційної роботи а саме пиво «Світле Шляхетне» та «Назу» повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови» [5]. Наведено асортимент та рецептура проектованих сортів пива в табл 3.1-3.2

Таблиця 3.1 – Асортимент проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на	
		Рік млн дал	Добу тис. дал
Світле Шляхетне	65	9,75	28,2
Назу	35	5,25	15,1
Всього	100	15	43,3

Таблиця 3.2- Рецептура проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Втрата зернопродуктів на 1 дал		Хмелю, г	Примітка
	Найменування зернопродукту	%		
Світле Шляхетне	світлий солод	75	20	Світле
	Ячмінне борошно	25		
Назу	світлий солод	90	20	Світле
	Темний солод	10		

Таблиця 3.3- Фізико-хімічні показники якості пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, % не менше	Кислотність см ³ 1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	Колір см ³ , 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	Масова частка діоксиду вуглецю, % не менше
Світле Шляхетне	12,0	2,0-6,0	1,2-5,0	0,2-1,8	0,30-0,35
Назу	15,0	2,4-7,0	1,3-5,5	Більше 4	0,30-0,33

					<i>Характеристика проекрованої продукції</i>	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		35

Таблиця 3.4-Органолептичні показники якості пива[5]

Назва показника	Характеристика					
	Фільтроване			Нефільтроване: освітлене та неосвітлене		
	Світле	Напівтемне	Темне	Світле	Напівтемне	Темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень			Прозора піниста рідина, без сторонніх включень, не властивих продукту (допускається наявність дріжджового осаду та слабка опалесценція)		
Смак	Солодовий та хмелевий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Солодовий смак із присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак із яскравим вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Чистий смак зброженого солодового напою з хмелевою гіркотою з присмаком дріжджів. Та 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					

Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата

Характеристика проектованої продукції

Арк

36

Таблиця 3.5 — Мікробіологічні показники пива[5]

Назва показника	Норма				Метод випробування
	Непастеризоване		Пастеризоване		
	Пиво в пляшка з масовою часткою сухих речовин, %		Пиво розливне фільтроване та нефільтроване	Пиво в пляшках, металевих банках та інших видах споживчої тари	
	8-11,5	12-20			
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП	Не допускається в 3см ³	Не допускається в 10 см ³	Не допускається а 1 см ³	Не допускаються в 10 см ³	Згідно з ДСТУ 3888:2015
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, не більше ніж, КУО/см ³	-	-	-	5*10 ²	Згідно з ДСТУ 3888:2015
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	Не допускається в 25 см ³	Не допускається в 25 см ³	Не допускається в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Згідно з порядком Державного санітарного нагляду

Таблиця 3.6 — Вміст токсичних елементів в пиві

Назва токсичного елементу	Допустимі рівні, не більше, мг/кг	Метод випробування
Ртуть	0,005	Згідно з ДСТУ 3888:2015
Залізо	15,0	Згідно з ДСТУ 3888:2015
Миш'як	0,2	Згідно з ДСТУ 3888:2015
Мідь	5,0	Згідно з ДСТУ 3888:2015
Свинець	0,3	Згідно з ДСТУ 3888:2015
Кадмій	0,03	Згідно з ДСТУ 3888:2015
цинк	10,0	Згідно з ДСТУ 3888:2015

					Характеристика проектованої продукції	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		37

3.2 Характеристика сировини

При виготовленні пива використовуються основні компоненти, такі як вода, ячмінний солод, хміль і пивні дріжджі. Додатково можуть бути використані інші матеріали, такі як непропорошене рисове, ячмінне, кукурудзяне борошно та крупи, а також інші сировини, які містять вуглеводи. Крім того, в процесі виробництва використовуються допоміжні інгредієнти. До основних матеріалів відносяться дріжджі, ферментні препарати, скраплений діоксид вуглецю, білий цукор, мед, мальтозна патока, несолоджена зернова сировина, соки та інші. До допоміжних матеріалів належать фільтрувальні матеріали, пляшки, етикетки, фільтр-картон, кронен-корка, дезінфікуючі матеріали та інші.

Солод пивоварний ячмінний має відповідати вимогам ДСТУ 4282:2018

Таблиця 3.7 — Органолептичні показники світлого і темного солоду[6]

Найменування показника	Характеристики світлого і темного 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, більш концентрований у темного солоду. Не дозволено: кислий, запах плісняви та інші не властиві солодовому
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак

Таблиця 3.8 — Фізико-хімічні показники світлого і темного солоду[6]

Назва показника	Світлого			темного
	Високої якості	I класу	II класу	
Просів через сито (2,2 x 20) мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	0,3
Кількість зерен, %:				

• мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
• склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
• темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0	10,0
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-
Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха), %	39-41	37-41	-	-

					<i>Характеристика проектованої продукції</i>	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		39

Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Таблиця 3.9 — Органолептичні показники води [3]

✚

№	Найменування показника	Одиниці виміру	Нормативи для питної води			Методик и визначення Згідно з додатком 5
			водопровідної	З колодязів та каптажів джерел	Фасованої, з пунктів розливу та бюветів	
1	Запах : при t 20 град при t 60град	бали	<= 2 <= 2	<= 3 <= 3	<= 0 <= 1	пп.2,31
2	Забарвленість	градуси	<= 20	<= 35	<= 10	пп. 2, 39
3	Каламутність	Нефелометрична одиниця каламутність (1 НОК=0,58 мг/куб.дм)	<=1,0 <= 2,6 -для підземного вододжерела	<= 3,5	<= 0,5	пп. 2, 38
4	Смак та присмак	бали	<= 2	<= 3	<= 0	п. 2

Таблиця 3.10 — Фізико-хімічні показники води [3]

№	Найменування показника	Одиниці виміру	Нормативи для питної води			Методик и визначення Згідно з додатком 5
			водопровідної	З колодязів та каптажів джерел	Фасованої, з пунктів розливу та бюветів	
<i>неорганічні компоненти</i>						
1	Водневий показник	одиниці рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	п. 28

2	Діоксид вуглецю	%	Не визначається	Не визначається	0,2-0,3 для слабогазованої 0,31-0,4 для середньогазованої >0,4 для сильногазованої	п. 23
3	Залізо загальне	мг/куб.дм	$\leq 0,2$	$\leq 1,0$	$\leq 0,2$	пп. 3, 33, 64
4	Загальна жорсткість	ммоль/куб.дм	$\leq 7,0$	$\leq 10,0$	$\leq 7,0$	п. 4
5	Загальна лужність	ммоль/куб.дм	Не визначається	Не визначається	$\leq 6,5$	п. 41
6	Йод	мкг/куб.дм	Не визначається	Не визначається	≤ 50	п. 43
7	Кальцій	мг/куб.дм	Не визначається	Не визначається	≤ 130	п. 45
8	Магній	мг/куб.дм	Не визначається	Не визначається	≤ 80	п. 45
9	Марганець	мг/куб.дм	$\leq 0,05$	$\leq 0,5$	$\leq 0,05$	пп. 11, 64
10	Мідь	мг/куб.дм	$\leq 1,0$	Не визначається	$\leq 1,0$	пп. 9, 64
11	Поліфосфати	мг/куб.дм	$\leq 3,5$	Не визначається	$\leq 0,6$	п. 19
12	Сульфати	мг/куб.дм	≤ 250	≤ 500	≤ 250	п. 10

					<i>Характеристика проектованої продукції</i>	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		41

13	Сухий залишок	мг/куб.дм	<=1000	<=1500	<= 1000	п. 12
14	Хлор залишковий вільний	мг/куб.дм	<=0,5	<=0,5	<= 0,05	п. 14
15	Хлориди	мг/куб.дм	<=250	<=350	<= 250	пп. 7,44
16	Цинк	мг/куб.дм	<= 1,0	Не визначається	<= 1,0	пп. 15,64
<i>Органічні компоненти</i>						
17	Хлор залишковий зв'язаний	мг/куб.дм	<=1,2	<=1,2	<= 0,05	п. 14

Ячмінь для пивоваріння має відповідати вимогам ДСТУ 3769-98

Таблиця 3.11 — Вимоги до зерна ячменю для пивоваріння [9]

Показник	1 класу	2 класу
Колір	Світло-жовтий або жовтий	Світло-жовтий, жовтий або сірувато-жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	Не регламентується	
Маса 1000 зерен, г. не менше	10,	38,0
Масова частка білка, у перерахунку на абсолютно суху речовину %, не більше	11,0	11,5
Смітна домішка, %, не більше	1,0	2,0
в тому числі:		
мінеральна домішка	0,5	0,5
в тому числі:		
Галька	0,1	0,1
шлак і руда	0,05	0,05

					<i>Характеристика проектованої продукції</i>	Арк
						42
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

зіпсовані зерна	У границях норми загального вмісту смітної домішки	
вівсюг	У границях норми загального вмісту смітної домішки	
кукіль	0,3	0,3
фузаріозні зерна	Не допускається	
шкідлива домішка	0,2	0,2
в тому числі:		
ріжки і сажка	0,1	0,1
гірчак повзучий, в'язіль різнокольоровий, термопсис ланцетний, пажитниця п'янка, софора лисохвоста (разом)	У границях норми загального вмісту зернової домішки	
пророслі	У границях норми загального вмісту зернової домішки	
зерна і насіння інших культурних рослин, віднесені до зернової домішки	У границях норми загального вмісту зернової домішки	
в тому числі:		
зерна жита і вівса	У границях норми загального вмісту зернової домішки	
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше (для зерна, поставленого не раніше як за 45 днів після його збирання)	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше (для зерна, поставленого раніше як за 45 днів після його збирання)	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня	
Примітка. Рекомендовані вимоги до якості пивоварного ячменю за показником: екстрактивність, %, не менше: для 1 класу — 79,0, 2 класу — 77,0, установлюють у договорі (контракті) між постачальником і покупцем.		

					Характеристика проектованої продукції	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		43

Цукор білий має відповідати вимогам ДСТУ 4623:2006

Таблиця 3.12 — Органолептичні показники цукру білого[7]

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорій допускають жовтуватий відтінок. Кристалічний цукор повинен бути сипким, без грудочок. Для цукру
	третьої і четвертої категорій допускають грудочки, що розпадаються у разі легкого натискання
Запах і смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині, для цукру четвертої категорії допускають слабкий запах меляси
Чистота розчину	Розчин цукру повинен бути прозорим або таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають опалесценцію

Таблиця 3.13 — Фізико-хімічні показники цукру білого[7]

Найменування показника	Значення за категоріями кристалічного цукру, сахарози для шампанського і цукрової пудри			
	1 (екстра)	2	3	4
Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж	99,7	99,7	99,61	99,5
Масова частка редукувальних речовин (в перерахунку на суху речовину), %, не більше ніж	0,04	0,04	0,05	0,065

					Характеристика проекрованої продукції	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		44

Масова частка води, %, не більше ніж:				
• кристалічного цукру	0,06	0,1	0,14	0,15
• сахарози для шампанського	-	0,1	-	-
• цукрової пудри	-	0,2	0,2	-
Масова частка золи (в перерахуванні на суху речовину), не більше ніж: %	0,011	0,027	0,04	0,05
• балів	6,0	15,0	-	-
Кольоровість в розчині, не більше ніж: одиниць ICUMSA	22,5	45,0	104	195
• Балів	3	6	-	-
• умовних одиниць	-	-	0,8	1,5
Масова частка феродомішок, %, не більше ніж	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Величина окремих часток феродомішок, в найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж	0,3	0,3	0,3	0,3

Таблиця 3.14 — Мікробіологічні показники цукру білого[7]

Найменування показника	Характеристика
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^3$
Плісєневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^3$
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^3$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1 г	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	Не допускаються

Таблиця 3.15 — Характеристика допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Характеристика	Нормативна документація
Пляшки полімерні	Видуваються з поліетилентерефталату вітчизняного виробництва	ТУУ 6-002096 51.1 27-97
Ковпачок полімерний з прокладкою	Призначений для герметизації пляшок	ТУУ 21643937.001-2000
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 ²	ТУУ 21.2-20625995001-2002

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

До допоміжних матеріалів належить молочна кислота, яка відповідає вимогам ДСТУ 4621:2006 «Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови» .

Таблиця 3.16 — Фізико-хімічні показники кислоти молочної харчової[4]

Назва показника	Характеристика
Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше	40
Масова частка ангідридів, %, не більше	2,5
Колірність, градуси, не більше	6,5
Масова частка золи, %, не більше	0,6
Масова частка заліза, %, не більше	0,007
Масова частка сульфатів, %, не більше	0,3
Масова частка хлоридів, %, не більше	0,1
Масова частка редукувальних речовин, %, не більше	1,0

					Характеристика проектованої продукції	Арк
						46
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.17— Токсикологічні показники кислоти молочної харчової[4]

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

					<i>Характеристика проектованої продукції</i>	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		47

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Наведені вихідні данні до випуску двох сортів пива: Світле Шляхетне з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,0 % та Назу з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15 %. Запланована продуктивність заводу становить 15 млн дал/рік.

У таблиці 4.1 наведено асортимент проєктованих сортів пива.

Таблиця 4.1 – Асортимент проєктованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на		Розливається у скляну пляшку	
		Рік млн дал	Добу тис. дал	Млн. дал	Відсоток від загальної кількості
Назу	35	5,25	15,1	5,25	100
Всього	100	15	43,3	15	-

4.2 Продуктові розрахунки

Таблиця -4.2 Втрати на стадіях виробництва пива

Найменування втрати	Пиво з масовою часткою початкового сусла, %	
	12,0% світле	15,0 темне
Екстракту: з пивною дробиною, % мас. до маси зернопродуктів	2,2	2,2
Екстракту з хмелевою дробиною,шлямом під час сепарування,стискування під час охолодження,на замочування трубопроводів,% від об'єму гарячого сусла	6,3	5,8
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,2	2,3
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива,	2,4	2,6
в тому числі під час фільтрування	1,1	1,1
Під час розливу, % до об'єму відфільтрованого пива		

					Технологічні розрахунки	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		48

У пляшки (за вирахуванням поверненого пива)	2,5	2,5
У кеги (так само як у пляшки)	-	-
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до готового пива)	12,8	12,8
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до температури 20 °С, до готового пива), % від об'єму сусла, приведеного до температури 20 °С	9,2	9,2
Під час пастеризації пива в пляшках, % від об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2

Світле Шляхетне. Пиво моє початкову концентрацію сусла 12% , планується з застосуванням 75 % світлого солоду та 25% несолодженого матеріалу(ячмінне борошно). Виходить що в 100 кг вихідної сировини є 75 кг світлого солоду та 25 кг ячмінного борошна. Під час полірування солоду втрати становлять 0,1 %, або $75 \cdot 0,001 = 0,075$ кг. На подрібнення солоду поступає $75 - 0,075 = 74,925$ кг. При вологості солоду 5 % і ячмінного борошна 15 % кількість сухих речовин в заторі:

- в солоді — $74,925(1 - 0,05) = 73,97$ кг;
- в ячмінному борошні — $25(1 - 0,15) = 24,15$ кг.
- Всього сухих речовин в сировині $73,97 + 24,15 = 98,12$ кг.

Беремо екстрактивність солоду 78 %, а ячмінного борошна — 72 % від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

- у солоді — $73,97 \cdot 0,78 = 57,7$ кг;
- у ячмінному борошні — $24,15 \cdot 0,72 = 17,38$ кг.
- Всього екстрактивних речовин міститься: $57,7 + 17,38 = 75,08$ кг

Частина екстракту (2,2 % від маси продуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин: $75,08(1 - 0,022) = 73,42$ кг.

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині: $98,12 - 73,42 = 24,7$ кг.

Назу. Пиво моє початкову концентрацію сусла 15% , планується з застосуванням 90 % світлого солоду та 10% темного солоду . Виходить що в 100 кг вихідної сировини є 90 кг світлого солоду та 10 кг темного солод. Під час

					Технологічні розрахунки	Арк
						49
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

полірування солоду втрати становлять 0,1 %, або $100 \cdot 0,001 = 0,1$ кг. На подрібнення солоду поступає:

- світлий солод $90 - 0,05 = 89,95$ кг
- темний солод $10 - 0,05 = 9,95$ кг.

При вологості солоду 5 % і ячмінного борошна 15 % кількість сухих речовин в заторі:

- в світлому солоді — $89,95(1 - 0,05) = 85,45$ кг;
- в темному солоді — $9,95(1 - 0,05) = 9,45$ кг.
- Всього сухих речовин в сировині $85,45 + 9,45 = 94,9$ кг

Беремо екстрактивність світлого солоду 78 %, а темного солоду — 74 % від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

- у солоді — $85,45 \cdot 0,78 = 66,6$ кг;
- у ячмінному борошні — $9,45 \cdot 0,74 = 7,0$ кг.
- Всього екстрактивних речовин міститься: $66,6 + 7,0 = 73,6$ кг

Частина екстракту (2,2 % від маси продуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин: $73,6(1 - 0,022) = 71,98$ кг. Кількість сухих речовин, що залишається в дробині: $94,9 - 71,98 = 22,98$ кг

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

Гаряче сусло. Із проведених розрахунків в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин:

- Світле Шляхетне 73,72 кг
- Назу 71,98 кг

При встановленій концентрації сусла Світле Шляхетне має 12% та Назу 15% із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

- Світле Шляхетне $73,72 \cdot 100 / 12 = 614,3$ кг
- Назу $71,98 \cdot 100 / 15 = 479,86$ кг

Об'єм сусла при 20 °С (при відносній густині сусла Світле Шляхетне - 1,0505, Назу - 1,0611).

- Світле Шляхетне $614,3 / 1,0505 = 584,76$ дм³
- Назу $479,86 / 1,0611 = 452,22$ дм³

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

- Світле Шляхетне $584,76 \cdot 1,04 = 608,15$ дм³

					Технологічні розрахунки	Арк
						50
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

- $\text{Назу } 452,22 * 1,04 = 470,3 \text{ дм}^3$

Холодне сусло. Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Світле Шляхетне -6,3 % та Назу-5,8 % від об'єму гарячого сусла, приведенного до об'єму при 20°. Виходить об'єм холодного сусла

- $\text{Світле Шляхетне } 584,76(1-0,063)=547,92 \text{ дм}^3$
- $\text{Назу } 452,22(1-0,058)=426 \text{ дм}^3$

Фільтроване пиво. Витрати у бродильному цеху і цеху фільтрації складає до об'єму пива: Світле Шляхетне -2,4 % та Назу-2,6 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

- $\text{Світле Шляхетне } 547,92(1-0,024)=534,7 \text{ дм}^3$
- $\text{Назу } 426(1-0,026)=414,92 \text{ дм}^3$

Товарне пиво. Втрати товарного пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі у пляшки складають для всіх найменувань пива 2,5 %. За умови, що пиво Світле Шляхетне розливається в пляшки — 9,75 млн. дал що в процентному співвідношенні складає від загальної кількості 100 % В такому випадку втрати пива складатимуть: $100 * 0,025 = 2,5 \%$ Отже, кількість товарного пива буде:

- $\text{Світле Шляхетне } 534,7(1-0,025)= 521,33 \text{ дм}^3$
- $\text{Назу } 414,92(1-0,025)= 404,54 \text{ дм}^3$

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

- $\text{Світле Шляхетне } 608,15 - 521,33 = 86,82 \text{ дм}^3$
- $\text{Назу } 470,3 - 404,54 = 65,76 \text{ дм}^3$

або у % до об'єму гарячого сусла:

- $\text{Світле Шляхетне } 86,82 * 100 / 608,15 = 14,27 \%$
- $\text{Назу } 65,76 * 100 / 470,3 = 13,98 \%$

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк
						51
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Хміль та хмелепродукти. Норму хмелю у грамах на 1 дал даного пива розраховують за формулою

$$N_{\text{п}} = \frac{\Gamma_{\text{с}} \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(\alpha + 1)(100 - W)(100 - W_{\text{тр}})} \text{ г/дал,}$$

Світле Шляхетне. $\Gamma_{\text{с}}$ становить 0,72, вміст α -кислоти — 5,5 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива — 14,27 %, вологість гранульованого хмелю — 12 %.

$$N_{\text{п}} = \frac{0,72 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(5,5 + 1)(100 - 12)(100 - 14,27)} = 14,68 \text{ г/дал}$$

Назу. $\Gamma_{\text{с}}$ становить 0,72, вміст α -кислоти — 5,5 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива — 13,98 %, вологість гранульованого хмелю — 12 %.

$$N_{\text{п}} = \frac{0,72 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(5,5 + 1)(100 - 12)(100 - 13,98)} = 14,63 \text{ г/дал}$$

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 зернової сировини. В практиці пивоваріння для підкислення затору може використовуватись до 5 % кислого солоду.

Ферментні препарати. Витрати ферментних препаратів залежать від кількості ячмінного борошна в рецептурі пива, їх можна розрахувати згідно рекомендації фірми-виробника ферментних препаратів. В роботі не передбачено використання ферментних препаратів.

На 1 т зернопродуктів необхідно 10 тис. амілазних одиниць, а на 1 дал пива

$$\frac{1,87 \cdot 10000}{1000 \cdot 100} = 0,187 \text{ г,}$$

де — 1,87 витрата зернопродуктів на виробництво 1 дал 12 %-го світлого пива пива, кг.

Визначення кількості відходів. *Пивна дробина.* Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначається множенням кількості СР, що залишились в дробині, на коефіцієнт $100/(100 - 86)=7,14$. Кількість пивної дробини при варці сусла пива:

- Світле Шляхетне $24,7 \cdot 7,14 = 176,35$ кг
- Назу $22,98 \cdot 7,14 = 164,07$ кг

					Технологічні розрахунки	Арк
						52
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

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 сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦКТ — 1,53 дм³. Половину надлишкових дріжджів використовують як засівні, а інша — є відходом. Кількість дріжджів, яка йде на відходи, визначають множенням кількості товарного пива в дм³ на 0,01:

- Світле Шляхетне $521,33 \cdot 0,01 = 5,21$ дм³
- Назу $404,54 \cdot 0,01 = 4,04$ дм³

Діоксид вуглецю. Із рівняння спиртового бродіння виходить, що із 342 г зброженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброжений екстракт являє собою мальтозу, то можна підрахувати кількість діоксиду вуглецю, що утворюється таким чином. В бродильне відділення поступило холодного сусла пива:

- Світле Шляхетне $547,92 \cdot 1,0505 = 575,58$ кг
- Назу $426 \cdot 1,0611 = 452,02$ кг

В ньому міститься екстрактивних речовин

- Світле Шляхетне $575,58 \cdot 0,12 = 69,06$ кг
- Назу $452,02 \cdot 0,15 = 67,80$ кг

За дійсного степеня зброджування пива утворюється діоксиду вуглецю Світле Шляхетне 55%, Назу 52%.

- Світле Шляхетне $69,06 \cdot 0,55 \cdot 176 / 342 = 19,54$ кг
- Назу $67,80 \cdot 0,52 \cdot 176 / 342 = 18,14$ кг

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

- Світле Шляхетне $575,58 \cdot 0,0035 = 2,014$ кг
- Назу $426 \cdot 0,0035 = 1,49$ кг

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

- Світле Шляхетне $19,54 - 2,014 = 17,52$ кг
- Назу $18,14 - 1,49 = 16,65$ кг

					Технологічні розрахунки	Арк
						53
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Маса 1 м³ діоксиду вуглецю при 20°С і тиску 0,1 МПа складає 1,832 кг. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

- Світле Шляхетне $17,52 \cdot 1,832 = 32,09$ м³
- Назу $16,65 \cdot 1,832 = 30,50$ м³

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

- Світле Шляхетне $17520/52,133 = 336,06$ г
- Назу $16650/40,454 = 411,57$ г

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

Таблиця 4.3 - Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Найменування продукту	Світле Шляхетне на			Назу на			Сума
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	9,75 млн дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	5,25 млн дал	
							15 млн дал на рік
<i>Зернова сировина, кг:</i>							
Світлий солод	75	1,43	13 942 500	90	2,22	11 655 000	25 597 500
Темний солод	-	-	-	10	0,24	1 260 000	1 260 000
Ячмінне борошно	25	0,47	4 582 500	-	-	-	4 582 500
Всього, кг	100	1,9	18 525 000	100	2,46	12 915 000	31 440 000
<i>Інші види сировини, кг:</i>							
<i>Хмелепродукти, кг:</i>							
Хміль гранульований	-	14,68	143 130 000	-	14,63	76 807 500	219 937 500
Ферментні препарати	-	0,187	1 823 250	-	-	-	1 823 250
Молочна кислота 100 %-ва, кг	0,08	0,0015	14 625	0,08	0,0019	9 975	24 600
<i>Проміжні продукти, дм³ :</i>							
Гаряче сусло	608,15	11,66	113 685 000	470,3	11,62	61 005 000	174 690 000

							Арк
							54
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки		

Завершення таблиці 4.3

Холодне сусло	547,92	10,51	102 472 500	426	10,53	55 282 500	157 755 000
Фільтроване пиво	534,7	10,25	99 937 500	414,92	10,25	53 812 500	153 750 000
Товарне пиво	521,33	10,0	97 500 000	404,54	10,0	52 500 000	150 000 000
<i>Відходи:</i>							
Пивна дробина, кг	176,35	3,38	32 955 000	164,07	4,05	21 262 500	54 217 500
Відстій білковий, кг	1,75	0,03	292 500	1,75	0,04	210 000	502 500
Надлишкові дріжджі, дм ³ :	5,21	0,1	975 000	4,04	0,1	525 000	1 500 000
Діоксид вуглецю, кг	17,52	0,33	3 217 500	16,65	0,41	2 152 500	5 370 000
Відходи від полірування	0,75	0,014	136 500	0,1	0,002	10 500	147 000

Таблиця 4.4 - Нормативні витрати допоміжних матеріалів на виробництво пива

Операція	Матеріал	Одиниця виміру	Норма
1	2	3	4
Дезинфекція обладнання і комунікацій (приготування антиформіну)	хлорне вапно	кг/тис. дал	1,6
	сода кальцинована технічна	кг/тис. дал	3,6
Очистка повітря	антимікробне фільтрувальне голкопробивне полотно	м ³ /млн. дал	1,2

Річний обсяг виробництва пива 15,0 млн. дал. Тоді необхідна кількість допоміжних матеріалів складе:

- хлорне вапно $1,6 * 15000 = 24000$ кг;

					Технологічні розрахунки	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		55

- сода кальцинована технічна $3,6 \cdot 15000 = 54000$ кг;
- антимікробне фільтрувальне іглопробивне полотно $1,2 \cdot 15000 = 18$ м³

Приймаємо, що в пляшки місткістю 0,5 дм³ розливають пива Світле Шляхетне -100 % та Nazy -100%. % Необхідну кількість пляшок визначають за формулами:

де $N_{пл.об}$, $N_{пл.нов}$ — необхідна кількість пляшок відповідно оборотних і нових, шт.; $Q_{пл}$ — річний випуск продукції в пляшках, дм³; $V = 0,5$ — місткість пляшки, дм³; $Kб = 3,09$ — бій пляшок під час зберігання, миття і розливу, %; $Kн = 5$ — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %; $n = 40$ — кількість обертів пляшок в рік, шт.; 10 — коефіцієнт перерахунку декалітрів у дециметри кубічні.

$$N_{пл.заг} = \frac{150\,000\,000 \cdot 100}{0,5 \cdot (100 - 3,09)} = 309,59 \text{ млн. пляшок}$$

$$N_{пл.нов} = \frac{150\,000\,000 \cdot (5 + 3,09)}{100 \cdot 0,5} = 24,27 \text{ млн. пляшок}$$

$$N_{пл.об} = \frac{150\,000\,000}{0,5 \cdot 40} = 7,5 \text{ млн. пляшок}$$

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

- кронен-корок — $309,59 \cdot 1,045 = 323,52$ млн. шт.;
- етикеток — $309,59 \cdot 1,03 = 318,87$ млн. шт.

Для кегової продукції необхідно 2 етикетки на 10 дал. пива, тобто $0,3 \cdot 2 / 10 = 0,06$ млн. шт.

Миття пляшок. В середньому лугу витрачається із розрахунку 1000-1100 кг на 1 млн. пляшок продукції. На річний випуск продукції необхідно лугу $3,0959 \cdot 1100 = 3405,49$ кг.

Клей декстрин для наклеювання етикеток на пляшки. Виходячи із того, що для наклеювання 1000 етикеток витрачається 0,275 кг клею декстрину річна витрата клею $309,59 \cdot 0,275 / 1000 = 85130$ кг.

					Технологічні розрахунки	Арк
						56
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Потужність заводу $Q_{\text{заводу}} = 15\,000\,000$ дал/рік.

Загальна річна потреба у зернопродуктах для світлого пива:

- Світле Шляхетне $G = 1,9 * 9\,750\,000 = 18\,525$ т
- Назу $G = 2,46 * 5\,250\,000 = 12\,915$ т
- Всього: 31 440 т

Добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період року складає:

$$G = \frac{31\,440 * 0,3}{28,5 * 3} = 110,3 \text{ т/добу}$$

Підбираємо 1 чотирьох-апаратний агрегат із кількістю варок на добу 9. Засип на 1 варку: $110,3/9 = 12,2$ т

Норія для солоду. Норія для відпуску солоду з зерносховища працює кожен день протягом 4,5 год. Тоді продуктивність її повинна бути не менше:

$$110,3/4,5 = 24,5 \text{ т/год}$$

Обраємо норію - НПЗ-25, продуктивністю 25 т/год.

Потужність електродвигуна - 2 кВт; висота подачі - 25 м;

Шнековий транспортер. Встановлюємо такої ж потужності як і норія 25 т/год.

Ваги автоматичні для зважування солоду повинні мати таку ж саму потужність, як і норія. Обираємо ваги марки Обираємо ваги марки ДН-500 продуктивністю 20-60 т/год.

Бункери добового запасу зернопродуктів. Відповідно до норм технологічного проектування загальна кількість бункерів повинна дорівнювати добовому запасу зернопродуктів, тобто 110,3 т. Розрахунок обладнання ведеться для різних сортів пива, тому виходячи з розрахунку продуктів потрібно розрахувати об'єм добового запасу солоду для кожного з сортів проектованого пива.

Об'єм бункера добового запасу світлого солоду:

$$V_{\text{доб. св. сол}} = \frac{110,3}{0,65} * 1,1 = 186,6 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу темного солоду:

					Технологічні розрахунки	Арк
						57
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

$$\text{Вдоб. св. сол} = \frac{110,3 \cdot 0,1}{0,65} * 1,1 = 18,6 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу ячменю:

$$\text{Вдоб. св. сол} = \frac{110,3 \cdot 0,3}{0,65} * 1,1 = 50,9 \text{ м}^3$$

Вибираємо 2 бункери для світлого солоду об'єм 200 м^3 , 1 бункер для темного солоду об'ємом 20 м^3 , та 1 бункер для ячменю 60 м^3 .

Геометричні розміри бункера для світлого солоду при стороні квадрата $a = 4 \text{ м}$ і куті відкоса 30° будуть наступні: Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0,5774 * 4 = 1,64 \text{ м}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{200}{4^2} * 0,5774 * 4 = 1,64 \text{ м}$$

Геометричні розміри бункера для темного солоду при стороні квадрата $a = 2 \text{ м}$ і куті відкоса 30° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

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

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{20}{2^2} - \frac{1}{3} * 0,82 = 3,85 \text{ м}$$

Геометричні розміри бункера для ячменю при стороні квадрата $a = 2 \text{ м}$ і куті відкоса 30° будуть наступні: Висота пірамідальної частини:

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

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{30}{2^2} - \frac{1}{3} * 0,82 = 5,9 \text{ м}$$

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк
						58
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Повітряно-ситовий сепаратор для очищення солоду від домішок . Виходить його продуктивність повинна бути $9/1,5 = 6$ т/год. Обираємо апарат ЗСМ-5.

Дробарка сухого помелу. Потужність солододробарки для сухого подрібнення повинна бути:

$$Q_{\text{дроб. м. п}} = \frac{15}{1,5} = 10 \text{ т/год}$$

Обираємо дробарку сухого подрібнення Buhler TCSD series потужністю 10 т/год.

Молоткова дробарка. На цій дробарці буде подрібнюватися 15% ячменю на одну варку за 1,5-2,0 год. Отже продуктивність її становить:

$$Q_{\text{дроб. с. п}} = \frac{15 \cdot 0,1}{1,5} = 9,9 \text{ т/год}$$

Беремо молоткову дробарку Меуга потужністю 10 т/год.

Заторний апарат. Приймаємо два заторних апарати ВКЗ-5 засипом на 10,0 т.

Фільтрпрес. Приймаємо 1 апарат Меуга 2001 засипом на 10,0 т. Габаритні розміри: 15000x2400x2300.

Бункер дробини. Приймаємо один бункер Нуртманн ВСТ-V9,9. засипом на 6,0 т.

Сушварильний апарат. Приймаємо один апарат ВСЦ-1,5 засипом на 10,0 т.

Збірник промивних вод. На 1 т зернопродуктів, що надходять на варку, має в збірнику має бути $2,4 \text{ м}^3$ об'єму збірника, тоді: $2,4 \cdot 10 = 24 \text{ м}^3$

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

$$h = \frac{4 \cdot 24}{3,14 \cdot 3^2} = 3,5 \text{ м}$$

Збірник для суслу на виході з фільтрпресу повинен мати таку ж місткість, як і сушварильний апарат. Тому приймаємо збірник об'ємом 50 м^3

					Технологічні розрахунки	Арк
						59
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Насос для перекачування затору. Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3 - 3,5 дм³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 10 т зернопродуктів відповідно $10000 \cdot 3,5 = 350 \text{ м}^3$. Насос мутного сусла. Потужність насосу мутного сусла:

$$Q = 10000 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot \frac{60}{10} = 24,0 \text{ м}^3$$

Насос для перекачування сусла. Відповідно до режиму варки сусла з хмелем перекачування охмеленого сусла із сусловарильного апарату йде на протязі 30 хвилин. Для розрахованої потужності приймаємо насоси СОТ-100М продуктивністю $100 \text{ м}^3 / \text{год}$ тис. напором 50 м^3 .

Гідроциклонний апарат. Для підпору Вірпула знаходимо його повний об'єм. Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м^3 сусла і коефіцієнт заповнення апарату 0,8. Тоді місткість апарату становитиме: $V = 6,0 \cdot 10 / 0,8 = 75 \text{ м}^3$

$$V = 6,0 \cdot \frac{10}{0,8} = 75 \text{ м}^3$$

Приймаємо гідроциклонний апарат Whirpool продуктивністю $75 \text{ м}^3 / \text{год}$, повний об'єм 90 м^3

Збірник білкового бруху. Розраховують виходячи з того, що кількість можливо утвореного білкового осаду дорівнює $1/5$ від об'єму вірпула, тоді:

$$\sqrt[3]{\frac{18}{0,942}} = 2,7 \text{ м}$$

Приймаємо, що висота конічної частини становить 1,2 м, тоді:

$$H = 1,2 \cdot 2,7 = 3,3 \text{ м}$$

Характеристика технологічного та допоміжного обладнання наведено в таблиці 5.1

					Технологічні розрахунки	Арк
						60
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Характеристика технологічного та допоміжного обладнання

№ з/п	Номер позиції на апаратурно технологічній схемі	Назва, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітка
1	1	Норія НПЗ-25	4	Продуктивність, т/год 25. Потужність електродвигуна, кВт; висота подачі - 25 м	2	8	-
2	2	Шнековий транспортер ТСШ-200П	2	Продуктивність, 25 т/год Встановлена потужність, 4 кВт Діаметр шнека, мм 150 довжина шнека, мм 8000	4,0	8	-
3	3	Ваги автоматичні ДН-500	1	Продуктивність 20-60т/год, величина порції 250-500кг, габаритні розміри 1500x1700x1850; маса 860кг	4	-	-
4	4	Бункер для світлого солоду Strage	2	Об'єм 200 м ³ , сторона а = 4 м, h1 = 1,63 м, h = 19,9 м	-	-	-
5	5	Бункер добового запасу темного солоду Strage	1	Об'єм 20 м ³ , сторона а = 2 м, h1 = 0,82 м, h = 3,85 м	-	-	-
6	6	Бункер добового запасу несолодженої сировини Strage	1	Об'єм – 70 м ³ ; габаритні розміри, мм: 1600x3000x1600	-	-	-

					Технологічні розрахунки		Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата			61

Продовження таблиці 5.1

7	7	повітряно-ситовий сепаратор БСХ-200	2	Продуктивність, 6 т/год геометричними розмірами 3 830 x 3 110 x 2 950; маса 3850 кг	2,95	8	-
8	8	Магнітний сепаратор	1	Продуктивність 4-6 т/год, габаритні розміри барабана 800×800	2	8	-
9	9	Дробарка сухого подрібнення Buhler TCSD series	1	продуктивністю 10 т/год.	4	-	-
10	10	Молоткова дробарка Meura	1	Потужність 10 т/год Об'єм – 20 м ³ ; габаритні розміри, мм: 1200x2500x1200	-	-	-
11	11	Заторний апарат ВКЗ-5	2	Місткість 33 м ³ , площа поверхні нагріву 20,8 м ² , діаметр 4800 мм, висота циліндричної частини 1210 мм, кришки 2500 мм, сферичного днища 1060 мм	-	-	-
12	12	Фільтрпрес Meura 2001	1	Висота шару дробини 0,35 м. Габаритні розміри, мм: діаметр – 6400, висота – 7800.	20	24	-
13	13	Збірник дробини Hurrmann ВСТ-V9,9.	1	Об'єм бункеру, м ³ : повний – 90; робочий – 84; габаритні розміри , мм: 5500x4000x4000	-	-	-

					<i>Технологічні розрахунки</i>			Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата				62

Закінчення таблиці 5.1

14	14	Збірник промивних вод Hurrmann WWT -V17,6	1	Об'єм збірника 24 м ³ , Габаритні розміри , мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг	-	-	-
15	15	Сушварильний апарат ВСЦ-1,5	1		1,5		
16	16	Гідроциклонний апарат Whirpool	1	Продуктивність 75,7 м ³ ; повний об'єм 90 м ³ ; діаметр 5700 мм; висота 2500 мм			
17	17	Збірник білкового бруху	1	Об'єм 18 м ³ , діаметр 2700 мм			

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		63

6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Безумовне і повне функціонування у всій системі контролю виробництва забезпечується через належну організацію роботи заводської лабораторії. Об'єкти, методи, процес контролю та показники якості, включені до спеціальних схем, які отримали затвердження від керівних органів галузі.

Схеми контролю різних об'єктів, таких як сировина та її замітники, технологічний процес з аналізом параметрів і якості напівфабрикатів, готова продукція з оцінкою її якості, допоміжні матеріали та методи виробництва з оцінкою можливостей використання їх як вторинної сировини.

Контроль використовують працівники заводських або цехових лабораторій, відділів технічного контролю (ВТК) та працівники виробництва під керівництвом майстрів, технологів-начальників змін або цехів. У галузевих інструкціях складаються стандартизовані або атестовані методи аналізу, які призначені для контролю виробництва на всіх етапах процесу, від прийому сировини до випуску готової продукції[21].

Параметри точності методів включають співпадання та відтворення. Співпадання відображає розбіжність результатів визначення, отриманих з однією пробєю в одній лабораторії протягом короткого проміжку часу при адекватному використанні методу (внутрішня лабораторна похибка). Відтворення вказує на розбіжність результатів визначення, отриманих в різних лабораторіях з однією пробєю при адекватному застосуванні методу (міжлабораторна похибка). Інструкції містять схеми лабораторного та виробничого контролю, в яких наведено перелік об'єктів контролю, показників, що підлягають контролю, методів аналізу та періодичність контролю.

Методи аналізу сировини, напівфабрикатів та готової продукції, які підлягають контролю, затверджені відповідними державними стандартами та інструкціями. У зв'язку з інтеграцією в світовий простір виникає потреба універсалізувати методи аналізу показників виробництва. Тому існують посилення на найвідоміших учасників розробки методів аналізу, таких як Інститут пивоваріння в Лондоні, який займається розробкою стандартизованих методик з 1886 року, Європейська пивоварна конвенція, Аналітична комісія країн Центральної Європи та Американське співтовариство хіміків-аналітиків[10].

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк
						64
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 6,1 — Схема мікробіологічного контролю у варильному відділенні [10]

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольний показник	Методи контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Однор. зернова маса без плісняви	ДСТУ, ТУ	В день надходження на завод	Хімік
		Колір	Світложовтий або жовтий			
		Смак	Солодовий			
	В середній пробі від партії	Прохід крізь сито (2,2*20) мм домішок, %	Не більше 3			
		Масова частка вологи, %	Не більше 5			
Ячмінь	В кожній пробі	Колір	Світложовтий або жовтий	ДСТУ	В день приймання	Хімік
		Масова частка вологи, %	Не більше 14,5			

					Технологічні розрахунки	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		65

		Зараженість.	Не допуск			
		Смітні домішки, %	Не більше 1			
Хміль гранульований	В середній пробі від партії	Зараженість.	Не допуск	ДСТ У	Під час приймання	Хімік
		Масова частка альфакислот	Не менше 2,5			
Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Запах, смак, прозорість	Відповідає показникам	ДСТ У	Один раз на квартал	Хімік
		Жорсткість, мг-екв/дм ³	2-4			
		Ферум, мг/дм ³	Не більше 0,1			
		Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	Не більше 0,2			
		Лужність, мг-екв/дм ³	0,5-1,5			
Подрібнення сухого солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %:		ДСТ У	Не рідше 1 разу на декаду і під час установаження вальців дробарки	Хімік
		Лузга	15-18%			
		Мілка крупка	30-35			
		Крупна крупка	18-22			
		Борошно	25-35			
Приготування затору	Заторний апарат	рН затору	5,4-5,6	ДСТ У	1 раз у 10 днів	Хімік

						Арк
						66
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки	

Гаряче сусло	Суслораильна лінія	рН сусла	5,2-5,4	ДСТУ	Кожна варка. При зміні партій сировини	Хімік
		Оцукрювання	Пробу на йод витримує			
		Колір, ЕВС/см ³ , 0,1 моль/дм ³ розчину I2 на 100 см ³ води	Світле: 6-10, 0,36-0,63 Темне: 120-150, 9-10			
		Вміст гірких речовин, мг/дм ³	Світле: 17-23 Темне: 22-26			
Загальний екстракт дробини	Фільтр прес	Концентрація сухих речовин, %	1,5-2,0	ДСТУ	Кожна варка	Технолог
Вимивний екстракт	Фільтраційний апарат	Концентрація сухих речовин, %	0,5-0,8	ДСТУ	Кожна варка	Оператор процесу
Сусло	Суслораильний апарат	Концентрація екстрактивних речовин, %	11	ДСТУ	Кожна варка	Оператор процесу
		Кислотність, у см ³ 1 моль/дм ³ рнуNaOH на 100 см ³ пива	0,9-1,2		Кожна варка	Технолог
		Колірність, см ³ 0,1 моль/дм ³ р-ну йоду 100 см ³	Не більше 0,23		Кожна варка	Технолог

					Технологічні розрахунки	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		67

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини на виробництві. Держава гарантує працівникам право на охорону праці.

Основними напрямками державної політики в галузі охорони праці є:

- пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результату виробничої діяльності підприємства, відповідальність підприємств за створення безпечних і здорових умов праці;
- комплексне вирішення проблем охорони праці на основі державних і цільових програм з цих питань;
- соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків, заподіяні працівникам каліцтвом, професійним захворюванням або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ними трудових обов'язків;
- встановлення єдиних стандартів охорони праці для всіх підприємств;
- використання економічних методів управління охороною праці, проведення політики пільгового оподаткування, участь держави у фінансуванні заходів з охорони праці;
- здійснення професійного навчання населення, професійного навчання та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- ліцензування потенційно небезпечних виробництв, сертифікація продукції (робіт, послуг) промислового призначення;
- встановлення державної статистичної звітності про умови праці, нещасні випадки на виробництві та професійні захворювання[23].

Головна мета охорони праці полягає у запобіганні нещасним випадкам на робочому місці, професійним захворюванням та збереженні здоров'я працівників. Це досягається шляхом впровадження відповідних заходів з безпеки та організаційних заходів на робочому місці, навчання працівників правилам безпеки, забезпечення необхідного захисного обладнання та здійснення систематичного контролю за умовами праці[18].

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк
						68
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Під час написання кваліфікаційної роботи було розглянуто варильне відділення з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого сусла. Для обраного асортименту пива, а саме для Світлого Шляхетного з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12% та Назу з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15%, були проведені необхідні розрахунки.

Для виробництва проєктованих сортів пива варильному відділенні були обрані ефективні технології та оптимальні технологічні режими а саме:

1. Для транспортування солоду і несолоджених матеріалів (ячмінне борошно) з зернохочища ми використовуємо норія та шнековий транспортер.

2. Для полегшення процесу затирання і фільтрування затору, солод піддаємо подрібненню на молотковій дробарці сухого подрібнення.

3. Для затирання солоду і несолодженої сировини обираємо сучасні заторні апарати, які застосовують двовідварний спосіб. Щоб уникнути утворення комків під час змішування подрібнених зернопродуктів з водою, встановлений передзаторний апарат.

4. Для фільтрування заторів використовуємо сучасний автоматизований фільтр-прес Meura 2001. Використання цього пристрою дозволяє скоротити тривалість процесу до 110 хвилин, зменшити вологість дробини до 32%, значно зменшити витрати гарячої води на промивання дробини, збільшити вихід екстрактивних речовин на 1-1,5%, а також збільшити кількість варок до 10-12 на добу.

5. Для кип'ятіння сусла з хмелем беремо суслотоварильний апарат з внутрішнім кип'ятильником. Процес відбувається за низького надлишкового тиску і при температурі 104-106°C, що сприяє ефективному випаровуванню надлишкової вологи.

6. Для освітлення охмеленого сусла був відібраний гідроциклонний апарат під назвою "Вірпул". Після освітлення сусло піддається охолодженню до температури бродіння (9-12°C) за допомогою двосекційного пластинчастого холодильника.

В пояснювальній записці розглянуто принципово-технологічна схема варильного відділення, також запропонована характеристика сировини що використовується та характеристика основних та допоміжних матеріалів. Наприкінці роботи наведена схема технохімічного та мікробіологічного контролю у варильному відділенні.

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк
						69
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гідроциклонний апарат для освітлення сусла / С.О. Удодов, Л.В. Марценкевич, Л.О. Ліфанова, О.М. Прохоров – Київ, 2015. – С 4.
2. Домарецький В.А. Технологія солоду і пива: підруч. Київ: ІНКOS, 2004. 544 с.
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Вода питна. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010–12–05]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Державні санітарні правила і норми).
4. ДСТУ 4621:2006 Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-03-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 10 с.
5. ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 14 с
6. ДСТУ 4282:2004 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с
7. ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Загальні технічні умови. [Чинний від 07.01.2007]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 31 с.
8. ДСТУ 7067:2009 Хміль. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 16 с.
9. ДСТУ 3769-98 Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с.
10. ІК 00032744-4246-2006 Інструкція санітарно-мікробіологічного контролю пивоварного і безалкогольного виробництва. [Чинний від 27.12.2007]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 35с.
11. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підручник / 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.
12. Кунце, В. Технологія солоду і пива: переклад з німецької / В. Кунце, Г.: Професія, 2009. 1100 с."
13. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян та ін. Київ.: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)
14. Куц А. Технологія бродильних виробництв: конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / А. Куц, В. Кошова. Київ : НУХТ, 2011. 156 с.
15. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварства: переклад з німецької. СПб: Професія, 2007. 640 с.
16. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: підручник / І.С. Гулий та ін. // за ред. І.С. Гулого.. Вінниця: Нова книга,

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк
						70
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

2001.576 с.

17. Основи охорони праці: підруч. / М.П. Купчик та ін. // під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. Київ : Основа, 2000. 416 с

18. Основи охорони праці: підручник / К. Н. Ткачук та ін. //за ред. К. Н. Ткачука, М. О. Халімовського. Київ: Основа, 2006. 448 с.

19.Проектування підприємств галузі з основами САПР: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, З.М. Романова, М.В. Карпутіна. Київ: НУХТ, 2015. 92 с.

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

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

22. Гідроциклонний апарат для освітлення сусла: пат. 97190 Україна: МПК С12С 13/00 / С.О. Удодов, Л.В. Марценкевич, Л.О. Ліфанова, О.М. Прохоров No201406558; заявл. 11.06.2014; опублік. 10.03.2015 , Бюл. No 5 4с.

23.Сайт ISO. URL: <https://www.iso.org/iso-22000-food-safetymanagement.html> (дата звернення 10.06.2023).

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк
						71
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		