

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»
на тему: «**Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 11 млн.
дал пива на рік з впровадженням ресурсозберігаючих технологій**»

Виконав: здобувачка 4 курсу, групи ТБ-4-8ск
Шемшур Аміна Романівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: Прибильський Віталій Леонідович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент: Олена КУШНІР
(ім'я та прізвище)

(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.

Аміна ШЕМШУР
(підпис)

Київ – 2022 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

21 березня 2022 року

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

Шемшур Аміні Романівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 11 млн. дал пива на рік з впровадженням ресурсозберігаючих технологій

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

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 березня 2022 року № 168-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 31 травня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Сировина, що використовується для виробництва пива: солод світлий, рисова січка.

3. Виробництво пива «Українське світле» міцністю 12.5 % об. «Українське темне» міцністю 20% об.

4. Зміст пояснювальної записки Титульний аркуш. Завдання на проектування.

Анотація. Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2.

Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування 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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш А3

Демонстраційний лист – 1 аркуш – А3

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	11.04.22-08.05.22	виконано
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів		
3.	Характеристика проєктованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.22-14.05.22	виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	1-а атестація	15.05.22	виконано
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.22-21.05.22	виконано
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	22.05.22-24.05.22	виконано
9.	Охорона праці	25.05.22-27.05.22	виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки	28.05.22-30.05.22	виконано
	2-а атестація	31.05.22	виконано
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.22-08.06.22	виконано
12.	Попередній розгляд проєкту на кафедрі		виконано
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	09.06.22-14.06.22	виконано
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Аміна ШЕМШУР

Керівник роботи, професор

Віталій ПРИБИЛЬСЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: *«Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 11 млн. дал пива на рік з впровадженням ресурсозберігаючих технологій»*

На основі літературних джерел проаналізовано сучасні способи подрібнення зернопродуктів, приготування заторів, надано оцінку фільтруванню, затиранню зернопродуктів, кип'ятінню сусла з хмелем.

Проведено розрахунок та підбір обладнання і ресурсо зберігаючих технологій.

Проведено розрахунок продуктів для заводу потужністю 11 млн.дал/рік для пива «Українського світлого» 12,5% ,та «Українського темного» 20%.

На основі досліджень розроблено принципову технологічну та апаратурно-технологічну схеми приготування пивного сусла, схему технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва.

Також було прийнято впровадити ресурсозберігаючі технології які допоможуть мінімізувати витрати електроенергії пивзаводу; Встановлення сонячних батарей та повторне використання склотари.

Ключові слова: солод, хміль, рисова січка, затирання, фільтрування, кип'ятіння, екстракт, оцукрення.

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

ANNOTATION

Qualification work on the topic: "Project of the brewing department of the brewery with a capacity of 11 million dal of beer per year with the introduction of resource-saving technologies"

On the basis of literature sources, modern methods of grinding grain products, preparation of jams, analysis of filtration, mashing of grain products, boiling of wort with hops are analyzed.

The calculation and selection of equipment and resources of storage technologies was carried out.

The calculation of products for the plant with a capacity of 11 million dal / year for beer "Ukrainian Light" 12.5%, and "Ukrainian Dark" 20%.

On the basis of researches the basic technological and hardware-technological schemes of beer wort preparation, the scheme of technochemical and microbiological control of production are developed.

It was also agreed to introduce resource-saving technologies that will help minimize the electricity costs of the brewery; and reuse of glass containers.

Key words: malt, hops, rice chaff, mashing, filtration, boiling, extract, sugaring.

					Анотація	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

註解

課題鑑定工作：“引進資源節約型技術，年產1100萬達啤酒啤酒廠釀造部項目”

在文獻資料的基礎上，對現代穀物產品的研磨方法、果醬的製備方法、過濾分析方法、穀物產品的糖化方法、麥汁與啤酒花的煮沸方法進行了分析。

進行了存儲技術設備和資源的計算和選擇。

該工廠的產品計算能力為 1100 萬達爾/年，啤酒“烏克蘭輕”12.5%， “烏克蘭黑”20%。

在研究啤酒麥汁製備的基本工藝和硬件工藝方案的基礎上，制定了生產工藝化學和微生物控制方案。

還同意引入資源節約技術，以幫助最大限度地降低啤酒廠的電力成本；和玻璃容器的重複使用。

關鍵詞：麥芽、啤酒花、米糠、糖化、過濾、煮沸、提取物、加糖。

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

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	8
1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	10
1.1 Структура підприємства.....	10
1.2 Режим роботи.....	10
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГТУВАННЯ СУСЛА	11
2.1 Асортимент та обсяг проекрованої продукції	11
2.2 Принципова технологічна схема	12
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва сусла пивзаводу, з впровадженням ресурсозберігаючих технологій.....	13
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	21
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	23
3.1 Характеристика проекрованої продукції	23
3.2 Характеристика сировини	25
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	33
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	34
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	34
4.2 Продуктові розрахунки.....	34
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	40
5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	43
6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА	50
7. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	59

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 11 млн. дал пива на рік з впровадженням ресурсозберігаючих технологій			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шемшур А.Р.			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Консул.							7	59
Керівн.		Прибильський				НУХТ ННІХТ ТБ – 4 – 8ск		
Зав. каф.		Квц А.М.						

ВСТУП

Пиво, освіжає воно багате вуглекислим газом пінистий напій, одержуваний у результаті збродження пивного суслу спеціальним типом пивних дріжджів.

Нові підходи до якості мають дедалі більше враховувати ринкові фактори, від адміністративного контролю якості до управління якістю на основі організаційних та економічних засобів, до гнучких стандартизованих систем, які дозволяють виробникам реагувати швидше. Змінити вимоги до якості внутрішнього та зовнішнього ринків, організувати перехідну роботу в майбутньому та забезпечити високу якість продукції.

В даний час все більше уваги приділяється якості пива, що виробляється та реалізується в Україні. Нові підходи до проблеми якості вимагають усе більш повного обліку виробниками ринкового фактора, зрушення від адміністративних важелів контролю якості до переважно організаційно-економічних заходів управління якістю, переходу до гнучкої системи стандартизації, що дозволяє виробникам оперативніше реагувати на мінливі вимоги внутрішнього і зовнішнього ринку до якості товарів, організації роботи з переходу в перспективі до забезпечення високої якості продукції.

Сонячні електростанції – це досить інноваційне обладнання. Сонячна енергетика - одна з галузей альтернативної (відновлюваної) енергії, що розвиваються найбільш динамічно.

Сонячна енергетика розвивається наростаючими темпами та вже перетворилася на потужну галузь в найбільших економіках світу. В Україні темпи зростання сонячної енергетики в цьому році прискорилися.

Наразі основну частину нових потужностей сонячної енергетики в Україні складають великі наземні СЕС.

Областей застосування сонячних панелей стає все більше з кожним днем. Тому в даній кваліфікаційній роботі було запропоновано використання сонячних панелей.

Використання дахових СЕС має свої негативні сторони:

1. Висока вартість сонячної панелі і недостатній ККД. В середньому 1 кв. метр площі сонячної панелі виробляє не більше 120 Вт корисної потужності. Цієї енергії недостатньо навіть для роботи комп'ютера. В середньому ККД сонячних панелей використовуваних для електропостачання будівель становить 14%, це менше ККД традиційних джерел енергії.

2. Для аварійного електропосачання. Для аварійного живлення із зарядкою від мережі Вам потрібно інвертор та акумулятор, для живлення – від сонячних панелей – ті ж самі інвертор і акумулятор + сонячна панель і контролер. Для чого переплачувати? Ну хіба що в Вас відключають світло на декілька днів.

В даній кваліфікаційній роботі передбачається впровадити наступні технологічні рішення та ресурсозаощаджувальні технології:

- подрібнення солоду в дробарці мокрому подрібненню; приготування затору здійснювати 2х-відварним способом з використання двох заторних апаратів;
- фільтрування затору з використанням фільтраційного апарату;
- для кип'ятіння суслу з хмелем використати теплообмінник апарат з

внутрішнім циркулюючим теплообмінником;

- для охолодження сусли використовувати 2х-секційний пластинчастий теплообмінник;

- для мінімізування витрат електроенергії використовується сонячні батареї;

- для мінімізування витрат ресурсів запропоновано використання промивної води для процесу затирання, та використання несолодженої сировини;

Запропоновані в кваліфікаційній роботі заходи дозволять підвищити якість і стабільність пива, економити теплову енергію.

Обсяг кваліфікаційної роботи: пояснювальна записка на 68 с; апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш формату А3; демонстраційний лист – 1 аркуш А3.

					Вступ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

В даній кваліфікаційній роботі передбачено проектування відділення приготування сусла пивзаводу потужністю 11 млн. дал на рік

Цех складається з наступних відділень:

- відділення підготовки солоду;
- відділення для приготування затору;
- відділення для кип'ятіння сусла з хмелем.

До допоміжних підрозділів відносяться:

- матеріальний склад;
- виробнича лабораторія;
- кабінет начальника цеху.
- дегустаційна зала;
- кімната для відпочинку;

До допоміжних споруд відносяться:

- водоочисні споруди;
- майстерня;
- котельня;

1.2 Режим роботи підприємства

Відповідно до КЗпП нормальна тривалість робочого часу працівника не може перевищувати 40 годин на тиждень. Тому підприємство працює у дві зміни: одна з 08:00 до 20:00, друга з 20:00 до 08:00, з 60-хвилинною обідньою перервою.

Режими роботи цехів і відділень наведені у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Режим роботи цехів і відділень.

Цех або відділення	Тривалість зміни, год	Кількість днів роботи за рік	Кількість днів роботи за місяць
Керівництво підприємства	8	300	25
Основні цехи:			
- 1 зміна	12	300	25
- 2 зміна	12	300	25
Допоміжні цехи	8	300	25

					Структура підприємства та режим його роботи	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ СУСЛА

2.1 Асортимент та обсяг проекрованої продукції.

Згідно завдання, завод потужністю 11 млн дал на рік випускає два види пива:
«Українське світле 12,5%», «Українське темне 20%».

Асортимент і обсяг проекрованої продукції наведено в табл.2.1

Таблиця 2.1 – Асортимент і обсяг проекрованої продукції

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на:	
		рік, млн. дал	добу, тис. дал
Українське світле пиво 12,5%	50	5.5	15068,49
Українське темне пиво 20%	50	5.5	15068,49

Таблиця 2.2 - Рецептúra проектованих сортів пива:

Сорт пива	Витрати на 1 дал		Примітка
	Зернопродуктів, кг	Хмелю, г	
Українське світле 12,5%	Солод світлий — 85 % Рисова січка — 15 %	20	Світле
Українське темне 20%	Солод світлий — 50 % Солод темний — 50 %	до 20	Темне

2.2. Принципова технологічна схема.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

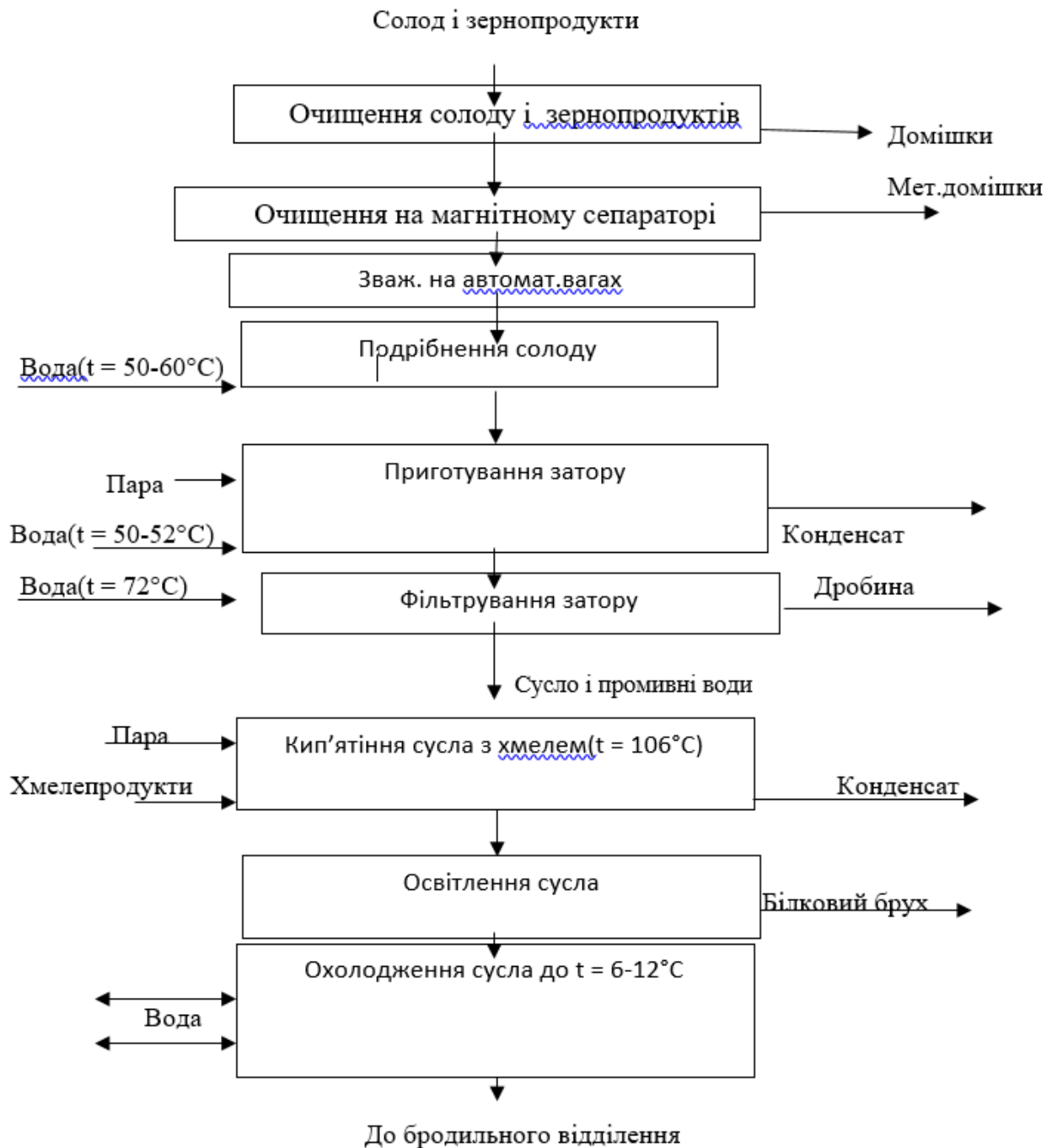


Рис 2.1 Принципова технологічна схема приготування пивного сусла

2.3. Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва сусла пивзаводу, з впровадженням ресурсозберігаючих технологій»

2.3.1. Транспортування зернопродуктів

Засоби для переміщення зерна на завод поділяють на дві групи:

- механічні: елеватори або норії для вертикального переміщення; мшнекові транспортери; скребкові ланцюгові транспортери; стрічкові транспортери для горизонтального переміщення.

- пневматичні, переміщують зернову масу по трубопроводах за допомогою потоку повітря.

У кваліфікаційній роботі використовуються механічний транспортний засіб – норія.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Норія — транспортний засіб для переміщення зернопродуктів, системою ковшів, що закріплені через певні проміжки на безкінечній стрічці, ланцюгах або канатах.

Переваги зернових норій:

- прості в управлінні;
- можуть працювати тривалий час без зупинки;
- зерно подається рівномірно у заданій кількості;
- довговічна конструкція, проста в ремонті;
- захищена від корозії шаром цинку;
- дбайливе транспортування зерна;
- мале споживання енергії;
- компактне обладнання, яке дозволяє транспортувати зерно на велику висоту. [11]

До недоліків норії можна віднести те, що нижня частина норії ніколи повністю не спорожняється. Це особливо негативно позначається, коли одним і тим же піднімачем піднімають різні види сипучих матеріалів. Крім того, якщо проходить збій в електропостачанні, то норія під вагою наповнених ковшів почне рух у зворотний бік. У зв'язку з цим монтують спеціальний блокувальний пристрій.[3]

2.3.2. Очищення солоду.

Солод що відлежався, містить залишки паростків, пил, волокна, металевий пил та інші домішки. Для їх відділення використовують полірувальний апарат і магнітний сепаратор. Під дією тертя поверхня зернівки відчищається від бруду, а солод полірується.

У солоді, що поступає у виробництво, зустрічається різні дрібні металеві предмети (цвяхи, шматочки сталі, продукти корозії і інші), які проходять через сита полірувальної машини. Ці домішки віддаляються за допомогою сепаратора з постійними магнітами або електромагнітного сепаратора. [4]

2.3.3. Подрібнення зернопродуктів.

Щоб при затиранні дати ферментам солоду можливість впливати на речовини солоду та їх розщепити, солод слід подрібнити. Цей процес називається подрібненням.

Кількість солоду, що застосовується для варіння, називається насипом.

Подрібнення - це процес механічного подрібнення, у якому, проте, слід у міру можливості зберегти оболонки для подальшого їх використання як матеріалу що фільтрує при фільтруванні затору.

При подрібненні слід враховувати ряд параметрів, але перш ніж дробити солод, його зважують на терезах.

У дробарці солод подрібнюють. Розрізняють:

- дробарки сухого помелу;
- дробарки мокрого помелу;
- молоткові дробарки;
- диспергаційні дробарки (дрібне подрібнення).

Сухе подрібнення. На пивоварильних заводах частіше всього використовують дробарки для сухого помелу.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування суслу	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В них сухий солод подрібнюється між парно розміщеними вальцями.

За кількістю вальців розрізняють дробарки: (6-ти-вальцьові; 5-ти-вальцьові; 4-х-вальцьові).

Шестивальцева дробарка. Вона найбільш зарекомендована і найчастіше зустрічається на пивних заводах.

Три пари вальців виконують наступний обов'язок:

- для попереднього подрібнення;
- для відділення м'яких оболонок;
- для отримання крупки потрібного розміру.

П'ятивальцева дробарка.

5-ти-вальцева дробарка являється різновидом 6-ти-вальцевої, у якої один вал виконує двійну функцію.

Вал для попереднього подрібнення одночасно працює як вал для оболонок.

Другі робочі функції збігаються з 6-ти-вальцевою дробаркою, 5-ти-вальцеві дробарки більше не випускають.

Чотирьохвальцева дробарка.

4-х-вальцева дробарка з парами розміщеними один на одному вальці часто використовується на підприємствах середньої величини.

Попередньо подрібнений на парі вальців помел розподіляється між двома ситами, і тільки груба складова частина дробиться на другій парі вальців.

Для отримання однакового ефекту подрібнення тонка складова частина (борошно і крупка дрібна) відсіюється на вертикально розташованих нерухомих ситах, на які вона відкидається за допомогою хрестоподібних молоткових валиків.

2-х-валкової дробарки.

2-х-вальцеві дробарки для сухого подрібнення зустрічаються лише на дуже малих пивоварних заводах і міні пивоварнях ресторанного типу.

Через те, що з одної пари вальців при сухому подрібненні неможлива наступна диференціація помелу, то оптимального виходу екстракту отримати не вийде. [5]

Кондиційоване подрібнення.

Оболонки сухі та дуже крихкі, легко руйнуються при дробленні, але вони потрібні при фільтруванні затору як матеріал для створення фільтрувального шару. Для збереження оболонок перед сухим дробленням солод злегка зволожують, цей процес називається кондиціонуванням.

При кондиційованому сухому подрібненні солод зволожується за 1 -2 хв перед подрібненням з допомогою насиченої пари або води при температурі 30-35 ° С.

Зволоження підвищує вологість в оболонках: на 1,2-1,5% при обробці парою; на 2,0-2,5% при використанні теплої води, тоді як вологість у серцевині зерна підвищується на 0,3-0,5%.

Переваги даного методу подрібнення полягає у тому, що:

- обсяг оболонок збільшується на 10-20%; тому виходить більш пухкий шар, що фільтрується і досягається підвищена швидкість фільтрування затору;
- оболонки стають значно еластичнішими і краще зберігаються;
- швидше досягається повнота оцукрювання, яка визначається за йодною пробі при затиранні.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зростає вихід і кінцевий ступінь зброджування;

Недоліки:

- збільшення витрат на придбання та обслуговування обладнання, це ставитися до необхідності більш частішого очищення дробарок.

Дробарка (молоткова). Подрібнення несолодженої сировини передбачається в молотковій дробарці, яка забезпечує більш ефективне розварювання.

Подрібнення (мокре). М'якшени оболонки при подрібненні солоду навіть у сприятливих умовах тою чи іншою мірою пошкоджуються і не можуть при фільтрації повністю виконувати свою фільтрувальну функцію, але якщо солод перед подрібненням замочити, то оболонки, а також серцевина зерна поглинають вологу і стають еластичними. Після цього зерно легко відділяється від оболонки, яка при цьому майже не пошкоджується і тому може краще забезпечувати більш швидке фільтрування, а серцевина зерна подрібниться тонше і тому може краще використовуватися.

Дробарка мокрою помелу складається з корпусу солододробарки, над яким встановлено бункер з конічним випуском. У цьому бункері здійснюється зволоження солоду. Найважливішою частиною дробарки для мокрою помелу є пара дробильних вальців з дуже вузьким прозором між ними (0,45 мм). Перед цими вальцями знаходиться розподільний валик. Матеріал збирається шнеком і підводиться до заторного насоса.

Складна система зрошувальних і розпилювальних форсунок забезпечує замочування солоду, а також промивання установки після її роботи.

Зерно для солоду покрите оболонкою, яка погіршує смак пива, але є хорошим матеріалом для фільтрування затору. Тому при дробленні солод не розмелюють, а роздавлюють, зберігаючи оболонку зерна в більш менш цілому вигляді, а з ендосперму прагнуть отримати максимальну кількість дрібної однорідної крупи.

Високий вміст муки й подрібненого лущиння в помелі погіршують фільтрування затору. [5]

Оптимальний помел солоду повинен забезпечити максимально можливий вихід екстракту і достатньо високу швидкість фільтрування суслу.

Отже можна сказати що, подрібнений солод являє собою суміш частинок різної величини, які за розмірами і зовнішнім виглядом поділяються на оболонки, грубу та дрібну крупку, і борошно.

Склад помелу повинен бути:

- лузга - 16-18%;
- груба крупка - 19-22%;
- дрібна крупка - 30-36%;
- борошно – 24-35%.

2.3.4. Оцукрення затору та затирання зернопродуктів.

Затирання – є найважливішою справою при виробництві суслу, при затиранні помел та вода перемішуються тобто затираються, солодові компоненти переходять у розчин та стають речовинами екстракту.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування суслу	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Більшість компонентів подрібненого солоду не розчиняються самі по собі, а в пиво можуть перейти лише розчинні речовини. Тому можна сказати що, при затиранні необхідно перевести нерозчинні речовини помелу в розчинні.

Речовини, що переходять у розчин - екстракт.

Розчинними речовинами є: цукор, декстрини, речовини мінеральні, білки.

До речовин нерозчинних відносять: целюлоза, крохмаль, частка високомолекулярних білків та ін..., які після закінчення ходу фільтрування залишаються у вигляді дробини.

Більшість сполук нерозчинних намагаються перевести в розчинні, щоб отримати якнайбільше екстракту. Це формулюється такими параметрами: вихід варочного цеху, вміст в дробині екстракту.

Має значення не тільки кількісний зміст, а й якість екстракту, через те, що наявність певних з'єднань: дубильних речовин з оболонки дуже небажано, тоді як інші: певні цукри, продукти розщеплення білків.

Мета затирання полягає в тому, щоб розщепити крохмаль у цукор і розчинні декстрини без залишку.

Із солоду вилучаються 15-20% речовин, у тому числі 7,5 -19 – цукру, 2,5-4 – білків і продукти гідролізу та пентозанів, 1-1,5 – ксилоли, арабінози, 0,3-0,5 – пектину, 0,4% - дубильних та гірких речовин та майже усі неорганічні речовини.

Процес затирання полягає в тому, що температуру затору піднімають до оптимальних температур для дії тих чи інших ферментів, а потім витримується пауза.

Паузи задаються при наступних температурах:

- 45-48 °С - білкова пауза та пауза для розщеплення β -глюкану;
- 62-64 °С - мальтозна пауза;
- 70-72 °С - пауза для оцукрювання;
- 75-78 °С — температура закінчення затирання.

По виду підвищення температури розрізняють дві групи способів затирання:

- настійний, так званий ще як - інфузійний;
- відварювальний, так званий ще як - декокційний спосіб. [5], [4].

Настійний спосіб

Він є із найпростішим серед способів затирання, оскільки при застосуванні всіх цих способів весь затор ніколи не поділяється, підігрівання усього затору здійснюють крок за кроком при цьому витримують температурні паузи, необхідних для дії певних ферментів.

Для затирання потрібна тільки одна місткість, що обігривається, оскільки затір не перекачується, поглинання повітря мінімізується, що є досить позитивним фактором, оскільки кисень при затиранні веде до окислення поліфенолів, а ними і до розмивання смаку і вищої кольоровості готового продукту.

В інфузійному способі найбільшу функцію відіграє ефект мішання, мішалка повинна мати можливість пристосовуватися до відповідної стадії процесу затискання завдяки електродвигуну приводу мішалки з перемиканням полюсів та двома швидкостями або повинна бути можливість для плавного регулювання.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування суслу	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При цьому всьому також зростає значення конструкції лопатей мішалки, при витримуванні пауз мішалку вимикають, збільшується тривалість оцукрювання та фільтрування затору, а вихід екстракту знижується, оскільки утворюється перепад температур, що погіршує перехід екстрактивних речовин у сусло і заважку роботу ферментів.

Переваги інфузійного, ще так званого як настійного способу, полягають у тому, що: легко автоматизувати; менше енерговитрачання, ніж при використанні способу з відварками; його легко контролювати. [5].

Відварні способи.

Спільним для відварювальних способів затирання є те, що частина затору відбирають і кип'ятять. Після вибраного пересмокування температура всього затору підвищується. За кількістю цих відварок розрізняють трьох-, двох- і одно відварювальні способи затирання. Відбір і кип'ятіння відварок має наступний вплив:

- через швидке нагрівання білки тієї частини затору, яку кип'ятять, розщеплюються меншою мірою;
- підвищується ступінь клейстеризації та розрідження крохмалю;
- відбувається сильніше вилуговування речовин, що містяться в м'якіших оболонках;
- утворюється більше меланоїдинів;
- посилено випаровується диметилсульфід (ДМС);
- відбувається зменшення змісту ферментів у об'єднаному заторі;
- дещо збільшується вихід варочного цеху. [5]

Фільтрування затору

Фільтрування затору – відокремлення сусла від дробини з найменшими втратами екстрактивних речовин. Оскільки після відокремлення сусла, дробина ще утримує значну кількість екстрактивних речовин, їх доводиться вимивати водою, тому процес розділення затору поділяють на дві частини:

- 1) фільтрування першого сусла;
- 2) промивання дробини водою (вимивання екстракту, який утримує дробина).

Для успішного фільтрування затору необхідне рівномірне розподілення дробини по всій площі фільтрувальної перегородки. [5]

Для встановлення бажаної концентрації сусла в кінці фільтрування затору необхідно, щоб перше сусло містило екстракту на 4-6% більше, ніж початкова екстрактивність виробленого пива, при виробництві пива з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі 12% концентрація екстрактивних речовин в першому суслі повинна бути 16-20%. Сусло що стікає в кінці з низькою екстрактивністю називається останньою промивною водою, при нормальному пиві вона ще має вміст екстракту близько 0,5-0,6%. Час від часу цю промивну воду застосовують в якості води для затирання або промивної води для наступної варки. Підпорядкований від складу сусла маса колоїдних частинок може коливатися від 120 - 700 мг/л [7], [5].

В даній кваліфікаційній роботі пропонується фільтрувати затор на **фільтр-апараті**. Під час виробництва 12% сусла затор фільтрують до масової частки сухих речовин 11,2-11,6 %, при цьому масова частка сухих речовин в промивній воді повинна становити від 1,0% - 1,5%.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Послідовність основних технологічних операцій при використанні фільтраційного апарата:

1. Витіснення повітря «заливка сит»
2. Перекачування затору
3. Розшарування затору
4. Повертання мутного сусла
5. Збір 1-го сусла
6. Промивання дробини та збір промивних вод
7. Збір останніх промивних вод
8. Вивантаження дробини

Витіснення повітря. Для швидкого фільтрування під ситовий простір треба звільнити від забруднень і бульбашок повітря, для цього слід під сита подати гарячу воду, нагріваючи при цьому самі сита.

Перекачування затору. Затор якомога швидше перекачують в фільтраційний апарат і там його розподіляють рівномірно.

Щоб минути нерівномірного розподілу маси, швидкість потоку при перекачуванні підтримують невеликою, обсяг потоку повинен бути великим, щоб перекачування затору виконати за 10 хв. Подачу затору в фільтраційний апарат виконують переважно знизу.

Фільтраційна пауза. Після перекачування затору дробина осідає шаром приблизно 20 - 25 см, при питомому навантаженні на фільтраційні сита 150 кг/м², близько 34 см - при питомому навантаженні 200 кг/ м², перше сусло збирається над дробиною. Ця стадія процесу необхідна, бо дробина використовується в якості природного фільтрувального шару. Цей процес називається розшаруванням затору і займає 5 - 30 хв.

Повернення мутного сусла. Між дном фільтраційного апарата і ситами спочатку збирається донне тісто, що складається з прониклих сюди частинок, воно повертається разом з першим суслем, яке на початку має підвищену мутність і воно перекачується назад у апарат. Ця операція проводиться 5-10 хв перед закінченням перекачування затору до появи на виході прозорого сусла.

Збір першого сусла. Перше сусло проходить через дробину і фільтрується. Після того як зійшло 50% першого сусла проводять вимірювання масової частки СР. Стягування першого сусла проходить до злегка висушеної дробини, коли відфільтровано 50% сусла включають мішалку. Після закінчення стягування першого сусла подається вода для промивки, швидкість потоку води 180 л/год. Масова частка сухих речовин першого сусла 18,5 – 23,0 %.

Промивання дробини та збір промивних вод. Стікання 1-го сусла проводиться до тих пір, поки дробина буде видна на поверхні фільтраційного затору, потім над суслем розподіляється вода для промивання дробини, яка, повільно переміщаючись зверху вниз, витісняє сусло, температура промивної води 73 – 75 °С, швидкість потоку 250 – 300 л/год. Остання промивна вода зберігається при температурі > 70 °С, не довше 24 годин для уникнення утворення компонентів, які негативно вплинуть на смак готового пива, а це антоціаногени та таніни. При досягнених часток сухих

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

речовин 0,7 - 1,0 % збір промивної води припиняють, зібрану промивну воду використовують надалі для ьтх чи інших цілей.

Вивантаження дробини. Після випуску промивної води розпушувач підійматися, ножі ставляться впоперек, і дробина переміщається до люка, при повільному опусканні вигрібного пристрою [5].

Кип'ятіння сусла з хмелем.

Метою кип'ятіння сусла з хмелем є: стабілізація хімічного складу шляхом інактивації ферментів; стерилізація; доведення концентрації сухих речовин до потрібної нам величини шляхом випаровування; збагачення сусла хмельовими речовинами та коагуляція нестійких білкових речовин.

Отримане у процесі фільтрування сусло кип'ятять протягом 50-60 хв з додаванням хмелю. При кип'ятінні в сусло переходять гіркі та ароматичні речовини хмелю, одночасно коагулюють білки. Кип'ятіння сусла ведуть у сусловарних котлах. Кінцевим продуктом стадії кип'ятіння є гаряче захмелене сусло.

При кип'ятінні сусла відбувається ряд послідовних змін:

- випарювання води;
- утворення та коагуляція конгломератів білкових та дубильних речовин;
- розчинення та перетворення компонентів хмелю;
- стерилізація сусла;
- випаровування небажаних ароматичних речовин.
- підвищення кольоровості сусла;
- підвищення кислотності сусла;
- утворення редукуючих речовин;
- руйнування всіх ферментів; [5]

Кип'ятіння здійснюють в сусловарильних апаратах, які можна класифікувати за наступними ознаками:

- за функціональним призначенням;
- за геометричною формою основних конструкційних елементів;
- за способом кип'ятіння;
- за способом нагрівання та видом теплового агента;
- за типом нагрівального пристрою;
- за видом конструкційного матеріалу;
- за ступенем герметизації;
- за організацією подачі сусла в апарат.

В даній курсовій роботі використовується сусловарильний апарат з внутрішнім циркулюючим теплообмінником.

Ряд послідовних змін, які проходять при варінні сусла з хмелем. Кип'ятіння сусла з хмелем супроводжується фізико-хімічними перетвореннями, які дуже пов'язані між собою та впливають на якість готового пива.

Коагуляція білків. З'єднання протеїнів і дубильних речовин, а також сполуки білкових речовин і окислених дубильних речовин при високій температурі нерозчинні і випадають в осад при кип'ятінні сусла у вигляді суспензій гарячого сусла. Ці комплекси осідають у вірпулі.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Після кип'ятіння в суслі повинно залишитися від 3 до 4 мг/100 мл коагулюючого азоту. При меншому значенні цього показника спостерігається зниження піностійкості пива [5].

Розчинення гірких і ароматичних речовин хмелю.

В процесі кип'ятіння сусла з хмелем проходить розчинення і перетворення гірких, ароматичних і дубильних речовин хмелю. Відповідно до класифікації гірких речовин хмелю, вони поділяються на м'які смоли (α -гіркі кислоти - гумулон, і β -гіркі кислоти - лупулон), неспецифічні м'які смоли (резупони) і тверді смоли. Серед них слід виділити α -гіркі кислоти, зокрема гумулон - основний носій гіркоти і когумулон, який негативно впливає на сприйняття гіркоти пива. Рівень когумулона в α -кислотах визначається сортовими особливостями хмелю і не повинен перевищувати 25% від вмісту α -кислот у хмелі. Поліфеноли хмелю, які екстрагуються при кип'ятінні сусла з хмелем, також надають певну гіркоту пиву, але на відміну від ізо- α -кислот мають терпкий смак.

Дубильні речовини, що містяться в хмелі хмелі, мають високу реакційну здатність, в через результаті що чого сусло при кип'ятінні кипінні сусла утворює утворюються великі частки частинки брукхту, відходів, що які добре осідають.

Зміна забарвленості сусла. При кип'ятінні колірність сусла збільшується, це пояснюється утворенням меланоїдинів, окисленням дубильних речовин хмелю і оболонки солоду, а також перехід речовин що закольоровують хміль і солод в розчині.

Руйнування ферментів. При кип'ятінні сусла повністю знищуються в невеликій кількості ферменти, у зв'язку з цим у складі сусла більше неможливі подальші неорганізовані зміни.

Підвищення кислотності сусла. Кислотність сусла дещо підвищується, внаслідок меланоїдинів, що утворюються при кип'ятінні сусла з хмелем, меланоїдини дають кислу реакцію, і, крім того, деяку частину кислотності заносить хміль.

Величина рН при повному наборі в суслотварильному апараті без підкислення затору становить близько 5,5-5,6, а рН гарячого захмеленого сусла - близько 5,4-5,5. Багато важливих процесів більш зручніше і швидше протікають при зниженій рН, не завадило б перед закінченням кип'ятіння підкислити сусло до рН 5,1-5,2.

Зміна вмісту диметилсульфіду під час і після кип'ятіння сусла. Центральна кількість ДМС утворюється шляхом термічного розкладання з попередника S-метилметіоніну (СММ).

Вміст в суслі після кип'ятіння з хмелем ДМС знаходить в межах не більше 100 мкг/дм³ можна досягти за допомогою систем кип'ятіння, в яких використовують режими ефективного видалення летких компонентів сусла при низькому надлишковому тиску, або з застосуванням стріппінгу (видалення летких фракцій). Більша частина вільного ДМС випаровується вже через 30 хв після початку кип'ятіння.

Контроль якості готового сусла. Перед переміщенням гарячого сусла у гідроциклон потрібно контролювати сусло за такими показниками: прозорість сусла, йодна проба на оцукрювання, вихід сусла, вихід екстракту сусла. [5]

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В даній кваліфікаційній роботі рекомендується проводити процес кип'ятіння протягом 60-70 хв. В кінці кип'ятіння рН сусла повинно становити 5,1 - 5.3.

2.3.7. Освітлення та охолодження сусла

Сусло закачується у вірпул тангенціально, завдяки цьому досягається закручування потоку, через що завислі частинки у формі конуса зсїдаються на дні у центрі вмістищі. При цьому після обробки у вірпулі сусло стає максимально освітленим.

Вірпул ізольований ззовні від охолодження. При сепарації гарячого сусла може бути використана різноманітна форма дна вірпула (конус або напівсфера). Кут конічного або плоского дна стосовно горизонталі складає 1 градус і слугує тільки для стоку кінцевого сусла, що змивається водою. Впускний отвір знаходиться в діапазоні нижньої третини висоти вірпула це предназначено для запобігання активного потрапляння кисню. [5]

Метою охолодження сусла є зниження його температури, сусло охолоджують до 6-7 або 14-16°C. В гарячому суслі відсутній кисень повітря, який життєво необхідний мікроорганізмам, але знаходяться грубі та завислі речовини, які утворилися під час кип'ятіння сусла з хмелем. Присутність цих частинок негативно впливають на процес бродіння, доброджування і колоїдну стійкість готового пива.

Охолодження гарячого сусла проводиться в теплообмінних апаратах різної конструкції: пластинчастих, типу „труба в трубі”.

В даній кваліфікаційній роботі рекомендується використовувати двох-секційний пластинчастий теплообмінник, тому що він має ряд переваг:

- не потребує складного монтажу та настройки, конструкція забезпечує мікробіологічну чистоту,
- компактна конструкція, не вимагає великої площини для розміщення,
- простота у використанні, має дуже гарну теплопередачу при невеликих втратах тиску,
- легко очищається [5].

Попереднє охолодження сусла реалізується за допомогою води, при цьому сусло охолоджується з 98 °С до 30 °С, а вода нагрівається з 20 до 80°C. Потім сусло охолоджується з 30 до 6°C за допомогою пропіленгліколю.

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Приймання зернопродуктів здійснюється автомобільним транспортом. На виробництво ячмінь подається за допомогою стрічкового транспортера 1 з елеватора Норією 2 зернова сировина подається на шнек, потім зважується на автоматичних вагах 3. В бункерах 4 та 5 створюється добовий запас сировини. Потім сировина проходить ряд вичищення. На повітряно-ситовому сепараторі 7 видаляється: пісок, пил, продукти стирання).

Очищений солод подрібнюється у дробарці мокрою помелу 9 з метою отримання максимальної кількості дрібної однорідної крупки й збереження лушпиння. Потім подається до заторного апарату 19, де змішується з теплою водою (близько 47°C) і перемішується. А не солоджена сировина подається в молоткову

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дробарку 10, після чого подається в бункер 11, далі не солоджена сировина подається в пред заторний апарат 12 і вже потім подається в заторний апарат 19.

Затору дають спокій для оцукрення при температурі 72 -75 С. Після чого увесь затор перекачують у фільтраційний апарат 23. Прозоре сусло подають у проміжну місткість 25, а далі у сусло варильний апарат 26. У апараті 26 сусло кип'ятиться з хмелем, хміль подається зі збірника хмелю 27. При кип'ятінні сусла випаровується деяка кількість води, відбувається часткова денатурація білків сусла і його стерилізація.

Гаряче захмелене сусло спускають вірпуль 28, де відокремлюється білковий осад. З вірпуля 28 сусло подається у 2-х-секційний пластинчастий теплообмінник 29, де охолоджується до 5...6 С. Охоложене сусло подають у бродильне відділення.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів приготування сусла	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проєктованої продукції

Пиво – це спиртний напій, хімічний склад який містить в собі велику кількість багатоманітних сполук і може перемінюватись в значних межах.

Поєднання у пиві хмелевої гіркоти й аромату, гострого свіжого смаку від розчинної у ньому вуглекислоти, наявність поживних екстрактивних речовин невеликої чисельності алкоголю створило пиво широко відомим напоєм.

В Україні виробляється велика кількість сортів світлого і темного пива. Крім загальноприйнятих сортів, в даний момень в окремих регіонах та містах виробляються місцеві сорти пива. [3]

Органолептичні, фізико-хімічні і мікробіологічні показники якості пива наведено в табл.3.1.,3.2.,3.3. і 3,4.

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники якості пива з ДСТУ 3888:2015.

Назва показника	Характеристика показника			
	Фільтроване пиво		Нефільтроване пиво	
	Світле	Темне	Світле	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 з присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак з яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Чистий смак зброженого солодового напою з хмелевою гіркотою та з присмаком дріжджів. Сторонній присмак не допускається
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів та присмаку		Аромат зброженого солодового напою. Допускається слабкий дріжджовий аромат	
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			

Характеристика проєктованої продукції					Арк. 23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

% до 20 %: висота піни, не менше, мм – 30,0; піностійкість, не менше, хв – 2,0.

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники якості пива за ДСТУ 3888:2015.[3]

Тип пива	Масова частка сухих речовин початковому суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Кольоровість, см ³ 0,1 моля/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
Світле	8,0-20,0	2,0-6,0	1,3-5,0	0,4-1,8	0,30-0,35
Темне	11,0-20,0	2,8-6,0	1,5-5,5	4,0-8,0	0,30-0,33

Таблиця 3.3 – Мікробіологічні показники якості пива за ДСТУ 3888:2015[8]

Назва показника	Норма		Метод випробування
	Непастеризоване		
Бактерії групи кишкових паличок (колі форми, БГКП)	Пиво в пляшках масовою часткою сухих речовин, %	Пиво розливне, фільтроване та нефільтроване	Пиво в пляшках, металевих банках та кегах
Кількість мезофільних аеробних факультативно-анаеробних мікроорганізмів, не більше ніж, КУО/см ³			
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	Не допускаються в 3 см ³	Не допускаються в 10 см ³	Не допускаються в 10 см ³
			Згідно ГОСТ

	Не допускаються у 25 см ³	Не допускаються у 25 см ³	Не допускаються у 25 см ³	Не допускаються у 25 см ³	Згідно з порядком Державного санітарного нагляду
--	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--

3.2 Характеристика сировини

Для приготування пива потрібно чотири види сировини: ячмінь, хміль, вода та дріжджі. Якість цієї сировини напряму впливає на якість пива.

Солод світлий. Без солоду приготувати пиво недосяжно, і тому головним етапом його приготування є підготування солоду. Безумовно солод не заборонено отримувати тільки з ячменю, дозволено звісно і з других видів зернових культур, такі як: пшениця, сорго і жито, але історично по ряду причин для виробництва пива в якості найбільш прийнятної сировини використовують саме ячмінний солод.

Для бережливості солоду його певною мірою підімінюють на не солоджену сировину, завдяки цьому зменшується потреби в солоді й зменшується собівартість готового продукту

Мета солодоращення полягає в тому, що б накопичити в ячмінному зерні ферменти й забезпечити з їх допомогою біохімічні зміни у хімічному складі зерна.

Для цього ячмінь пророщують і в необхідний момент переривають цей процес висушуванням. Отриманий солод виглядає так само як і ячмінь, із якого він отриманий.

Солод темний.

Для виробництва темного солоду процес ведуть таким чином, щоб максимально утворювалися продукти реакції Майяра, а саме - меланоїдини, що надають темному солоду характерний аромат та колір.

До цих заходів відносяться:

- перероблювання ячменів з підвищеним вмістом білка;
- інтенсивне пророщування при температурі 18-20 °С;
- високий рівень замочування 49-50%;
- вологе та тепле пров'ялювання;
- підсушування при температурі 100-106 С, тривалістю 4-5 год;
- кольоровість – 15-25 од. ЕВС',
- різниця екстрактивності між борошном грубого та тонкого помелу 2,0 - 3,0%.

Підставою для створення темного пива є солод кольоровістю 13-15 од.

ЕВС «мюнхенський світлий», частка якого у засипу становить до 85%. Солод з 20-25 од.

ЕВС «мюнхенський темний» додають у засип у кількості 25 - 40% для нарощення аромату, це особливо вагомо при використанні прискорених способів затирання.

Темний солод мюнхенського типу застосовують у кількості до 85% для підкреслення типового характеру темного пива, спеціальних сортів «святкового» та міцного пива. [14] [17]

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Органолептичні й фізико хімічні показники світлого та темного солоду наведено в табл. 3.4,3.5.

Таблиця 3.4 – Органолептичні показники солоду за ДСТУ 4282:2004 [3]

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

Таблиця 3.5 - Фізико-хімічні показники солоду за ДСТУ 4282:2004 [14]

Назва показника	Норми для світлого солоду			Темного солоду
	Високої якості	1 класу	2 класу	Темного
Прохід через сито (2,2×20 мм), %, не більше	2,0	3,0	7,0	8,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	0,5
Кількість зерен, %:	85,0	85,0	80,0	80,0
Мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	80,0
Склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	10,0
Темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0	4,0
Вологість, %, не більше	4,0	5,0	5,8	6,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	76,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелу, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 4,0

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	12,0
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75-0,70	0,69-0,65	0,64-0,55	0,63-0,56
Тривалість оцукрення, хв., не більше	10,0	15,0	25,0	25,0
Лабораторне сусло:				
Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	Не більше 0,18	Не більше 0,23	Не більше 0,40	Не більше 0,40
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-	0,9-1,3
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозо	Дозволена незначна опалесценція	Дозволена незначна опалесценція
Кінцевий ступінь зброджування,	79-81	75-78	74-	74-32
В'язкість, МПа.с за 20 °С	1,45-1,54	1,55-1,60	1,61-1,78	

Не солоджена сировина. Рис ДСТУ 4965:2008

Ферментний потенціал солоду достатній, щоб розчепити більшу кількість крохмалю ніж містить солод. Тому, у світовій практиці, частину солоду 15-20% замінюють на не солоджену сировину. Ця сировина в крайній мірі дешевша, в якості поставщика крохмалю, чим дорогий солод.

Під солодженою сировиною рахують: рис, кукурудзу та сорго.

В даній кваліфікаційній роботі, технологією передбачено застосування рисової січки, тобто роздроблені зерна, одержують при обмолоті й поліруванні рису, але втратили при цьому тільки зовнішній вигляд. Зерно рису має вологість близько 12-13%.

Суша речовина рису складається на 85-90% з крохмалю, на 5-8% з білка, на 0,2-0,4% з олії і невеликої кількості мінеральних речовин.

Рис має високу крохмалистість.

Крохмаль рису складається з окремих асоційованих зерен своєїрідної форми.

Рисовий крохмаль дуже сильно набухає і клейстеризується за температури 70-85 °С.

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Фізико-хімічний склад рису.

Показник	Рис
Вологість,%	12,0
Білок,%	7,5
Жир,%	1,9
Безазотисні екстрактивні речовини	79,7
Клітковина	0,9
Зола,%	1,2

При цьому певні сорти та види рису з районів із жарким кліматом схильні до підвищених температур клейстеризації 80-85 °С, що слід обов'язково враховувати при перероблюванні цього рису.

Невелика кількість білка, що є у рисі, при наступному затиранні погано розчиняється, так що необхідний для дріжджів вільний аміний азот (FAN) повинен додаватись із солодового затору.

Таким чином, рис або розмелюють безпосередньо на пивоварному заводі в крупку, або використовують готову рисову крупку і разом з частиною солодового затору попередньо розварюють у заторному котлі для нескладеної сировини, або переробляють на рисові пластівці; при цьому він клейстеризується і без подальшої попередньої підготовки додається в заторний апарат. [5]

Хміль.

Хміль являє собою багаторічну, кучеряву рослину з групи кропивних і родини конопляних. В пивоварінні користуються тільки суцвіттям жіночих рослин, вони мають гіркі смоли і ефірні олії, які надають пиву гіркоти й аромату.

Після збирання хміль висушують і передають на обробку і зберігання.

Хімічний склад хмелю має великий вплив на якість та виготовлення пива.

Хміль в сухому вигляді містить:

- речовини гіркі – 18,5%;
- олія хмелева – 0,5%;
- дубильні речовини – 3,5%;
- білок – 20,0%;
- мінеральні речовини – 8,0%.

Решта це целюлоза і другі речовини, вони не мають особливого значення для приготування пива. Важливими тільки для нього є гіркі речовини і хмелева олія. [19]

Органолептичні та фізико-хімічні показники гранул хмелю наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.6 – Органолептичні та фізико-хімічні показники гранул хмелю за ДСТУ 7028:2009 [19]

Назва показника	Значення	
	Тонко ароматичного та ароматичного	Гіркового ароматичного
Колір	Від світло-зеленого до зеленого на поверхні гранул і на їх зломі	

Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині, не менше	18.5	19.0
Масова частка вологи, %	7-11	
Аромат	Чисто хмелевий	
Вміст не хмельових домішок	Не допускається	
Наявність плісняви	Не допускається	

Вода. При виробництві пива найбільше по своїй масі складової частини сировини являється вода, причому тільки частина води іде в пиво, друга частина використовується на мийку, ополіскування устаткування і таке інше.

Отримання і підготовка води в пивоварінні має істотне значення, тому, що якість води істотно впливає на якість виготовлення пива.

На підготовку пива на 1 дал. потрібно в середньому 5-8 дал. води.

Використання води взаємозалежить від наступних цілей:

- мийка і дезінфекція -49%;
- холодне сусло -28%;
- водопідготовка - 9% ;
- отримання побічних продуктів - 5%;
- конденсат вторинної пари - 4%;
- інші потреби - 15%. [5]

Фізико-хімічні і мікробіологічні показники якості води наведено в табл. 2.7,2.8

Таблиця 3.7 — Фізико-хімічні показники якості води для пива за ДСанПіН 2.2.4 – 141 – 10

№	Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
		За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
1	Водневий показник (рН)	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	6,0 - 9,0
2	Жорсткість води загальна, мг-екв/дм ³	2 - 4	Не більше 2	Не більше 7,0
3	Кальцій, мг-екв/дм ³	2 - 4	Не більше 2, для запобігання помутнінню	Кальцій та магній в сумі не більше 7,0
4	Магній, мг-екв/дм ³	Сліди	Сліди	
5	Співвідношення кальцію до магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
6	Лужність загальна, мг-екв/дм ³	0,5 - 1,5	Сліди	0,5 - 6,5

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7	Співвідношення Са до лужності (показник лужності) не менше	1,0	1,0	1,0
8	Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,1	0,1	0,3
9	Хлориди, мг/дм ³ , не більше	70	70	150
	Сульфати, мг/дм ³ , не більше	150	150	200
11	Нітрати, мг/дм ³ , не більше	25	25	45
12	Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,05	0,05	0,1
13	Сірководень, мг/дм ³ , не більше	0	0	0
14	Алюміній, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	0,5
15	Цинк, мг/дм ³ , не більше	0,14 - 5,0	0,14 - 5,0	0,14 - 5,0
16	Мідь, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	1,0
17	Окислюваність, мг О ₂ /дм ³ , не більше	2,0	2,0	4,0
18	Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	500	200	1000
19	Кисень, мг/дм ³ , не більше	-	0,1	-
20	Хлор та хлорофелен	-	Відсутні	-
21	Температура	-	Аналогічні температури пива	-

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.8 – Мікробіологічні показники технологічної води для пива за ДСанПіН 2.2.4-141-10

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

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Таблиця 3.9 – Характеристика допоміжних матеріалів

№	Назва допоміжної сировини	Стандарт чи технічні умови	Вміст основного компоненту	Класифікація
1	Молочна кислота	ДСТУ 4621:2001		Технічна
2	МЕК-ПП-1			
3	Сірчана кислота	ДСТУ ISO 914-2002	1 % розчин	Технічна

Застосування ферментних препаратів при одержанні солоду дає змогу скоротити тривалість цього процесу й одержати солод з кращими властивостями. В пивоварінні ФП використовують при перероблюванні не солоджених матеріалів. Вони також входять до групи стабілізаційних речовин, що значно підвищують колоїдну стійкість готових напоїв.

У виробництві пива ферментні препарати вживаються на наступних стадіях технологічного процесу:

- затирання зернопродуктів, що підвищує вихід екстракту, дає можливість використовувати підвищену кількість насолодженої сировини.

- при зброджуванні пивного суслу і доброджування, з метою підвищення ступеня зброджування і колоїдної стійкості пива.

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мультиензимна композиція МЕК-ПП-1 вона рекомендується при перероблюванні 40-50% не солоджених зернопродуктів при одночасному використанні солоду задовільної й доброї якості.

Ресурсо- та енергозаощаджувальні технології.

Використання сонячних батарей .

Використання альтернативних джерел енергії щороку зростає. Найпопулярнішим та найефективнішим є використання енергії Сонця. Сонячна енергія, яка потрапляє на поверхню планети, має колосальну потужність - сонячне випромінювання протягом тижня за потужністю перевищує всі нині відомі запаси нафти, урану і вугілля разом узятих.

Фотоелектричні модулі Vitovolt від Viessmann гарантують ефективне перетворення сонячної енергії в електричну, а також забезпечують отримання абсолютно безплатної електроенергії, а з цим і більшу незалежність від традиційних енергомереж! Тому в даній кваліфікаційній роботі було запропоновано встановлення фотоелектричних модулів Vitovolt.

Технологія Bus Bar (BB) – це технологія, за якою на поверхню комірки встановлюють струмопровідні шини. На цю мить існують комірки із 2-ох до 5-ти шин (2BB,3BB,4BB,5BB).

При зменшенні відстані між шинами, зменшується шлях, що проходять електрони в кремнії та зменшується залежність температури фотоелемента від потужності. В результаті чого фотоелемент втрачає менше потужності та внаслідок чого виробляється більше електроенергії.

Також при більшій кількості шин і зменшенні їхніх розмірів знижується навантаження на комірку від снігу або потоку вітру, в результаті чого знижується можливість утворення мікротріщин та гарячих точок. Все це впливає на термін експлуатації фотоелемента. У фотоелементах Vitovolt використовується найсучасніша технологія 5 BB.

Номинальна потужність (P_{max}) - це потужність у Ватах (від 10 до 360 Вт), яка випромінюється сонячною батареєю за годину в певних умовах випробувань (STC або NOCT). Заявлену величину струму електрогенеруючий прилад, що виробляє електроенергію, повинен виробляти під час нормальної роботи в номінальному режимі. Потужність залежить від кількості випромінювання, що надходить на поверхню панелі, кількості, ефективності та матеріалу фотоелементів, якості складання.

Температурні коефіцієнти

- Temperature Coefficients of P_{max} - температурний коефіцієнт потужності
- Temperature Coefficients of U_{oc} - температурний коефіцієнт напруги холостого ходу
- Temperature Coefficients of I_{sc} - температурний коефіцієнт стійкості до зворотного струму

Всі три величини вимірюються в % / К. Для оцінки якості сонячної панелі інтерес представляє температурний коефіцієнт P_{max} . Він показує, на скільки відсотків знижується вихід потужності пристрою за кожен градус понад 25 ° С. В середньому тепловий коефіцієнт становить -0,45% / К- 0,5% / К.

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура комірки при NOCT – температура на поверхні кремнієвої комірки фотоелемента. Середнє для панелей Vitovolt – 46 ° С.

Матеріал виготовлення і розмір фотоелемента (комірки). Елементи, з яких складаються панелі, можуть бути полікристалічними і монокристалічними. Розмір, як правило, - 156x156 мм.

Тиск який витримує конструкція під навантаженням снігу або вітру. У фотоелементах Vitovolt для снігу 6000 Па, а вітру 2400 Па.

Тому сонячні батареї Vitovolt зберігають високу продуктивність навіть в сильну спеку, та витримують великий тиск. [15]

Використання промивної води для затирання зернопродуктів.

При використанні промивної води, зменшуються втрати екстрактивних речовин сусла.

Використання рисової січки.

Дозволить збільшити вихід екстрактивних речовин, завдяки високому вмісту крохмалю в рисі.

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Розрахунок продуктів виробництва пива складається з:

- визначення витрат сировини,
- об'єму напівпродуктів,
- відходів виробництва на одиницю готової продукції.

Витрати для розрахунку продуктів беруть з урахуванням сучасної технології виробництва пива, чинних нормативів підприємств.

Продуктивність заводу 11 млн. дал/рік. Завод випускає пиво:

«Українське» світле 12,5%». Солод-85%, рисова січка-15%. Розлив пива у тару: скляні пляшки-75%, кеги-25%.

«Українське темне 20%», Солод світлий — 50 %, солод темний — 50%.

Розлив пива у тару: скляні пляшки-75%, кеги-25%.

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Вихідні дані та дані для розрахунку наведені в таблицях 4.1 – 4.4.

Таблиця 4.1 - Асортимент і характеристика пива

Тип пива	Обсяг виробництва пива за рік					
	Обсяг, млн. дал	Частка від заг.кіл%	Пляшка		Кеги	
			Млн. дал	Частка від заг.кіл%	Частка від заг.кіл%	Частка від заг.кіл%
Українське світле,12,5%	5.5	55	7,5	75	2,5	25
Українське темне 20%	5.5	55	7.5	75	2.5	25

Таблиця 4.2 – Рецептúra проектованого сорту пива

Тип пива, мас. ч. СР в початковому суслі, %	Сировина			
	Солод, % світлий	Солод, % темний	Рисова січка %	Хміль (Гс),г/дал
Українське світле 12,5%	85	-	15	-
Українське темне 20%	50	50	-	-

Таблиця 4.3 – Характеристика сировини

Сировина	Вологість, %	Екстрактивність, % на СР
Солод світлий	5,6	76,0
Солод темний	5,0	74
Рисова січка	13,0	95,0

Таблиця 4.4 – Втрати на стадіях виробництва пива

Величина втрат	Пиво Українське світле 12,5%	Пиво Українське темне 20%
Солоду при поліруванні, % мас., від солоду, що надійшов у варильне відділення	0,1	0.1

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Екстракту в пивній дробині, % мас. до маси зернопродуктів	2,2	2.2
Втрати з рідкою фазою за нормами становлять у цеху ферментації (на охолодження, при бродінні і доброджуванні)	11,1	11.0
Втрати при фільтрації. % до об'єму готового пива	1,6	1.5
При розливі, % до об'єму відфільтрованого пива у пляшки	1,9	1.9
Втрати при пастеризації пива, % до об'єму пастеризованого пива	2,2	2.0
Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів	5.8	5.5

4.2 Продуктові розрахунки

Українське світле пиво 12,5%

Виробляють із солоду світлого – 85% і 15% несолодженої сировини (рисової січки), тобто на 100 кг сировини припадає 85 кг солоду і 15 кг рисової січки.

При поліруванні втрати солоду становлять 0,1% від його маси або $(85+15) \cdot 0,001 = 0,1$ кг.

Після полірування на подрібнення подається:

Світлого солоду – $85 - 0,1 = 84,9$ кг

Рисової січки – $15 - 0,1 = 14,9$ кг

Кількість сухих речовин у використаних солодах:

В світлому солоді – $84,9 \cdot (1 - 0,1) = 76,41$ кг

В рисовій січці – $14,9 \cdot (1 - 0,1) = 13,41$ кг

Всього кількість СР в сировині, що поступає на подрібнення,
 $76,41 + 13,41 = 89,82$ кг.

При екстактивності світлого солоду 76%, рисової січки 95% від маси СР на затирання надходить:

Зі світлим солодом $76,41 \cdot 0,76 = 58,07$ кг

Зі рисовою січкою $13,41 \cdot 0,95 = 12,73$ кг

Всього в сировині міститься – $58,07 + 12,73 = 70,8$ кг

З урахуванням 2,2% втрат в дробині в сусло їх переходить $70,8 \cdot (1 - 0,022) = 69,24$ кг.

Українське темне пиво 20% .

Виробляють із солоду світлого – 50% і солоду темного - 50%, тобто на 100 кг сировини припадає 59 кг світлого солоду і 50 темного солоду.

При поліруванні світлого солоду втрати становлять 0,1 % від його маси. Темний солод не полірується.

Після полірування солод подається на подрібнення:

світлого солоду — $50 - 0,1 = 49,9$ кг;

Технологічні розрахунки

Арк.

35

темного солоду — 50 кг.

Кількість сухих речовин у використаних солодах:

В світлому солоді – $49,9 \cdot (1-0,1) = 44,91$ кг

В темному солоді – $50 \cdot (1-0,1) = 45$ кг

Всього кількість СР в сировині, що поступає на подрібнення,

$44,91 + 45 = 89,91$ кг.

При екстрактивності світлого солоду 76 %, темного 74 % від маси СР на затирання надходить:

зі світлим солодом — $44,91 \cdot 0,76 = 34,13$ кг;

з темним солодом — $45 \cdot 0,74 = 33,3$ кг;

Всього в сировині міститься $34,13 + 33,3 = 67,43$ кг.

З урахуванням 2,2% втрат в дробині в сусло їх переходить $67,43 \cdot (1-0,022) = 65,94$ 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.

За наведеними розрахунками в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин:

Українське світле пиво – 69,24 кг;

Українське темне пиво – 65,94 кг.

При встановленій початковій концентрації сусла 12,5% для Українського світлого пива і 20% для Українського темного із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусло:

Українське світле: $(69,24 \cdot 100) / 12,5 = 553,92$ кг.

Українське темне: $(65,94 \cdot 100) / 20 = 329,7$ кг.

Об'єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 і темного — 1,05 рази дорівнює:

Українське світле: $553,92 \cdot 1,04 = 576,07$ дм³.

Українське темне: $329,7 \cdot 1,05 = 346,18$ дм³.

Втрати гарячого сусла на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації, приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Українського світлого – 11,1% і для Українського темного – 11,0% від об'єму гарячого сусла.

Об'єм сусла при 20 °С за відносної густини сусла пива Українського світлого - 1,0442, і темного - 1,0526:

Українське світле: $553,92 / 1,0442 = 530,47$ дм³

Українське темне: $329,7 / 1,0526 = 313,22$ дм³

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

Українське Світле — $530,47 \cdot 1,04 = 551,68$ дм³;

Українське Темне — $313,22 \cdot 1,04 = 325,74$ дм³.

Холодне сусло.

Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для світлого — 5,8 % і для темного — 5,5 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20°C.

Таким чином, об'єм холодного сусла:

$$\text{Київське Світле} — 530,47 (1 - 0,058) = 499,70 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Різдвяне Темне} — 313,22 (1 - 0,055) = 295,99 \text{ дм}^3.$$

Фільтроване пиво.

Витрати при фільтрації становлять до об'єму пива Українського світлого 1.6% і Українського темного – 1.5%. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

$$\text{Українське світле: } 499,70 \cdot (1 - 0,016) = 491,7 \text{ дм}^3.$$

$$\text{Українське темне: } 295,99 \cdot (1 - 0,015) = 295,99 \text{ дм}^3.$$

Товарне пиво.

Втрати товарного пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі у пляшки становлять для всіх найменувань пива 1,9%, при розливі у кеги — 0,5 %.

За умови, що пиво Українське світле розливається в пляшки – 75%, кеги – 25%. В цьому випадку середньозважені втрати складають :

$$\text{Українське світле: } 75 \cdot 0,019 + 25 \cdot 0,005 = 1,17\%.$$

Отже, кількість товарного пива буде:

$$\text{Українське світле: } 491,7 \cdot (1 - 0,0117) = 434,17 \text{ дм}^3.$$

$$\text{Українське темне: } 261,02 (1 - 0,025) = 254,49 \text{ дм}^3.$$

Визначення витрат хмелепродуктів, молочної кислоти і ферментних препаратів

Хмелепродукти.

Українське світле: Гс становить 0,72, вміст α -кислоти — 3,5 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива — 19,58 %, вологість гранульованого хмелю — 12 %.

$$H_{\text{п}} = \frac{0,72 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(3,5 + 1)(100 - 12)(100 - 19,58)} = 22,61 \text{ г/дал}$$

Українське темне: Гс становить 0,57, вміст α -кислоти — 3,5 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива — 29,56 %, вологість гранульованого хмелю — 12 %.

$$H_{\text{п}} = \frac{0,57 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(3,5 + 1)(100 - 12)(100 - 29,56)} = 20,43 \text{ г/дал}$$

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.

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

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 суслу пива:

$$\text{Українське Світле} — 22,75 \cdot 7,14 = 162,43 \text{ кг};$$

$$\text{Українське Темне} — 21,62 \cdot 7,14 = 154,36 \text{ кг}.$$

Кількість пивної дробини при фільтруванні затору утворюється:

$$69,24 \cdot 7,14 = 494,37 \text{ кг}.$$

Білковий відстій.

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

Надлишкові дріжджі.

Витрата дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦКБА — 1,53 дмЗ.

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

$$\text{Українське Світле} — 434,17 \cdot 0,01 = 4,34 \text{ дмЗ};$$

$$\text{Українське Темне} — 254,49 \cdot 0,01 = 2,54 \text{ дмЗ}.$$

Діоксид вуглецю.

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

$$\text{Українське Світле} — 499,70 \cdot 1,0442 = 521,78 \text{ кг};$$

$$\text{Українське Темне} — 295,99 \cdot 1,0526 = 311,55 \text{ кг};$$

В ньому міститься екстрактивних речовини:

$$\text{Українське Світле} — 521,78 \cdot 0,11 = 57,39 \text{ кг};$$

$$\text{Українське Темне} — 311,55 \cdot 0,13 = 40,50 \text{ кг};$$

За дійсного ступеня зброжування Українського світлого пива утворюється діоксиду вуглецю 55 % і Стовідсоткового Українського темного — 47,5 % (за нормами технологічного проектування):

$$\text{Українське Світле} — 57,39 \cdot 0,55 \cdot 176/342 = 16,24 \text{ кг};$$

$$\text{Українське Темне} — 40,50 \cdot 0,475 \cdot 176/342 = 9,9 \text{ кг}.$$

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

$$\text{Українське Світле} — 499,70 \cdot 0,0035 = 1,74 \text{ кг};$$

$$\text{Українське Темне} — 295,99 \cdot 0,0035 = 1,03 \text{ кг};$$

Виділяється в повітря така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

$$\text{Українське Світле} — 16,24 - 1,74 = 14,5 \text{ кг};$$

$$\text{Українське Темне} — 9,9 - 1,03 = 8,87 \text{ кг}.$$

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

Українське Світле — $14,5 \cdot 1,832 = 26,56 \text{ м}^3$;

Українське Темне — $8,87 \cdot 1,832 = 16,24 \text{ м}^3$.

Виправний брак пива.

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

Наведеними розрахунками для кожного найменування пива визначена кількість проміжних продуктів, готового пива і відходів, які отримують із 100 кг зернової сировини. При перерахунку на 1 дал пива кількість кожного продукту ділять на кількість пива (дал), яке отримано з 100 кг продуктів. Річну кількість продуктів визначають множенням кількості продуктів на 1 дал на річний випуск пива.

Отримана кількість продуктів на 100 кг зернопродуктів, 1 дал пива та річний випуск продукції наведена в табл. 4.5

Таблиця 4.5 – Зведена таблиця розрахунку продуктів виробництва пива

Продукти:	Українське світле пиво 12.5%			Українське темне пиво 20%		
	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 5,5 млн. дал	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 5,5 млн. дал
Зернова сировина, кг:						
світлий солод	85	1,526	8393000	50	0.5	2750000
темний солод	-	-	-	50	0.5	2750000
рисова січка	15	0.269	1479500	-	-	-
Всього, кг	100	1,795	9872500	100	1	5500000
Інші види сировини, кг						
Хміль:						
гранульований	20.61	0.206	1133000	20.43	0.204	1122000
молочна кислота 100 %-ва	0,08	0.0008	4400			
Проміжні продукти, дм ³ :						
гаряче сусло	551.68	5.516	30338000	325.74	3.257	17913500
холодне сусло	499.70	4.997	27483500	295,99	2.959	16274500
фільтроване	491.7	4.917	27043500	295.99	2.959	16274500
пиво	434.17	4.341	23875500	254.49	2.544	13.992000
товарне пиво						

Технологічні розрахунки

Арк.

39

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Відходи:						
пивна	162.43	1.624	8932000	154,36	1.543	8486500
дробина, кг	1,75	0.017	93500	1.75	0.017	93500
відстій	4.34	0.043	236500	2.54	0.025	137500
надлишкові						
дріжджі, дм ³	16.24	0.162	891000	9.9	0.099	544500
діоксид						
вуглецю,						

Розрахунок необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів.

Пляшки.

Приймаємо, що в скляні пляшки місткістю 0,5 дм³ розливають пива Українського 75%.

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

$$N_{\text{пл.нов}} = N_{\text{пл.об}} (K_n + K_b)/100 \text{ шт.},$$

де $N_{\text{пл.об}}$, $N_{\text{пл.нов}}$ — необхідна кількість пляшок відповідно оборотних і нових, шт.; Q — річний випуск продукції в пляшках, дм³; $V = 0,5$ — місткість пляшки, дм³; $K_b = 3,09$ — бій пляшок при зберіганні, митті і розливі, %; $K_n = 5$

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

За умови, що 8,05 млн дал пива розливають в пляшки місткістю 0,5 дм³ і 1.95 млн. дал пива в кеги. Отже, річна потрібна кількість оборотних і нових пляшок місткістю 0,5 дм³:

$$N_{\text{пл.об}} = 80\,500\,000 / (0,5 \cdot 40) = 4025\,000 \text{ шт.};$$

$$N_{\text{пл.нов}} = 4025000(5+3,09)/100 = 326\,025 \text{ шт.}$$

Кеги. Пиво розливають у кеги місткістю 5 дал. Кількість оборотів кег на рік — 40, потреба в нових кег — 10 % від кількості оборотних. Загальну кількість кег розраховується за формулою

$$N_{\text{заг.кег}} = Q_{\text{кег}} / V_{\text{кег}} \text{ шт.},$$

де $Q_{\text{кег}}$ — об'єм пива, який розливають у кеги за рік, дал; $V_{\text{кег}}$ — об'єм кега, дал.

В кеги розливають 1,95 млн. дал пива на рік. Для кегів місткістю 5 дал їх потрібно мати

$$N_{\text{заг.кег}} = 1,95\,000\,000 / 5 = 340\,000 \text{ шт.}$$

Потрібна кількість оборотних і нових кег:

$$N_{\text{кег.об}} = 340\,000 / 40 = 800 \text{ шт.};$$

$$N_{\text{кег.нов}} = 800 \cdot 0,1 = 80 \text{ шт.}$$

Гофрлотки. В стандартні гофрлотки укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм³ і обгортають їх плівкою. З урахуванням 0,1 % спрацювання гофрлотків для укладання всієї продукції їх потрібно

$$N_{\text{гофро}} = Q / (V \cdot 20 \cdot 0,999) = 80\,500\,000 / (0,5 \cdot 20 \cdot 0,999) = 8058058,1 \text{ шт.}$$

Для обгортання гофрлотків потрібно термозбіжної плівки ПЕТ

$$G_{\text{плПЕТ}} = N_{\text{гофро}} \cdot 40 / 1000 = 8058058,1 \cdot 40 / 1000 = 322\,322,32 \text{ кг,}$$

де 40 — норма витрати плівки ПЕТ для обгортання 1000 гофрлотків, кг.

Технологічні розрахунки

Арк.

40

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Кронен-корки для пляшок. За нормами технологічного проектування витрата кронен-корки становить 104,5 % до кількості пляшок готової продукції

$$70\,000\,000 \cdot 2 \cdot 1,045 = 146\,330\,000 \text{ шт.}$$

Етикетки для пляшкової і кегової продукції. За нормами технологічного проектування витрата етикеток для пляшкової продукції становить 20,9 шт./ дал пива, а для кегової продукції — 0,2 шт./ дал пива. Отже, потрібно етикеток для пляшок і кегів:

$$\text{для пляшок} \text{ — } 7\,000\,000 \cdot 20,9 = 146\,330\,000 \text{ шт.},$$

$$\text{для кегів} \text{ — } 3\,000\,000 \cdot 0,2 = 600\,000 \text{ шт.}$$

Миття пляшок. В середньому луку витрачають із розрахунку 1000-1100 кг на 1 млн. пляшок продукції. На річний випуск пляшкового пива потрібно луку

$$70\,000\,000 \cdot 1100 / (0,5 \cdot 1\,000\,000) = 154\,000 \text{ кг.}$$

Клей декстрин для наклеювання етикеток на пляшки і кеги. Виходячи із того, що для наклеювання 1000 етикеток витрачається 0,275 кг клею декстрину річна витрата клею

$$(146\,330\,000 + 600\,000) \cdot 0,275 / 1000 = 40\,405,75 \text{ кг.}$$

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

Розрахунки продуктів виробництва солоду передбачають визначення необхідної кількості відсортованого (і відповідно товарного) ячменю, а також кількості проміжних продуктів і відходів на всіх технологічних стадіях виробництва солоду. Асортимент та обсяг проєктованих сортів солоду наведено в табл. 2.2. Для виробництва використовують товарний ячмінь з вологістю 14,5 %.

Згідно з нормами технологічного проектування приймаємо величини втрат і відходів, % до маси товарного ячменю,: втрати під час транспортування і розвантажування ячменю — 0,15; під час зберігання (до 1 року) — 0,10;

відходи: сміттєві домішки — 1,60, зернові домішки — 4,20, ячмінь III сорту (схід з сита з розмірами отворів 2,2×20 мм) — 6,20. Всього — 12,25 %.

Продуктові розрахунки виробництва світлого солоду

Розрахунки проводять на 100 кг товарного ячменю за методикою [6], [9].

Очищений і відсортований ячмінь. Під час розвантажування товарного ячменю втрачаються 0,15 % його або 0,15 кг. На очистку надходить ячменю

$$100 - 0,15 = 99,85 \text{ кг.}$$

Після первинної очистки вилучається 1,6 %, або 1,6 кг сміттєвих домішок і 4,20 % або 4,2 кг зернових домішок. На зберігання надходить ячменю

$$99,85 - (1,6 + 4,2) = 94,05 \text{ кг.}$$

Під час зберігання втрачається 0,1 % або 0,1 кг ячменю. На вторинну очистку надходить ячменю

$$94,05 - 0,1 = 93,95 \text{ кг.}$$

Під час сортування вилучають 6,2 % ячменю II сорту або 6,2 кг. Залишається очищеного і відсортованого ячменю:

$$93,95 - 6,2 = 87,75 \text{ кг.}$$

Замочений ячмінь. Очищений і відсортований ячмінь вологістю 14,5 % містить сухої речовини

$$87,75(100 - 14,5)/100 = 75,03 \text{ кг.}$$

При замочуванні зі сплавом і на розчинення витрачається сухої речовини

$$1,0 + 0,6 = 1,6 \%$$

$$\text{або } 75,03 \cdot 0,016 = 1,20 \text{ кг.}$$

У замоченому ячмені сухої речовини залишається:

$$75,03 - 1,20 = 73,83 \text{ кг.}$$

Маса замоченого ячменю вологістю 43,0 %

Сплав. У сплаві міститься сухої речовини

$$75,03 \cdot 0,01 = 0,7503 \text{ кг.}$$

Сплаву вологістю 30 % отримують —

а повітряно-сухого вологістю 15 % —

Свіжопророслий солод. Під час пророщування замоченого ячменю на дихання зерна сухої речовини витрачається 5,7 % або

$$73,83 \cdot 0,057 = 4,21 \text{ кг.}$$

У свіжопророслому солоді сухої речовини залишається

$$73,83 - 4,21 = 69,62 \text{ кг.}$$

Маса свіжопророслого солоду вологістю 42,0 %

Свіжовисушений солод. З вилученими паростками втрачається 4,3 % сухої речовини ячменю або

$$75,03 \cdot 0,043 = 3,23 \text{ кг.}$$

У свіжовисушеному солоді сухої речовини залишається

$$69,62 - 3,23 = 66,39 \text{ кг.}$$

Маса свіжовисушеного солоду вологістю 3,0 %

Паростки. Маса паростків вологістю 10,0 %

Вилежаний солод. Маса вилежаного солоду вологістю 5,2 %

Товарний солод. Під час зберігання вилежаний солод втрачає 0,15 % маси, або

$$69,71 \cdot 0,0015 = 0,10 \text{ кг.}$$

Маса товарного солоду

$$69,71 - 0,10 = 69,61 \text{ кг.}$$

Вихід солоду. Вихід товарного солоду на 80 кг очищеного і відсортованого ячменю

$$69,61 \cdot 100 / 87,75 = 79,33 \%$$

5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Річна потужність заводу – 11 млн дал/рік (Q)

«Українське світле»: 85% - світлий солод, 15% - рисова січка; Витрати зернопродуктів - 1,84 кг/дал ;

«Українське темне»: 50% - світлий солод; 50% - темний солод; Витрати зернопродуктів- 2,422 кг/ дал.

Частка річного об'єму продукції заводу, що виробляється у найнапруженіший квартал – 0,3т;

Тривалість роботи заводу у неремонтниймісяць працює – 28,5діб.

1. Загальна річна потреба у зернопродуктах:

$$G = \text{Вз.п.} \times Q$$

$$\text{для світлого пива:} \quad G = 1,84 \times 10240000/1000 = 18841,6 \text{ т}$$

$$\text{для темного пива:} \quad G = 2,422 \times 6400000/1000 = 15500,8 \text{ т}$$

2. Добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період рокускладає:

$$Q_d = \frac{(18841,6 + 18260,48 + 15500,8) \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 184,6 \frac{\text{т}}{\text{добу}}$$

Так, як відома кількість варок за добу $n=11$, то ми можемо знайти величину одночасного засипу.

$$n = Q_d / Q \quad Q = Q_d / n = 184,6 / 11 = 16,8 \text{ т}$$

Норія для подачі солоду працює щодня протягом 4,5 год (в денній зміні). тоді її потужність повинна дорівнювати: $184,6 / 4,5 = 41,0$ т/год. Згідно цих даних: норія НГЦ-І 100, продуктивністю 100 т/год по важкому зерну, або $100 \cdot (0,53/0,76) = 70,6$ т/год солоду.

Ваги автоматичні для зважування солоду повинні мати таку ж потужність як і норія. Обираємо ваги марки ДН-500 продуктивністю 20-60 т/год. Габаритні розміри: 1500х1700х1850.

Повітряно-ситовий сепаратор. Розраховуємо, виходячи з того, що на одну варку потрібно 5,5 т зернопродуктів. Отже, його продуктивність повинна бути

$$\frac{11}{1,5} = 7,3 \text{ Т/год.}$$

Обираємо апарат МПУ-70.

Бункер для солоду. Бункер повинен вмещувати добовий запас солоду. Обираємо бункер циліндричної конструкції.

D – діаметр бункера, м;

H – висота циліндричної частини бункера, м;

h - висота конусної частини бункера, м .

Приймаємо, що $D = 7$ м, $H = 9$ м, а $h = 3$ м.

Знаходимо площу бункера:

$$S = \frac{184,6 \cdot 1,1}{0,53} = 383,1 \text{ м}$$

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм бункера:

$$V = \frac{\pi * D * H}{4} + \frac{1}{3} * \pi * D * \frac{h}{4}$$

$$V = 3.14 * 7 * 7 * \frac{1}{4} + \frac{1}{3} * 3.14 * 7 * 7 * \frac{3}{4} = 384,7 \text{ м}^3$$

Бункер для рисової січки:

$$V = \frac{31}{0,7 * 0,9} = 50 \text{ м}^3,$$

$$D = \frac{5}{0,942} = 1,7 \text{ м},$$

$$H = 1,2 * 1,7 = 2 \text{ м}.$$

Магнітний сепаратор. В зерні яке поступає на виробництво містяться металічні предмети: гвіздки, болти, куски металів. Для звільнення від цих домішок вибираємо, електромагнітний барабанний сепаратор продуктивністю 9,1т/год. Габаритні розміри 1220 x 620.

Молоткова дробарка. Для подрібнення зернопродуктів обираємо дробарку мокрою подрібнення фірми СМД 147.

Найбільший розмір шматка одного матеріалу, мм	250
ширина	600
Частота обертання ротора, об/хв	1000
Продуктивність, т/год, не менше	24 (в залежності від характеристик матеріалу)
Розміри приймального отвору, мм	670x400
діаметр	800
Розмір щілини між колосниками,	13
довжина	1350
висота	1250

Збірник промивних вод, отриманих при промиванні дробини, повинен мати місткість з розрахунку 2,4 м³ на 1 т зерно продуктів, що надходять на варку: 2,4*16,8 = 40,32 м³. Збірник являє собою горизонтальний циліндр, який має змієвик для обігріву. Якщо прийняти, що діаметр збірника рівний 3 м, довжина його буде:

$$L = \frac{V * 4}{\pi * D} = 40.32 * \frac{4}{3.14 * 9} = 5.7 \text{ м}$$

При добовій потребі 184,6 т/год обираємо один чотирьохапаратний агрегат при кількості варінь за добу 11, у разі засипу на один затор 16,8 т.

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Обираємо дробарку мокрого помелу для солоду продуктивністю 10т/год. Необхідна площа полу для установки 2,25-3,9 м²; загальна висота дробарки з бункером 6 м, діаметр – 3 м.

Обираємо транспортер з плоскою стрічкою потужністю – 75 т/год, при швидкості стрічки 3 м/с.

$$\text{Ширина стрічки } B = \sqrt{Q_i / 160 * V\gamma} = \sqrt{75 / 160 * 3 * 0.63} = 0.5 \text{ м}$$

Заторний насос. Для перекачування затору використовують насоси типу ФГ – центробіжні, одноступінчасті. Згідно встановленого режиму затирання заторна маса із заторного котла повинна перекачуватися протягом 20 хв. З кожної тони затираємих матеріалів отримують 3-3,5 м³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 16,8 т зерно продуктів рівний 16,8*3,5=58,8 м³. Розраховуємо потужність насоса:

$$P = 58800 * 60 / 20 = 176400 \text{ л/год.}$$

Суловий насос. Згідно прийнятого режиму варки перекачування охмеленого сусла із сусло варильного апарата триває 30 хв. З одної варки отримуємо сусла 16800*620 / 100 = 104160 л. Розраховуємо продуктивність насоса: P=104160*60/30 = 208320 л/год.

Приймаємо до установки насос марки ФГ-144/10,5 з подачею 75,6-220м³/год і напором 12,7-8 м. вод.ст. (0,13-0,08Мпа). Потужність електродвигуна 10кВт, частота обертання n=960об/хв. Маса насосу 475кг.

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

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

де E – екстрактивність зернопродуктів, %;

e – масова частка сухих речовинпочаткового сусла, %.

Екстрактивність зернопродуктів для пива становить:

$$E = 78 * 0,85 + 72 * 0,15 = 77,1\%,$$

тоді:

$$V_{\text{води}} = (77,1 * (100 - 15)) / 15 = 436,9 \text{ л.}$$

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

$$436,9 * 11 / 100 = 48 \text{ м}^2.$$

Місткість заторного апарату становить:

$$V_{\text{з.а.}} = 11 + 48 / 0,75 = 53 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt{\frac{53}{0,942}} = 7,5 \text{ м,}$$

$$H = 1,2 * 7,5 = 9 \text{ м.}$$

Насос мутного сусла. Підбирається з умов, що кількість мутного сусла, яке повертається на фільтрацію, складає 10% від об'єму заторної маси і повернення продовжується 10 хв. Розрахункова подача насоса буде

$$58800 * 0,1 * 60 / 10 = 35280 \text{ л/год.}$$

Приймаємо насос типу 4к-18 з подачею 80м³/год. Повний напір 24м.вод.ст. (0,24Мпа). Потужність електродвигуна 7,5 кВт, частота обертів n=2900 об/хв. Маса насоса 133кг.

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насос для видалення дробини. Розрахуємо скільки дробини утвориться з однієї варки: $172 * 16800 / 100 = 28896$ кг. Для зручності перекачування дробина розводиться водою (4-5 л на 1 кг), тоді об'єм розведеної дробини буде становити: $28896 * 4 = 115584$ л. Відкачка дробини із фільтраційного апарата триває 15хв, тому продуктивність насоса становить:

$$P = 115584 * 60 / 15 = 462336 \text{ л/год.}$$

Приймаємо до установки насос марки ФГ-144/10,5 з подачею $75,6-220 \text{ м}^3/\text{год}$ і напором 12,7-8 м. вод.ст. (0,13-0,08 Мпа). Потужність електродвигуна 10кВт, частота обертання $n=960 \text{ об/хв}$. Маса насосу 475кг.

Сушварильний апарат. Для сушваріння приймаємо до установки Сушварочний апарат ВРЦ-1,5

Таблиця 5.1. Технічна характеристика сушварочному апаратів

показник	ВРЦ-1,5
Місткість, м ³ :	
повна	11,65
корисна	9,75
Діаметр внутрішній, мм	
Висота циліндричної частини, мм	
Площа поверхні нагрівання, м ²	8,75
Обсяг пара в сорочці, м ³	0,35
витрата:	
пара, кг / год	
води, м ³ / ч	7 ... 8
Робочий тиск пари в сорочці, МПа	0,294
Частота обертання мішалки, хв ⁻¹	41,5
Редуктор черв'ячний:	
тип	ВРЦ-05.06.000
передавальні відносини	
електродвигун:	
тип	АОЛ2-32-4
виконання	М101
Потужність, кВт	3,0
частота обертання, об / хв	
Габаритні розміри, мм:	
довжина	
ширина	
висота	

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса, кг:	
без продукту	
з продуктом	15 000

Гідроциклонний апарат. Апарат являє собою великий закритий резервуар з плоским, трохи нахиленим дном. Гаряче сусло упродовж 15-20 хв насосом тангенційно зі швидкістю 20-25 м/с вводять в апарат через сопло діаметром 40-80 мм, яке розташоване вище днища на 0,5-1 м з нахилом 10-20. При такому направленні суслу в апарат відбувається рух з утворенням воронки та випадання на дно конусоподібного осаду. Осадження частинок триває упродовж 20-40 хв після випуску всього суслу в апарат. Приймаємо до установки гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-16 продуктивністю 79200 дал/добу, повний об'єм – 130 м³. Діаметр – 5700 мм; висота – 5000 мм.

Пластинчастий теплообмінний апарат. Для охолодження суслу приймаємо до установки пластинчастий охолоджувач АОГ-М продуктивністю 6000 л/год.

Габаритні розміри 1590x700x1330, маса 520 кг.

Фільтраційний апарат. Прийнято на 1 т затирає зернопродуктів приймати 6-7 м³ його місткості та 5 м² необхідної площі фільтрації. Висота шару дробини 0,35 м. Діаметр фільтраційного апарата 11,5 м.

Визначаємо площу фільтраційного апарата

$$S = R * \frac{\pi}{4} = 5.75 * 3. \frac{14}{4} = 25.9 \text{ м}$$

Визначаємо висоту фільтраційного апарата:

$$H = V/S = 72 \text{ м} / 25,9 \text{ м} = 2,8 \text{ м}$$

Для фільтрування прийнято установити фільтраційний апарат марки ВФЧ-1.5

Таблиця 5.2 - Паспортні дані фільтраційного чана ВФЧ-1,5

Параметри	Значення
Одноразова затирання сухого солоду, т	1,5
Повна ємність чана, м ³	10,6
Внутрішній діаметр чана, мм	
Висота циліндричної частини, мм	
Висота кришки, мм	
Внутрішній діаметр паровідводом, мм	
Площа фільтрації, м ²	7,8
Кількість фільтркрапов, шт	
Механізм обертання розпушувача мішалки Тип двигуна овлена потужність електродвигуна, кВт Частота обертання родвигуна, об / хв Загальне передавальне відношення горів Частота обертання валу при розпушенні дробини, об / стота обертання валу при видаленні дробини, об / хв	Трьох-скоросний 3,6 / 3,2 / 2,8 2665/1450/980 1,55 2,3

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 5.3 – Характеристика технологічного та допоміжного обладнання

№ з/п	Номер позиції на апаратурно-технологічній схемі	Назва, тип (марка) обладнання	К-ть	Технічна характеристика	Потуж.	Тривалість роботи
1	2	Норія НЦГ-I - 100	4	Продуктивність 100т/год, висота не більше 60 м, габаритні розміри: ширина стрічки 300мм, шаг ковшів 180мм, маса головки 526кг, башмака 500кг.	3,2	
2	3	Ваги автоматичні ДН-500	1	Продуктивність 20-60т/год, величина порції 250-500кг, габаритні розміри 1500x1700x1850; маса 860кг	5	
3	6	Шнек	2	Продуктивність 12т/год, діаметр гвинта 400мм, шаг гвинта 120мм, частота обертання 75об/хв..	1	
4	4	Бункер для солоду	1	Габаритні розміри в плані діаметр 3м, висота циліндричної частини 6м, висота конусної частини 3м.	-	
5	11	Бункер для несолодженої сировини	1			
6	1	Стрічковий транспортер КЛП-400	1	Довжина транспортера 11м, ширина стрічки 400мм, відстань між центрами барабану 10м, маса 500кг	1,1	
7	8	Електромагнітний сепаратор	1	Продуктивність 18т/год, габаритні розміри: довжина 2000мм, ширина-1000мм	0,9	
8	7	Повітряно-ситовий сепаратор ЗСП-20	1	Продуктивність 20т/год, габаритні розміри 2800x2800x2700 мм, маса 1600 кг	1,1	
9	9	Дробарка мокрого помолу	1	Продуктивність 10т/год, необхідна площа установки 2,5-3,9м ² , загальна висота дробарки 8м.		

10	19	Заторний апарат	2	Місткість 33м ³ , площа поверхні нагріву 20,8м ² , діаметр 4800м, висота циліндричної частини 1212мм, кришки – 2500м, сферичного днища – 1060мм, маса апарата 19500 кг, робочамаса 42000кг	7,5	
11	23	Фільтраційний апарат	1	Трьох-скоросний 3,6 / 3,2 / 2,8 2665/1450/980 1,55 2,3		
12	26	Сушварильний апарат ВРЦ-1,5	1	Площа поверхні нагрівання, м ² 8,75	3.0 кВт	
13	29	Пластинчастий двохсекційний теплообмінник	1	Продуктивність — 10 т/год;	50 кВт	

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

За сучасними стандартами пивоваріння пиво не повинно стикатися з повітрям під час виробництва та розливу, оскільки кисень може негативно вплинути на смак хмільного напою. Тож коли пиво розливають у пляшки та кеги, вони попередньо заповнюються вуглекислим газом. Поступово вливайте напій, щоб витіснити вуглекислий газ.

Сучасні пивовари мають кілька секретів і хитрощів, щоб запечатати пиво в пляшки і банки, щоб споживачі могли насолодитися його унікальним свіжим смаком. Пиво — божевільний напій. Він не тільки любить повітря, але і не любить світло, тому суворо дотримується правил зберігання. В результаті споживачі куштують поживний напій із загадковим гірким смаком, неповторним ароматом і прозорим блиском. Контроль найважливіших операцій у виробництві пива охоплює всі технічні операції.

В таблиці 5.1 наведена схема контролю приймання зернопродуктів, в таблиці 5.2 схема технохімічного контролю сула, солоду та готового пива.

Основна операція виробничої лабораторії підприємства полягає у всебічному контролі всіх технологічних процесів виробництва пива, починаючи з надходження сировини і закінчуючи випуском товарної продукції, тобто - триступеневий контроль виробництва.

Таблиця 6.1 - Схема технохімічного контролю сула, солоду, готового пива. [8]

Об'єкт дослідження	Місце відбору проби	Показники, що визначаються	Показник якості	Нормативні документи	Періодичність контролю	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Солод при прийманні	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса без плісняви	ДСТУ	В день надходження на завод	Змінний хімік
		Колір	Жовтий Світло-жовтий			
		Смак	Солодовий			
	В середній пробі від партії	Прохід через сито (2,2-20) мм домішок, %	Не більше 4			
		Масова частка вологи, %	Не більше 4			

Рис	В кожній пробі	Колір	Притаманний рису	ДСТУ	В день прийманн я на завод	Змінний хімік
		Масова частка вологи, %	Не більше 14,5			
		Зараженість	Не допускається			
		Смітні домішки, %	Не більше 1			
Хміль	В середній пробі від партії	Масова частка вологи, %	Не більше 10,0	ДСТУ	Під час прийманн я	Змінний хімік
		Масова частка альфа-кислот	Не менше 2,5			
Технічна вода	В середній пробі	Запах, смак, прозорість	Відповідає показникам	ДСТУ	Один раз на сезон	Змінний хімік
		Жорсткість, мг-екв/дм ³	2-5			
		Ферум, мг/дм ³	Не більше 0,1			
		Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	Не більше 0,1			
		Лужність, мг-екв/дм ³	0,5-1,5			
Подрібнення солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %:	ДСТУ			
		Лузга	14-19			
		Мілка крупка	30-35			
		Велика крупка	18-22			
		Борошно	25-35			
Приготування затору	Заторний апарат	рН затору	5,4-5,6	ДСТУ	1 раз на тиждень	Змінний хімік
Гаряче сусло	Сусло варильний апарат	рН сусла	5,2-5,4	ДСТУ	При кожному запуску апарата	Змінний хімік
		Оцукрювання	Пробу на йод витримує			
		Колір, ЕВС/см ³ ,	Світле: 6-10, 0,36-0,63			

					Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне значення	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		0,1 моль/дм ³ розчину I ₂ на 100 см ³ води	Темне: 120- 150, 9-10			
		Вміст гірких речовин, мг/дм ³	Світле: 17-23 Темне: 22-26			
		Концентрація екстрактив- них речовин, %	11-13			
		Кислотність, у см 1 моль/дм ³ р- ну NaOH на 100 см пива	1.0-1.2			
Екстракт	Фільтраційний апарат	Концентрація сухих речовин, %	0,5-0,8	ДСТУ	При кожному запуску апарата	Змінний хімік
Екстракт промивних вод	Крани фільтраційної батареї	Концентрація сухих речовин, %	0,4-0,5	ДСТУ	При кожному запуску апарата	Оператор процесу

Для комфортного контролю устаткування повинно бути забезпечено відповідними контрольно-вимірювальними приладами.

Отже, під час виробництва пива потрібно контролювати: сировину та допоміжні матеріали, технологічний процес та готову продукцію.

					Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне значення	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до ст. Статтею 13 Закону України «Про охорону праці» визначено, що роботодавець зобов'язаний створювати умови праці на робочому місці кожного структурного підрозділу відповідно до нормативно-правових актів та забезпечувати дотримання законодавства про права працівників у сфері охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створення відповідних служб та призначення посадових осіб, забезпечення вирішення конкретних питань охорони праці, затвердження інструкцій щодо їх обов'язків, прав та відповідальності щодо виконання покладених на них обов'язків, контроль за їх дотриманням;

- розробка та виконання комплексних угод за участю сторін. колективними договорами заходи щодо дотримання встановлених стандартів та підвищення сучасного рівня охорони праці;

- забезпечити вжиття необхідних запобіжних заходів у світлі обставин, що змінюються;

- Впроваджувати передову технологію, досягнення науково-технічного характеру, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономії, позитивний досвід охорони праці тощо;

- забезпечувати належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та споруд та контролювати їх технічний стан;

- забезпечує усунення причин нещасних випадків, професійних захворювань та вживає визначені комісією профілактичні заходи за результатами розслідування цих причин;

- Організація оцінки охорони праці, лабораторних випробувань, умов праці, технічного стану виробничого обладнання та приміщень, атестації робочих місць на відповідність вимогам нормативно-правових актів з охорони праці в порядку та умовах, передбачених законодавством, та вжиття за їх результатами заходів щодо усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів;- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі - акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;

- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткування та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відносно до вимог з охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці; [12]

Схема управління охороною праці на пивоварному підприємстві надана на табл. 7.1.

					Охорона праці	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників в умовах виробництва пива надано в формі таблиці .7.1 [12]

Таблиця 7.1- Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Шкідливі і небезпечні виробничі чинники	Джерела їх виникнення
Шум	Вентиляційна система, технологічне обладнання
Електрична напруга (380, 220 В)	Щит управління, електроприводи
Вибухо-пожежонебезпека -категорія В	Цех по виробленню пива
Запиленість зернопродуктами	Ділянка дроблення

Промислова санітарія

В цеху по виробленню пива шкідлива речовина - пил зерна. [12]

Таблиця 7.2 - Характеристика шкідливих речовин, які зустрічаються на даному виробництві.

Шкідливі речовини	Токсичність	ГДК, мг/м ³	Клас безпеки
Пил зерна	Впливає на органи дихання	4	3

Вентиляція

В приміщенні цеху передбачена система вентиляції і опалювання.

Вентиляція - природна і штучна.

Механічна вентиляція - загальнообмінна, припливно-витяжна, місцева і аварійна.

Вид опалювання – центральний.

Шум

До джерел шуму на ділянки по виробленню пива відносяться вентиляційні установки, електродвигуни, насоси, технологічне обладнання.

Допустимий рівень звукового тиску на робочому місці у приміщенні наданий в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 - Допустимі рівні звукового тиску та звуку [12]

Види трудової діяльності, приміщення, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах зі середнєгеометричними частотами, Гц	Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
Крайні частоти в октавних смугах, Гц	22 45	45 90
Виконання всіх видів робіт в виробничих приміщеннях	107	95

Міри безпеки

Технологічна схема по виробництву пива складається з наступних етапів:

- приймання і зберігання солоду;
- очищення і дроблення солоду;

					Охорона праці	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- готування пивного сусла;
- охолодження пивного сусла;
- готування дріждів;
- головне бродіння;
- доброджування;
- освітлення пива.

Зернопродукти зі сховища надходять на стадію очищення та дроблення, на цій стадії передбачена місцева вентиляція.

Передбачено теплоізоляція наріжної поверхні заторного апарату.

Освітлення.

Штучне і природне освітлення мусить відповідати вимогам СНиП 11-4-79, освітлення повинно бути достатнім і відповідати характеру зорової роботи, повинно бути рівномірним. Для штучного освітлення і відділенні використані, як люмінесцентні, так і лампи розжарювання. У відділенні також передбачене аварійне освітлення.

Рівень освітлення на робочих місцях з часом зменшується через забрудненість скла освітлювального фонаря, зниження відбивальної здатності стін, старіння джерел освітлення і часткового виходу їх з ладу. Тому слід періодично контролювати освітленість і чистити лампи один раз в місяць.

Електробезпека.

У відділенні діють такі фактори небезпеки:

- висока температура;
- сирість.

Тому клас електробезпеки приміщення згідно з ПЕУ – приміщення особливо небезпечне. В такому приміщенні необхідно виконувати захисне заземлення електроустановок. Оскільки світильники знаходяться на висоті 2,5 м від підлоги, то можна застосовувати напругу 220 В.

Засоби захисту:

Ізолюючи штанги, діелектричні кліщі, інструменти з ізоляційною ручкою і килимком. Окрім заземлення додатково застосовуються малі напруги, подвійна ізоляція, захисне відключення – як додаткові заходи захисту.

Світильники в заторному, сусли варильному і фільтраційному апаратах мають напругу не вище 12 В у вологозахищеному виконанні (з огороженням металевою сіткою).

Щити включення апаратів захищені металевими коробками, на підлозі біля щита повинен бути діелектричний килимок.

Побутові приміщення.

У відділенні передбачені такі санітарно-побутові приміщення: гардеробні, душові, вбиральні, пристрої питного водопостачання, кімната відпочинку.

Нормативом щодо забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями та обладнанням підприємств по виробництву пива для варильного відділення повинно бути передбачено.

1). Розрахункова кількість чоловік:

- на одну душову сітку – 7;

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- на один кран – 20;
- 2). Загальні гардеробні:
 - два відділення шафи на одну людину;
- 3). Приміщення охолодження.
Необхідно встановити дві душові сітки в один кран.

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході розробки даної кваліфікаційної роботи було розроблено проект варильного відділення пивзаводу.

- за вимогами до якості готової продукції, пиво повинне відповідати вимогам наведеним у ДСТУ 3888.
- для енергозбереження запропоновано встановлення сонячних батарей;
- запропоновано використання двох-відварного способу затирання зернопродуктів
- для подрібнення несолодженої сировини запропоновано використання молоткової дробарки;
- для подрібнення солоду з метою збереження оболонки зерна, запропоновано використання дробарки мокрою подрібнення;
- кип'ятіння сусле з хмелем запропонований суслотварильний апарат з внутрішнім циркулюючим теплообмінником;
- запропоновано використання промивної води, для процесу затирання, що дає можливість ресурсозбереженню процесу.
- використання рисової січки, дозволяє збільшити вихід екстрактивних речовин солоду, що являється ресурсозберігаючою технологією;
- проведені необхідні розрахунки та підбір технологічного обладнання;
- розроблено заходи по охороні праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. Энергоатомиздат, 2006-324 с.
2. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ: ІНК ОС, 2004. 426 с.
3. ДСТУ 4965:2008 Рис. Технічні умови - [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=65880
4. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. ; за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
5. Кунце В. Технология солода и пива/ Пер. с нем. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. – 912 с.
6. 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, В.Л. Прибильський, А.М.Куц та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)
7. Лекції - Основи пивоваріння - [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uadoc.zavantag.com/text/6578/index-1.html>.
8. Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / За ред.. А.Є. Мелетьєва. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 392 с.
9. Методичні рекомендації до виконання дипломної роботи [Текст] : для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" та спеціальності 7.05170106 "Технології продуктів бродіння і виноробства" денної та заочної форм навчання / уклад. : А. М. Куц, П. Л. Шиян ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2015. — 57 с.
11. Норія – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F>
12. Основи охорони праці: підручник / К. Н. Ткачук та ін. за ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. Київ: Основа, 2006. 448 с.
13. Пиво. Загальні технічні умови: ДСТУ 3888-15.- [Чинний від 2015-05-28] .- К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 1999 р. - 42 с.- (Національний стандарт України).
14. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови: ДСТУ 4282:2004. - [Чинний від 2004-10-01]. - К.: Держспоживстандарт У країни, 2004. - 30 с. - (Національний стандарт України).
15. Технічні характеристики сонячних панелей та їх значення - [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.viessmann.ua/uk/zhytlovi-budynky/porady/tech-charakterystyky-soniachnych-paneley.html>

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах/ А. Є. Мелетьєв, В. А. Домарецький, С. Р. Тодосійчук та ін.; За ред. А Є, Мелетьєва. - К.: НУХТ, 2007. - 256 с.

17. 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.

18. Характеристика пива як напою (хімічний склад, поживність), основні сорти пива та оцінка їх якості - [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studwood.net/2125392/tovarovedenie/harakteristika_piva_napoyu_himichniy_skla_d_pozhivnist_osnovni_sorti_piva_otsinka_yakosti

19. Хміль ароматичний. Частина 3. Хміль гранульований. Технічні умови: ДСТУ 4098.2 – 2002. - [Чинний від 2003-01-01]. — К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 2002. – 16 с. - (Національний стандарт України).

					Список використаної літератури	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		