

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

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » лютого 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » лютого 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,0 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних способів при кип'ятінні сусла з хмелем**

Виконав: здобувач 3 курсу
групи ЗТБ-3-1ск

Чемерис Юрій Орестович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Бондар Микола Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

(підпис)

Юрій ЧЕМЕРИС

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступень – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології продуктів бродіння та виноробства

_____Анатолій КУЦ

28 жовтня 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

_____Чемерису Юрію Орестовичу_____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,0 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних способів при кип'ятінні сусла з хмелем

Керівник роботи Бондар Микола Васильович, канд.техн.наук, доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 жовтня 2022 року № 776-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 31 січня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Потужність пивзаводу - 5,0 млн дал пива на рік. Передбачено виробництво трьох сортів пива в рамках потужності: «Барне світле» 11,0%, «Традиційне» 11,0 %, «Барне темне» 12,0%

4. Сировина, що використовується у виробництві зазначених сортів: світлий ячмінний солод, карамельний солод, житній ферментований солод та несолоджена сировина – ячмінь. Продуктові розрахунки виконують на 1 дал пива.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла. 3. Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення. 7. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання – 22 червня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	10.10.22-15.11.22	
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	16.11.22-06.12.22	
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	1-а атестація	07.12.22	
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	07.12.22-30.12.22	
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	31.12.22-06.01.23	
9.	Охорона праці	07.01.23-15.01.23	
10.	Оформлення пояснювальної записки	16.01.23-30.01.23	
	2-а атестація	31.01.23	
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	31.01.23-03.02.23	
12.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	04.02.23-07.02.23	
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Юрій ЧЕМЕРИС

Керівник роботи, доцент

Микола БОНДАР

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи - «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,0 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних способів при кип'ятінні сусла з хмелем».

Метою роботи є дослідження процесів при приготуванні пивного сусла та впровадження інноваційних способів на стадії кип'ятіння сусла з хмелем. Запропоновано виробництво 3-х сортів пива: «Барне світле» 11,0%, «Традиційне» 11,0 %, «Барне темне» 12,0%. Передбачено використання способів кондиціонованого подрібнення солодженої сировини та сухого помелу для несолодженої сировини; затирання зернопродуктів відбувається за принципом двохвідварного способу; для фільтрування затору передбачено встановлення фільтр-апарату; процес охмелення сусла протікає у сусловарильному апараті з внутрішнім кип'ятильником, з подальшим освітленням сусла у гідроциклонному апараті типу «Вірпул».

У якості інноваційної технології запропоновано використання установки для стріпінгу пивного охмеленого сусла, що сприяє видаленню небажаних летких сполук, які негативно впливають на якість цільового продукту - пива. Також це дозволяє знизити енерговитрати при кип'ятінні сусла з хмелепродуктами.

Робота включає огляд структури відділення та режими його роботи, обґрунтування та вибір технологічних режимів виробництва згідно принципово-технологічної схеми виготовлення пивного сусла, розробку та опис апаратурно-технологічної схеми виробництва, розрахунки продукту та підбір технологічного обладнання для забезпечення безперебійної роботи відділення, розробку заходів щодо технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва пива та його метрологічний контроль, охорону праці на підприємстві даної галузі. Пояснювальна записка викладена на 54 аркушах друкованого тексту формату А4. Графічна частина представлена апаратурно-технологічною схемою та демонстраційним плакатом на двох аркушах формату А1.

Ключові слова: пивне сусло, кип'ятіння сусла, хміль, хмелепродукти, стріпінг, леткі сполуки.

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

ANNOTATION

The subject of the qualification work is "Project of the brewhouse water brewing department with a productive capacity of 5.0 million dal of beer per year with the introduction of innovative methods for boiling wort with hops".

The objective of the work is to study the processes in the production of beer wort and to introduce innovative methods at the stage of boiling wort with hops. The production of 3 types of beer is proposed: "Bar Light" 11.0%, "Traditional" 11.0%, "Bar Dark" 12.0%. It is proposed to use the methods of conditioned grinding of malted raw materials and dry grinding for unsalted raw materials; grinding of grain products is based on the double-boiling method; installation of a filter machine for mash filtration; the process of wort hopping takes place in the wort brewhouse with an internal boiler, followed by clarification of wort in the hydrocyclone apparatus of the "Virpool" type.

As an innovative technology, we recommend the use of a stripping unit for the hopped beer wort, which helps to remove unwanted volatile compounds that have a negative impact on the quality of the target product - beer. It also reduces energy consumption during the boiling of wort with hop products.

The work includes an overview of the structure of the department and its operating regimes, justification and selection of technological modes of production according to the principle-technological scheme of beer wort production, design and description of the hardware and technological scheme of production, product calculations and selection of technological equipment to ensure the uninterrupted operation of the department, implementation of measures for technochemical and microbiological control of beer production and its metrological control, labor protection at the enterprise in this industry. The explanatory report is presented on 54 sheets of printed A4 text. The graphic section is represented by the hardware and technological scheme and a demonstration placard on two sheets of A1 format.

Keywords: beer wort, wort boiling, hops, hop products, stripping, volatile compounds.

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

ANNOTATION

Le sujet du travail de qualification est "Projet de la salle de brassage du département de brassage de l'eau avec une capacité de 5,0 millions de dal de bière par an avec l'introduction de méthodes innovantes pour l'ébullition du moût avec du houblon".

L'objectif de ce travail est d'étudier les processus de préparation du moût de bière et d'introduire des méthodes innovantes au stade de l'ébullition du moût avec du houblon. La production de 3 types de bière est proposée : "Bar Light" 11.0%, "Traditional" 11.0%, et "Bar Dark" 12.0%. Il est envisagé d'utiliser les méthodes de broyage conditionné des matières premières maltées et de broyage à sec des matières premières non salées ; le brassage des produits céréaliers est basé sur le principe de la méthode à deux cuves ; installation d'un appareil de filtration du moût ; le processus d'houblonnage du moût a lieu dans la salle de brassage du moût avec une chaudière interne, suivi de la clarification du moût dans l'appareil hydrocyclone de type Virpool.

En tant que technologie innovante, nous proposons d'utiliser une unité de stripping pour le moût de bière houblonné, qui permet d'éliminer les composés volatils indésirables qui nuisent à la qualité du produit cible - la bière. Il réduit également la consommation d'énergie lors de l'ébullition du moût avec les produits du houblon.

Le travail comprend une vue d'ensemble de la structure du département et de ses modes de fonctionnement, la justification et la sélection des modes technologiques de production selon le schéma principe-technologique de la production de moût de bière, le développement et la description de l'équipement et du schéma technologique de production, le calcul des produits et la sélection de l'équipement technologique pour assurer le fonctionnement ininterrompu du département, le développement de mesures pour le contrôle technochimique et microbiologique de la production de bière et son contrôle métrologique, la protection du travail dans l'entreprise de cette industrie. La note explicative est présentée sur 54 pages A4 de texte imprimé. La partie graphique est représentée par le schéma matériel et technologique et un poster de démonstration sur deux feuilles de format A1.

Mots clés : moût de bière, ébullition du moût, houblon, produits du houblon, stripping, composés volatils.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	8
1.1 Структура підприємства.....	8
1.2 Режими роботи	9
2 ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА.....	10
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	10
2.2 Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла	11
2.3 Аналіз та вибір технологічних способів і режимів виробництва пивного сусла.....	11
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	24
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	25
3.1 Характеристика проекрованої продукції	25
3.2 Характеристика сировини	26
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	31
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	33
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків	33
4.2 Продуктові розрахунки	34
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів	39
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	41
6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	47
7 ОХОРОНА ПРАЦІ	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53

<i>Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,0 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних способів при кип'ятінні сусла з хмелем</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Чемерис Ю.О.		
Перевір.		Бондар М.В.		
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.		Куц А.М.		
ЗМІСТ				
			Літ.	Арк.
			6	54
НУХТ, ННІХТ, ЗТБ-3-1ск, 2023				

ВСТУП

Ринок пива в нашій країні є досить амбітним. З того часу, як пивоварна галузь увійшла в індустріальну стадію, основною тенденцією стала розробка нових технологій для зростання рентабельності. Більшість розробок були спрямовані на зменшення витратної частини процесу пивоваріння (здешевлення процесу та скорочення кількості працівників) та прискорення оборотності обладнання.

Впровадження високоефективних технологій та сучасного обладнання, розробленого та випробуваного у виробничих умовах, має прискорити темпи технічної модернізації пиво-безалкогольної галузі.

Виробництво пива - надзвичайно складний і трудомісткий біотехнологічний процес. На першому етапі зерно замочують, пророщують і піддають термообробці, щоб перетворити його на солод, для збагачення активними ферментами. Потім, в результаті ферментативних перетворень крохмалю, білків і супутніх речовин, з подрібненого солоду отримують пивне сусло, яке під час кип'ятіння з хмелем насичується гіркими кислотами, що надають йому специфічного смаку, а потім, за допомогою дріжджів і їх ферментів, пивне сусло зброджується і перетворюється в кінцевий продукт - пиво.

Сьогодні вивчення процесу кип'ятіння суслу з хмелем є одним з пріоритетних напрямків досліджень. Адже саме хміль надає пиву особливого смаку та аромату, а сам процес є досить енергоємним і потребує ресурсо- та енергозбереження.

Цілями кип'ятіння суслу з хмелем є випаровування надлишкової вологи для отримання бажаної концентрації суслу; інактивація ферментів; стерилізація суслу; коагуляція білків у вигляді гарячих суспензій суслу (так званий "брух"); розчинення цінних компонентів хмелю в суслі, в першу чергу гірких речовин. Це призводить до таких побічних ефектів, як утворення редукуючих речовин і випаровування летких ароматичних сполук.

В даній кваліфікаційній роботі розглядаються наступні сорти пива: Барне світле 11%, Традиційне 11% та Барне темне 12%, які виготовляються зі світлого солоду та ячмінного борошна; зі світлого солоду; зі світлого, карамельного та житнього ферментованих солодів відповідно.

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

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

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

Згідно з українським законодавством, генеральний директор повинен контролювати всю діяльність в асоціації підприємств. Генеральний директор також несе відповідальність за добросовісне виконання обов'язків, кримінальні правопорушення та матеріальні збитки.

Начальник відділу кадрів, заступник генерального директора, головний бухгалтер, провідний інженер, начальники відділів тощо забезпечують організацію роботи та взаємодію виробничих цехів та інших структурних ланок підприємства. Організовує діяльність АТ, всебічне підвищення технічного рівня і якості продукції, що випускається, раціональне і ощадливе витрачання всіх видів ресурсів з метою забезпечення високого рівня рентабельності, виконання плану капітального будівництва, всіх зобов'язань перед постачальниками, замовниками і банками; виконання рішень зборів акціонерів; забезпечує виконання умов господарських договорів; програм оновлення і розширення асортименту, підвищення якості продукції, що випускається, розробки нових видів продукції; вжиття заходів по використанню знань і досвіду працівників, створення працівникам безпечні і здорові умови праці, забезпечує дотримання вимог законодавства України з охорони довкілля.

З понеділка по п'ятницю з 8⁰⁰ до 17⁰⁰ працює персонал офісу, заступники директора та голови підрозділів. Персонал, який відповідальний за протікання процесів (майстри, начальники зміни, тощо) працює у дві зміни на добу, по дванадцять годин кожна.

Основними виробничими підрозділами заводу є:

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

Допоміжні підрозділи підприємства:

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

					СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Обслуговуючі підрозділи підприємства:

- сировинний склад;
- склад порожньої тари;

1.2 Режими роботи

Режими роботи виробничих цехів, відділень, дільниць. Керівна ланка підприємства працює в одну зміну по 8 годин 5 днів на тиждень.

Основне виробництво працює і цехи розливу працюють безперервно у дві зміни по 12 годин. Режими роботи цехів і відділень викладені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Режим роботи цехів і відділень

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

2 ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

Для виконання роботи було обрано сорти пива, які набувають широкої популярності серед поціновувачів даного напою. Обрані сорти мають особливий незабутній смак та унікальні за своєю рецептурою.

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива «Барне світле» з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11%, «Традиційне» та «Барне темне» з масовими частками відповідно - 11% та 12%. Потужність відділення становить 5 млн дал пива на рік.

Асортимент та обсяг проектованої продукції наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 — Асортимент і обсяг проектованої продукції

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво		Розливається у скляну тару
		на рік, млн. дал	на добу, тис. дал	млн. дал
Барне світле	60	3,0	7,7	3,0
Традиційне	20	1,0	2,6	1,0
Барне темне	20	1,0	2,6	1,0
ВСЬОГО	100	5,0	12,9	5,0

2.2 Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла

Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла наведена на рис. 2.1.

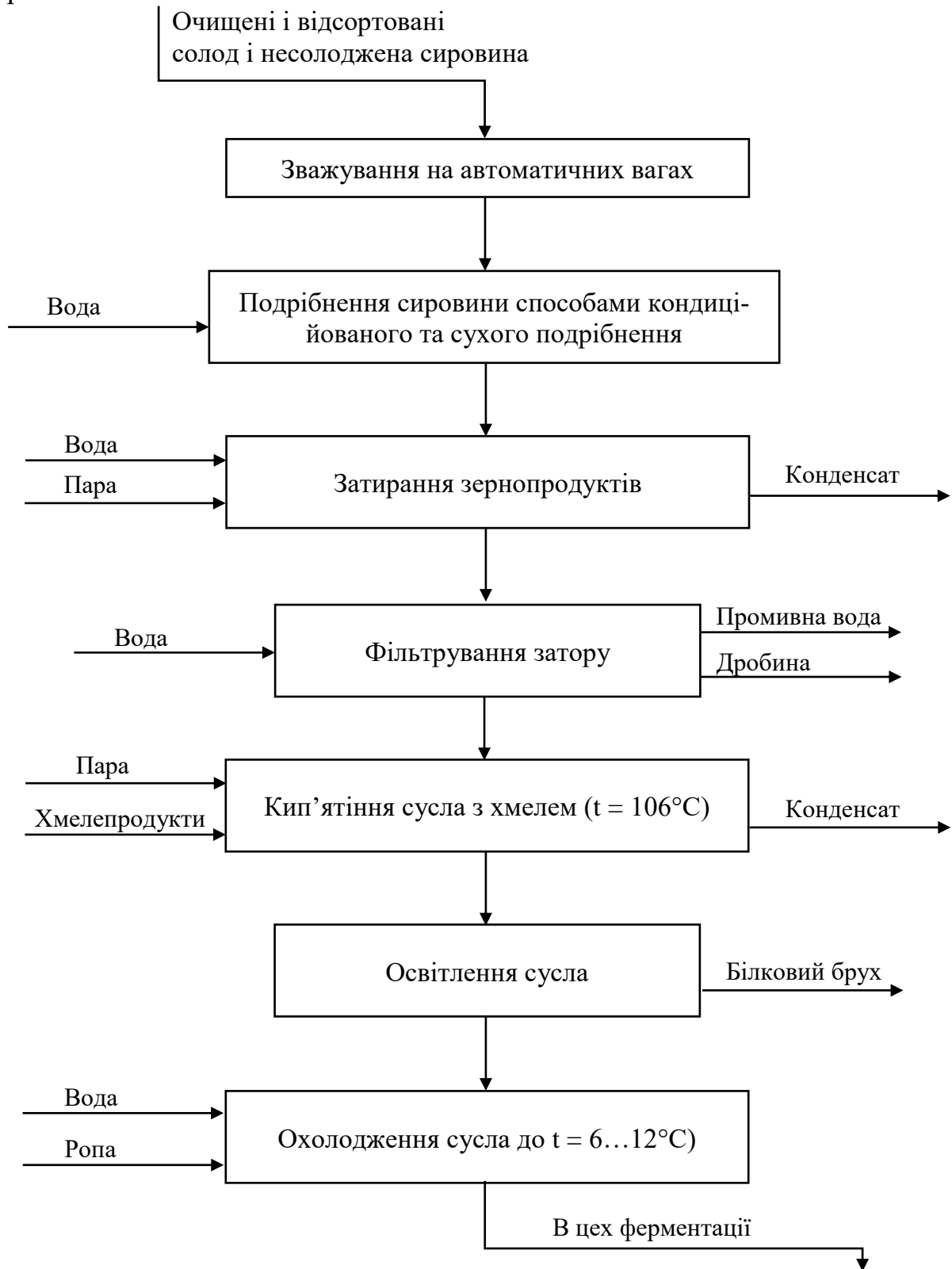


Рис. 2.1 - Принципово-технологічна схема приготування пивного сусла

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2.3 Аналіз та вибір технологічних способів і режимів виробництва пивного сусла

Приготування пивного сусла включає в себе п'ять основних етапів:

- підготовка зернопродуктів;
- перенесення екстрактивних речовин зернопродуктів у розчин в результаті процесу затирання;
- фільтрування затору;
- охмелення сусла шляхом кип'ятіння його з хмелепродуктами;
- освітлення і охолодження сусла.

Транспортування зернопродуктів

Існує три способи транспортування зернової продукції зі складу: автомобільним транспортом, пневмотранспортом та механічним транспортом. Автомобільний транспорт використовується, якщо зерносковище і пивоварня знаходяться на великій відстані один від одного. Механічний або пневматичний транспорт використовується, коли склад знаходиться в межах пивоварні.

Оскільки в усіх випадках потрібно транспортувати досить велику кількість сипучого матеріалу, важливо забезпечити, щоб довжина транспортних маршрутів була мінімальною, а транспортні засоби мали відповідну вартість [2].

Розрізняють такі механічні транспортні засоби:

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

Норія. Для транспортування зернопродуктів широко застосовується норія, яка працює норія наступним чином: стрічка з наповненими ячменем ковшами рухається з максимальною швидкістю 4 м/с (з солодом – 2,5 м/с). Ківш зачерпує транспортований матеріал з жолоба і піднімає його вгору, розвантажуючи при обертанні навколо верхнього ролика. Сипучий матеріал вивантажується через випускний отвір. Для транспортування солоду використовують ланцюгові норії або стрічкові норії з решітчастим приводом, який необхідний для запобігання ковзанню стрічки через накопичення вологого пророслого матеріалу [2].

Переваги норії полягають в тому, що це найбільш рентабельний транспортний засіб (у зв'язку з невеликим енергоспоживанням), і тому, норії отримали широке поширення. Їх легко обслуговувати, вони безпечні в експлуатації і потребують мінімального догляду та ремонту [2].

До недоліків норії можна віднести те, що нижня частина норії (жолоб) ніколи не буває повністю порожньою. Це особливо згубно, коли одним і тим же елеватором піднімають різні види сипучих матеріалів. Крім того, при збоях в електроенергії норія почне рухатися у зворотному напрямку під вагою заповнених ковшів. У зв'язку з цим встановлюється спеціальний блокуючий пристрій [2].

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Найбільш розповсюдженим пристроєм для горизонтального транспортування зернопродуктів залишається **шнековий транспортер**.

Шнеки бувають кількох конструкцій:

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

До переваг шнекового транспортера відноситься те, що, незважаючи на високе енергоспоживання, це економічно вигідний вид горизонтального транспортування. Саме тому вони використовуються в солодовнях на невеликих відстанях.

Його недоліком є те, що між жолобом і шнеком завжди повинен бути зазор від 3 до 5 мм (інакше шнек буде вдарятися об жолоб), і тому повне спорожнення жолоба неможливе. Це має особливо несприятливий ефект при транспортуванні солоду. Крім того, краї шнекового гвинта з часом загострюються і можуть пошкодити зерно, особливо при транспортуванні солоду [2,11].

Скребоквий ланцюговий транспортер. Цей транспортер використовується для горизонтального та похилого переміщення матеріалів. Перевагами цього конвеєра є низьке енергоспоживання та пилоутворення. Недоліком є те, що жолоб може не повністю спустошуватися під час розвантаження. [11]

Стрічковий транспортер. Стрічкові транспортери характеризуються дбайливим пересуванням матеріалу та низьким енергоспоживанням. Такі конвеєри доцільно використовувати лише для переміщення великих потоків матеріалу, оскільки вони займають порівняно велику площу. Конструкція станції прийому і вивантаження матеріалу повинна виключати втрати сировини і пилоутворення. Вивантаження може бути організовано в декількох вузлах [2,11].

Конвеєрні стрічки здебільшого виготовляються з тканини і можуть бути плоскими або жолобчастими, залежно від матеріалу, що транспортується. Коритоподібні стрічки характеризуються більшою пропускнуою здатністю порівняно з плоскими, оскільки вони можуть приймати більше матеріалу без його втрат [2,11].

Пневматичні засоби транспортування. Поряд з механічним транспортуванням на солодових і пивоварних заводах для переміщення сипучих матеріалів широко використовується пневматичне обладнання. У цих пристроях ячмінь або солод переміщується по трубопроводах за допомогою потужного потоку повітря. Для підйому матеріалу, що транспортується, необхідна швидкість повітря близько 11 м/с, але для забезпечення надійного переміщення сировини зазвичай використовують набагато вищі швидкості повітряного потоку - близько 20 м/с. Такий потік повітря досягається за допомогою роторних лопатевих повітродувок або вентиляторів високого тиску [17].

Переваги пневмотранспорту полягають у наступному:

- можна переміщати великі маси сировини;
- потреба в площах невелика;

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- в установці не залишається залишків;
- пневмотрубопроводи можна робити вигнутими;
- немає небезпеки спалаху.

Порівнюючи механічний і пневматичний способи транспортування солоду, можна відзначити, що в останньому випадку значно зростає енергоспоживання [15].

Подрібнення зернопродуктів

Перед подрібненням солод і несолоджена сировина повинні бути очищені від органічних і неорганічних домішок, а також від пилу. Для цього в даній роботі передбачається використання повітряно-ситових і магнітних сепараторів. Також перед подрібненням зернова продукція повинна бути зважена на автоматичних вагах.

Метою подрібнення є створення необхідних умов для дії ферментів солоду на дробильну фракцію, а також прискорення фізичних і біохімічних процесів, що забезпечують більш швидке розчинення компонентів солоду і ферментативне перетворення нерозчинних сполук в розчинні [17].

За характером процесу розрізняють такі типи дробарок:

- дробарки сухого помелу;
- дробарки мокрого помелу;
- дробарки кондиційованого помелу [2].

Сухе подрібнення. Класичним методом подрібнення солоду є сухе подрібнення в дробарках сухого помелу. У цих дробарках сухий солод подрібнюється між парними вальцями. За кількістю вальців такі дробарки поділяються на дво-, чотири-, п'яти- і шестивалкові [2].

Шестивальцеві дробарки зарекомендували себе найкраще серед всіх для дробарок для сухого подрібнення.

Три пари вальців називаються відповідно:

- вальці для попереднього дроблення;
- вальці для відділення оболонок;
- вальці для отримання крупки [11].

Між ними завжди підвішений набір вібросит із двома розмірами отворів в кожному. Вони поділяють проходить через пари вальців помел на три частини:

- груба складова частина – оболонки з прилиплою крупкою або оболонки;
- середня складова частина – крупка;
- тонка складова частина – тонка крупка та борошно [11].

П'ятивальцеві дробарки. П'ятивальцева дробарка є різновидом шестивальцевої, у якої один валець виконує подвійну функцію [11].

Валок попереднього дроблення також виконує функцію оболонкового валка. Решта виробничих операцій відповідає шестивалковим дробаркам. За допомогою шести- і п'ятивалкової дробарки можна досягти будь-якого складу помелу шляхом відповідного налаштування дробарки [11].

На середніх підприємствах часто використовують *чотиривалкові дроба-*

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

рки з двома парами валків, розташованими один над одним. Попередньо подрібнений на першій парі валків матеріал сортується на проміжних ситах, а на другій парі валків подрібнюється тільки крупний компонент [11].

Для отримання однакового ефекту дроблення тонка складова частина (борошно і дрібна крупка) відсіюється на вертикально розташованих нерухомих ситах, на які вона відкидається за допомогою хрестоподібних молоткових валиків [11].

Двохвальцеві дробарки для сухого подрібнення зустрічаються лише на великих пивзаводах чи міні-пивоварнях ресторанного типу. Так як з одною парою вальців при сухому подрібненні неможливе подальше диференціювання помелу, то оптимального виходу екстракту отримати не вдається. Це не відноситься до двохвальцевих дробарок мокрому помелу або дробарок з замочним кондиціонуванням [11].

Кондиційоване подрібнення. Сухі оболонки дуже крихкі і легко руйнуються під час помелу, але вони необхідні для фільтрації затору як матеріал для створення фільтруючого шару. Щоб зберегти оболонки, у багатьох випадках солод злегка зволожують перед сухим помелом. Цей процес називається кондиціонуванням [11].

При кондиційованому сухому подрібненні солод зволожується за 1-2 хв перед подрібненням з допомогою насиченої пари або води при температурі 30-35 °С [11].

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 тільки на 0,3-0,5% [11].

Переваги даного методу полягають у тому, що:

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

Єдиним недоліком є незначне збільшення витрат на придбання та обслуговування обладнання, особливо необхідність більш трудомісткого очищення дробарок. [11]

Замочне кондиціонування. При цьому способі солод загрузається в спеціальний бункер, де зволожується водою температурою 50-70 °С протягом 30-60 секунд. За такий короткий проміжок часу оболонки солоду поглинають 15 л води на 100 кг. Вологість оболонок стає 18-20%, вони стають повністю еластичними. Це короткочасне кондиціонування вимагає примусового переміщення солоду, тому для цього використовується бункер і шлюзовий затвор. Після зволоження солод подрібнюється в дробарці, в якій змішується з водою, і далі подається на затирання [2].

Мокре подрібнення. М'які оболонки солоду певною мірою пошкоджу-

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

ються під час помелу, навіть за сприятливих умов, і не можуть повністю виконувати свою фільтруючу функцію під час фільтрації. Однак, якщо солод перед подрібненням замочити, оболонки і ядро зерна вбирають вологу і стають еластичними. Тоді зерно легко відділяється від оболонки, яка майже не руйнується і тому швидше фільтрується, а ядро подрібнюється більш дрібно і тому може використовуватись більш ефективно [11].

При мокрому подрібненні солод безпосередньо перед подрібненням на 10-30 хв замочують у воді температура якої 12-50 °С. Для отримання солоду з вологістю 30% при більш високих температурах замочування потрібно відповідно коротша тривалість замочування. Вода після замочування спускається в каналізацію або використовується при затиранні [17].

Для подрібнення замоченого солоду використовують двохвальцеві дробарки. Вальці діаметром 400 мм обертаються з однаковою швидкістю (400об/хв). Використання різних швидкостей вальців або їх кінчне виконання не дають помітних переваг. Вальці через виготовляють з хромонікелевої сталі зі спеціальним рифленням для забезпечення надійного втягування солоду в робочий зазор вальців (0,35-0,40 мм) [17].

Затирання

Затирання є найважливішим процесом у виробництві сусла. Під час затирання сусло і вода змішуються (затираються), компоненти солоду розчиняються і стають екстрактивними речовинами. Таким чином, основна мета затирання - перевести якомога більше екстрактивних речовин у розчин і приготувати сусло бажаного складу. [11]

По виду підвищення температури розрізняють дві групи способів затирання:

- настійний спосіб (інфузійний);
- відварний спосіб (декокційний) [2].

При інфузійному способі весь затор послідовно нагрівають до кінцевої температури затирання, витримуючи паузи, без кип'ятіння окремих частин затору. При використанні способу з відварками температура підвищується за рахунок того, що частина суспензії (відварки) відокремлюється і кип'ятиться. При перекачуванні назад до решти затору температура всього затору піднімається до наступного рівня температурної обробки [2].

Настійні способи. Настійні є найпростішими серед способів затирання, тому що при застосуванні цих способів затір ніколи не розділяється. Нагрівання всього затору здійснюють поступово, з витримуванням температурних пауз, необхідних для дії ферментів [11].

Інфузійний спосіб затирання вимагає лише однієї ємності з підігрівом. Оскільки сусло не перекачується, поглинання повітря мінімальне, що є позитивним фактором, оскільки кисень під час затирання призводить до окислення поліфенолів, а з ними - до розмиття смаку і підвищення колірності готового пива [11].

При настійному способі велику роль відіграє ефект від перемішування.

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ	Арк.
					ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мішалка повинна бути здатна адаптуватися до відповідної стадії процесу затирання завдяки електродвигуну приводу мішалки з перемиканням полюсів і двома швидкостями або повинна бути можливість для плавного регулювання. У цьому випадку конструкція лопаті мішалки стає більш важливою. Якщо мішалка вимикається під час пауз, час оцукрювання і фільтрації затору збільшується, а вихід екстракту зменшується, оскільки утворюється різниця температур, яка погіршує передачу екстрактивних речовин у сусло і ускладнює роботу ферментів [11].

Якщо переробляється дуже добре розчинений солод, досить послідовно підвищувати температуру, підтримувати оптимальну температуру для дії амілази близько 20 хвилин, а після оцукрювання сусло перекачувати в фільтраційний апарат.

Це означає, що дуже добре розчинений солод можна затирати при 62 °С, не переймаючись, що сусло буде містити занадто багато високомолекулярних β-глюканів, які в подальшому можуть ускладнювати фільтрування і при цьому не буде досягнуто бажаної кількості вільного амінного азоту на рівні 200-220 мг/дм³. При високих температурах затирання пептидази втрачають активність і, відповідно, не можуть утворювати амінокислоти. З іншого боку, високомолекулярні піноутворюючі речовини утворюються під дією термостійких протеїназ. Перевага високої температури затирання і пов'язана з цим тривалість затирання менше 1,5 годин успішно використовується сьогодні на багатьох пивоварних заводах, коли вони мають у своєму розпорядженні добре розчинений солод [11].

Одновідварні способи. Одновідварні способи – це в принципі ті ж настійні способи, в яких підвищення температури – частіше всього до 65 і 75 °С – досягають шляхом відбору, кип'ятіння і зворотної перекачки відварки (частини сусла). Схема такого одновідварного способу може бути наступною: початок затирання при 35 °С і повільне нагрівання до 50 °С (або початок затирання відразу при цій температурі); пауза при 50 °С і нагрівання всього затору до 64 °С, подальша більш довга пауза (мальтозоутворення). Відділення і кип'ятіння відварки 15-30 хв. Наступний етап - з'єднання відварки із залишком затору з подальшим підвищенням температури до 75 °С і витримка для оцукрювання [11].

Відварки можна також робити між паузами від 35 до 50 °С або між 50 і 64 °С, але слід враховувати, що в цих випадках нерозчинні частини відварки менше осідають і тим самим досягається менший ефект. Особливим варіантом одновідварних способів є затирання з кип'ятінням всієї густої частини затору: в цьому випадку починають затирати при 35 °С і відбирають відстояну рідку частину затору, близько 20%. Всю решту - густу частину затору нагрівають до кипіння при дотриманні необхідних температурних пауз і кип'ятять 30-40 хв. Потім частину, що залишилася - охолоджують до 65 °С, при цьому за рахунок додавання рідкої частини затору утворюється мальтоза, потім затор нагрівають до температури оцукрювання і після оцукрювання затор перекачують у фільтраційний апарат [11].

					ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Двохвідварні способи. Класичний двохвідварний спосіб починається з затирання при 50 °С. Після короткої температурної паузи для всього затору відбирається густа частина і після послідовного витримування необхідних температурних пауз він нагрівається до кипіння, 15-20 хв кип'ятиться, і шляхом додавання до іншої частини затору підвищують температуру всієї заторної маси до 64 °С і витримується пауза. Через короткий час відбирається вдруге густий затір і нагрівається до кипіння. Друга відварка кип'ятиться дещо менше, ніж перша, і з її допомогою загальний затор нагрівається приблизно до 75 °С і перекачується в фільтраційний апарат. Двохвідварний спосіб триває близько 3-3,5 годин [11].

Трьохвідварний спосіб. При трьохвідварному способі підвищення температури відбувається між основними температурами затирання завдяки відбору відварок, їх кип'ятінню і змішуванню відварки з рідкою частиною затору. До цих основних температур відносяться:

- 35 °С – температура початку затирання;
- 50 °С – білкова пауза/розщеплення гумі-речовин;
- 64 °С – мальтозна пауза;
- 75 °С – пауза оцукрювання [11].

Оскільки основна частина сусла в цьому методі дуже довго перебуває при основних температурах затирання, а густий затор піддається досить інтенсивній обробці, готове пиво має дуже яскраво виражений солодовий присмак при трьохвідварному способі. З огляду на те, що тривалість процесу становить 5-6 годин і затрачається чимало енергії, його застосовують дуже рідко і лише для виробництва спеціальних темних сортів пива. [11].

Фільтрування затору

Після закінчення затирання розчин складається з суміші водорозчинних і нерозчинних у воді речовин. Рідка частина називається суслон, а нерозчинна - дробиною. Вона включає в себе зародки, оболонки зерен та інші речовини, які не розчинилися під час затирання.

Для виробництва пива використовується тільки сусло, яке необхідно якомога ретельніше відокремити від дробини. Цей процес розділення фаз називається фільтрацією сусла. Під час фільтрації затору екстракт необхідно отримати якомога повніше [11].

Фільтрування здійснюється на фільтр-апаратах і фільтр-пресах різних конструкцій. Фільтр-апарат є найдавнішим і найпоширенішим апаратом для фільтрації, що використовується для приготування пивного сусла. Фільтр-апарат складається з циліндричної ємності, на перфорованому подвійному дні якої осідає дробина і крізь неї фільтрується сусло [2].

Процес фільтрування сусла у фільтраційному апараті складається з таких операцій: підготовка фільтраційного апарату, заповнення сит водою (15 хвилин), перекачування затору в фільтраційний апарат (20 хвилин), відстоювання затору (25-30 хвилин), проходження кранів і повернення каламутного сусла (10 хвилин), фільтрування першого сусла (90 хвилин), промивання дробини (120 хвилин), відкачування дробини (25 хвилин).

					ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Перевагами фільтр-апарату є висока якість отриманого сусла, а недоліком - тривалий процес фільтрації.

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

Ці рами обмежені з обох сторін серветками фільтр-преса, через які проникає сусло, тоді як дробина залишається в рамках. Замість природного фільтра з оболонок в цьому випадку застосовується штучний тканинний фільтр [17].

Режим роботи фільтр-преса: завантаження - 8 хв, перекачування - 3 хв, збір першого сусла - 15 хв, промивка дробини - 65 хв, пресування промивної води - 6 хв, розбір фільтра - 1 хв, переміщення тарілок - 13 хв, монтаж фільтра - 1 хв, загальний час роботи - 111 хв.

Перевагами фільтр-преса є висока швидкість фільтрування та компактність розміщення порівняно з фільтрувальним апаратом. Недоліком є нижча якість сусла після процесу фільтрування.

Кип'ятіння сусла з хмелем

Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його складу, розчинення і перетворення компонентів хмелю, стерилізація сусла, коагуляція білкових і дубильних речовин. Завдяки кип'ятінню відбувається випарювання сусла до заданої концентрації, екстрагування ароматичних і гірких речовин з хмелю, інактивація ферментів, коагуляція білків і стерилізація сусла. [2].

При кип'ятінні сусла відбувається ряд наступних важливих процесів:

- розчинення і перетворення компонентів хмелю;
- утворення і коагуляція конгломератів білкових і дубильних речовин;
- випарювання води;
- стерилізація сусла;
- руйнування всіх ферментів;
- підвищення кольоровості сусла;
- підвищення кислотності сусла;
- утворення редуруючих речовин;
- випарювання небажаних ароматичних речовин [11].

Під час процесу кип'ятіння до сусла додається хміль і при цьому шляхом кип'ятіння досягається ізомеризація α -кислоти в ізо- α -кислоту, завдяки чому пиво набуває бажану гіркоту. При цьому важливо знати:

- дозування хмелепродуктів;
- момент внесення хмелепродуктів;
- спосіб внесення хмелепродуктів в сусло.

Слід мати на увазі, що додані гіркі речовини та їх гіркота не повністю переходять у готове пиво - вони частково руйнуються в процесі виробництва [11].

Важливо відзначити ще одну особливість: додані гіркі речовини хмелю

					ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

лише частково переходять у пиво. При цьому вихід гірких речовин хмелю залежить від технології (тривалості кип'ятіння, тиску, рН і т.д.) і коливається в цілому від 25 до 35% по відношенню до обсягу виробленого пива. Для точного дозування хмелю вихід гірких речовин слід визначати експериментально безпосередньо на виробництві [11].

Які хмелепродукти слід застосовувати, визначається сьогодні в основному продуктивністю і складом устаткування варильного цеху. Для проектованої продукції доцільно використовувати хміль та хмелевий екстракт в співвідношенні 1:1.

Для проведення процесу кип'ятіння сусла існують два способи:

- сусловарильний апарат знаходиться під невеликим надлишковим тиском, вторинна пара відводиться через перепускний клапан; перевагою цього варіанту є підвищена температура вторинної пари;
- сусло в апараті кип'ятиться без тиску, вторинна пара відводиться також без надлишкового тиску, але всередині виносного кип'ятильника сусло кипить при підвищеному тиску, відповідному температурі кипіння 102-104°C [13].

Надлишковий тиск при застосуванні першого способу досягається за допомогою:

- баростатичного клапана (клапана для скидання тиску), який встановлюють перед впуском сусла в котел;
- підвищення числа обертів насоса.

Сусловарильні апарати поділяються за способом обігріву на:

- сусловарильні апарати з прямим обігрівом;
- сусловарильні апарати з паровим обігрівом;
- сусловарильні апарати з обігрівом гарячою водою [11].

Сьогодні найбільш поширеними є сусловарильні апарати з паровим підігрівом, який може здійснюватися як за допомогою парової рубашки, так і за допомогою внутрішнього теплообмінника, що являє собою систему труб, всередині яких циркулює теплоносій.

Кип'ятіння сусла гарячою водою є більш витратним методом, оскільки діаметр труб теплообмінника повинен бути більшим, так як вода менш активна в порівнянні з паром, тобто на нагрівання цих труб буде витрачено набагато більше енергії.

Суть кип'ятіння за низького надлишкового тиску полягає в тому, що за таких умов біохімічні процеси протікають набагато швидше. Сусло нагрівається за допомогою виносного або внутрішнього теплообмінника. В результаті сусло кип'ятять 50-60 хв при температурі 102-104 °С. Ступінь випаровування надлишкової вологи при цьому методі становить близько 5-6%. Кип'ятіння виконують одним з двох шляхів:

- в розташованому поза межами апарата виносному кип'ятильнику, через який прокачують сусло;
- у внутрішньому кип'ятильнику, при використанні якого сусло нагрівається в сусловарильному апараті [11].

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

В якості виносного нагрівального елемента найчастіше застосовують кожухотрубний теплообмінник, в деяких випадках пластинчастий.

Освітлення сусла

Суспензії гарячого сусла слід видаляти, адже при подальшому виробництві вони погіршують якість готового пива. Якщо їх не видаляти, то вони перешкоджають освітленню сусла, «оклеюють» дріжджі, збільшують кількість білкового бруху, ускладнюють процес фільтрування пива після зброджування.

Кількість суспензій гарячого сусла складає 6000-8000 мг/дм³ після перекачування гарячого охмеленого сусла. Після їх видалення ця кількість має становити до 100 мг/дм³.

Метою освітлення сусла є повне видалення суспензії гарячого сусла. Відділення білкового бруху на сьогодні здійснюється переважно за допомогою гідроциклонного апарату типу «Вірпул». В минулому для цього використовувалися холодильні тарілки та відстійні апарати.

Холодильна тарілка. Холодильна тарілка - це "класичний" апарат для видалення суспензій сусла (білкового осаду), який являє собою плоску відкриту посудину, в яку наливають сусло шаром 15-25 см. Протягом 30-120 хвилин суспензії осідають, і варто зазначити, що цей процес відбувається краще, коли шар сусла в тарілці тонкий. В роботі холодильних тарілок є два великих недоліки. Перший полягає в тому, що після освітлення білковий осад все ще містить велику кількість сусла. Тому білковий "брух" доводиться додатково переробляти. Другий недолік полягає в тому, що холодильні тарілки відкриті, тому сусло після освітлення буде в значній мірі інфіковане сторонньою мікрофлорою і потребуватиме додаткової обробки перед охолодженням і зброджуванням. Також процес освітлення сусла на холодильних тарілках дуже трудомісткий, тому цей метод зараз не використовується.

«Вірпул». Гідроциклонний апарат типу «Вірпул» являє собою закриту циліндричну ємність з плоским днищем і схилом в 1% до випуску. Співвідношення «діаметр «Вірпула» : висота сусла» може складати від 1:1 до 5:1, але в даний час вважають за найкраще співвідношення 3:1. «Вірпул» ізольований зовні від охолодження. Дно апарату з так званою чашою для збору суспензій – заглибленням у центрі апарату, не дає переваг, крім того чаша для збору суспензій знижує ефект роботи «Вірпула». До того ж ця чаша заважає необхідному стіканню сусла з утворенням сухого конуса суспензій [11].

Впуск сусла здійснюють тангенціально, причому часто він проводиться через два отвори [2].

Сепаратори. Серед відцентрових сепараторів розрізняють: камерно-барабанні сепаратори і тарілчато-барабанні сепаратори.

Камерно-барабанні відцентрові сепаратори - це пристрої, в яких відцентрові сили, що використовуються для розділення середовищ, діють у просторі (камерах) обертових барабанів. При цьому сусло змушене протікати через ряд вкладених один в інший барабанів, при чому важчі суспензії затримуються на стінках барабанів, а потім видаляються [11].

Оскільки барабани після кожної варки потрібно розбирати і мити, для

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

освітлення сусла їх тепер майже не застосовують.

Тарілчато-барабанні відцентрові сепаратори - це машини з одним барабаном, оснащеним конічними вставками (тарілками), які служать для скорочення часу відстоювання, обладнані пристроями для самостійного вивантаження суспензій і відображають сучасний рівень розвитку технологій. [11].

Ці сепаратори випускаються з числом обертів барабана від 2500 до 10000 об/хв, при його діаметрі до 800 мм. Діаметр барабана і можливе число оборотів завжди взаємозв'язані і не можуть довільно збільшуватися, оскільки зростаюча відцентрова сила висуває дуже високі вимоги до міцності сталі на розрив, що і обмежує їх можливості [11].

Стриппінг

На сьогодні в системах кип'ятіння сусла прагнуть забезпечити можливість для видалення летких ароматичних сполук (диметилсульфід). З цією метою використовують:

- промивання інертним газом або парою;
- зниження тиску;
- кип'ятіння [11]

Коли тиск знижується, вода закипає і починає випаровуватися, в результаті чого утворюються бульбашки пари, які дозволяють летким компонентам перейти в газоподібний стан і бути далі вилученими. Цей процес називається **стриппінгом** (відпарюванням).

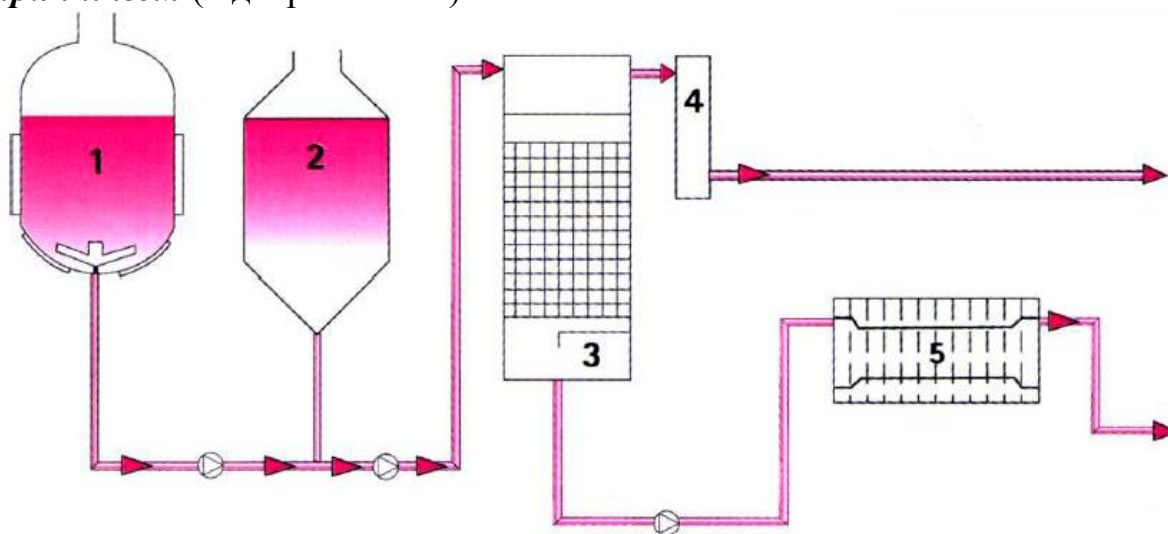


Рис. 2.2 - Система для стриппінгу сусла: 1 - суловарильний апарат; 2 - гідроциклонний апарат; 3 - колона для стриппінгу; 4 - конденсатор; 5 - двосекційний пластинчастий теплообмінник.

Система для стриппінгу (рис.2.2) складається з суловарильного апарату (1), вірпула (2), стриппінг-колони (3) з пристроєм для конденсації летких речовин (4) і теплообмінника (5). Після досягнення температури кипіння сусло витримують при 100 °С протягом 30-50 хв при слабкому перемішуванні, а потім перекачують в «Вірпул» [11].

Після паузи для осадження білкових суспензій починається стриппінг сусла в стриппінг-колони (рис.2.3).

					ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

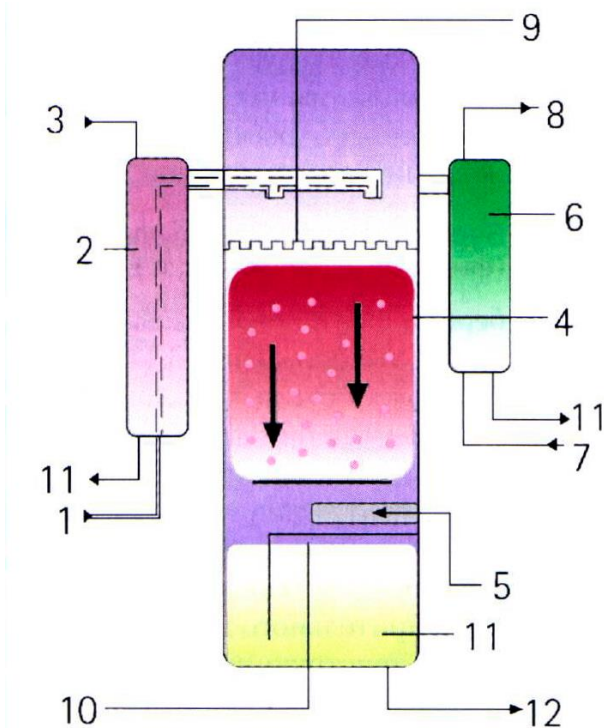


Рис. 2.3 - Стрипінг-колона: 1 - сусло з «Вірпула»; 2 - теплообмінник для попереднього нагріву; 3 - подача пари; 4 - робоча область колони з насадками Рашига; 5 - пар для стрипінгу; 6 - пристрій для конденсації; 7 - подача холодної води; 8 - вихід холодної води; 9 - вихід конденсату; 10 - вихід сусла на охолодження; 11 - вихід конденсату; 12 - перекачка сусла в «Вірпул»

Сусло з «Вірпула» (1) нагрівається (інколи цей процес може не виконуватися) в теплообміннику (2) паром і через розподільний пристрій подається в стрипінг-колону. Сусло протікає по ній зверху вниз через безліч металевих насадок особливої форми (кільця Рашига) (4), які попередньо були нагріті паром для стрипінгу (5). Пар, піднімаючись від низу до верху, утворює в колоні величезну площу поверхні для масообміну між фазами, яка і призводить до випаровування вільного диметилсульфіду та інших летких речовин. На виході з колони пар з леткими домішками сусла конденсується холодною водою (7) в пристрої для конденсації (6). Сусло, вільне від летких сполук, відкачується з нижньої частини колони і подається на охолодження (10) [11].

Сусло протікає по ній зверху вниз через безліч металевих насадок особливої форми (кільця Рашига) (4), які попередньо були нагріті паром для стрипінгу (5). Пар, піднімаючись від низу до верху, утворює в колоні величезну площу поверхні для масообміну між фазами, яка і призводить до випаровування вільного диметилсульфіду та інших летких речовин. На виході з колони пар з леткими домішками сусла конденсується холодною водою (7) в пристрої для конденсації (6). Сусло, вільне від летких сполук, відкачується з нижньої частини колони і подається на охолодження (10) [11].

Техніко-економічний аналіз прийнятих рішень у роботі:

- Для транспортування зернової продукції використовується механічний транспорт, який дозволяє транспортувати зернову продукцію з нижнього поверху будівлі на верхній з мінімальними втратами;
- Встановлюємо магнітні та повітряно-ситові сепаратори для очищення зернових продуктів від різних домішок і пилу, що дозволяє отримати якісний помел при їх подальшій переробці;
- Для подрібнення солоду використовується дробарка кондиціонованого помелу, в якій оболонка зерна залишається практично неушкодженою, це дозволяє поліпшити фільтрацію затору і збільшити вихід екстракту, що є економічно доцільним; для подрібнення несолодженої сировини рекомендується використовувати дробарку сухого помелу;
- При затиранні подрібнених зернопродуктів застосовується двохвідварний спосіб, оскільки він є найбільш поширеним і дозволяє переробляти солод різної якості;
- Для підтримання оптимального значення рН рекомендовано внесення в затор молочної кислоти;

- Для фільтрації затору рекомендовано застосовувати фільтраційний апарат Нуррманн;
- При освітленні сусла запропоновано використовувати гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-16;
- Для відгонки небажаних летких сполук, таких як диметилсульфід, запропоновано використовувати стріппінг-колону.
- Для охолодження сусла передбачено використання двосекційного пластинчастого теплообмінника.

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

З зернового складу зернопродукти стрічковим транспортером 1, норією 2 та шнеком 3 подаються на автоматичні ваги 4, звідки надходять до бункера добового запасу світлого ячмінного солоду 5, карамельного солоду 6, ферментованого житнього солоду 7 та несолоджених зернопродуктів 8. З бункера добового запасу солод направляється на очищення на магнітний сепаратор 10, повітряно-ситовий сепаратор 9, а потім знову зважується на автоматичних вагах 4. Далі солоджена сировина направляється в дробарку кондиційованого помелу 11 для подрібнення. З дробарки подрібнений солод насосом 14 перекачується у заторний апарат 13. Несолоджені зернові продукти подаються на автоматичні ваги 4, і після зважування направляються на подрібнення в дробарку сухого помелу 12, потім подаються в передзаторний апарат 25 і перекачуються насосом 14 в заторний апарат 13. Після затирання сусло відцентровим насосом 14 подається на фільтрувальний апарат 15 для фільтрації, дробина після фільтрації направляється в збірник 16, а звідти на реалізацію, остання промивна вода направляється в збірник промивних вод 17, а потім на приготування наступного затору. Гранульований хміль та екстракт подаються зі збірників 21 та 22 відповідно. Після кип'ятіння з хмелем сусло відцентровим насосом 14 направляється в гідроциклонний апарат 19 для освітлення. Після освітлення сусло насосом 14 перекачується в стріппінг колону 26 для відгону летких сполук, потім сусло охолоджується в двосекційному пластинчастому теплообміннику 20 і направляється в бродильний цех, а леткі домішки після відгонки з стріппінг колони 26 конденсуються в конденсаторі 27 і передаються на утилізацію.

					<i>ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

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

В якості основних характеристик проекрованої продукції наведено органолептичні та фізико-хімічні показники якості пива за ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови.» в табл. 3.1 – 3.2 [5].

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники якості пива

Показник	Характеристика					
	фільтроване			нефільтроване		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемне	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень не властивих пиву. Для пшеничного пива допустима опалесценція.			Непрозора піниста рідина або прозора з опалесценцією без сторонніх включень не властивих пиву. Допустима наявність дріжджового осаду та часточок білково-дубильних речовин		
Аромат	Чистий, зброджений, солодовий, хмелевий без сторонніх запахів			Чистий, зброджений, солодовий, хмелевий без сторонніх запахів. Допустимий слабкий дріжджовий аромат		
	Для пшеничного пива властивий пряний (фенольний) аромат					
Смак	Чистий, зброджений, солодовий, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий, з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий, з присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, з присмаком дріжджів, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий, з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків, з присмаком дріжджів	Чистий, зброджений, солодовий, з присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків, з присмаком дріжджів
	Для пшеничного пива властивий пряний присмак					

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники якості пива

Масова частка СР у початковому суслі, %	Об'ємна частка спирту, не менше, % об.	Кислотність, см ³ , 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Колір, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	Масова частка діоксиду вуглецю, не менше %
11	2,8	1,2-2,8	0,2-2,8	0,30
11	2,8	1,5-2,8	1,9-3,9	0,30
12	3,2	1,6-3,3	Більше 4,0	0,32
Стійкість пива, діб, не менше				
Фільтроване	Пастеризоване	30	30	30
	Непастеризоване	7	8	8
Нефільтроване	Пастеризоване	5	5	5
	Непастеризоване	3	3	3

Гранично допустима концентрація важких металів та миш'яку наведені у табл. 3.3 [5].

Таблиця 3.3 – ГДК на важкі метали та миш'як

Назва елемента	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Метод випробування
Ртуть	0,005	Згідно з ГОСТ 26927
Залізо	15,0	Згідно з ГОСТ 26928
Миш'як	0,2	Згідно з ГОСТ 26930
Мідь	5,0	Згідно з ГОСТ 26931
Свинець	0,3	Згідно з ГОСТ 26932
Кадмій	0,03	Згідно з ГОСТ 26933

3.2 Характеристика сировини

Основна сировина, що використовується у виробництві пива, включає світлий ячмінний солод, несолоджений ячмінь, гранульований хміль та хмелевий екстракт. Вода також є основною сировиною, що використовується на пивоварних заводах.

Вимоги для використання технологічної води у пивоварінні визначаються за ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» і наведені в табл. 3.4.

Мікробіологічні показники технологічної води за ДСанПіН 2.2.4-171-10 наведені в табл. 3.5 [3].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 3.4 – Характеристика технологічної води

Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
	За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
Водневий показник (рН)	6,0...7,0	6,0...7,0	6,0...9,0
Жорсткість води загальна, ммоль/дм ³	2...4	Не більше 2	Не більше 7
Кальцій, мг/дм ³	2...4	Не більше 2	Са ⁺ та Mg ⁺ в сумі не більше 7,0
Магній, мг/дм ³	Сліди	Сліди	
Співвідношення Кальцію до Магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
Лужність загальна, ммоль/дм ³	0,5...1,5	0,5...1,5	0,5...6,5
Показник лужності, не менше	1,0	1,0	1,0
Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,1	0,1	0,3
Хлориди, мг/дм ³ , не більше	70	70	150
Сульфати, мг/дм ³ , не більше	150	150	200
Нітрати, мг/дм ³ , не більше	25	25	45
Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,05	0,05	0,1
Сірководень, мг/дм ³ , не більше	0	0	0
Алюміній, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	0,5
Цинк, мг/дм ³ , не більше	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
Мідь, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	1,0
Окислюваність, мг О ₂ /дм ³ , не більше	2,0	2,0	4,0
Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	500	200	1000
Кисень, мг/дм ³ , не більше	—	0,1	—
Хлор та хлорфеноли	—	—	—

Таблиця 3.5 – Мікробіологічні показники якості технологічної води

№ п/п	Назва показника	Оптимальні значення		Граничні значення
		За класичною технологією	Для розбавлення високогустинного пива	
1	Загальна кількість бактерій в 1 см ³ води, не більше	100	20	100
2	Бактерії кишкової групи:			
	В 100 см ³ води, не більше	0	0	0
	В 1000 см ³ води, не більше	3	0	3

У табл. 3.6 наведені органолептичні та фізико-хімічні показники якості ячменю [6].

Таблиця 3.6 – Показники якості ячменю

Показники	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують для пивоваріння	
	1 класу	2 класу
	Колір	Світложовтий або жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	Не регламентується	
Маса 1000 зерен, грам, не менше	40,0	38,0
Масова частка білка, %, не більше	11,0	11,5
Смітна домішка, %, не більше	1,0	2,0
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше (для зерна, поставленого не раніше як за 45 днів після його збирання)	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше (для зерна, поставленого раніше як за 45 днів після його збирання)	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище I ступеня	

Фізико-хімічні та органолептичні показники якості світлого пивоварного солоду за ДСТУ 4282:2004 наведені в табл. 3.7 – 3.8 [1].

Таблиця 3.7 – Органолептичні показники якості світлого солоду

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

Таблиця 3.8 – Фізико-хімічні показники якості солоду світлого

Назва показника	Норми для світлого солоду			Темного
	Високої якості	1 класу	2 класу	
Прохід через сито (2,2×20 мм), %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	0,3
Кількість зерен, %:				
мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0	10,0
Вологість, %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
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 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75-0,70	0,69-0,65	0,64-0,55	-
Тривалість оцукрення, хв., не більше	10,0	15,0	25,0	-
Лабораторне сусло:				
Колір, см 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	0,49-1,40
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	0,9-1,3	-
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція	-
Кінцевий ступінь зброджування, %	79-81	75-78	74-70	-
В'язкість, МПа·с за 20 °С	1,45-1,54	1,55-1,60	1,61-1,78	-

Показники якості карамельного солоду наведені в табл. 3.9 – 3.10 [1].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 3.9 – Органолептичні показники якості карамельного солоду

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих зерен і зернових шкідників
Колір	Від світло-жовтого до брунатного з глянцеvim відливом
Запах	Солодовий. Не дозволено прогірклий, затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому
Смак	Солодкуватий. Не дозволено гіркий і прогірклий
Вид зерна на зрізі	Запечена коричнева маса. Не дозволено обвуглілу масу

Таблиця 3.10 – Фізико-хімічні показники карамельного солоду

Назва показника	Нормативне значення	
	I клас	II клас
Вологість, %	5,0	6,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, % не менше	75,0	70,0
Кількість карамельних зерен, % не менше	93,0	25,0
Масова частка смітної домішки, % не більше	0,5	0,5
Колір (величина Лінтнера — Ln), не менше	20,0	20,0

У табл. 3.11 – 3.12 наведено показники якості для житнього ферментованого солоду за ГОСТ 29272-92.

Таблиця 3.11 – Органолептичні показники житнього ферментованого солоду

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих зерен і зернових шкідників
Колір	Світло-жовтий з сіруватим відтінком
Запах	Солодовий. Не дозволено затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому
Смак	Солодкуватий. Не дозволено гіркий і прогірклий

Таблиця 3.12 – Фізико-хімічні показники житнього ферментованого солоду

Назва показника	Нормативне значення
Масова частка вологи, % не більше	8,0
Масова частка екстракту в сухій речовині, % не менше	84,0
Тривалість оцукрювання, хв не більше	-
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію конц. 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³	35,0
Колір, см ³ розчину йоду конц. 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	7,0 – 20,0

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

У табл. 3.13 наведено обмежувальні норми якості гранульованого хмелю згідно ДСТУ 7028:2009 [8].

Таблиця 3.13 – Обмежувальні норми якості хмелю гранульованого

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

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

У процесі виробництва пива також використовуються допоміжні матеріали, дозволені українськими органами охорони здоров'я, використання яких передбачено технологічними інструкціями, а саме *молочна кислота*.

Органолептичні та фізико-хімічні показники молочної кислоти відповідно до вимог ДСТУ 4621:2006 наведено в табл. 3.14 – 3.15 [7].

Таблиця 3.14 – Органолептичні показники молочної кислоти

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

Таблиця 3.15 – Фізико-хімічні показники молочної кислоти

Назва показника	Значення показників для сортів		
	вищого	першого	
1	2	3	
Масова частка загальної молочної кислоти, % не менше	40,0	40,0	60,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше	37,5	37,5	53,0
Масова частка ангідридів, %, не більше	2,5	2,5	7,0
Колірність, градуси, не більше	6,5	10,0	15,0
Масова частка зали, % не більше	0,6	1,0	1,2
Масова частка заліза, %, не більше	0,007	0,014	0,020

Закінчення табл. 3.15

1	2	3
Масова частка сульфатів, %, не більше	0,3	Не нормується
Масова частка хлоридів, %, не більше	0,1	Не нормується
Масова частка редукуючих цукрів, %, не більше	1,0	Не нормується
Визначення наявності барію	Не допускається	Не нормується
Визначення наявності ціанисто-водневої кислоти	Витримує випробування на відсутність	
Визначення наявності фероціанідів	Витримує випробування на відсутність	
Визначення наявності вільної сірчаної кислоти	Витримує випробування на відсутність	

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Вихідними даними для продуктових розрахунків є показники якості сировини, основних і допоміжних матеріалів, напівпродуктів та товарної продукції, відходів виробництва, а також норми їх витрат та втрат за стадіями виробництва [14].

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива «Барне світле» з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11%, «Традиційне» та «Барне темне» з масовими частками відповідно - 11% та 12%. Потужність заводу становить 5,0 млн дал пива на рік.

Асортимент та обсяг проекрованої продукції наведено в табл. 2.1.

Вихідні дані для розрахунку проектованих сортів пива наведені в табл. 4.1–4.3.

Таблиця 4.1 – Рецептúra проектованих сортів пива

Сорт пива	Масова частка СР у початковому суслі, %	Витрата зернопродуктів на 1 дал, %				Примітка
		Світлий солод	Солод карамельний	Солод житній ферментований	Ячмінь	
Барне світле	11	90	-	-	10	Світле
Традиційне	11	100	-	-	-	Світле
Барне темне	12	70	20	10	-	Темне

Таблиця 4.2 – Обсяг проектованих сортів пива

Сорт пива	Обсяг виробництва пива за рік			
	Обсяг, дал	Частка від загальної кількості, %	Розлив у пляшки	
			дал	Частка від загальної кількості, %
Барне світле	3000000	60	3000000	100
Традиційне	1000000	20	1000000	100
Барне темне	1000000	20	1000000	100

Таблиця 4.3 – Втрати на стадіях виробництва пива

Втрати	Пиво з масовою часткою сухих речовин в початковому сусла, %		
	11-% Барне світле	11-% Традиційне	12-% Барне темне
Солоду під час очищення, %мас. від солоду, що надійшов у варильне відділення	0,1	0,1	0,1
Екстракту в пивній дробині, % мас до маси зернопродуктів	1,75	1,75	2,2
Втрати з рідкою фазою за нормами становлять у цеху ферментації	8,3	8,3	9,2
Втрати при фільтрації, % до об'єму готового пива	1,3	1,3	1,4
При розливі, % до об'єму відфільтрованого пива у пляшки	1,4	1,4	1,7
Втрати під час пастеризації пива, % до об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2	2,2

4.2 Продуктові розрахунки

Визначення кількості екстрактивних речовин у сировині

Пиво Барне світле. Виробляють із 90 % світлого солоду і 10 % ячменю, таким чином в 100 кг зернопродуктів міститься 90 кг світлого солоду і 10 кг ячмінного борошна. При поліруванні солоду втрати становлять 0,1 % від його маси, тобто $90 \cdot 0,001 = 0,09$ кг. На подрібнення солоду поступає $90 - 0,09 = 89,91$ кг. При вологості солоду 5 % і ячмінного борошна 15% кількість сухих речовин в заторі буде

в світлому солоді — $89,91 \cdot (1 - 0,05) = 84,42$ кг;

в ячмінному борошні — $10 \cdot (1 - 0,15) = 8,5$ кг.

Всього — $84,42 + 8,5 = 92,92$ кг.

Приймаємо екстрактивність солоду 76 %, а ячмінного борошна 72%. Відповідно вміст екстрактивних речовин в сировині:

в світлому солоді — $84,42 \cdot 0,76 = 64,16$ кг;

в ячмінному борошні — $8,5 \cdot 0,72 = 6,12$ кг.

Всього — $64,16 + 6,12 = 70,28$ кг.

Втрати екстракту в дробині — 1,75 % від маси екстрактивних речовин сировини, що зтирається. Отже, в сусло перейде екстрактивних речовин $70,28 \cdot (1 - 0,0175) = 69,1$ кг. В дробині залишиться сухих речовин:

$92,92 - 69,1 = 23,82$ кг.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Пиво Традиційне. Виробляють із солоду світлого — 100 %. При поліруванні солоду втрати становлять 0,1 % від його маси або $100 \cdot 0,001 = 0,1$ кг.

Після полірування на подрібнення подається:

світлого солоду — $100 - 0,1 = 99,9$ кг.

Кількість сухих речовин у використаних солодах:

в світлому солоді — $99,9 \cdot (1 - 0,05) = 94,9$ кг.

Всього кількість СР в сировині, що поступає на подрібнення 94,9 кг. При екстрактивності світлого солоду 76 % від маси СР на затирання надходить:

зі світлим солодом — $94,9 \cdot 0,76 = 72,1$ кг.

Всього в сировині міститься — 72,1 кг.

З врахуванням 1,75 % втрат екстрактивних речовин в дробині в сусло їх переходить $72,1 \cdot (1 - 0,0175) = 70,8$ кг.

В дробині залишається сухих речовин:

$94,9 - 70,8 = 24,1$ кг.

Пиво Барне темне. Виробляють із солоду світлого — 70 %, темного солоду — 20 %, житнього ферментованого — 10 %. При поліруванні солоду втрати становлять 0,1 % від його маси або $(70+10) \cdot 0,001 = 0,08$ кг. Карамельний солод не полірується.

Після полірування на подрібнення подається:

світлого солоду — $70 - 0,07 = 69,93$ кг;

житнього ферментованого солоду — $10 - 0,01 = 9,99$ кг.

Кількість сухих речовин у використаних солодах:

в світлому солоді — $69,93 \cdot (1 - 0,05) = 66,4$ кг;

в карамельному солоді — $20 \cdot (1 - 0,05) = 19$ кг;

в житньому ферментативному солоді — $9,99 \cdot (1 - 0,06) = 9,4$ кг.

Всього кількість СР в сировині, що поступає на подрібнення:

$66,4 + 19 + 9,4 = 94,8$ кг.

При екстрактивності світлого солоду 76 %, житнього ферментованого 60 % і карамельного 72 % від маси СР на затирання надходить:

зі світлим солодом — $66,4 \cdot 0,76 = 50,46$ кг;

з карамельним солодом — $19 \cdot 0,72 = 13,68$ кг; $(50,46 + 13,68 \cdot (1 - 0,0175)) + (9,4 \cdot (1 - 0,022)) = 69,4$ кг.

В дробині залишається сухих речовин:

$94,8 - 69,4 = 25,4$ кг.

Визначення проміжних продуктів

Вихідними даними для розрахунку кількості проміжних продуктів є величини початкової концентрації сусла і об'ємних втрат по стадіям виробництва пива (табл. 3.3).

Гаряче сусло. За наведеними розрахунками в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин:

Барне світле — 69,1 кг;

Традиційне — 70,8 кг;

Барне темне — 69,4 кг.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При встановленій початковій концентрації сусла 11 % для Барного світлого, 11 % Традиційного і 12 % для Барного темного пива із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

Барне світле — $(69,1 \cdot 100) / 11 = 628,18$ кг;

Традиційне — $(70,8 \cdot 100) / 11 = 643,64$ кг;

Барне темне — $(69,4 \cdot 100) / 12 = 578,33$ кг.

Об'єм сусла при 20 °С за відносної густини сусла Барне світле – 1,0442, Традиційне – 1,0442 і Барне темне — 1,0484:

Барне світле — $628,18 / 1,0442 = 601,6$ дм³;

Традиційне — $643,64 / 1,0442 = 616,4$ дм³;

Барне темне — $578,33 / 1,0484 = 551,6$ дм³.

Об'єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 [9] рази дорівнює:

Барне світле — $601,6 \cdot 1,04 = 625,66$ дм³;

Традиційне — $616,4 \cdot 1,04 = 641,06$ дм³;

Барне темне — $551,6 \cdot 1,04 = 573,66$ дм³.

Втрати гарячого сусла на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації, приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Барне світле — 8,3 %, для Барне темне — 9,2 %, для Традиційне – 8,3 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20 °С.

Таким чином, об'єм холодного сусла для проєктованих сортів пива:

Барне світле — $625,66 \cdot (1 - 0,083) = 573,73$ дм³;

Традиційне — $641,06 \cdot (1 - 0,083) = 587,85$ дм³;

Барне темне — $573,66 \cdot (1 - 0,092) = 520,88$ дм³.

Фільтроване пиво. Витрати при фільтрації становлять до об'єму пива: Барного світлого — 1,3 %, Традиційного — 1,3% і Барного темного — 1,4 % (табл. 3.3). За таких втрат кількість фільтрованого пива:

Барне світле — $573,73 \cdot (1 - 0,013) = 566,27$ дм³;

Традиційне — $587,85 \cdot (1 - 0,013) = 580,21$ дм³;

Барне темне — $520,88 \cdot (1 - 0,014) = 513,6$ дм³.

Товарне пиво. Втрати товарного пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі у пляшки становлять для Барного світлого і Традиційного - 1,4 %, для Барного темного – 1,7% .

Отже, кількість товарного пива буде:

Барне світле — $566,27 \cdot (1 - 0,014) = 558,34$ дм³;

Традиційне — $580,21 \cdot (1 - 0,014) = 572,08$ дм³;

Барне темне — $513,6 \cdot (1 - 0,017) = 504,87$ дм³.

Визначення витрат хмелепродуктів і молочної кислоти

Хмелепродукти. За рецептурою прийнято використовувати 50 % гранульованого хмелю з вмістом α -кислоти 9 % і 50 % хмелевого екстракту з вмістом α -кислоти 51,9 % [12]. За встановленими нормами їх витрати на 1 дал пива будуть:

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

1) Барне світле. На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 60,160 дал (601,60 дм³) — 12,03 г або 0,01203 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % необхідно — 0,04 кг α -кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно $0,02 \cdot 100/9 = 0,22$ кг на 1 дал сусла і хмелевого екстракту — $100 \cdot 0,02/51,9 = 0,04$ кг на 1 дал сусла.

2) Традиційне. На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 61,640 дал — 12,33 г або 0,01233 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % потрібно — 0,04 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю потрібно $0,02 \cdot 100/9 = 0,22$ кг, а хмелевого екстракту $0,02 \cdot 100/51,9 = 0,04$ кг.

3) Барне темне. На 1 дал необхідно 0,32 г α -кислоти, а на 55,160 дал — 17,65 г або 0,01765 кг. Так, як вихід гірких речовин 31 %, то на 100 % необхідно 0,058 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю необхідно $0,029 \cdot 100/9 = 0,32$ кг, а хмелевого екстракту — $0,029 \cdot 100/51,9 = 0,056$ кг.

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

Визначення кількості відходів

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначається множенням кількості СР, що залишилися в дробині, на коефіцієнт $100/(100-86)=7,14$. Кількість пивної дробини при фільтруванні затору утворюється:

Барне світле — $23,82 \cdot 7,14 = 170,07$ кг;

Традиційне — $24,1 \cdot 7,14 = 172,07$ кг;

Барне темне — $25,4 \cdot 7,14 = 181,36$ 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 дм³.

Половину зібраних з апарату дріжджів використовують як засівні, а інша частина – залишкові. Кількість дріжджів, що йде у відходи, визначають множенням кількості товарного пива в дм³ на 0,01 і становить для пива:

Барне світле — $558,34 \cdot 0,01 = 5,583$ дм³;

Традиційне — $572,08 \cdot 0,01 = 5,721$ дм³;

Барне темне — $504,87 \cdot 0,01 = 5,049$ дм³.

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

Барне світле — $573,73 \cdot 1,0442 = 599,1$ кг;

Традиційне — $587,85 \cdot 1,0442 = 613,8$ кг;

Барне темне — $520,88 \cdot 1,0484 = 546,1$ кг.

В ньому міститься екстрактивних речовин:

Барне світле — $599,1 \cdot 0,11 = 65,9$ кг;

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Традиційне — $613,8 \cdot 0,11 = 67,5$ кг;

Барне темне — $546,1 \cdot 0,12 = 65,5$ кг.

При дійсному ступені зброджування Барне світле 60 %, Традиційне — 55,5 % і Барне темне — 65 % утворюється діоксиду вуглецю:

Барне світле — $65,9 \cdot 0,60 \cdot 176/342 = 20,35$ кг;

Традиційне — $67,5 \cdot 0,555 \cdot 176/342 = 19,28$ кг;

Барне темне — $65,5 \cdot 0,65 \cdot 176/342 = 21,9$ кг.

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

Барне світле — $599,1 \cdot 0,0035 = 2,1$ кг;

Традиційне — $613,8 \cdot 0,0035 = 2,15$ кг;

Барне темне — $546,1 \cdot 0,0035 = 1,91$ кг.

Виділяється в повітря така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

Барне світле — $20,35 - 2,1 = 18,25$ кг;

Традиційне — $19,28 - 2,15 = 17,13$ кг;

Барне темне — $21,9 - 1,91 = 19,99$ кг.

Маса 1 м^3 діоксиду вуглецю за температури $20 \text{ }^\circ\text{C}$ і тиску $0,1 \text{ МПа}$ становить $1,832$ кг. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

Барне світле — $18,25 \cdot 1,832 = 33,43 \text{ м}^3$;

Традиційне — $17,13 \cdot 1,832 = 31,38 \text{ м}^3$;

Барне темне — $19,99 \cdot 1,832 = 36,6 \text{ м}^3$.

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

Барне світле — $18250/55,834 = 326,86$ г;

Традиційне — $17130/57,208 = 299,43$ г;

Барне темне — $19990/50,487 = 395,94$ г.

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

У наведених розрахунках для 3-х сортів пива визначені кількості напівпродуктів, готового пива і відходів, які отримують зі 100 кг зернової сировини. Для зручності використання даних цього розрахунку доцільно їх перерахувати на 1 дал товарного пива і на його річний випуск. Для цього кількість кожного продукту ділять на кількість пива (дал), що одержують зі 100 кг зернопродуктів. Річну кількість продуктів визначають множенням кількості продуктів на 1 дал на річний випуск пива. Результати заносять в табл. 4.4.

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

Таблиця 4.4 – Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Назва продукту	Барне світле			Традиційне			Барне темне		
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	3 млн. дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	1 млн. дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	1 млн. дал
Зернова сировина, кг:									
світлий солод	90	1,61	4830000	100	1,75	1750000	70	1,39	1390000
карамельний солод	—	—	—	—	—	—	20	0,40	400000
житній ферментований солод	—	—	—	—	—	—	10	0,20	200000
ячмінне борошно	10	0,18	540000	—	—	—	—	—	—
Всього, кг	100	1,79	5370000	100	1,75	1750000	100	1,99	1990000
Інші види сировини, кг									
Хмелепродукти:									
гранульований хміль		0,22	660000		0,22	220000		0,32	320000
екстракт хмельовий		0,04	120000		0,04	40000		0,056	56000
Молочна кислота, 100 %-ва	0,08		4296	0,08		1400	0,08		1592
Проміжні продукти, дм ³ :									
гаряче сусло	625,66	11,21	33630000	641,06	11,21	11210000	573,66	11,36	11360000
холодне сусло	573,73	10,28	30840000	587,85	10,27	10270000	520,88	10,32	10320000
фільтроване пиво	566,27	10,14	30420000	580,21	10,14	10140000	513,6	10,17	10170000
товарне пиво	558,34	10,00	30000000	572,08	10,00	10000000	504,87	10,00	10000000
Відходи:									
пивна дробина, кг	170,07	3,05	9150000	172,07	3,01	3010000	181,36	3,6	3600000
відстій білковий, кг	1,75	0,03	90000	1,75	0,03	30000	1,75	0,03	30000
надлишкові дріжджі, дм ³	5,583	0,1	300000	5,721	0,1	100000	5,049	0,1	100000
діоксид вуглецю, кг	18,25	0,33	990000	17,13	0,3	300000	19,99	0,4	400000
відходи від полірування, кг	0,09	0,002	6000	0,1	0,002	2000	0,08	0,002	2000

4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Пляшки. Необхідна кількість пляшок визначають за формулами:

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

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

$$N_{пл.об} = Q / (Vn) \text{ шт.},$$

де $N_{пл.заг}$, $N_{пл.нов}$, $N_{пл.об}$ — необхідна кількість пляшок відповідно загальна, нових і зворотних, шт.; Q — річний випуск продукції в пляшках, дм³; $V=0,5$ — місткість пляшки, дм³; $Kб= 3,09$ — бій пляшок при зберіганні, митті і розливі, %; $Kн= 5$ — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %; $n=40$ — кількість обертів пляшок в рік.

За умови, що 5000000 млн. дал пива розливають в пляшки місткістю 0,5 дм³, отже, потрібна кількість пляшок місткістю 0,5 дм³:

$$N_{пл.заг} = 5000000 \cdot 100 / 0,5(100 - 3,09) = 10318853 (\sim 10,35 \text{ млн}) \text{ пляшок};$$

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

$N_{пл.нов} = 5000000 \cdot (5+3,09)/(100 \cdot 0,5) = 809000$ (~0,81 млн) пляшок;

$N_{пл.об} = 5000000/(0,5 \cdot 40) = 250000$ (0,25 млн) пляшок.

Ящики. В стандартні ящики укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм³. Для укладання всієї продукції з урахуванням 2 % зносу необхідно ящиків для пляшок:

$10,35/(20 \cdot 0,98) = 0,53$ млн. ящики.

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

$0,53 \cdot (100 - 90)/100 = 0,053$ млн. шт.

Необхідність в ящиках при 40 оборотах на рік складає пляшок $10,35/(40 \cdot 20) = 0,01294$ млн. шт. або 12940 шт.

Кронен-пробки і етикетки для пляшкової продукції. За нормами витрат на 1 дал пива необхідно 104,5 % кронен-пробки і 103 % етикеток від кількості пляшок готової продукції:

кронен-пробок $10,35 \cdot 1,045 = 10,82$ млн. шт.;

етикеток $10,35 \cdot 1,03 = 10,67$ млн. шт.

Миття пляшок. В середньому луку витрачається із розрахунку 1000-1100 кг на 1 млн. пляшок продукції. На річний випуск продукції необхідно луку:

$10,35 \cdot 1100 = 11385$ кг.

Клей декстрин для наклейки етикеток на пляшки. Виходячи із того, що на 1000 пляшок витрачається 0,275 кг клею. На річний випуск пива необхідно декстрину:

$10,35 \cdot 0,275/1000 = 2847$ кг;

Наведеними розрахунками визначена кількість тари та допоміжних матеріалів на рік та на добу, яка представлена в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Тара і допоміжні матеріали	Кількість допоміжних матеріалів та тари	
	на добу	на рік
Скляні пляшки, млн. пляшок:		
загальна кількість	0,037	10,35
нові	0,0029	0,81
оборотні	0,0009	0,25
Ящики, млн. ящиків:		
загальна кількість	0,0019	0,53
нові	0,00019	0,053
оборотні	0,00005	0,013
Кронен-пробки, млн. шт.:		
на скляні пляшки	0,039	10,82
Етикетки, млн. шт.:		
на скляні пляшки	0,038	10,67
Каустична сода, кг	40,7	11385
Клей декстрин, кг:		
скляні пляшки	10,17	2847

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок та підбір обладнання здійснюється за допомогою спеціальної літератури [9, 17].

Річна потужність заводу — 5 млн дал/рік (Q)

Рецептура проєктованих сортів пива:

- Барне світле (11%): 90 % — солод світлий; 10% — ячмінне борошно.

Витрати зернопродуктів становлять 1,79 кг/дал.

- Традиційне (11%): 100% солод світлий. Витрати зернопродуктів 1,75 кг/дал.

- Барне темне (12%): 70 % солод світлий; 20% солод карамельний; 10% житній ферментований солод. Витрати зернопродуктів 1,99 кг/дал.

Загальна річна потреба у зернопродуктах:

$$G = q \cdot Q$$

Для пива Барне світле (11%):

$$G = 1.79 \cdot 3\,000\,000 = 5\,370\,000 \text{ кг} = 5\,370 \text{ т}$$

Для пива Традиційне (11%):

$$G = 1.75 \cdot 1\,000\,000 = 1\,750\,000 \text{ кг} = 1\,750 \text{ т}$$

Для пива Барне темне (12%):

$$G = 1.99 \cdot 1\,000\,000 = 1\,990\,000 \text{ кг} = 1\,990 \text{ т}$$

Добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період року складає:

$$G = \frac{G_p \cdot K_{\text{кв}}}{\tau},$$

Де G_p — річна потреба всіх зернопродуктів, т; $K_{\text{кв}}$ — частка річного об'єму продукції заводу, що виробляється у найнапруженіший квартал, т (30%);

Згідно з нормами технологічного проєктування варильний цех у не ремонтний місяць працює 28,5 діб.

$$G = \frac{(5370 + 1750 + 1990) \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 31,96 \text{ т} = 32 \text{ т/добу}$$

Підбираємо 1 чотирьохпаратний агрегат із кількістю варок на добу 7.

Засип на 1 варку:

$$32/7 = 4,6 \text{ т}$$

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

$$32/4,5 = 7,1 \text{ т/год}$$

Підбираємо норію – Т-206 (одинарна), продуктивністю 20 т/год. Потужність електродвигуна – 1,5 кВт; висота подачі – 20,5 м; число обертів – 1,17 об/с; число обертів електродвигуна – 2,67 об/с; діаметр диску – 400 мм; швидкість руху – 1,48 м/с; діаметр труби – 220 мм.

Шнековий транспортер має бути з такою ж продуктивністю, як і норія 20 т/год.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Ваги автоматичні для зважування солоду повинні мати таку ж саму потужність, як і норія. Обираємо ваги марки ДН-500 продуктивністю 20–50 т/год. Габаритні розміри: 1600x1600x1500.

Бункери виробничого запасу зернопродуктів. Відповідно до норм технологічного проектування загальний об'єм бункерів повинен дорівнювати добовому запасу зернопродуктів, тобто 32 т. Розрахунок обладнання ведеться для різних сортів пива, тому виходячи з розрахунку продуктів потрібно розрахувати об'єм добового запасу солоду для кожного з сортів проектного пива [17].

Об'єм бункера добового запасу світлого солоду:

$$V_{\text{доб. св. сол}} = \frac{32 \cdot 0.88}{0.53 \cdot 1.1} = 48.3 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу карамельного солоду:

$$V_{\text{доб. кар. сол}} = \frac{32 \cdot 0.06}{0.53 \cdot 1.1} = 3.3 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу житнього ферментованого солоду:

$$V_{\text{доб. ж. ф. сол}} = \frac{32 \cdot 0.04}{0.53 \cdot 1.1} = 2.2 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу ячменю:

$$V_{\text{доб. ячм.}} = \frac{32 \cdot 0.02}{0.53 \cdot 1.1} = 1.1 \text{ м}^3$$

Обираємо 1 бункер для світлого солоду об'ємом 60 м³, 1 бункер для карамельного солоду об'ємом 6 м³, 1 бункер для житнього ферментованого солоду об'ємом 6 м³ та 1 бункер для ячменю об'ємом 6 м³.

Геометричні розміри бункера для світлого солоду при стороні квадрата $a=4$ м і куті відкоса 30° будуть наступні:

• Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0.5774 * 4 = 1.63 \text{ м}$$

• Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{60}{4^2} - \frac{1}{3} * 1.63 = 3.21 \text{ м}$$

Геометричні розміри бункера для карамельного солоду при стороні квадрата $a=2$ м і куті відкоса 30° будуть наступні:

• Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0.5774 * 2 = 0.82 \text{ м}$$

• Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{6}{2^2} - \frac{1}{3} * 0.82 = 0.96 \text{ м}$$

Геометричні розміри бункера для житнього ферментованого солоду при стороні квадрата $a=2$ м і куті відкоса 30° будуть наступні:

• Висота пірамідальної частини:

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0.5774 * 2 = 0,82 \text{ м}$$

• Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{6}{2^2} - \frac{1}{3} * 0,82 = 0,96 \text{ м}$$

Геометричні розміри бункера для ячменю при стороні квадрата $a=2$ м і куті відкоса 30° будуть наступні:

• Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0.5774 * 2 = 0,82 \text{ м}$$

• Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{6}{2^2} - \frac{1}{3} * 0,82 = 0,96 \text{ м}$$

Повітряно-ситовий сепаратор для очищення солоду від домішок обираємо ЗСМ-10 продуктивністю 8,3 т/год. Габаритні розміри $2700 \times 2790 \times 2671$, маса — 1450 кг.

Підбираємо *магнітний сепаратор* СТ-66 з електродвигуном XWD 1,5-4-35. Продуктивність даного апарату 4-6 т/год. Потужність електродвигуна — 1,3 кВт; розміри барабану — 800×800 .

Дробарка кондиційованого помелу. Подрібнення солоду на одну варку повинно проводитися за 1,5-2 год. Отже, потужність солододробарки повинна бути:

$$Q_{\text{дроб. с. п.}} = \frac{8}{1,5} = 5.4 \text{ т/год}$$

Обираємо дробарку кондиційованого подрібнення марки Hurrmann Millstar потужністю 6 т/год.

Дробарка сухого помелу. На цій дробарці буде подрібнюватися 10% ячменю на одну варку за 1,5-2,0 год. Отже продуктивність її становить:

$$Q_{\text{дроб. с. п.}} = \frac{8 * 0,1}{1,5} = 0,54 \text{ т/год}$$

Приймаємо дробарку сухого помелу потужністю 1 т/год.

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

Фільтраційний апарат. Приймаємо 1 апарат Hurrmann засипом на 10 т. Габаритні розміри: діаметр 5400 мм.

Бункер дробини. Приймаємо один апарат Hurrmann Barley Corn Tank ВСТ-V9 засипом на 6,0 т. Габаритні розміри, мм: довжина — 15000, ширина — 2400, висота — 2300.

Сушварильний апарат. Приймаємо один апарат ВКС-5 засипом на 10 т.

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

$$2,4 \cdot 8 = 19,2 \text{ м}^3.$$

Збірник виготовляється в формі горизонтального циліндра, який оснаще-

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

ний зміювиком для обігріву. Приймаємо діаметр збірника 3 м, довжину знаходимо з формули:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot l}$$

$$l = \frac{4V}{\pi \cdot d^2}$$

$$l = \frac{4 \cdot 19.2}{3.14 \cdot 9} = 2.7 \text{ м}$$

Збірник для сушла на виході з фільтр-апарата повинен мати таку ж місткість, як і сушловарильний апарат. Тому приймаємо збірник об'ємом 50 м³. Приймаємо такі розміри, мм: висота — 4600, діаметр — 3000.

Насос для перекачування затору. Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3 – 3,5 дм³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 8 т зернопродуктів відповідно
8000 · 3,5 = 280 м³.

Приймаємо шерстеренчастий насос марки Vater pass з подачею до 300 м³/год і тиском до 16 бар. Маса насоса 500 кг.

Насос мутного сушла. Потужність насосу мутного сушла:

$$Q = G_{\text{зат}} \cdot V \cdot K \cdot 60/\tau$$

$$Q = 8000 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot 60 / 10 = 20 \text{ м}^3/\text{год}$$

Насос для перекачування сушла. Відповідно до режиму варки сушла з хмелем перекачка охмеленого сушла із сушловарильного апарату відбувається протягом 30 хвилин. Об'єм сушла, відповідно до продуктового розрахунку складає приблизно 600 л на 100 кг зернопродуктів. Отже, із однієї варки отримуємо сушла:

$$V_{\text{сус}} = 8000 \cdot \frac{600}{100} = 48000 \text{ л}$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$Q_{\text{сусл.нас}} = 48000 \cdot \frac{60}{30} = 96000 \text{ л/год}$$

Для розрахованої потужності приймаємо насоси СОТ-100М продуктивністю 100 м³/год та напором 50 м³.

Гідроциклонний апарат. Для підбору апарату типу «Вірпул» знаходимо його повний об'єм, м³:

$$V = V_{\text{зат}} \cdot K$$

Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м³ сушла і коефіцієнт заповнення апарату 0,8. Тоді місткість апарату становитиме:

$$V = 6,0 \cdot \frac{8}{0,8} = 60 \text{ м}^3$$

Приймаємо гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-16 продуктивністю 730 м³/год, повний об'єм 90 м³. Діаметр — 5700 мм, висота — 2500 мм.

Збірник білкового бруху. Розраховують виходячи з того, що кількість можливо утвореного білкового осаду дорівнює 1/5 від об'єму гідроциклонного апарату (12 м³), тоді діаметр:

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$D = \frac{\sqrt[3]{12}}{0,942} = 2,4 \text{ м}$$

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

$$H = 1,2 \cdot 2,4 = 2,9 \text{ м}$$

Специфікація технологічного обладнання наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	Найменування, тип обладнання	Кількість, шт	Технічна характеристика	Потужність ел.двигуна, кВт	Трив. роботи ел.двиг год/добу	Примітка
1	3	4	5	6	7	8
1	Норія НГЦ-20	1	Потужність – 20 т/год; висота подачі 20,5 м; ширина стрічки 300 мм; крок ковшів 180 мм;	3,2	4,5	–
2	Шнек	1	Продуктивність 20 т/год	–	4,5	–
3	Ваги автоматичні ДН-500	4	Продуктивність – 20-60 т/год, величина порції – 300-500 кг	–	–	–
4	Бункер для світлого солоду	1	Об'єм 50 м ³ , сторона а=4 м, h1=1,63 м, h=3,21 м	–	–	AISI 18/8
5	Бункер для карамельного солоду	1	Об'єм 6 м ³ , сторона а=2 м, h1=0,82 м, h=0,96 м	–	–	AISI 18/8
6	Бункер для житнього ферментованого солоду	1	Об'єм 6 м ³ , сторона а=2 м, h1=0,82 м, h=0,96 м	–	–	AISI 18/8
7	Бункер ячменю	1	Об'єм 6 м ³ , сторона а=2 м, h1=0,82 м, h=0,96 м	–	–	AISI 18/8
8	Повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-10	1	Продуктивність 8,3 т/год, габаритні розміри 2700×2790×2670	1,1	10	Механічний завод СВТП «Механік»
9	Електромагнітний сепаратор	2	Продуктивність 4-6 т/год, габаритні розміри барабана 800×800	1,3	10	
10	Дробарка кондиційованого помелу	1	Потужність 6 т/год	10	7	Німеччина
11	Дробарка сухого помелу	1	Потужність 1 т/год	10	7	Німеччина
12	Відцентровий насос	9	Подача до 300 м ³ /год, тиск до 16 бар	–	–	СВТП «Механік»
13	Заторний апарат ВКЗ-5	2	Місткість 33 м ³ , S поверхні нагріву 20,8 м ² , діаметр 4800 мм, h циліндричної частини 1210 мм, кришки 2500 мм, сферичного днища 1060 мм	32,5	11	–

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Закінчення табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7
14	Фільтр-апарат	1	Діаметр 5400 мм	–	–	Німеччина
15	Бункер дробини	1	Засипом на 6,0 т. габаритні розміри, мм: довжина — 15000, ширина — 2400, висота — 2300	–	–	Німеччина
16	Насос мутного сула	1	Продуктивність 20 м ³ /год			
17	Збірник промивних вод	1	Довжина 3700 мм, діаметр 3000 мм, об'єм — 19,2 м ³	–	–	–
18	Сушварильний апарат	1	Місткість 45,6 м ³ , S поверхні нагріву 47,2 м ² , діаметр 5200 мм, h циліндричної частини 970 мм, кришки 2690 мм, сферичного днища 1870 мм, маса апарата 20000 кг, робоча маса 58000 кг	7,5	10	Німеччина
19	Гідроциклонний апарат	1	Продуктивність 730 м ³ /год, повний об'єм 90 м ³ , діаметр 5700 мм, висота 2500 мм	–	–	Німеччина
20	Збірник білкового бруху	1	Об'єм 12 м ³ , діаметр 2400 мм, висота 2900 мм, h циліндр. частини 1200 мм	–	–	–

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технохімічний контроль у пивоварній промисловості спрямований на підвищення якості продукції, виконання норм витрат сировини, основних і допоміжних матеріалів, зниження і своєчасне виявлення витрат, дотримання нормативно-технічної документації тощо. Технохімічний контроль є основним засобом контролю за правильністю виконання технологічних операцій на підприємстві. Функції технохімічного контролю на підприємстві здійснює заводська лабораторія [15]. Схему технохімічного контролю наведено в табл. 6.1 [15].

Таблиця 6.1 – Схема технохімічного контролю

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний
1	2	3	4	5	6	7
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Органолептично	Однорідна зернова маса, без плісняви	В день надходження на завод	Хімік
		Колір		Світло-жовтий/жовтий		
		Смак		Солодовий		
	В середній пробі від партії	Прохід крізь сито (2,2*2,0) мм, %	Ваговий	не більше 3,0		
		Масова частка смітних домішок, %		не більше 0,3		
		Масова частка вологи, %	Прискороного сушіння	не більше 5,0		
Ячмінне борошно	В кожній пробі	Колір	Органолептично	Від білого до жовтуватого	В день надходження на завод	Хімік
		Смак		Без сторонніх присмаків, плісняви		
		Масова частка вологи, %	Прискороного сушіння	не більше 10%		
Хміль гранульований	В середній пробі партії	Масова частка вологи, %	Прискороного сушіння	7,0-10,0	Під час приймання	Хімік
		Масова частка α -кислот, %	Поляриметричний	не менше 2,5		
Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Запах, смак, прозорість	Органолептично	Відповідає стандартним показникам	Кожний день	Хімік
		Жорсткість, моль/дм ³	Комплексонометрично	2,0-4,0		
		Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	Перманганатометричним	не більше 0,2		

Закінчення табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7
		Лужність, моль/дм ³	Титрування соляною кис- лотою з інди- катором фе- нолфталеїн	0,5-1,5		
Подріб- нення со- лоду	Бункер для со- лоду	Склад помелу, %: лузга крупка мілька крупка крупна борошно	Ваговий	15-18 30-35 18-22 25-35	Не рідше 1 разу на де- каду і під час установ- лення валків солододро- барок	Хімік
Приготу- вання за- тору	Заторний апарат	рН затору	рН-метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Хімік
Фільтру- вання за- тору	Фільтра- ційний апарат	Концентрація сухих речовин у промивній воді	Рефрактометр	Не більше 0,5		
Гаряче су- сло	Сулова- рильна лінія	рН сусла	рН- метром	5,4-5,6		
		Оцукрювання	Проба на йод	Відсутність темного забарвлення		
		Колір, см ³ 0,1 моль/ дм ³ р-ну I ₂ на 100см ³ води	Порівняння з розчином йоду	Світле: 0,36-0,63, Темне: 9-10		

Метрологічне забезпечення на підприємстві наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Метрологічне забезпечення на підприємстві

№ п/п	Стадії контролю	Найменування заходів вимірю- вання	Межі вимірювання
1	Вологість солоду	Ваги лабораторні 2 кл. точності згідно ГОСТ 24108-88 Шафа сушильна СЕШ 3-М згідно ГОСТ 13586.5-93	0-100 г 105±2 °С
2	Подрібнення солоду	Сита лабораторні із сіткою металевою згідно ГОСТ 6613	0,25-2 мм
3	Екстрактивність солоду	Цукромір АЦ-3 Термометр ртутний ТЛ-4 згідно з ГОСТ 28498	0-25 кг/м ³
4	рН затору	рН метр	0-10
5	Масова частка су- хих речовин сусла	Пікнометр ПЖ2-50 згідно ГОСТ 22524 Цукромір АЦ-3	0-50 мл 0-25 кг/м ³
6	Кислотність сусла	Бюретка 1-2-25-0,1 згідно ГОСТ 29251 Крапельниця лабораторна скляна згідно ГОСТ 25336 Розчин гідроксиду натрію конц. 0,1 моль/дм ³ згідно з ГОСТ 25794.1	

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБ- НИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Правовою основою законодавства з охорони праці є Конституція України, Закони України: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», а також «Кодекс законів про працю» України. Закони доповнюються державними, галузевими та міжгалузевими нормативними актами про охорону праці [20].

Управління охороною праці на підприємстві в цілому здійснює його керівник (власник), а в підрозділах (цехах, відділах, службах) - їх керівники або провідні спеціалісти.

Служба охорони праці створюється незалежно від форми власності для здійснення правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі трудової діяльності [20].

Для здійснення вищезазначених цілей служба охорони праці повинна вирішувати такі завдання:

- забезпечувати безпеку виробничих процесів, обладнання, будівель і споруд;
- забезпечувати працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- здійснювати професійну підготовку та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, вести пропаганду безпечних методів праці;
- забезпечувати оптимальні режими праці та відпочинку працівників;
- вимагати професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Інструктажі за часом і характером проведення бувають вступний, первинними, повторними, позаплановими та цільовими.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, призначена наказом для проведення цієї роботи. Місце проведення вступного інструктажу - кабінет охорони праці або інше приміщення, обладнане наочними матеріалами.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником або працівником, який буде виконувати нову для нього роботу; студентом, учнем або вихованцем перед роботою в майстернях, лабораторіях, дільницях.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб загального фаху за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці, інших нормативно-правових актів з охорони праці, технічної документації та орієнтовного переліку питань первинного інструктажу.

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху або ділянки, узгоджується зі службою охорони праці та затверджується керівником.

					<i>ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повторний інструктаж проводять на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою - один раз на квартал; на інших роботах - один раз за півріччя. Проводиться індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі [18].

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або кабінеті охорони праці:

- при введення в дію нових або змінених нормативних актів про охорону праці;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, приладів та інструментів.
- при порушенні працівником нормативних актів, що може призвести до травми, отруєння або аварії;
- на вимогу працівника органу державного нагляду або вищої державної чи господарської організації при виявленні недостатнього знання працівником безпечних прийомів праці і нормативних актів про охорону праці;
- коли робота працівника переривається більш ніж на 30 календарних днів для робіт з підвищеною небезпекою та понад 60 днів для інших робіт.

Позапланові інструктажі проводяться індивідуально або з групою працівників однієї спеціальності. Обсяг і зміст інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від обставин, що викликали необхідність його проведення.

Проведення цільового інструктажу фіксується в наряді-допуску або іншій документації, що дає право на виконання робіт. Первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт. Перевірка знань проводиться шляхом усного опитування або за допомогою технічних засобів навчання, а також шляхом перевірки навичок виконання робіт відповідно до вимог безпеки [18].

Первинний, повторний та позаплановий інструктажі, стажування та допуск до роботи документуються шляхом реєстрації в спеціальному журналі. Обов'язковими є підписи як того, кого інструктують, так і того, хто інструктує. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані та скріплені печаткою.

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівникові зразок інструкції з охорони праці для його професії або вивісити її на робочому місці.

До обслуговування технологічного та допоміжного обладнання цеху допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та вступний інструктаж.

При обслуговуванні обладнання працівники повинні носити спецодяг і мати відповідні засоби індивідуального захисту. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно вимкнути обладнання, повідомити адміністрацію та вжити відповідних заходів щодо ліквідації аварії. До роботи з сірчистим ангідридом допускаються тільки співробітники з відповідним рівнем підготовки і в протигазах. [18].

					<i>ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання даної кваліфікаційну роботу зроблено такі висновки та обґрунтовано певні рекомендації:

- подрібнення зернопродуктів здійснювати методом кондиційованого подрібнення, що дозволить зберегти зернові оболонки, для полегшення подальшої обробки напівпродуктів;
- затирати зернопродукти за двохвідварним способом, що дозволяє переробляти солод різної якості;
- фільтрування затору відбувається на фільтраційному апараті, що дозволяє отримувати сусло високої якості;
- кип'ятіння сусла з хмелепродуктами проводиться у суслеварильному апараті з внутрішнім кип'ятильником;
- для освітлення сусла передбачено встановлення і використання гідроциклонного апарату типу «Вірпул»;
- застосувати стріпінгову колону, що дозволить знизити вміст летких сполук у суслі, і, як наслідок, покращити смакові якості готової продукції, а також зменшити витрати на енергоносії за рахунок скорочення тривалості процесу кип'ятіння сусла з хмелепродуктами;
- для охолодження сусла передбачається використання двосекційного пластинчастого теплообмінника.

З використанням вищезазначених рекомендацій роботою передбачено виготовлення таких сортів пива:

- «Барне світле» з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі 11,0%;
- «Традиційне» з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі 11,0 %;
- «Барне темне» з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі 12,0%.

У роботі виконані: обґрунтування і вибір технологічних процесів виробництва пивного сусла, розрахунок продуктів, основних та допоміжних матеріалів, розрахунок та підбір технологічного обладнання. Передбачено заходи технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва, охорони праці на підприємстві.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 29272-92. Солод ржаної сухої. Технические условия. 22 с.
2. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: ІНК ОС, 2004. 426 с.
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010-05-12]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 42 с. (Державні санітарні норми та правила).
4. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с. (Національний стандарт України).
5. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-05-28]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 21 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 4621:2006. Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-03-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 23 с. (Національний стандарт України).
8. ДСТУ 7028:2009. Гранули хмелю. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 22 с. (Національний стандарт України).
9. Закон України від 14.10.92 № 2695-ХІІ. Про охорону праці. Відомості Верховної Ради України, 1992. № 49. ст. 669.
10. Іванов С.В., Домарецький В.А., Прибильський В.Л. та ін. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
11. Кунце В. Технология солода и пива: учебник. Санкт-Петербург: Профессия, 2001. 912 с.
12. 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.
13. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». Київ: НУХТ, 2011. 156 с.
14. Мелетьєв А.Є., Домарецький В.А., Тодосійчук С.Р. та ін. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / під ред. А.Є. Мелетьєва. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						53

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

16. Метод. вказівки до викон. диплом. проекту для студ. спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навч. / уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, В.І. Бабенко, О.І. Гашук, О.О. Євтушенко. Н.П. Івчук, Т.І. Іщенко, С.Й. Крижановський, В.М. Махинько, А.Г. Пухляк, Ю.М. Резніченко, З.М. Романова, В.М. Сидор, Н.М. Ющенко— К.: НУХТ, 2017. — 45 с.

17. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения. Санкт-Петербург: Профессия, 2007. 640 с.

18. Охорона праці в галузі: метод. вказівки до вивч. дисципліни та викон. контр. роботи для студентів напряму 0917 «Харчова технологія та інженерія» та 0906 «Хімічна технологія та інженерія» ден. та заоч. форм навчання / уклад. М.П. Гандзюк, М.П. Купчик, В.С. Гуць. Київ: НУХТ, 2001. 36 с.

19. Проектування підприємств галузі з основами САПР: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, З.М. Романова, М.В. Карпутіна. Київ: НУХТ, 2015. 80 с.

20. Ткачук К.Н. та ін. Основи охорони праці: підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / за ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. Київ: Основа, 2006. 448 с.

21. Федоренко Б.Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 1000 с.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		