

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»
на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,5 млн.**
дал на рік з впровадженням інноваційних технологій і устаткування

Виконала: здобувачка 4 курсу, групи ТБ-4-8

Безрода Юлія Олегівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Олійник Світлана Іванівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

_____ Юлія БЕЗРОДА

Київ - 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступень – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

біотехнології продуктів

бродіння та виноробства

_____Анатолій КУЦ

21 березня 2022 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ Безроді Юлії Олегівні

-
1. Тема роботи **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,5 млн. дал на рік з впровадженням інноваційних технологій і устаткування**
- Керівник роботи **Олійник Світлана Іванівна, к.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 березня 2022 р. № 168-КС
2. Строк подання здобувачем роботи 31 травня 2022 р.
3. Вихідні дані до роботи
1. Норми технологічного проектування.
2. Матеріали, зібрані під час технологічної практики.
3. Асортимент проектованої продукції у %: Львівське оригінальне світле — 60; Львівське 1715 — 20; Львівське особливе Різдвяне — 20.
4. Тара скляна.
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 отримання пивного сусла. 3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення. 7. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Плакат демонстраційний - 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувачка

Юлія БЕЗРОДА

Керівник роботи, доцент

Світлана ОЛІЙНИК

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,5 млн. дал на рік з впровадженням інноваційних технологій і устаткування

Метою кваліфікаційної роботи є впровадження інноваційних технологій у варильному відділенні та устаткування.

У роботі розглянуто сорти пива: світле «Львівське оригінальне» 12%, «Львівське 1715» 11% та «Львівське особливе Різдвяне» 13%, які виготовляється із світлого солоду та ячмінного борошна; зі світлого солоду; зі світлого, карамельного та житнього ферментованого солодів відповідно.

Кваліфікаційна робота передбачає:

- використання для очищення зернопродуктів від домішок, металевих включень, пилу повітряно-ситових та магнітних сепараторів;
- подрібнення солоду дробаркою мокрою помелу;
- затирання подрібнених зернопродуктів одновідварним способом;
- використання фільтрпресу Meura-2001;.
- використання гідроциклонного апарату «Вірпул» для освітлення сусла.

В кваліфікаційній роботі проведений аналіз стану виробництва пива, розглянуто технологічну схему, виконано розрахунок продуктів, допоміжних матеріалів та готової продукції; також підібрано технологічне обладнання для ефективної роботи відділення, розроблено заходи технохімічного, мікробіологічного контролю і метрологічного процесу, охорону праці на підприємстві.

Ключові слова: пиво, варильне відділення, фільтрація, фільтрпрес, новітнє устаткування.

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

ANOTACIÓN

Tema del trabajo de calificación: El proyecto del departamento de elaboración de cerveza de la cervecería con una capacidad de 5,5 millones de dal por año con la introducción de tecnologías innovadoras y equipos de última generación.

El objetivo del trabajo de calificación es la introducción de tecnologías innovadoras en el departamento y equipo de cocina.

Se consideran los siguientes tipos de cerveza: light "Lviv original" 12%, "Lviv 1715" 11% y "Lviv special Christmas" 13%, que se elaboran a partir de malta light y harina de cebada; de malta ligera; de maltas fermentadas claras, caramelo y centeno, respectivamente.

El trabajo de calificación implica:

- uso para limpiar productos de granos de impurezas, inclusiones metálicas, polvo, tamiz de aire y separadores magnéticos;
- trituración de malta con un molinillo húmedo;
- trituración de productos de granos triturados por el método de ebullición simple;
- uso de filtro prensa Meura-2001;
- utilización del aparato hidrociclón "Whirlpool" para la clarificación del mosto.

En el trabajo de calificación se realiza el análisis del estado de la producción de cerveza, se considera el esquema tecnológico, se realiza el cálculo de productos, materiales auxiliares y productos terminados; también seleccionó equipos tecnológicos para el funcionamiento eficiente del departamento, desarrolló medidas de control tecnoquímico, microbiológico y proceso metrológico, protección laboral en las empresas

Palabras clave: cerveza, departamento cervecero, filtración, filtro prensa, equipos de última generación.

					ANOTACIÓN	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ....	9
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА.....	11
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	11
2.2 Принципова технологічна схема виробництва приготування пивного сусла.....	12
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва....	13
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	28
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	29
3.1 Характеристика проекрованої продукції.....	29
3.2 Характеристика сировини.....	32
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	38
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	39
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	39
4.2 Продуктові розрахунки.....	41
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	52
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	55
6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	61
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,5 млн. дал на рік з впровадженням інноваційних технологій і устаткування
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив		Безрода Ю.О.			Літ.
Консульт.					Арк.
Керівник		Олійник С.І.			7
Н.контроль					Аркушів
Зав. каф.		КVII А.М.			72
					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
					НУХТ ННІХТ ТБ-4-8

ВСТУП

Пивна індустрія займає значну нішу в усій переробній промисловості України. Вона є прибутковою не лише для інвесторів та безпосередніх виробників, а й для держави. Останнє полягає в тому, що пивоварні підприємства є великими платниками податків, а, враховуючи специфіку продукту, і місцевих зборів, даний продукт є досить рентабельним та популярним, тому вкладання коштів у його виробництво передбачає досить вигідні фінансові перспективи.

На сучасному етапі розвитку доволі гострою проблемою для пивоварів є недовикористання виробничих потужностей, в тому числі зумовлених сезонністю попиту на дану продукцію. Для пом'якшення наслідків диспропорцій у зв'язку з сезонністю попиту деякі підприємства пропонують торговельним партнерам особливі зимові умови, гнучкі системи знижок у залежності від обсягів реалізації. Змінним є асортимент пропонованої продукції. Взимку перевага надається густим сортам з відносно високим вмістом алкоголю. Влітку ж, навпаки, перевага надається світлим сортам пива з невисоким рівнем густини.

Важливою передумовою інноваційного розвитку підприємств галузі є зниження матеріаломісткості виробництва, впровадження прогресивних світових технологій, техніки, якісних характеристик вихідної сировини та матеріалів, застосування прогресивних біотехнологій, комплексної механізації та автоматизації виробничого процесу.

Пиво становиться все більш популярним напоєм, особливо серед молоді, хоча й багатії більш старшого віку теж віддають перевагу пиву. Вміст етилового спирту в більшості сортів пива 3...6% об. (іноді и вище, міцне містить як правило 8% або, іноді навіть і до 12% об.), поживних речовин (в основному вуглеводів) 7...10%.

Об'єми виробництва янтарного напою в Україні зросли за останні п'ять років, переважно завдяки залученню іноземних інвестицій, модернізації устаткування, маркетинговій політиці. На думку аналітиків український ринок пива заповнений лише на 70%, що дозволяє розвивати і укріплювати позиції на ринку.

У кваліфікаційній роботі передбачено використання фільтр-пресу для фільтрування від дробини, замість фільтр-апарату.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є технологія приготування пивного сула.

Предметом кваліфікаційної роботи є фільтр-прес для фільтрування від пивної дробини замість фільтр-апарату.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 72 с., 29 табл., 6 рис., 27 використаних літературних джерел.

1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

Структуру підприємства наведено на рис. 1.1.

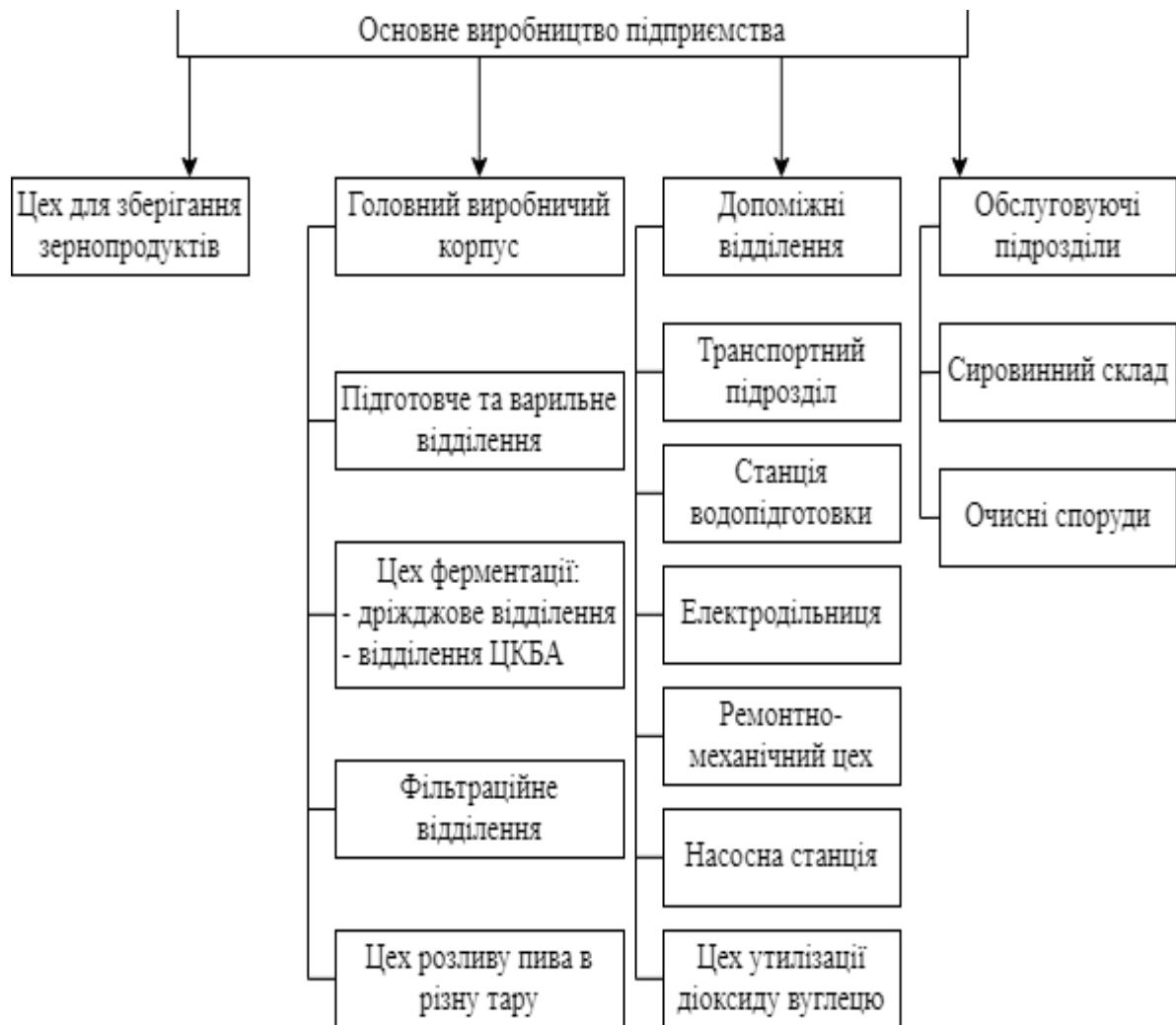


Рисунок 1.1 – Структура підприємства

Підприємство працює за двозмінним режимом роботи (табл. 1.1). Робочий тиждень не перевищує 40 годин. Обідня перерва - 30 хвилин, а також передбачено дві 15-хвилинні перерви для відпочинку персоналу. Напередодні свят та вихідних, тривалість робочого дня скорочується на 1 годину.

Таблиця 1.1 – Режими роботи пивоварного заводу

Цех, відділення	Число робочих змін за добу	Число робочих днів	
		за місяць	За рік
Відділення подрібнення	3	28,5	323
Варильне відділення	3	28,5	323
Цех бродіння-доброджування:			
- встановлення ЦКБА;	3	29,8	338
-робота за класичною схемою:	3	29,8	338
-відділ головного бродіння			
-відділ доброджування і витримки	3	30	340
Цех розливу, відділ фільтрування	2	21	238

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

2.1 Асортимент проектованої продукції

Кваліфікаційною роботою передбачено приготування наступного пива: Львівське оригінальне світле; Львівське 1715; Львівське особливе Різдвяне.

В даній роботі згідно завданню потужність заводу становить 5500000 дал. пива в рік. Асортимент проектованої продукції пива наведено - табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Асортимент проектованої продукції

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Річна продуктивність			Добова продуктивність		
		млн. дал	скляна тара	гофролотки	дал	скляна тара	гофролотки
			млн. шт	млн. шт		тис. шт	тис. шт
Пиво світле Львівське оригінальне світле	60	3,3	8 532	840,6	26 006	26 415	3 533
Пиво Львівське 1715	20	1,1	2 844	280,2	8 669	8 805	1 178
Львівське особливе Різдвяне	20	1,1	2 844	280,2	8 669	8 805	1 178
ВСЬОГО	100	5,5	14220	1401	43 344	44 025	5 888

2.2 Принципова технологічна схема

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

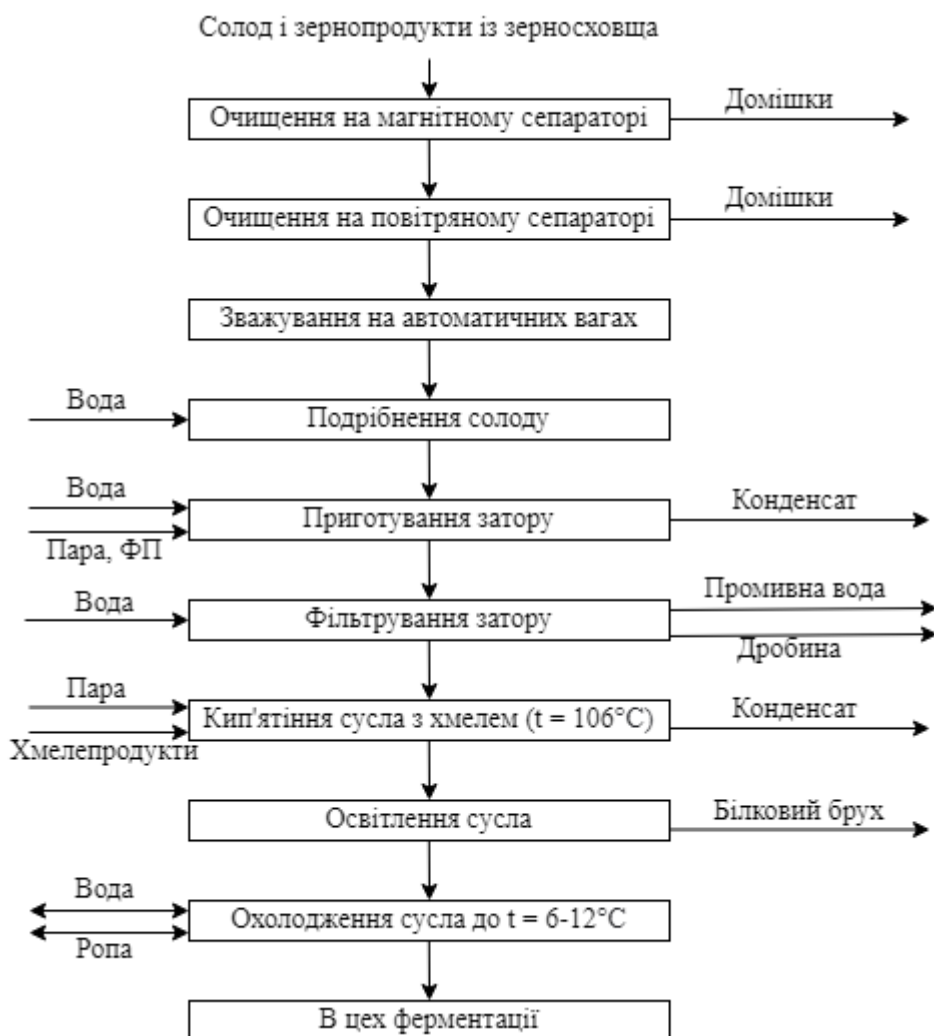


Рисунок 2.1 – Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла

2.3 Аналіз та вибір технологічних способів і режимів приготування пивного сусла

Є 3 способи транспортування зернопродуктів з складу: автотранспортний, механічний та пневмотранспортний.

Виділяють наступні механічні засоби транспорту:

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

Головне призначення *норій* на елеваторах - вертикальне переміщення зерна. У них компактна конструкція і вони здатні підіймати вантаж на багато метрів вгору у безперервному режимі.[9]

Норія складається з декількох з'єднаних між собою елементів. Це шахта, башмак, стрічка і головка. В свою чергу кожен елемент також має декілька складових частин: [9]

- шахта, яка слугує для переміщення грузу - це дві паралельні труби, які мають прямокутний перетин, фланці для з'єднання;
- башмак складається із корпусу, натяжного пристрою, барабану, підшипникових вузлів;
- до стрічки через рівні відстані прикріплені ковші;
- головка - крім корпусу, це привід та барабан, вивантажувальний патрубок, підшипникові вузли та вибухорозрядник.

В залежності від особливостей підприємства, на якому виготовляють норію, вони можуть бути різними за висотою. Частіше всього обладнання досягає від 3 до 23 метрів. [9]

Принцип дії норії - її запускає привід, який змушує стрічку пересуватись з наростаючою швидкістю. Як тільки необхідне значення буде досягнуто - завантажують зерно для транспортування. Для цього є спеціальний завантажувальний патрубок, який відкривається при досягненні стрічкою необхідної швидкості [9].

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

Конструкція шнекового транспортеру будь-якого виду передбачає наявність:

- корпусу, виконаного у вигляді труби або жолобу з вхідним і вихідним патрубком;
- робочого органу (шнека), що являє собою суцільнометалевий вал з гвинтовою поверхнею;
- приводу з електродвигуном і редуктором.

Принцип дії конвеєру базується на використанні рухомої сили осового типу, яка створюється при запуску електродвигуна. Зернопродукти подаються через вхідний патрубок, або бункер. Електродвигун впливає на шнек через редуктор, повідомляючи йому при цьому обертальний рух. Повертаючись, шнек забезпечує поступальний рух зернопродуктам. Дійшовши до вихідного патрубку, зернопродукти вивантажуються [11].

До переваг можна віднести: мінімізацію фізичних сил; високу продуктивність; компактність і простоту обладнання. [17]

Недоліком його є те, що між жолобом і гвинтом шнека завжди повинен залишатися отвір від 3-ьох до 5-ти мм (інакше шнек чіплятиметься за жолоб), і тому повне звільнення жолобу неможливе.

Стрічкові конвеєри. Стрічкові конвеєри відрізняються дбайливим поводженням з матеріалами та низьким споживанням енергії. Такі конвеєри підходять лише для переміщення великих обсягів матеріалу, оскільки вони займають відносно велику площу. Конструкція приймально-розвантажувальних станцій повинна виключати втрати сировини і пилу. Розвантаження можна організувати в кількох точках. [9]

Подрібнення зернопродуктів

Після підготовки ячмінний солод зберігають у силосах, з яких передають на переробку та подрібнення.

Перед подрібненням солоду та його заміників необхідно видалити пил, органічні та неорганічні домішки. Для цього використовуються повітряні ситовідділювачі з магнітними пристроями, рухомі сита і пиловловлювачі. [15]

Солод замочують перед подрібненням, щоб розм'якшити лушпиння та краще відокремити його від серцевини, створюючи оптимальний фільтруючий шар у фільтрувальному блоці під час фільтрації сусла.

Метою подрібнення солоду є створення найбільш сприятливих умов для дії води на подрібнювальну частину, забезпечуючи тим самим швидке розчинення речовин і перетворення нерозчинних речовин у розчинні, тобто забезпечення максимального переходу солодового екстракту в розчин при затиранні - в суслі. [20]

Завданням подрібнення солоду є отримання фракції продукту у вигляді крупного зерна та забезпечення більшого виходу дрібного зерна та борошна. Твердий, погано розчинний солод особливо вимагає інтенсивного подрібнення, інакше подрібнений продукт неминуче вплине на відходи. Тільки при додатковому тонкому подрібненні ці крупні частинки повністю надходять в екстракт, тому хімічний склад сусла залежить від розміру помелу. У процесі затирання подрібнений ендосперм швидше розтирається, утворюється більше цукрів і підвищується кінцевий ступінь бродіння. Подібний процес відбувається при крекінгу азоту та інших речовин. І навпаки, подрібнені продукти з високим вмістом крупних частинок не тільки мають нижчий вихід, але й менше ферментуються, тому солод, який недостатньо розчинився, повинен піддаватися дуже ретельному механічному подрібненню. Чим гірша якість солоду, тим важливіший результат подрібнення. Крім кип'ятіння затору, це найважливіший фізичний метод посилення дії ферментів на ендосперм. Підводячи підсумок, від якості подрібнення солоду залежить склад сусла. Кількість битого солоду визначає кількість зерен. З іншого боку, кількість подрібнення залежить від складу солодового подрібненого матеріалу, що, отже, також впливає на товщину

кеку часток і висоту його шарів. Зі збільшенням тонкості подрібнення об'єм, який займає нею і пилоподібним матеріалом, зменшується, а при зменшенні пилоподібного матеріалу – зменшується об'єм частинок. [9]

Існують три способи подрібнення – *сухе, кондиційоване і мокре*. [17]

Солод подрібнюють на спеціальних роликкових або молоткових млинах.

Сухе подрібнення - найбільш простий традиційний спосіб дроблення солоду, який передбачає рівномірну подачу солоду в дробарку, обробку солоду на валках і збір дробленого солоду в проміжному бункері.

Для сухого подрібнення застосовують двовалкові, чотиривалкові та шестивалкові дробарки.[7]

Двовалкова дробарка не ідеальна, а помел грубий. Тому підприємства віддають перевагу чотиривалковим і шестивалковим дробаркам, щоб можна було подрібнити деякі додаткові частини помелу. [20]

Чотиривальцьові дробарки мають дві пари гладких вальців однакового діаметра, розміщений один над одним. Зверху встановлений рифлений валик, який забезпечує вертикальне положення зерен солоду. Верхня пара вальців виконує попереднє, грубе подрібнення (розплющування) солоду. Груба частина помелу надходить на другу пару вальців на повторне використання. Грубої крупки тут значно менше, ніж в разі застосування двовальцьової дробарки (рис. 2.2). [20]

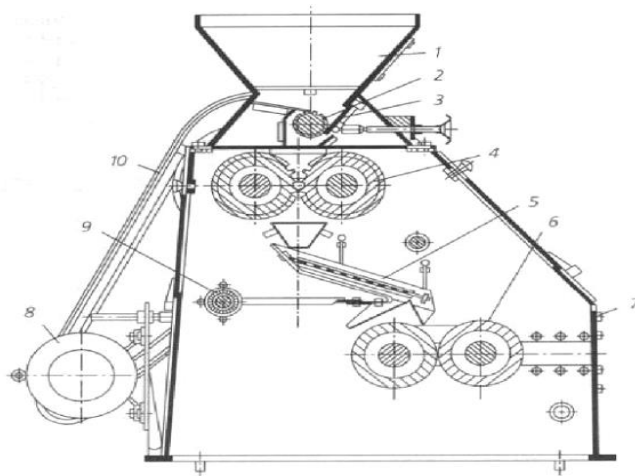


Рисунок 2.2 – Чотиривальцева дробарка БДА-1М

1 - бункер; 2 - живильний валець; 3 - заслонка; 4,6 - верхня та нижня пара вальців; 5 - сито; 7 - станина; 8 - привід; 9 - ексцентрикний вал; 10 - огородження.

Шестивалкова дробарка складається з трьох пар роликів і двох ситових коробів, кожна з яких містить два сита. Перша пара шліфувальних вальців виконує грубе шліфування, яке надходить у перший ящик і розбивається на кілька частин. Невелика частина проходить крізь сито цього ящика, площина другого грохота переміщується до бункера, зерно проходить через перше сито першого ящика та перше сито другого ящика,

а в третьому розбивається. пара Літак був розбитий. Ролик, на відміну від двох інших гофрований (рис. 2.3). [9]

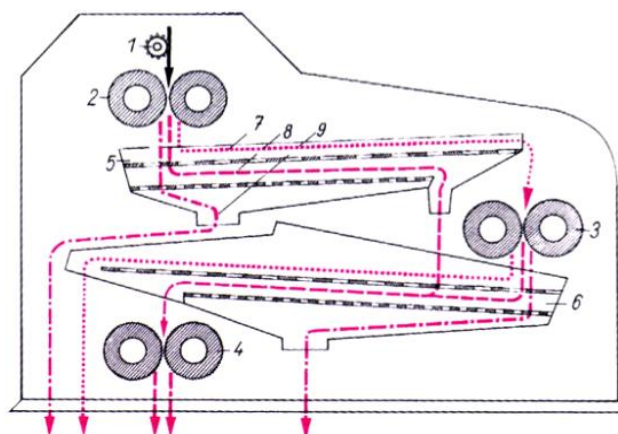


Рисунок 2.3 – Шестивальцева дробарка

1 - розподільний вал; 2 - перша пара вальців(для попереднього крупного подрібнення); 3 - друга пара вальців(для відділення м'яких оболонок); 4 - третя пара вальців(для отримання крупки); 5 - набір верхніх вібросит; 6 - набір нижніх вібросит; 7 - лушпиння з прилиплою крупкою; 8 - крупка; 9 - борошно; 10 - лушпиння

Груба крупа і оболонки після першої пари вальців пропускають другу пару вальців, подрібнення після чого знову просівається на фракції ситами другого ящика: оболонки разом з дрібною крихтою вивозять у бункер, рифлені валики.

Такі дробарки застосовуються як правило на великих пивоварних заводах.

Кондиційоване подрібнення - більш досконалий спосіб дроблення солоду, який передбачає попереднє зволоження солоду, витримування зерна, рівномірну подачу солоду в дробарку, обробку солоду на валках та збір подрібненого солоду в проміжному бункері. [17]

Подрібнення кондиційованого солоду здійснюють на звичайних дробарках для сухого подрібнення, але перед дробленням солод попередньо зволожують насиченим паром низького тиску (при надмірному тиску 0,05 МПа) або водою при температурі 30-35 ° С, доводячи його до потрібних кондицій. Тривалість кондиціонування становить 1-2 хв.

Технологічна мета зволоження солоду перед дробленням полягає в підвищенні еластичності і міцності оболонок зерна, внаслідок чого вони в меншій ступеня руйнуються при подрібненні, а їх обсяг збільшується на 10-20%. Завдяки цьому шар дробини в фільтраційному апараті стає більш пухким і проникним, що сприяє збільшенню продуктивності процесу. Крім того, швидше досягається повнота оцукрювання, зростають вихід екстракту і кінцева ступінь зброджування. [17]

При подрібненні солоду у вологому стані лушпиння зерна залишається майже неушкодженим, що покращує фільтрацію сусле та підвищує вихід екстракту. При зволоженні зерна водою ендосперм не

встигає зволожитися і залишається крихким, а оболонка квітки стає м'якою і еластичною, а після роздрібнення не ламається (рис. 2.4).

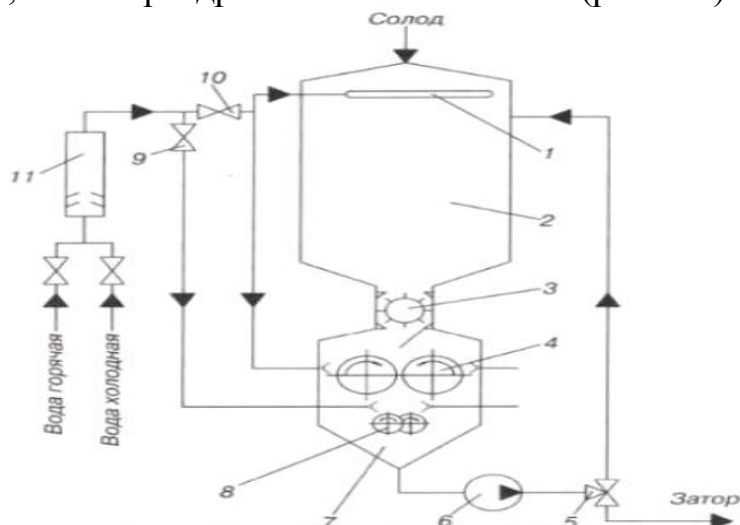


Рисунок 2.4 – Дробарка для мокрого подрібнення

1 - зрошувач; 2 - бункер; 3 - дозуючий валець; 4 - вільці; 5 - триходовий кран; 6 - насос; 7 - корпус; 8 - дискові вальці; 9,10 - вентиль; 11 - змішувач.

Перевагою цього методу є те, що замочування сухого солоду перед його подрібненням дозволяє виділити небажану гіркоту і дубильні речовини, а також кремнієву кислоту, яка покращує смак пива.

Приготування пивного суслу

Суміш подрібнених зернопродуктів з водою називають *затором*. Затір готують при гідромодулі 1:4...1:2,5.

Мета затирання – переведення у розчин якомога більше сухих(екстрактивних) речовин. Для переведення їх у розчин необхідно створити сприятливі умови для дії гідролітичних ферментів, у тому числі амілолітичних, протеолітичних і цитолітичних ферментів [7].

Основними елементами контролю ферментативних процесів під час затирання є температура, рН субстрату та інактивація ферментів кип'ятінням частини затору. Затирання відбувається під час ферментативних процесів, які почалися під час пророщування ячменю. Затирання солоду та іншого зерна включає багато різних процесів: фізичних, біохімічних та хімічних [7].

На перших етапах затирання в розчин передають речовини, які не потребують ферментів: низькомолекулярні вуглеводи, амінокислоти, пентозани, мінеральні солі, ферменти, гіркі речовини лушпиння зерна (фізичні процеси) [7].

Найважливішу частину процесів затирання складають біохімічні процеси. В основному, це гідроліз складових частин ендосперму зернопродуктів під дією гідролітичних ферментів [7].

Ферменти

Цитолітичні ферменти інтенсифікують процес гідролізу геміцелюлози, викликаючи виділення крохмальних зерен і підвищуючи активність амілолітичних ферментів і гідроліз крохмалю [23].

Цитолітичні ферменти гідролізують некрохмальні полісахариди (геміцелюлози, гуміта-пектини) до пентозанів, β -глюкану, арабінози, ксилози та глюкози. Оптимальними умовами для дії цих ферментів є 40 ... 45 ° С і рН 5,6 [23].

Протеолітичні ферменти (протеази і пептидази) гідролізують білки. Під час солоду гідролізується до 15% білкових речовин. Від загального білка в солоді близько 35% переноситься в сусло шляхом затирання пептидаз. З іншого боку, решта білків при варінні згортається. Процес згортання відбувається у два етапи: спочатку відбувається денатурація білків, коли їх молекули переходять з ліпофільного стану в ліофобний (зневоднений) стан, вони знаходяться у вигляді дуже тонкої суспензії, а потім зневоднені міцели ростуть – коагуляція. Деякі білкові речовини, які не гідролізуються під час солоду або затирання, залишаються в гранулі [23].

Температура 50 ° С в процесі гідролізу є найбільш сприятливою для накопичення низькомолекулярних білків, температура 60 ° С сприятлива для максимального накопичення високомолекулярних фракцій, важливих для піноутворення та повноцінного смаку готового пива. Надмірна кількість цих фракцій може викликати помутніння білка. Оптимальний рН для дії протеолітичних ферментів становить 5,5 [23].

Амілолітичні ферменти майже на 20% гідролізують крохмаль, який вже зазнав впливу ферментів під час проростання. Зміни крохмалю під час затирання відбуваються в три стадії: клейстеризація, розбавлення та оцукрювання. Щоб прискорити процес гідролізу, його спочатку потрібно пастеризувати – нагріти водою. Зерна крохмалю набухають, вбираючи воду, а потім розриваються, утворюючи липкий однорідний розчин. Температура, при якій крохмальний клейстер досягає найвищої в'язкості, називається температурою желатинізації. Ідеально підходить для крохмалю різних культур: ячменю - 60 ... 80 ° С, рису - 80 ... 85 ° С, кукурудзи - 65 ... 75 ° С [23].

У присутності амілази температура желатину падає приблизно на 20 °С. Клейстеризована крохмальна маса являє собою мережу розгалужених ланцюгів молекул амілопектину, клітини яких заповнені розчином амілози. Крохмальний клейстер розріджується під дією α -амілази при 65 ... 70 ° С і рН 6,0. Цей фермент інактивується при 80 ° С [23].

Під дією α - і β -амілази одночасно відбувається процес розрідження та оцукрювання крохмалю. Термін «зацукрювання» не означає процес перетворення крохмалю в глюкозу, але зміна кольору розчину йоду припиняється при змішуванні з кількома краплями затору. Оптимальними умовами для дії β -амілази є 60 ° С і рН 5,6, при 70 ° С вона інактивується [23].

Затирання

					Аналіз та вибір технологічних способів і режимів	18
--	--	--	--	--	--	----

Існує два способи затирання: настійний і відварювальний (одно-двох-трьох-відварювальний).

Настійний шлях. Зернопродукти змішують з водою, нагрітою до температура 40 ... 45 ° С з робочою мішалкою і з гідромодулем 1: 4 (цитаза пауза). У наступні 20...30 хвилин температура затору підвищується до 50 ... 52 ° С (білковий розрив), потім - до температури 63 ... 65 ° С з часом витримки 10 ... 30 хв. (розрив мальтози) з наступним нагріванням до температури 70 ... 72 ° С до оцукрювання, але не довше 60 хвилин після оцукрювання підігривають затор до 75 °С і перекачують на фільтрації (поділ затору на рідку частину - сусло і густу частину - дробину) в т.ч. фільтраційні апарати або фільтр-преси [20]

Цей метод використовується з високоякісним солодом з високою амілолітичною активністю.

Затирання з відварками використовують при переробці неякісного солоду і при приготуванні затору з несолоджені сировини. До 75% всі затори варяться триваркою, до 60% двоваркою і до 50% одноваркою [20].

Для переробки солоду з високою здатністю до оцукрювання та добре розчиненого солоду рекомендований метод з однією відваркою [20].

Спосіб затирання двома відварками відбувається при різних температурах залежно від якості солоду, що завжди забезпечує підвищений вихід екстракту. Раніше так варили все світле пиво.

Тривідварний метод затирання є найбільш складним і тривалим (до 5,5 годин) і вимагає більшої кількості тепла. Використовується при переробці темного солоду або солоду з низькою ферментативною активністю [20].

Залежно від способу затирання та температурних перерв у процесі можна отримати сусло різного складу, а отже, і різне пиво. Для отримання світлого пива процес слід проводити таким чином, щоб в результаті оцукрювання накопичувалася максимальна кількість зброджених цукрів (глюкози і мальтози) для більш глибокого бродіння, а для темного пива – більше декстринів. Загальним для всіх режимів є те, що під час нагрівання швидкість наростання температури повинна становити близько 1 °С за 1 хв. При варених способах затирання круп'яної сировини для основного затирання та варіння необхідні два заторних апарати (умовна назва: заторно-варильний апарат). [20]

Найпоширеніший спосіб – *двохвідварний*. Дозволяє переробляти солод різної якості. Залежно від цього температура затору може змінюватися. 1/2 ... 1/3 води, необхідної для приготування затору, набирають в заторний пристрій, вмикають мішалку, заповнюють подрібненим солодом і додають решту води. Температура варіння досягає 50 ... 52 ° С. Триває 15 ... 30 хвилин [20].

Потім у відварний апарат стікає приблизно 1/2 ... 1/3 товщини заторної маси, нагрітої до 63 ° С при помішуванні, вимикають мішалку і нагривають. Тривалість мальтозної перерви 15 ... 30 хв. Потім відвар при помішуванні нагривають до 70 °С, перебивають подачу пари, зупиняють мішалку і

витримують при цій температурі 20 ... 30 хв. для оцукрювання. Швидко доводять відварну масу до кипіння і варять 15 ... 30 хвилин. Цю частину затору називають - першим відваром. Під час роботи з мішалкою та заторно варильним апаратом спочатку варять і повільно закачують в основну суспензію. Після змішування з першим основним затором встановлюють температуру маси 62 ... 63 ° С і витримують на 10 ... 15 хвилин. Потім 1/3 густої маси затору відкачують в апарат, нагрівають до кипіння і варять 5 ... 20 хвилин. Залежно від якості солоду та пива [17].

Час варіння відвару подовжується за рахунок обробки малорозчинного солоду і варіння темного пива. Після варіння ця частина затору, тобто друга відварка, повільно, з неповним заповненням труби, що з'єднує обидва заторні апарати, повертається в основну масу. Потім температуру всього затору підвищують до 70 ° С і залишають на 30 хвилин. У разі неповного оцукрювання його слід зупинити при 72 ° С і відставити при необхідності, потім затор нагрівають до температури 76...77 ° С і перекачують на фільтр [17].

Тривідварний спосіб в основному використовується у виробництві темного пива та переробці малорозчинного солоду для підвищення виходу. Подрібнений солод і воду змішують з одним-двома відварами, як на початку затору. Температуру води визначають так, щоб температура затору становила 35 ... 37 ° С. Після ретельного перемішування 1/3 затору (густої частини) відбирають у кип'ячений апарат (перший відвар) і прогрівають до кипіння періодично: 5 ... 10 хвилин при 50 ° С, 20 ... 30 хвилин - при 63 ° С, перед оцукрюванням - при температурі 70 ° С [20].

Час варіння відвару для світлого пива 15 ... 20 хвилин, темного - 30 ... 45 хвилин. Тривале варіння сприяє поліпшенню оцукрювання затору та підвищенню інтенсивності його кольору. Після закінчення варіння відвар повільно перекачують в заторний апарат, при цьому температура загальної маси підвищується до температури 52 ... 53 ° С. Витримавши затор 15 хв, відбирають 1/3 його маси (густа частина) в відварний апарат (другий відвар). Оскільки маса другого відвару складається з частини першого і неувареної частини основного затору, в якому вже відбулися ферментні процеси, другий відвар нагрівають так: спочатку повільно до 70 ° С для оцукрювання, потім швидко до оцукрювання, закип'ятити і кип'ятити 15... 20 хв. При поверненні другоговідвару в заторний апарат температура всього затору підвищується до 63 ... 68 ° С [20].

У разі солоду з більшим часом оцукрювання затор витримують при температурі 63 ... 68 ° С протягом 20 хв. За цей час він повністю оцукрюється і забезпечується необхідне співвідношення кінцевих і проміжних продуктів крохмалю і виходу гідролізу білка. Мета третього приготування — підняти температуру всього затору та дезактивувати ферменти. Тому для третього варіння слід вибирати рідку частину затору, в якій концентрація ферментів вища, ніж у густій. Для цього мішалку заторного апарату вимикають і дають гранулам відстоятися, потім 1/2 частина рідини опускають у відварний апарат, де швидко доводять до кипіння і кип'ятять 10-20 хвилин. Після

перемішування температуру всього затору встановлюють на 70 ° С. Через 30 хвилин перевіряють повноту оцукрювання. При неповному оцукрювання затор витримують при 72 ° С, потім нагрівають до 76 ... 77 ° С і направляють на фільтрацію [15].

Фільтрування

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

- 1) фільтрування першого сусла;
- 2) промивання дробини водою (вимивання екстракту, який утримує дробина) [15].

Весь процес фільтрування - це відношення швидкості фільтрування до тієї сили, яка долає фільтр-опір для проходження фільтрату. Швидкість затору пропорційна різниці тисків з обох боків фільтр-перегородки.

В результаті оцукрювання масса, яка утворилася містить тверду фазу - дробину і рідку фазу - сусло. Відділення цих двох фаз здійснюють в фільтраційних апаратах, або фільтрпресах. Саме фільтрпрес буде розглядатись як інноваційна технологія, переваги та недоліки якого описані нижче [15].

Якщо рідку фазу (сусло) відокремлюють від твердої (дробини) у фільтр-апараті, то процес фільтрування проводять через прошарок дробини завтовшки 30...40 см. В процесі відстоювання в нижній частині фільтр-апарату накопичується грубий, пружний осад, а у верхній - дрібні частинки затору. Отже формується певний фільтр-шар з капілярними кільцями в яких можуть осідати часточки зависі [9].

Коли розмір цих частинок перевищує 100 мкм, вони не проходять в середину капіляру, а осідають на поверхні дробини, а якщо вони менші 30 мкм - то затримуються в капілярах. В стінках капілярів є електричний заряд, що характеризується дзета-потенціалом.

Міцели на своїй поверхні також мають дзета-потенціал. Якщо знаки дзета-потенціалу різні, то потенціали міцели осідають на стінках капілярів.

Фільтрація затору може здійснюватися у фільтраційних апаратах, фільтр-пресах, центрифугах в гарячому стані при температурі 70...75°C. Найбільше розповсюдження для фільтрації затору і промивання дробини отримали фільтраційні апарати і фільтр-преса [15].

Спочатку розглянемо фільтрування за допомогою фільтраційного апарату.

Фільтрування за допомогою фільтраційного апарату. Фільтрація в фільтруючому апараті складається з наступних етапів: підготовки апарату, заповнення сітків водою (15 хв), закачування затору у фільтрувальний апарат (20 хв), відстоювання затору (25 ... 30 хв), проходження кранів і повернення каламутного сусла (10 хв), фільтрування першого сусла (90 хв), промивання дробини (120 хв), вивантаження борошна (25 хв) [9, 15]

Фільтр-сита щільно поміщають в промитий пристрій і промивають гарячою водою. Потім закривають крани фільтруючого акумулятора і перевіряють герметичність люка, що закривається. Повітря, що залишається під ситами та у витяжних трубах після відкачування затору, ускладнює процес фільтрації. Тому для його виштовхування знизу подається гаряча вода, яка заповнює трубки акумулятора, під ситовим простір на 1 ... 1,5 см перекриває сито. Потім вмикають розпушувач і перекачують затор. Висота шару дробини при фільтрації 30 ... 40 см, температура затору 75 ... 78 ° С. Для зменшення впливу на сито та зменшення часток дробини під ситом затор проходить через сепаратор. Вивільнений заторний пристрій промивається водою, а промивна вода направляється на фільтруючий пристрій. Розпушувач вимикають, затор залишають на 25 ... 30 хвилин для утворення фільтруючого шару. Мутне сусло, яке витікає на початку фільтрації, закачується назад у фільтрувальний апарат. Коли чисте сусло виходить, його відправляють на отримання першого сусла. Коли верхній шар дробини звільниться від текучого сусла, починають промивання дробини при 75...80 °С, щоб видалити залишки екстракту. Використання гарячої води призводить до інактивації амілази, а також викликає клейстеризацію крохмалю або помутніння крохмалю в пиві [9].

Перше сусло при фільтрації має концентрацію 14 ... 15 мас.%. Тривалість першого сусла 90...120 хвилин. Тривалість фільтрації 4 ... 6 год, обертів 3,5. Дробину промивають постійно або періодично.

При безперервному способі воду подають через сегнерове колесо в такій кількості, щоб над дробиною постійно був невеликий шар води. Промивання дробини проводиться до вмісту сухих речовин 0,5% мас. по цукроміру. Для одержання сортового пива з підвищеною масовою часткою сухої речовини останні промивні води збирають у збірник промивних вод, де зберігають при температурі не нижче 70°С, щоб не пройшло закисання, а потім використовують у процесі приготування заторів для менш концентрованого сусла [15].

При періодичному способі дробину три рази заливають водою з періодичним вмиканням розпушувача на різній висоті шару дробини. Промивати шротину досить довго не бажано, тому що вода витягує з оболонки дуже багато речовин, що обумовлюють неприємний смак пива. [9]

Фільтрація затору на фільтр-пресах. Підготовка фільтрпреса полягає у його збиранні та наповненні гарячою водою. На кожен плиту спочатку чіпляють вимиту серветку і стискають гідравлічним затискачем плити й рами. Потім наповнюють фільтрпрес водою температурою не нижче 80°С. Після перевірки надійності ущільнення воду спускають і заторну масу

починають перекачувати в фільтр при відкритих фільтраційних кранах. Звільнений заторний апарат обполіскують водою, а промивні води перекачують у фільтр. Перше сусло направляють у сусловарильний апарат [15].

Після збирання першого сусла по нижньому або верхньому боковому каналу подають воду температурою 75...80°C для промивання дробини, тиск у фільтрі на цій стадії повинен становити 0,12...0,15 МПа. Почергово відкривають крани через одну плиту для спускання промивних вод. Під час промивання дробини періодично перевіряють масову частку сухої речовини у промивних водах, що витікають із різних кранів, і закінчують промивання при значенні цього показника 0,5...0,7 %. Залишки промивних вод із дробини виділяють стисненим повітрям, фільтр розбирають, а дробину скидають у жолоб, з якого її транспортують шнеком. Заторний фільтрпрес зберігає вищий рівень вмісту β -глюкану в суслі й, крім того, у ньому виявляють більше жирних кислот. При використанні заторного фільтрпреса завдяки вищій якості продукту (менші мутність і випадання осаду) можна досягти 10 %-ної економії хмелю [15].

Порівняння фільтраційного апарату і фільтр-пресу. Серед переваг:

Кількість варок за добу може сягати 8...9, а в деяких випадках навіть 10. Вихід стічних вод - менший, ніж при фільтруванні на фільтраційному апараті, дробини - також менший.

Вихід екстракту при переробці середньо- і добре розчинного солоду, нижче лабораторного виходу екстракту, і тим самим, вище виходу екстракту для фільтраційного апарату [15].

Недоліки. Один засип при розрахунку на один фільтрпрес може становити 6...7 т. Збільшення - допускає наявність односекційного або трьохсекційного фільтра, причому досягти нормального розподілення затору стає набагато важче [11].

Кип'ятіння сусла з хмелем

Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його хімічного складу шляхом інактивації ферментів, стерилізації, доведення концентрації сухої речовини до потрібної величини шляхом випаровування надлишку води, коагуляції білків, збагачення сусла речовинами хмелю. [19]

Відфільтроване пивне сусло це високодисперсна колоїдна система, яка складається з декстринів, пентозанів, білків, поліфенолів, гірких речовин. Тому сусло під час закипання стає мутним внаслідок порушення агрегатної стійкості колоїдної системи у бік збільшення частинок за рахунок їх злипання. Такий процес називається коагуляцією. Він стосується, головним чином, білкових речовин, і відбувається у дві стадії: спочатку відбувається денатурація білкових речовин, а потім їх коагуляція. Для утворення і видалення в осад бруху сусло потрібно кип'ятити (варити) 1,5...2 год [19].

Для інтенсифікації процесу уварювання хмелевого сусла використовують варіння під надлишковим тиском з виносним кип'ятильником.

Кожухотрубний теплообмінник найчастіше використовується як переносний кип'ятильник, рідше як пластинчастий теплообмінник. Сусло йде по трубах, пара стікає із зовнішньої сторони труб. При нагріванні сусла пара охолоджується і конденсується. [19]

Виносний кип'ятильник монтується вертикально або горизонтально, в останньому випадку він встановлюється з невеликим ухилом для кращого відведення конденсату. Обидва варіанти стали звичними на практиці.

Розміри зовнішнього кип'ятильника визначаються необхідною поверхнею нагріву. Ця площа залежить від кількості труб опалення, їх діаметра і довжини.

Якщо швидкість сусла в трубах занадто низька, існує ризик пригорання або принаймні карамелізації сусла і, таким чином, сильного збільшення кольору. Крім того, слід побоюватися, що через високу температуру коагулюючий білок осідає в трубах. Щоб уникнути цього швидкість сусла в трубах кип'ятильника повинна бути не менше 2,6 ... 3,0 м / с Для досягнення однорідності процесу теплообміну передбачається достатня довжина шляху для проходження кожної частинки від обсягу сусла. Але оскільки довжина кип'ятильника обмежена його габаритними розмірами, то частіше кінці горизонтальних труб, з'єднаних з торцевою пластиною, з'єднують вигнутими обертовими трубками так, щоб кожна частинка об'єму сусла багато разів пройшла через теплообмінник. У будь-якому випадку розташування витків призводять до дотичних напружень, що діють на сусло.

Є два варіанти приготування сусла [23]:

1) сусло знаходиться під невеликим надлишковим тиском, вторинна пара відводиться через перепускний клапан. Перевагою цього варіанту є підвищена температура вторинної пари;

2) сусло в апараті варять без тиску, вторинну пару також видаляють без надлишкового тиску, але всередині виносного кип'ятильника сусло кипить при підвищеному тиску, що відповідає температурі 102 ... 104 °С.

Різниця між температурою пари та температурою сусла не повинна перевищувати 10 градусів. Необхідна площа тепловіддачі 10 ... 11 м² на 1000 дал готового сусла.

За умови достатньої швидкості протікання та не великій різниці температур між парою та суслем робочий цикл теплообмінника досягає 30...40 варок за добу.

Коли сусло повертається в апарат, тиск у суслі падає. Це інтенсивне випаровування, яке бажано. Для цього сусло повертається конусоподібним відбивачем або розподільним пристроєм, який подає сусло на рівні поверхні сусла в пристрої.

Циркуляційний насос підібраний таким чином, щоб весь вміст суслотоварильного апарату міг проходити через котел приблизно 8 разів на годину. Однак це не гарантує, що кожна частинка об'єму сусла пройде через котел рівно 8 разів – адже його вміст примусово перемішується [11].

Виносне кип'ятіння, спочатку призначене лише для покращення роботи сушварильного апарату, для якого була недостатня здатність до кипіння, тепер є широко визнаним методом варіння сусла. Цей метод має ряд переваг перед внутрішнім кип'ятінням (яке зараз також удосконалено): циркуляційний об'єм сусла дозволяє тонко регулювати його і його можна легко регулювати до об'єму сусла апарату [11].

Інтенсивність хмельової гіркоти залежить від часу й способу внесення хмелю або хмелепродуктів в сусло.

Найчастіше хміль або хмелепродукти вносять до сусла в 2...3 прийоми. При внесенні хмелю в сусло в 2 прийоми першу більшу частину вносять на початку кип'ятіння, а другу, меншу, потрібно вносити в кінці кип'ятіння. На кожному підприємстві свої способи охмелення сусла залежно від сорту пива і хмелепродуктів, які використовуються [11].

Закінчення процесу кип'ятіння сусла визначають за його концентрацією СР відповідно до сорту пива, що виготовляється, а також контролюють виділення гарного бруху і прозорість сусла. [9]

Роботу варильного відділення оцінюють виходом екстракту у %, який розраховують за формулою:

$$E = \frac{0,96 \times V \times r \times e}{G} \%,$$

де V – об'єм сусла при 100°C , дм^3 ; e – концентрація сусла, % мас; ρ – густина сусла, $\text{кг}/\text{м}^3$; G – маса зернопродуктів, кг ; $0,96$ – коригувальний коефіцієнт, який враховує зниження об'єму сусла при охолодженні до 20°C ($\sim 4\%$).

Освітлення і охолодження сусла

Освітлення пивного сусла. Для заварювання сусла на пивоварнях найчастіше використовуються гідроциклонні пристрої (рис. 2.5). Вони найпростіші за конструкцією і працюють досить надійно. Гідроциклонний апарат являє собою циліндричну посудину з невеликим конусом у центрі або з похилим дном. Гаряче сусло подається в апарат по дотичній і з відносно високою швидкістю через насос, в результаті чого воно отримує обертальний рух, а тверді речовини - доцентрову силу. Крім того, утворюється глибока воронка, яка тисне на стовбур бруху, що утворюється в центрі рідини, і осад швидко концентрується на дні пристрою [11].

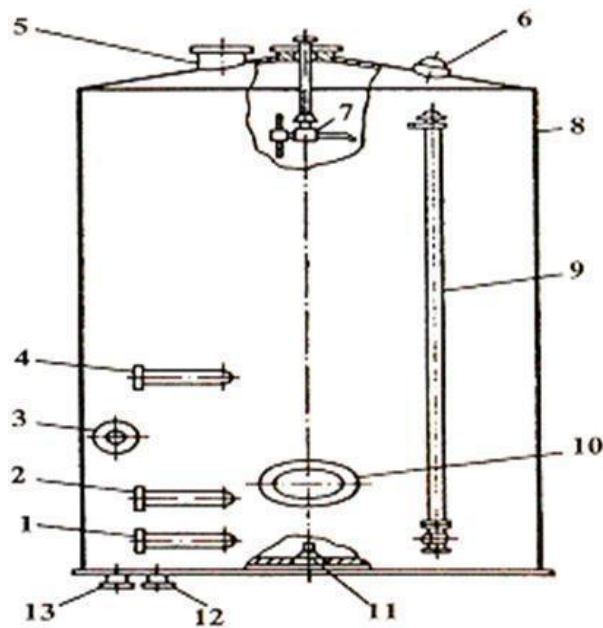


Рисунок 2.5 – Гідроциклонний апарат

1, 2, 4 - відвідні патрубки; 3 - підвідний патрубок; 5 - паровідвідний патрубок; 6 - освітлювач; 7 - миюча головка; 8 - корпус; 9 - показчик рівня; 10 - люк; 11 - розмивач; 12, 13 - патрубки для видалення осаду та каламутного сусла

Охолодження сусла. Пивні дріжджі не витримують температури вище 40 °С, тому перед бродінням сусло необхідно охолодити до температури, що залежить від властивостей пивних дріжджів. При використанні дріжджів нижнього бродіння сусло охолоджують до температури 5 ... 6 ° С, а для дріжджів верхнього бродіння - до 14 ... 16 ° С. [20]

Враховуючи, що сусло з гідроциклону витікає при температурі 90...92 °С, воно відразу ж надходить до пластинчатий охолоджувача. Після охолодження сусло перед ферментацією насичується киснем. Для цього використовуються різноманітні конструкції аераторів, які встановлюють безпосередньо після теплообмінника.

Техніко-економічний аналіз прийнятих проектних рішень:

- Сировина та інші матеріали надходять на підприємство за допомогою автомобільного, або залізничного транспорту;
- Транспортування здійснюється за допомогою норії та шнекового транспортеру, це дозволяє транспортувати зернопродукти з нижніх поверхів будівлі на верхні, при мінімальних втратах;
- Для очищення зернопродуктів від домішок, металевих включень, пилу використовується повітряно-ситовий та магнітний сепаратори;
- Подрібнення солоду відбувається за допомогою дробарки мокрого помелу, при використанні якої оболонка зерна залишається майже цілою, і тим самим фільтрування затору поліпшується, а вихід екстракту підвищується;

- Для затирання подрібнених зернопродуктів використовується одновідварний спосіб;
- Для фільтрації використовується фільтрпрес Meura-2001.
- При освітленні сула запропоновано використовувати гідроциклон-
- ний апарат «Вірпул».

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

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Пиво - алкогольний насичений діоксидом вуглецю, тонізуючий пінистий напій, що одержується під час бродіння охмеленого суслу пивними дріжджами, повинен відповідати ДСТУ 3888:15 (табл. 3.1 - 3.4). [1]

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники якості пива

Назва показника	Характеристика					
	фільтроване			нефільтроване; освітлене та неосвітлене		
	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 сполук		
Аромат	Чистий, зброджений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів			Чистий, зброджений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів. Допустимий слабкий дріжджовий аромат		
	Для пшеничного пива властивий пряний (фенольний) аромат					
Смак	Чистий, зброджений, солодовий з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, з присмаком дріжджів, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з присмаком дріжджів, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з присмаком дріжджів, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків

В табл. 3.2 наведені органолептичні показники проектного пива згідно ДСТУ 3888:15. [1]

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники проектного пива

Найменування показника	Характеристика показника для пива	
	світле	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень	
Запах	Чистий, зброжений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів	
Смак	Солодовий та хмельовий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива
Піноутворення	<p>Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8% до 11,5%: Висота піни, не менше, мм – 20,0. Піностійкість не менше, хв. – 2,0.</p> <p>Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 12,0 до 20,0%. Висота піни, не менше, мм – 30,0. Піностійкість не менше, хв. – 2,0</p>	

Фізико-хімічні показники якості пива наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники якості пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність см ³ 1моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Кольоровість см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
світле	8,0...20,0	2,0...6,0	1,3...5,0	0,4...1,8	0,30...0,35
темне	11,0...20,0	2,8...6,0	1,5...5,5	4,0...8,0 і більше	0,30...0,33

В табл. 3.4 наведені фізико-хімічні показники якості проектного пива.

Таблиця 3.4 – Фізико-хімічні показники пива

Сорт пива	Масова частка сухих речовин у початковом у суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Кольоровість, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ пива	Масова частка ³⁰ діоксиду вуглецю, %
світле "Львівське оригінальне"	12,0	2,8	1,2...2,8	0,2...2,8	0,30
"Львівське 1715"	11,0	4,0	1,5...2,8	1,9...3,9	0,30
"Львівське особливе Різдвяне"	13,0	3,2	1,6...3,3	більше 4,0	0,32

Гранично допустима концентрація речовин у пиві наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – ГДК важких металів та миш'яку

Назва елемента	Допустимі рівні, мг/кг, не більше
Ртуть	0,005
Залізо	15,0
Миш'як	0,2
Мідь	5,0
Свинець	0,3
Кадмій	0,03

3.2 Характеристика сировини

До основної сировини, що використовується при виробництві пива відноситься солод світлий ячмінний, несолоджений ячмінь, гранульований хміль та хмельовий екстракт. Також до основної сировини на пивоварних підприємствах відноситься вода.

Вода технологічна повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та табл. 3.6...3.7 [10].

Таблиця 3.6 – Характеристика технологічної води

Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
	за класичною технологією	для розбавлення пива з високою густиною	
1	2	3	4
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, ммоль/дм ³ , 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

Таблиця 3.8 – Органолептичні показники питної води

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
Запах при температурі 20 °С та 60 °С	бали	не більше 2
Забарвленість	градуси	не більше 20
Каламутність	нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/дм ³)	не більше 1,0
Смак та присмак	Бали	не більше 2

У табл. 3.9 наведені органолептичні та фізико-хімічні показники якості ячменю згідно ДСТУ 3769-98. [5]

Таблиця 3.9 – 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
Зернова домішка, %, не більше	2,0	5,0
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше (для зерна, поставленого не раніше як 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. 3.10, 3.11 [2].

Таблиця 3.10 – Фізико-хімічні показники якості солоду світлого

Назва показника	Норма для світлого ячмінного солоду		
	Високої якості	I класу	II класу
1	2	3	4
Просів через сито (2,2×20) мм, % не більше	2,0	3,0	7,0
Масова частка смітної домішки, % не більше	Не дозволено	0,3	0,5
Кількість зерен:			
• мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0
• склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0
• темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0
Масова частка вологи, % не більше	4,0	5,0	5,8
Масова частка екстракту у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	80,0	78,5	76,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0 – 1,5	1,6 – 2,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, % не більше	10,5	11,0	11,5
Число Кольбаха, %	39 – 41	37 – 41	—
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75 – 0,70	0,69 – 0,65	0,64 – 0,55
Тривалість оцукрювання, хв., не більше	10	15	25

Таблиця 3.11 – Органолептичні показники якості світлого солоду

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих та пошкоджених зерен
Колір	Для солоду вищої якості - від світло-жовтого до жовтого; для солоду I і II класу дозволено сірувато-жовтий
Запах	Солодовий. Не дозволено кислий, запах плісняви та інші не властиві солодовому
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонні присмаки

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості карамельного солоду наведені в табл. 3.12 - 3.13. [2]

Таблиця 3.12 – 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 3.13 – 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. 3.14, 3.15 наведено показники якості для житнього ферментованого солоду. [2]

Таблиця 3.14 – 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 3.15 – 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, кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³	35,0
Колір, см ³ розчину йоду концентрованого 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	7,0 ... 20,0

У табл. 3.16 наведено обмежувальні норми якості гранульованого хмелю згідно ДСТУ 7028:2009. [4]

Таблиця 3.16 – 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, які дозволені органами Міністерства охорони здоров'я України.

Органолептичні та фізико-хімічні показники молочної кислоти відповідно до вимог ДСТУ 4621:2006 наведено в табл. 3.17, 3.18 [6].

Таблиця 3.17 – 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 3.18 – Фізико-хімічні показники молочної кислоти

Назва показника	Значення показників для сортів		
	вищого	першого	
Масова частка загальної молочної кислоти, % не менше	40,0	40,0	60,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше	37,5	37,5	53,0
Масова частка ангідридів, %, не більше	2,5	2,5	7,0
Колірність, градуси, не більше	6,5	10,0	15,0
Масова частка зали, % не більше	0,6	1,0	1,2
Масова частка заліза, %, не більше	0,007	0,014	0,020
Масова частка сульфатів, %, не більше	0,3	Не нормується	
Масова частка хлоридів, %, не більше	0,1	Не нормується	
Масова частка редуруючих цукрів, %, не більше	1,0	Не нормується	
Визначення наявності барію	Не допускається	Не нормується	
Визначення наявності ціаністо-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

Асортимент та обсяг виробництва проекрованої продукції наведено в табл. 2.1. Рецептuru проекрованої продукції наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептuru проекрованої продукції

Сорт пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Найменування зернопродукта	Витрата, %	Гіркота сусла, г/дал
Львівське оригінальне світле	12,0	Солод світлий Солод карамельний	89,5 10,5	0,72
Львівське 1715	11,0	Солод світлий Ячмінь	85 15	0,99
Львівське особливе Різдвяне	13,0	Солод світлий Солод житній ферментований Солод карамельний	50 44 6	0,57

Алгоритм розрахунків продуктів виробництва пива складається з таких етапів [22]:

- визначення кількості екстрактивних речовин у сировині;
- визначення кількості проміжних продуктів;
- визначення витрат основних матеріалів (хмелепродуктів, ферментних препаратів, молочної кислоти та ін.);
- визначення кількості відходів;
- складання зведеної таблиці продуктових розрахунків;
- розрахунки витрат допоміжних матеріалів та подання результатів у вигляді зведеної таблиці.

Фізико-хімічні показники сировини, основних і допоміжних матеріалів визначаються завданням на проектування та обираються в межах нормативних показників зернопродуктів для виробництва пива.

Сировина і основні матеріали мають наступні показники:

- світлий солод вологістю 5% та екстрактивністю 78% від маси сухих речовин;
- житній ферментований солод відповідно - 5% і 74%;
- карамельний - 6% і 72%;
- ячмінне борошно — 15% і 72%;

Охмелення проекрованої продукції здійснюють гранульованим хмелем з вмістом α -кислот 9,0 % і вологістю 10,3 % та хмелевим

екстрактом з вмістом α -кислот 15,9 %, які забезпечують по 50 % гіркоти сусла і пива. Вологість пивної дробини становить 86%. Тривалість роботи цеху 323 доби на рік.

Розрахунки виконують з урахуванням втрат на всіх стадіях виробництва пива табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Втрати під час виробництва пива

Найменування втрати	Найменування пива (за масовою часткою сухих речовин у початковому суслі, %)		
	Львівське оригінальне світле 12 %	Львівське 1715 11 %	Львівське особливе Різдвяне 13 %
1	2	3	4
Солоду під час очищення (від пилу, зернових домішок) % мас., від солоду, що надійшов у варильне відділення	0,1	0,1	0,1
Екстракту: з пивною дробиною, % мас. до маси зернопродуктів	1,75	2,2	2,2
під час охолодження, на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	6,3	5,5
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,5	2,2	2,2
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива,	2,3	2,4	2,4
в тому числі під час фільтрування	1,1	1,1	1,1
Під час розливу, % до об'єму відфільтрованого пива у: пляшки (за вирахуванням поверненого пива)	2,5	2,5	2,5
кеги (так само як у пляшки)	0,5	–	–

Закінчення табл. 4.2

1	2	3	4
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого суслу до готового пива)	12,0	12,8	12,1

Визначення кількості екстрактивних речовин у сировині

Львівське оригінальне світле. Виробляють із застосуванням 89,5% світлого солоду і 10,5% карамельного солоду, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 89,5 кг світлого солоду і 10,5 кг карамельного солоду.

Під час очищення світлого солоду втрати складають 0,1%, або:

$$89,5 \cdot 0,001 = 0,089 \text{ кг.}$$

На подрібнення світлого солоду поступає:

$$89,5 - 0,089 = 89,411 \text{ кг.}$$

Під час очищення карамельного солоду втрати складають 0,1%, або:

$$10,5 \cdot 0,001 = 0,010 \text{ кг.}$$

На подрібнення карамельного солоду поступає:

$$10,5 - 0,010 = 10,490 \text{ кг.}$$

За вологості світлого солоду 5% і карамельного солоду 6% кількість сухих речовин у заторі буде:

у світлому солоді — $89,411(1 - 0,05) = 88,46 \text{ кг};$

в карамельному солоді — $10,490(1 - 0,06) = 9,55 \text{ кг.}$

Всього сухих речовин в сировині $88,46 + 9,55 = 98,01 \text{ кг.}$

Вміст екстрактивних речовин (екстрактивність світлого солоду 78 %, а карамельного солоду - 72 % від маси сухих речовин) у сировині буде:

у світлому солоді — $88,46 \cdot 0,78 = 68,99 \text{ кг};$

в карамельному солоді — $9,55 \cdot 0,72 = 6,87 \text{ кг.}$

Всього екстрактивних речовин міститься: $68,99 + 6,87 = 75,9 \text{ кг.}$

Частина екстракту (1,75 % від маси зернопродуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в суслу перейде екстрактивних речовин:

$$75,9(1 - 0,0175) = 74,57 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині: $98,01 - 74,57 = 23,47 \text{ кг.}$

Львівське 1715. Виробляють із застосуванням 85% світлого солоду і 15% ячменю, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 85 кг світлого солоду і 15 кг ячменю.

Під час очищення світлого солоду втрати складають 0,1%, або:

$$85 \cdot 0,001 = 0,085 \text{ кг.}$$

На подрібнення світлого солоду поступає:

$$85 - 0,085 = 84,915 \text{ кг.}$$

Під час очищення ячменю втрати складають 0,1%, або:

$$15 \cdot 0,001 = 0,015 \text{ кг.}$$

На подрібнення ячменю поступає:

$$15 - 0,015 = 14,985 \text{ кг.}$$

За вологості світлого солоду 5% і ячменю 15% кількість сухих речовин у заторі буде:

$$\text{у світлому солоді — } 84,915(1 - 0,05) = 83,96 \text{ кг;}$$

$$\text{в ячменю — } 14,985(1 - 0,15) = 14,13 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього сухих речовин в сировині } 83,96 + 14,13 = 98,09 \text{ кг.}$$

Вміст екстрактивних речовин (екстрактивність світлого солоду 78 %, а ячменю - 72 % від маси сухих речовин) у сировині буде:

$$\text{у світлому солоді — } 83,96 \cdot 0,78 = 65,49 \text{ кг;}$$

$$\text{в ячменю — } 14,13 \cdot 0,72 = 10,17 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього екстрактивних речовин міститься: } 65,49 + 10,17 = 75,6 \text{ кг.}$$

Частина екстракту (1,75 % від маси зернопродуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$75,6(1 - 0,0175) = 74,27 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині: $98,09 - 74,27 = 23,82$ кг.

Львівське особливе Різдвяне. Виробляють із застосуванням 50% світлого солоду, 44% житнього ферментованого солоду, і 6% карамельного солоду, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 50 кг світлого солоду, 44 кг житнього ферментованого солоду і 6 кг карамельного солоду.

Під час очищення світлого солоду втрати складають 0,1%, або:

$$50 \cdot 0,001 = 0,05 \text{ кг.}$$

На подрібнення світлого солоду поступає:

$$50 - 0,05 = 49,95 \text{ кг.}$$

Під час очищення житнього ферментованого солоду втрати складають 0,1%, або:

$$44 \cdot 0,001 = 0,044 \text{ кг.}$$

На подрібнення житнього ферментованого солоду поступає:

$$44 - 0,044 = 43,956 \text{ кг.}$$

Під час очищення карамельного солоду втрати складають 0,1%, або:

$$6 \cdot 0,001 = 0,006 \text{ кг.}$$

На подрібнення карамельного солоду поступає:

$$6 - 0,006 = 5,994 \text{ кг.}$$

За вологості світлого солоду 5%, житнього ферментованого солоду 5% і карамельного солоду 6% кількість сухих речовин у заторі буде:

$$\text{у світлому солоді — } 49,95(1 - 0,05) = 47,45 \text{ кг;}$$

$$\text{в житньому ферментованому солоді — } 43,956(1 - 0,05) = 41,76 \text{ кг;}$$

$$\text{в карамельному солоді — } 5,994(1 - 0,06) = 5,63 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього сухих речовин в сировині } 47,45 + 41,76 + 5,63 = 88,84 \text{ кг.}$$

Вміст екстрактивних речовин (екстрактивність світлого солоду 78 %, житнього ферментованого солоду - 74% і карамельного солоду - 72 % від маси сухих речовин) у сировині буде:

у світлому солоді — $47,45 \cdot 0,78 = 37,01$ кг;
в житньому ферментованому солоді — $41,76 \cdot 0,74 = 30,9$ кг;
в карамельному солоді — $5,63 \cdot 0,72 = 4,05$ кг.

Всього екстрактивних речовин міститься:

$37,01 + 30,9 + 4,05 = 71,9$ кг.

Частина екстракту (1,75 % від маси зернопродуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сушло перейде екстрактивних речовин:

$71,9(1 - 0,0175) = 70,64$ кг.

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині:

$88,84 - 70,64 = 18,2$ кг.

Визначення проміжних продуктів

Вихідними даними для розрахунку кількості проміжних продуктів є величини початкової концентрації сушла і об'ємних втрат по стадіям виробництва пива (табл. 3.2).

Гаряче сушло. За наведеними розрахунками в сушло переходить така кількість екстрактивних речовин для пива:

Львівське світле оригінальне — 74,57 кг;

Львівське 1715 — 74,27 кг;

Львівське особливе Різдвяне — 70,64 кг.

За встановленої початкової концентрації сушла 12 % для пива Львівського світлого оригінального, 11 % для пива Львівське 1715 і 13 % для пива Львівське особливе Різдвяне із вказаної кількості екстрактивних речовин отримають сушла для пива:

Львівське світле оригінальне — $(74,57 \cdot 100) / 12 = 621,41$ кг;

Львівське 1715 — $(74,27 \cdot 100) / 11 = 675,18$ кг;

Львівське особливе Різдвяне — $(70,64 \cdot 100) / 13 = 543,38$ кг.

Об'єми сушла за температури 20°C і відносної густини сушла пива Львівського світлого оригінального — 1,0484, Львівського 1715 — 1,0442 і Львівського особливого Різдвяного — 1,0526 для пива:

Львівського світлого оригінального — $621,41 / 1,0484 = 592,72$ дм³;

Львівського 1715 — $675,18 / 1,0442 = 646,60$ дм³;

Львівського особливого Різдвяного — $543,38 / 1,0526 = 516,22$ дм³.

Об'єми гарячого сушла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 рази для проєктованих сортів пива дорівнюють:

Львівського світлого оригінального — $592,72 \cdot 1,04 = 616,43$ дм³;

Львівського 1715 — $646,60 \cdot 1,04 = 642,46$ дм³;

Львівського особливого Різдвяного — $516,22 \cdot 1,04 = 536,87$ дм³.

Холодне сушло. Втрати холодного сушла на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації, приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Львівського світлого оригінального — 5,8 %, для Львівського 1715 — 6,3 % і для Львівського особливого Різдвяного — 5,5 % від об'єму гарячого сушла, приведеного до об'єму за температури 20°C (табл. 3.2).

Таким чином, об'єми холодного сушла для проєктованих сортів пива:

Львівського світлого оригінального — $616,43(1 - 0,058) = 580,67 \text{ дм}^3$;
 Львівського 1715 — $642,46(1 - 0,063) = 601,98 \text{ дм}^3$;
 Львівського особливого Різдвяного — $536,87(1 - 0,055) = 507,34 \text{ дм}^3$.
Молоде пиво.

Втрати у цеху бродіння становлять для пива Львівського світлого оригінального — 2,5 %, Львівського 1715 і Львівського особливого Різдвяного — 2,2 % до об'єму холодного сусла (табл. 3.2).

За таких втрат кількість молодого пива:

Львівського світлого оригінального — $580,67(1 - 0,025) = 566,15 \text{ дм}^3$;
 Львівського 1715 — $601,98(1 - 0,022) = 588,73 \text{ дм}^3$;
 Львівського особливого Різдвяного — $507,34(1 - 0,022) = 496,17 \text{ дм}^3$.

Фільтроване пиво.

Втрати під час доброджування і фільтрування становлять для пива Львівського світлого оригінального — 2,3 %, Львівського 1715 і Львівського особливого Різдвяного — 2,4 % до об'єму молодого сусла (табл. 3.2). За таких втрат кількість фільтрованого пива:

Львівського світлого оригінального — $566,15(1 - 0,023) = 553,13 \text{ дм}^3$;
 Львівського 1715 — $588,73(1 - 0,024) = 574,60 \text{ дм}^3$;
 Львівського особливого Різдвяного — $496,17(1 - 0,024) = 484,23 \text{ дм}^3$.

Готове пиво.

Втрати готового пива до об'єму відфільтрованого пива під час розливу у пляшки становлять для всіх найменувань пива 2,5 %. Розлив за умовами курсового проекту передбачений тільки у скляну тару.

Отже, кількість готового пива буде:

Львівського світлого оригінального — $553,13(1 - 0,025) = 539,30 \text{ дм}^3$;
 Львівського 1715 — $574,60(1 - 0,025) = 560,23 \text{ дм}^3$;
 Львівського особливого Різдвяного — $484,23(1 - 0,025) = 472,12 \text{ дм}^3$.

Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до готового пива) визначаються за різницею об'ємів гарячого сусла і готового пива для пива:

Львівського світлого оригінального — $616,43 - 539,30 = 77,13 \text{ дм}^3$;
 Львівського 1715 — $642,46 - 560,23 = 82,23 \text{ дм}^3$;
 Львівського особливого Різдвяного — $536,87 - 472,12 = 64,75 \text{ дм}^3$,
 або у відсотках до об'єму гарячого сусла

Львівського світлого оригінального — $77,13 \cdot 100 / 616,43 = 12,51 \%$;

Львівського 1715 — $82,23 \cdot 100 / 642,46 = 12,8 \%$;

Львівського особливого Різдвяного — $64,75 \cdot 100 / 536,87 = 12,06 \%$.

Розрахунки витрат хмелепродуктів, молочної кислоти і ферментних препаратів

Хмелепродукти. Потрібну кількість пресованого шишкового хмелю, виходячи з гіркоти сусла, для охмелення сусла розраховують за формулою:

$$G_{\text{хм.прес.пиво}} = \frac{G_{\text{хм.прес.сус}} \cdot 100}{100 - V_{\text{пл.рід.фаза}}} \text{ г/дал пива,}$$

де $V_{\text{пл.рід.фаза}}$ — планові загальні втрати за рідкою фазою для відповідного сорту пива, %.

У разі використання для охмелення гранульованого хмелю чи хмельових екстрактів використовують формули:

$$G_{\text{хм.гран.пиво}} = \frac{0,9G_{\text{хм.гран.сус}} \cdot 100}{100 - V_{\text{пл.рід.фаза}}} \text{ г/дал пива,}$$

$$G_{\text{хм.екст.пиво}} = \frac{0,8G_{\text{хм.екст.сус}} \cdot 100}{100 - V_{\text{пл.рід.фаза}}} \text{ г/дал пива.}$$

За рецептурою (табл. 4.1) гіркота сусла для проєктованих сортів пива становить, г/дал.

Львівського світлого оригінального $\Gamma_{\text{сус. Льв.св.}} = 0,93$;

Львівського 1715 $\Gamma_{\text{сус. Льв.1715}} = 0,62$;

Львівського особливого Різдвяного $\Gamma_{\text{сус. Різдв.}} = 0,97$.

Охмелення проєктованої продукції здійснюють гранульованим хмелем з вмістом α -кислот 9,0 % і вологістю 10,3 % та хмелевим екстрактом з вмістом α -кислот 15,9 %, які забезпечують по 50 % гіркоти сусла і пива у співвідношенні 1:1.

Витрата хмелю становить для пива:

Львівського світлого оригінального:

$$G_{\text{хм.гран.сус.Льв.св.}} = \frac{0,9 \cdot 0,93 \cdot 10\,000 \cdot 0,5}{(9 + 1)(100 - 10,3)}$$

$$= 4,66 \text{ г/дал сусла}$$

$$G_{\text{хм.екст.сус.Льв.св.}} = \frac{0,8 \cdot 0,93 \cdot 100 \cdot 0,5}{15,9}$$

$$= 2,34 \text{ г/дал сусла}$$

$$G_{\text{хм.гран.пиво.Льв.св.}} = \frac{4,66 \cdot 100}{100 - 12,0} = 5,29 \text{ г/дал пива}$$

$$G_{\text{хм.екст.пиво.Льв.св.}} = \frac{2,34 \cdot 100}{100 - 12,0} = 2,66 \text{ г/дал пива}$$

де 0,5 — частка гіркоти, що забезпечується гранульованим хмелем та хмелевим екстрактом.

Львівського 1715:

$$G_{\text{хм.гран.сус.Льв.1715.}} = \frac{0,9 \cdot 0,62 \cdot 10\,000 \cdot 0,5}{(9 + 1)(100 - 10,3)}$$

$$= 3,11 \text{ г/дал сусла}$$

$$G_{\text{хм.екст.сус.Льв.1715}} = \frac{0,8 \cdot 0,62 \cdot 100 \cdot 0,5}{15,9} = 1,56 \text{ г/дал сусла,}$$

$$G_{\text{хм.гран.пиво.Льв.1715}} = \frac{3,11 \cdot 100}{100 - 12,8} = 3,56 \text{ г/дал пива,}$$

$$G_{\text{хм.екст.пиво.Льв.1715}} = \frac{1,56 \cdot 100}{100 - 12,8} = 1,79 \text{ г/дал пива.}$$

Львівського особливого Різдвяного:

$$G_{\text{хм.гран.сус.Різдв.}} = \frac{0,9 \cdot 0,97 \cdot 10\,000 \cdot 0,5}{(9 + 1)(100 - 10,3)} = 4,86 \text{ г/дал сусла,}$$

$$G_{\text{хм.екст.сус.Різдв.}} = \frac{0,8 \cdot 0,97 \cdot 100 \cdot 0,5}{15,9} = 2,44 \text{ г/дал сусла,}$$

$$G_{\text{хм.гран.пиво.Різдв.}} = \frac{4,86 \cdot 100}{100 - 12,1} = 5,53 \text{ г/дал пива,}$$

$$G_{\text{хм.екст.пиво.Різдв.}} = \frac{2,44 \cdot 100}{100 - 12,1} = 2,77 \text{ г/дал пива,}$$

Молочна кислота. Витрачається для підкислення затору із розрахунку 0,08 кг 100 %-ї молочної кислоти на 100 кг зернової сировини або 0,2 кг 40 %-ї молочної кислоти до маси зернової сировини. В практиці пивоваріння для підкислення затору може використовуватись до 5 % кислого солоду.

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

Визначення кількості відходів

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % (вологість залежить від способу вивантаження дробини із фільтр-апарату і знаходиться в межах 75...86 %) визначають множенням кількості СР, що залишились в дробині, на коефіцієнт $100/(100 - 86) = 7,14$. Кількість пивної дробини, що утворюється під час фільтрування затору для пива:

Львівського світлого оригінального — $23,47 \cdot 7,14 = 167,58$ кг;

Львівського 1715 — $23,82 \cdot 7,14 = 170,07$ кг;

Львівського особливого Різдвяного — $18,2 \cdot 7,14 = 129,95$ 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 направляється у відходи, визначають множенням кількості готового пива в дециметрах на 0,01 і становить для пива:

Львівського світлого оригінального — $539,30 \cdot 0,01 = 5,39$ дм³;

Львівського 1715 — $560,23 \cdot 0,01 = 5,6$ дм³;

Львівського особливого Різдяного — $472,12 \cdot 0,01 = 4,72$ дм³.

Діоксид вуглецю. За стехіометричним рівнянням спиртового бродіння із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджуванням екстрактом є мальтоза, то кількість утвореного діоксиду вуглецю розраховують за значеннями кількості холодного сусла і дійсного ступеня зброджування пива. Так, в бродильне відділення, для отримання пива, поступило холодного сусла:

Львівського світлого оригінального — $580,67 \cdot 1,0484 = 608,77$ кг;

Львівського 1715 — $601,98 \cdot 1,0442 = 628,58$ кг;

Львівського особливого Різдяного — $507,34 \cdot 1,0526 = 534,02$ кг.

В ньому міститься екстрактивних речовин для пива:

Львівського світлого оригінального — $608,77 \cdot 0,12 = 73,05$ кг;

Львівського 1715 — $628,58 \cdot 0,11 = 69,14$ кг;

Львівського особливого Різдяного — $534,02 \cdot 0,13 = 69,42$ кг.

За дійсного ступеня зброджування пива Львівського світлого оригінального 60 %, Львівського 1715 — 65 % і Львівського особливого Різдяного — 55,5 % утворюється діоксиду вуглецю для пива:

Львівського світлого оригінального — $73,05 \cdot 0,60 \cdot 176/342 = 22,55$ кг;

Львівського 1715 — $69,14 \cdot 0,65 \cdot 176/342 = 23,12$ кг;

Львівського особливого Різдяного — $69,42 \cdot 0,55 \cdot 176/342 = 19,64$ кг.

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

Львівським світлим оригінальним — $608,77 \cdot 0,0035 = 2,13$ кг;

Львівським 1715 — $628,58 \cdot 0,0035 = 2,2$ кг;

Львівським особливим Різдяним — $534,02 \cdot 0,0035 = 1,87$ кг.

Решта діоксиду вуглецю видаляється у атмосферу по сортам пива:

Львівським світлим оригінальним — $22,55 - 2,13 = 20,42$ кг;

Львівським 1715 — $23,12 - 2,2 = 20,92$ кг;

Львівським особливим Різдяним — $19,64 - 1,87 = 17,77$ кг.

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

Львівського світлого оригінального — $20,42 \cdot 1,832 = 37,41$ м³;

Львівського 1715 — $20,92 \cdot 1,832 = 38,32$ м³;

Львівського особливого Різдяного — $17,77 \cdot 1,832 = 32,55$ м³.

Кількість діоксиду вуглецю, що виділяється під час головного

Таблиця 4.3 - Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Найменування продукту	Львівське світле оригінальне на			Львівське 1715 на			Львівське особливе Різdv. на			Сума
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	3,3 млн дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	1,1 млн дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	1,1 млн дал	5,5 млн дал на рік
<i>Зернова сировина, кг:</i>										
світлий солод	89,5	1,66	13 944 000	85	1,52	4 256 000	50	1,06	2 968 000	21 168 000
житній ферментований солод	—	—	—	—	—	—	44	0,93	2 604 000	2 604 000
карамельний солод	10,5	0,19	1 596 000	—	—	—	6	0,13	364 000	1 960 000
ячмінь	—	—	—	15	0,27	756 000	—	—	—	756 000
Всього, кг	100	1,85	15 540 000	100	1,79	5 012 000	100	2,12	5 936 000	26 488 000
<i>Інші види сировини, кг</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Хмелепродукти, кг:</i>										
хміль пресований	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
хміль гранульований	0,0004	0,0053	44 520,00	0,0002	0,0036	10 080,00	0,0003	0,0055	15 400,00	70 000,00
екстракт хмельовий	0,0002	0,0027	22 680,00	0,0001	0,0018	5 040,00	0,0002	0,0028	7 840,00	35 560,00
Молочна кислота 100 % -ва, кг	0,08	0,0015	12 600,00	0,08	0,0014	3 920,00	0,08	0,0017	4 760,00	21 280,00
<i>Проміжні продукти, дм³:</i>										
гаряче сушло	616,43	11,43	96 012 000	642,46	11,47	32 116 000	536,87	11,37	31 836 000	159 964 000

Закінчення табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
холодне сушло	580,67	10,77	90 468 000	601,98	10,7 4	30 072 000	507,31	10,7 4	30 072 000	150 582 000
молоде пиво	566,15	10,50	88 200 000	588,73	10,5 1	29 428 000	496,17	10,5 1	29 428 000	147 056 000
фільтроване пиво	553,13	10,26	56 184 000	574,60	10,2 6	28 728 000	484,23	10,2 6	28 728 000	113 640 000
готове пиво	539,30	10,00	84 000 000	560,23	10,0 0	28 000 000	472,12	10,0 0	28 000 000	140 000 000
<i>Відходи:</i>										
пивна дробина, кг	167,57	3,11	26 124 000	170,07	3,03	8 484 000	129,94	2,75	7 700 000	42 308 000
відстій білковий, кг	1,75	0,03	252 000	1,75	0,03	84 000	1,75	0,04	84 000	420 000
надлишкові дріжджі, дм ³	5,39	0,10	840 000	5,6	0,10	280 000	4,72	0,10	280 000	1 400 000
діоксид вуглецю, кг	20,42	0,38	3 192 000	20,92	0,38	1 064 000	17,77	0,38	1 064 000	5 320 000
відходи під час підготовки солоду, кг	0,089	0,002	16 800	0,085	0,00 1	2 800	0,05	0,00 1	2 800	22 400
Виправний брак пива, дм ³	10,78	0,20	1 680 000	11,2	0,20	560 000	9,44	0,20	560 000	2 800 000

Розрахунки необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів

Пляшки. За завдання до кваліфікаційної роботи усе пиво розливають у скляні пляшки місткістю 0,5 дм³. Необхідну кількість пляшок визначають за формулами:

$$N_{\text{пл.заг.}} = \frac{Q_{\text{пл}} \cdot 10 \cdot 100}{V (100 - K_6)} \text{ шт.},$$

$$N_{\text{пл.нов.}} = \frac{Q_{\text{пл}} \cdot 10 (K_n + K_6)}{100V} \text{ шт.},$$

$$N_{\text{пл.об.}} = \frac{Q_{\text{пл}} \cdot 10}{Vn} \text{ шт.},$$

де $N_{\text{пл.об.}}$, $N_{\text{пл.нов.}}$ — необхідна кількість пляшок відповідно оборотних і нових, шт.;

$Q_{\text{пл}}$ — річний випуск продукції в пляшках, дм³;

$V = 0,5$ — місткість пляшки, дм³;

$K_6 = 3,09$ — бій пляшок під час зберігання, миття і розливу, %;

$K_n = 5$ — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %;

$n = 40$ — кількість обертів пляшок в рік, шт.;

10 — коефіцієнт перерахунку декалітрів у дециметри кубічні.

За асортиментом і обсягом проектованої продукції (табл. 2.1) 5,5 млн дал пива розливають у пляшки місткістю 0,5 дм³. Отже, річна потреба загальної кількості пляшок місткістю 0,5 дм³, а також оборотних і нових:

$$N_{\text{пл.заг.}} = \frac{55000\ 000 \cdot 10 \cdot 100}{0,5 (100 - 3,09)} = 113507378 \text{ шт.},$$

$$N_{\text{пл.нов.}} = \frac{5500\ 000 \cdot 10 (5 + 3,09)}{100 \cdot 0,5} = 8899000 \text{ шт.},$$

$$N_{\text{пл.об.}} = \frac{5500\ 000 \cdot 10}{40} = 1375000 \text{ шт.},$$

Гофролотки. В стандартні гофролотки укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм³ і обгортають їх плівкою ПЕТ. З урахуванням 0,1 % втрат гофролотків для укладання всієї продукції їх потрібно:

$$N_{\text{гофро}} = \frac{Q_{\text{пл}}}{0,5 \cdot 20 \cdot 0,999} = \frac{5500\ 000}{0,5 \cdot 20 \cdot 0,999} = 550551 \text{ шт.}$$

Таблиця 4.4 – Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Найменування тари і допоміжних матеріалів	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	добу	рік
Пляшки, шт., в т. ч.: оборотні нові	476922	113507378
	5777	1375000
	372391	8899000
Гофрлотки для вкладання пляшок, шт.	2313	550551
Плівка ПЕТ для обгортання гофрлотків, кг	92,5	22022,02
Кронен-корка на пляшки, шт.	48298	11495 000
Етикетки, шт., на: пляшки	482983	114 950 000
Луг, кг	46,2	11000
Клей для наклеювання етикеток, кг	132,8	31611,25

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 такою продуктивністю, як і норія 10 т/год.

Ваги автоматичні для зважування солоду повинні мати таку ж саму потужність, як і норія. Обираємо ваги марки Обираємо ваги марки ВАП-20-037 (Д-20) продуктивністю 20-50 т/год.

55

Бункери добового запасу зернопродуктів. Відповідно до норм технологічного проектування загальна кількість бункерів повинна дорівнювати добовому запасу зернопродуктів, тобто 93 т. Розрахунок обладнання ведеться для різних сортів пива, тому виходячи з розрахунку продуктів потрібно розрахувати об'єм добового запасу солоду для кожного з сортів проєктованого пива.

Об'єм бункера добового запасу світлого солоду:

$$V_{\text{доб.св.сол.}} = \frac{36,51 \cdot 1}{0,53} \cdot 1,1 = 75,78 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера добового запасу карамельного солоду:

$$V_{\text{доб.св.сол.}} = \frac{36,51 \cdot 0,2}{0,53} \cdot 1,1 = 15,15 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера добового запасу житнього ферментованого солоду:

$$V_{\text{доб.св.сол.}} = \frac{36,51 \cdot 0,1}{0,53} \cdot 1,1 = 7,58 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера добового запасу ячменю:

$$V_{\text{доб.св.сол.}} = \frac{36,51 \cdot 0,15}{0,53} \cdot 1,1 = 11,37 \text{ м}^3.$$

Обираємо 1 бункер для світлого солоду об'ємом 100 м³, 1 бункер для карамельного солоду об'ємом 20 м³, 1 бункер для житнього ферментованого солоду об'ємом 10 м³ та 1 бункер для ячменю об'ємом 15 м³.

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

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,5774 \cdot 4 = 1,63 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{200}{4^2} - \frac{1}{3} \cdot 1,63 = 19,9 \text{ м.}$$

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

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,5774 \cdot 2 = 0,82 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{40}{2^2} - \frac{1}{3} \cdot 0,82 = 7,95 \text{ м.}$$

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

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,5774 \cdot 2 = 0,82 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

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

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

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,5774 \cdot 2 = 0,82 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

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

Повітряно-ситовий сепаратор для очищення солоду від домішок обираємо ЗСМ-5 продуктивністю 5 т/год.

Підбираємо магнітний сепаратор СТ-66 з електродвигуном ХВД 1,5-4-35. Продуктивність даного апарату 4-6 т/год. Потужність електродвигуна - 1,3 кВт.

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

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

Обираємо дробарку мокрого подрібнення ML-16 потужністю 12 т/год.

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

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

Приймаємо дробарку сухого помелу потужністю 10 т/год.

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

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

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

Сушловарильний апарат. Приймаємо один апарат ВКС-5 засипом на 10,0 т.

Збірник промивних вод. На 1 т зернопродуктів, що надходять на варку, має в збірнику має бути 2,4 м³ об'єму збірника, тоді:

$$2,4 \cdot 10 = 24 \text{ м}^3.$$

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

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot l}$$
$$l = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2}$$
$$l = \frac{4 \cdot 24}{3,14 \cdot 3^2} = 3,5 \text{ м.}$$

Збірник для сушла на виході з фільтрпресу повинен мати таку ж місткість, як і сушловарильний апарат. Тому приймаємо збірник об'ємом 50 м³.

Насос для перекачування затору. Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3 - 3,5 дм³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 10 т зернопродуктів відповідно 10000 · 3,5 = 350 м³.

Насос мутного сушла. Потужність насосу мутного сушла:

$$Q = G_{\text{зат}} \cdot V \cdot K \cdot 60/\tau,$$
$$Q = 10000 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot 60/10 = 24,0 \text{ м}^3.$$

Насос для перекачування сушла. Відповідно до режиму варки сушла з хмелем перекачка охмеленого сушла із сушловарильного апарату йде на протязі 30 хвилин. Для розрахованої потужності приймаємо насоси СОТ-100М продуктивністю 100 м³/год та напором 50 м³.

Гідроциклонний апарат. Для підпору Вірпула 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:

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

Приймаємо гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-16 продуктивністю 732 м³/год, повний об'єм 90 м³.

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

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

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

$$H = 1,2 \cdot 2,7 = 3,3 \text{ м.}$$

Специфікація технологічного обладнання наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	№ на АТ С	Найменування, тип обладнання	Кількість, шт	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи електродвигуна, год/добу	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1		Норія ЕЛГ-160	1	Потужність - 50 т/год; висота норії не більше 40 м; ширина стрічки 300 мм; крок ковшів 180 мм; швидкість головки 405 кг	3,2	4,5	–
2		Шнек	1	Продуктивність 12 т/год	–	4,5	–
3		Ваги автоматичні ВАП-20-037 (Д-20)	5	Продуктивність – 20-60 т/год, величина порції – 300-500 кг	–	–	–
4		Бункер для світлого солоду	1	Об'єм 200 м ³ , сторона а = 4 м, h ₁ = 1,63 м, h = 19,9 м	–	–	–
5		Бункер для карамельного солоду	1	Об'єм 40 м ³ , сторона а = 2 м, h ₁ = 0,82 м, h = 7,95 м	–	–	–
6		Бункер для житнього ферментованого солоду	1	Об'єм 20 м ³ , сторона а = 2 м, h ₁ = 0,82 м, h = 3,85 м	–	–	–
7		Бункер ячменю	1	Об'єм 30 м ³ , сторона а = 2 м, h ₁ = 0,82 м, h = 5,9 м	–	–	–

Закінчення табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
8		Повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-5	1	Продуктивність 8,3 т/год, габаритні розміри 2700×2790×2670	1,1	10	Механічний завод СВТП «Механік»
9		Електромагнітний сепаратор	1	Продуктивність 4-6 т/год, габаритні розміри барабана 800×800	1,3	10	Механічний завод СВТП «Механік»
10		Дробарка мокрою подрібнення ML-16	1	Потужність 12 т/год	10	7	те саме
11		Молоткова дробарка Меуга	1	Потужність 10 т/год	10	7	те саме
12		Заторний апарат ВКЗ-5	2	Місткість 33 м ³ , площа поверхні нагріву 20,8 м ² , діаметр 4800 мм, висота циліндричної частини 1210 мм, кришки 2500 мм, сферичного днища 1060 мм	32,5	11	те саме
13		Фільтрпрес Меуга 2001	1	15000х2400х2300	—	—	те саме
14		Бункер дробини ВСТ-V9	1	Засипом на 6,0 т.	—	—	те саме
15		Збірник промивних вод	1	Довжина 3500 мм, діаметр 3000 мм, об'єм - 24 м ³	—	—	те саме
16		Сушварильний апарат	1	Місткість 45,6 м ³ , площа поверхні нагріву 47,2 м ² , діаметр 5200 мм	7,5	10	те саме
17		Гідроциклонний апарат	1	Продуктивність 790 м ³ /год, повний об'єм 90 м ³	—	—	те саме
18		Збірник білкового бруху	1	Об'єм 18 м ³ , діаметр 2700 мм	—	—	те саме

6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Схема технохімічного та мікробіологічного контролю якості сировини, допоміжних матеріалів і напівпродуктів у виробничому процесі, а також товарної продукції та відходів виробництва наведена в табл. 6.1, 6.2 [21].

Таблиця 6.1 – Схема технохімічного контролю у варильному відділенні

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Органолептично	Однорідна зернова маса, без плісняви	В день надходження на завод	Хімік
		Колір		Світло-жовтий або жовтий		
		Смак		Солодовий		
	В середній пробі від партії	Прохід крізь сито (2,2×20) мм, %	Ваговий	Не більше 3,0	Те саме	Те саме
		Масова частка смітних домішок, %		Не більше 0,3		
		Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	Не більше 5,0		
Хміль гранульований	В середній пробі від партії	Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	7,0...10,0	Під час приймання	Хімік
		Масова частка α-кислот, %	Поляриметричний	Не менше 2,5		

Закінчення табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7
Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Жорсткість, ммоль/дм ³	Комплексонометричний	2,0...4,0	Кожний день	Хімік
	В середній пробі	Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	Перманганатометричний	Не більше 0,2	Те саме	Те саме
	В середній пробі	Лужність, моль/дм ³	Титрометричний	0,5...1,5	—«»—	—«»—
Подрібнення солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %: лузга крупка мілка крупка крупна борошно	Ваговий	15...18 30...35 18...22 25...35	Не рідше 1 разу на декаду і під час установлення валків солодо-дробарок	Хімік
Приготування затору	Заторний апарат	рН затору	рН-метром	5,4...5,6	1 раз у 10 днів	Хімік
Гаряче сусло	Суслівна лінія	рН сусла	рН-метром	5,4...5,6		
		Повнота оцукрювання	Проба на йод	Відсутність темного забарвлення		
		Кольоровість, 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		

Таблиця 6.2 – Схема мікробіологічного контролю

Об'єкт контролю	Параметр, що контролюється	Метод і частота контролю	Об'єм, що висівається, см ³	Нормативний параметр	Хто контролює, де фіксується результат
Сусло	Число бактерій	Метод мембранно і фільтрації, кожного тижня	30	Відсутні	Мікробіолог, інформаційний журнал
	Кислотоутворюючі бактерії		100	Відсутні	
	Дріжджі		100	відсутні	

Карта метрологічного забезпечення варильного цеху, наведена в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Карта метрологічного забезпечення варильного цеху

Найменування параметрів (показників) технологічного процесу	Нормативне значення параметра з допустимим технологічним відхиленням	Допустима похибка вимірювань (точність)	Науково-технічна документація, яка регламентує відхилення і похибки	Засоби вимірювання і випробування системи автоматичного контролю. регулювання	Засоби для лабораторного контролю параметрів	Взаємозамінність засобів вимірювання
1	2	3	4	5	6	7
Замочування ячменю (температура приміщення °С)	18-20	±0,3	ДСТУ 3769	Термометр метеорологічний Психометричний ТМ-4 з діапазоном виміру від -25...+50°С		Термометр метеорологічний Психометричний ТМ-4 з діапазоном виміру від -35...+40°С максимальний ТМ-1
Підігрів солоду і несолодженних матеріалів, °С	50-52	±1	згідно з чинною НД	Термометр рідинний манометричний конденсаційний, з показами ТКП-60С		Психометр ПБУ-1,3-100

±1

0...+100°C

Продовження табл. 6.3

63

1	2	3	4	5	6	7
Маса солоду і ячменю (питомі втрати на 1 дал пива, г)	20-60	±0,1	ДСТУ 4282:2004	Ваги важільні загального призначення з нормативними точностями	-	Вагові дозатори
Об'єм дріжджів (норма введення в пивне сусло, л/гл сусла)	0,4-1	±0,5	згідно з чинною НД	Ваги ВНЦ-2 20-2000 р	-	Замінюється аналогом
Вимірювання рівня солоду в валковій дробарці, м ³	0,1	±0,5	згідно з чинною НД	Рівнемір типу РУС, манометр диференціальний сильфонний	-	Індикатори рівня ЭИУ-2
Температура води для мокрого подрібнення солоду, °С	35-50	±1	ДСТУ 7525:2014	Термометр рідинний манометричний конденсаційний, з показами ТКП-60С	-	Психрометр ПБУ-1,3-100 ⁶⁵
Затирання солоду і ячменю на 100 кг продукту: 1. Об'єм води, дм ³ 2. Температура солоду при підігріві, °С	350-500 50-70	±1 ±1	ДСТУ 7525:2014 ДСТУ 4282:2004	Ротаметр РЕД-3104 Манометричний термометр ЭКТ-1	-	Ротаметри пневматичні РП, мод. РПК, РПОК, РПФК Манометричний термометр ЭКТ-2

Продовження табл. 6.3

1	2	3	4	5	6	7 ⁶⁴
Рівень середовища у заторному апараті, м ³	18	-	згідно з чинною НД	Рівнемір з пневматичним вихідним сигналом УВРСМ-П	-	Рівнеміри VLI (мод. 23614-А/В/КУО, 34300-А/В/КЮ)
Тиск в паропровідах заторного апарату, МПа	0,245	-	згідно з чинною НД	Дифманометр типу ДТ	-	Манометри ДМ 15 (ДМ 14); Манометри ДМ 02 (ДМ 01);
Температура води в фільтр-пресі, °С	75-78	-	згідно з чинною НД	Манометричний термометр ТМ ЭКТ-1	-	Манометричний термометр ТМ ЭКТ-2
Рівень шару фільтраційного затору, см	30-40	±0,05	згідно з чинною НД	Поплавковий сигналізатор рівня СУ-110	-	Рівнемір типу РУС; манометр диференціальний сільфонний з показами ДСП-160-М1
Рієнь сула в суловарильному апараті, м ³	23	-	згідно з чинною НД	Рівнемір з пневматичним вихідним сигналом УВРСМ-П	-	Рівнемір типу РУС; манометр диференціальний сільфонний
Тиск в суловарильному апараті, МПа	0,2	±0,45	згідно з чинною НД	Манометр показуючий сигналізуючий вибухозахисний ДВ2005Сг1Ех	-	Манометр показуючий сигналізуючий вибухозахисний ДМ2005Сг1Ех ДА2005Сг1Ех

Закінчення табл. 6.3

1	2	3	4	5	6	7
Температура кипіння відфільтрованого сусла з хмелем, °С	96-100	±1,5	ДСТУ 7067:2009	Манометричний термометр ЭКТ-1	-	Манометричний термометр ЭКТ-2
Температура охолодження пивного сусла, °С	До 55	-	згідно з чинною НД	Термометр рідинний манометричний конденсаційний, з показами ТКП-60С 0...+100°С	-	Манометричний термометр показуючий ТКП-160Сг-М2
Тиск при подачі в сепаратор, МПа	0,2	±0,45	згідно з чинною НД	Манометр показуючий сигналізуючий вибухозахищений ДВ2005Сг1Ех	-	Манометр показуючий сигналізуючий вибухозахищений ДМ2005Сг1Ех ДА2005Сг1Ех
Тиск в сепараторі, МПа	0,2	±0,5	згідно з чинною НД	Манометр показуючий сигналізуючий вибухозахищений ДВ2005Сг1Ех	-	Манометр показуючий сигналізуючий вибухозахищений ДМ2005Сг1Ех
Температура сусла в пластинчатому теплообміннику, °С	До 6	±0,5	згідно з чинною НД	Термометр рідинний манометричний конденсаційний	-	Манометричний термометр показуючий ТКП-160Сг-М2

ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Рівень безпеки зайнятості залежить від рівня юридичного обслуговування справ, тобто від якості та повноти викладання відповідних вимог законів та інших нормативних актів. В Україні прийнято та діє Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону життя і здоров'я у процесі праці та засади державної політики у цій сфері, регулює відносини між громадянами України та громадянами України, між роботодавцем і працівником, безпека, здоров'я на виробництві та навколишнє середовище праці та встановлює єдиний порядок організації охорони праці в країні.

Згідно зі ст. 15 Закону «Про охорону праці» така служба обов'язково повинна бути створена на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб у відповідності з Типовим положенням про службу охорони праці. Також має бути розроблено Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначено структуру такої служби, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників.

На підприємствах з кількістю працівників менше 50 чоловік функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. А на підприємствах з кількістю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці можуть на договірних засадах залучатися сторонні фахівці, які мають не менше трьох років виробничого стажу і пройшли навчання з охорони праці. Слід зазначити, що підпис у колективному договорі свідчить про те, що працівник ознайомлений зі специфікою трудової діяльності та згоден виконувати ці вимоги.

Обов'язок роботодавця — затвердити документи, які передбачені ст. 13 Закону «Про охорону праці». Вони повинні встановлювати правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках і робочих місцях. Інструкції та інша документація з охорони праці розробляються на підставі положень законодавства з охорони праці, типових інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням виду діяльності підприємства і конкретних умов праці на ньому, керівниками структурних підрозділів.

Також на підприємстві впроваджено сучасні засоби захисту, які запобігають нещасним випадкам на виробництві та забезпечують санітарно-гігієнічні умови. Кожен працівник попереджається про фактори ризику та негативні фактори, що впливають на організм:

- Підвищена вологість повітря;
- Слизька підлога;
- Підвищена або знижена температура повітря;
- Некомпетентність (халатність) персоналу;
- Недотримання виробничих інструкцій тощо.

Працівникам, які працюють на відкритому повітрі або в неопалюваних приміщеннях у холодну пору року, вантажникам та деяким іншим категоріям

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційною роботою передбачено проектування варильного відділення пивзаводу потужністю 5,5 млн. дал пива на рік з впровадженням інноваційних технологій і новітнього устаткування.

1. Технологічні рішення передбачені на базі аналізу і виборі способів, що застосовані для виробництва пива світлого «Львівське оригінальне світле», "Львівське 1715" і пива темного "Львівське особливе Різдвяне" у співвідношенні (60:20:20) % з використанням відповідної сировини згідно з рецептурами.

2. Передбачено використання для очищення зернопродуктів від домішок, металевих включень, пилу повітряно-ситових та магнітних сепараторів; подрібнення солоду здійснюється дробаркою мокрою помелу; затирання подрібнених зернопродуктів проводять одновідварним способом; застосований фільтрпрес Meura-2001 і гідроциклонний апарат «Вірпул» для освітлення сула.

3. Для прискорення фільтрування запроваджено фільтр-прес, що має наступні переваги перед фільтраційним апаратом:

- скорочується час фільтрування;
- підвищується вихід екстракту (приблизно на 1%);
- знижується витрата води на промивання дробини.

4. У кваліфікаційній роботі приведено:

- структуру і режими роботи підприємства,
- здійснено вибір та обґрунтування способів приготування сула,
- характеристику проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів,
- розрахунки технологічного обладнання,
- схему технохімічного, мікробіологічного контролю і метрологічного забезпечення,
- заходи з охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3888 15. Пиво. Загальні технічні умови: [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 14 с.
2. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови : [Чинний від 2004–1–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
3. ДСТУ 4098.1-2002. Хміль ароматичний. Технічні умови : [Чинний від 2003–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 16 с.
4. ДСТУ 7028:2009. Гранули хмелю. Технічні умови. [Чинний від 2019–01–11]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009.
5. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технологічні вимоги : [Чинний від 1999–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с.
6. ДСТУ 4621:2006. Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008–01–03]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006.
7. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода: учеб.-метод. пособие. Санкт-Петербург.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с.
8. Гуць В.С., Євтушенко О.В. Основи промислового будівництва та санітарної техніки: конспект лекцій для студентів напрямів підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 6.050601 «Теплоенергетика», 6.050604 «Енергомашинобудування» денної та заочної форм навчання. Київ: НУХТ, 2012. 120 с.
9. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива : підручник. Київ: ІНК ОС, 2004. 426 с.
10. Електронний ресурс. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> : ДСанПіН 2.2.4-171-10. [Чинний від 2010–12–05]. (Дата звернення 05.05.2022)
11. Інформаційний ресурс Пивні коментарі (Beer Comments) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://beercomments.com.ua/> (Дата звернення 15.05.2022)
12. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 1.07.1998 р. №19 Дата оновлення: 04.02.2021. [Електронний ресурс]: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр#Tex> (Дата звернення 15.05.2022)
13. Сайт ПрАТ «Укрпиво» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://www.ukrpivo.com> (Дата звернення 25.05.2022)
14. Ильина Е.В. Малые предприятия по производству пива, безалкогольных напитков, спирта и ликероводочных изделий : учеб. пособие. Москва: ДеЛи принт, 2006. 128 с.
15. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства / С. В. Іванов, В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський та ін. Київ: НУХТ, 2012. 487 с

16. Кошова В.М., Куц А.М., Лубяной М.О. Чисте довкілля – додатковий прибуток. Харчова промисловість. 2014, № 14. С. 72-77.
17. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива.; пер. с нем. Санкт Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.
18. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П. Л. Шиян, В. Л. Прибильський, А. М. Куц та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)
19. Ляшенко Н. И. Биохимия хмеля и хмелепродуктов. Житомир: Полісся, 2002. 388 с.
20. Мелетьєв А. Є. Технологія продуктів бродіння і напоїв: українсько-російський тлумачний словник. Київ: НУХТ, 2011. 192 с.
21. Мелетьєв А. Є., Тодосійчук 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.
22. 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.
23. Микробиологія пива: пер. с англ. ; под ред. Фергюса Дж. Приста и Йена Кэмпбелла, 3-е изд. Санкт Петербург: Профессия, 2005. 257 с.
24. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения ; пер. с нем. Санкт Петербург: Профессия, 2007. 640 с.
25. Облік і звітність у виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв : навч. посібник / В. А. Домарецький, А. Є. Мелетьєв, М. О. Денисов, Р. В. Білошицька. Київ : Фірма ІНКІОС, 2005. 191 с.
26. Ратошнюк Т. М. Перспективи розвитку хмелярства України в контексті євроінтеграційних процесів. Економіка АПК. 2008. № 4. с. 59 - 62.
27. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах : навч. посібник / А.Є. Мелетьєв та ін.// під ред. А. Є. Мелетьєва. Київ. : НУХТ, 2007. 256 с.