

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

Оксана КОЧУБЕЙ-
ЛИТВІНЕНКО
(підпис)

« » червня 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 13 млн дал пива на рік з впровадженням режимів максимального видалення диметилсульфід у під час кип'ятіння суслу з хмелем**

Виконав: здобувач 4 курсу,

групи ТБ-4-8ск

Гаврилук Андрій Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник Хіврич Борис Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент Руденко Олександр Юрійович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

(підпис)

Андрій ГАВРИЛЮК

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства
Освітній ступень – «бакалавр»
Спеціальність – 181 «Харчові технології»
Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології продуктів бродіння та виноробства

_____ Анатолій КУЦ

27 березня 2023 року

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

Гаврилук Андрій Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 13 млн дал пива на рік з впровадженням режимів максимального видалення диметилсульфіду під час кип'ятіння суслу з хмелем

Керівник роботи Хіврич Борис Іванович, к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 05 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Потужність підприємства – 13,0 млн дал пива на рік. 2. Асортимент пива: Європейське світле – 65%, Традиційне – 5%, Українське темне – 30%

4. Продуктові розрахунки виконують на 100 кг зернопродуктів, 1 дал і річну потужність

5. Запровадити режими максимального видалення диметилсульфіду в суслі

4. Зміст пояснювальної записки

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

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Дата видачі завдання 21 березня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

Андрій ГАВРИЛЮК

Керівник роботи, доцент

Борис ХІВРИЧ

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи : «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 13 млн дал пива на рік з впровадженням режимів максимального видалення диметилсульфіду під час кип'ятіння сусла з хмелем».

В кваліфікаційній роботі проаналізовано технологію виробництва пивного сусла. Основну увагу зосереджено на максимальному видаленні диметилсульфіду (ДМС) під час кип'ятіння сусла з хмелем. У роботі обґрунтовано можливий випуск трьох сортів пива: Європейське світле, Традиційне світле та Українське темне, які виготовляють з використанням різних видів солоду та ячменю. Також описано структуру та режими роботи відділень пивзаводу, проектувану продукцію, використану сировину, основні і допоміжні матеріали, а також вибрані методи, режими та обладнання для виробництва пивного сусла.

Для подрібнення солоду і ячменю використовується сухий метод з використанням молоткової дробарки, що дозволяє забезпечити дрібний фракційний помел. Затір фільтрується на автоматизованому фільтр-пресі. Застосовується одновідварний спосіб затирання солоду і несолодженої сировини у сучасних заторних апаратах з мішалками з профільованими плечима. Додаванням молочної кислоти забезпечується підкислення затору до оптимального рівня рН 5,2...5,3 для дії амілолітичних ферментів, які розкладають крохмал і високомолекулярні декстрини.

При кип'ятінні сусла з хмелем, для ефективного видалення ДМС використовується динамічний спосіб за низького надлишкового тиску, суловарильний апарата в якому теплообмінник має подвійний відбивний екраном. Охмелене сусло освітлюється в гідроциклонному апараті типу "Вірпул", а охолодження освітленого сусла здійснюється у двосекційному пластинчастому теплообміннику.

Запропоновано використання стріпінгу освітленого сусла для ефективного видалення небажаних ароматичних речовин та диметилсульфіду (ДМС), що сприяє покращенню смакових характеристик пива.

Виконано розрахунки продуктів, основних та допоміжних матеріалів, на підставі яких розраховано технологічне і допоміжне обладнання. Розроблені схеми технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва з метрологічним забезпечення їх та заходи з охорони праці у варильному відділенні.

Ключові слова: солод, гранульований хміль, пивне сусло, автоматизований фільтр-прес, затирання, фільтрування, стріпінг сусла

					АНОТАЦІЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ANOTATION

The topic of the qualification work: "The project of the brewing department of the brewery with a capacity of 13 million dal of beer per year with the implementation of modes of maximum removal of dimethyl sulfide during boiling of wort with hops."

The qualification work analyzed the beer wort production technology. The main attention is focused on the maximum removal of dimethyl sulfide (DMS) during boiling of wort with hops. The paper substantiates the possible production of three types of beer: European light, traditional and Ukrainian dark, which are made using different types of malt and barley. The structure and modes of operation of the brewery departments, the designed products, the raw materials used, the main and auxiliary materials, as well as the selected methods, modes and equipment for the production of beer wort are also described.

A dry method is used for crushing malt and barley with the use of a hammer crusher, which allows for fine fractional grinding. The mash is filtered on an automated filter press. A single-boil method of mashing malt and unmalted raw materials is used in modern mashing machines with agitators with profiled shoulders. The addition of lactic acid ensures acidification of the mash to the optimal pH level of 5.2...5.3 for the action of amylolytic enzymes that break down starch and high molecular weight dex- trins.

When boiling wort with hops, for effective removal of DMS, a dynamic method is used under low excess pressure, a wort-cooking apparatus in which the heat exchanger has a double baffle screen. Hopped wort is clarified in a hydrocyclone apparatus of the "Whirlpool" type, and cooling of the clarified wort is carried out in a two-section plate heat exchanger.

It is proposed to use the stripping of clarified wort for the effective removal of unwanted aromatic substances and dimethyl sulfide (DMS), which contributes to the improvement of the taste characteristics of beer.

Calculations of products, main and auxiliary materials, on the basis of which tech- nological and auxiliary equipment were calculated, were performed. Schemes of tech- nochemical and microbiological control of production with metrological support and labor protection measures in the cooking department have been developed.

Key words: malt, granulated hops, beer wort, automated filter press, mashing, filtering, wort stripping

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

ABSTRAKCYJNY

Temat pracy kwalifikacyjnej: „Projekt wydziału piwowarskiego browaru o wydajności 13 mln dal piwa rocznie wraz z wykonaniem trybów maksymalnego usuwania siarczku dimetylu podczas gotowania brzezki z chmielem”.

W pracy kwalifikacyjnej przeanalizowano technologię produkcji brzezki piwnej. Główną uwagę zwrócono na maksymalne usunięcie siarczku dimetylu (DMS) podczas gotowania brzezki z chmielem. Artykuł uzasadnia możliwość uwolnienia trzech rodzajów piwa: europejskiego jasnego, tradycyjnego i ukraińskiego ciemnego, które są wytwarzane z różnych rodzajów słodu i jęczmienia. Opisano również strukturę i tryby pracy wydziałów browaru, projektowane produkty, stosowane surowce, materiały główne i pomocnicze, a także wybrane metody, tryby i urządzenia do produkcji brzezki piwnej.

Do rozdrabniania słodu i jęczmienia stosuje się metodę suchą za pomocą kruszarki młotkowej, która pozwala na drobne rozdrobnienie frakcyjne. Zacier jest filtrowany na automatycznej prasie filtracyjnej. Jednowarstwową metodę zacierania słodu i surowców niesłodowanych stosuje się w nowoczesnych zacieraczkach z mieszadłami o profilowanych łopatkach. Dodatek kwasu mlekowego zapewnia zakwaszenie zacieru do optymalnego poziomu pH 5,2...5,3 dla działania enzymów amylolitycznych rozkładających skrobię i dekstryny wielkocząsteczkowe.

Podczas gotowania brzezki z chmielem, w celu skutecznego usunięcia DMS, stosuje się metodę dynamiczną przy niskim nadciśnieniu, aparat do zaparzania brzezki, w którym wymiennik ciepła posiada podwójną przegrodę. Klarowanie brzezki chmielowej odbywa się w aparacie hydrocyklonowym typu „Whirlpool”, a schładzanie brzezki klarowanej odbywa się w dwusekcyjnym płytowym wymienniku ciepła.

Proponuje się wykorzystanie strippingu brzezki klarowanej do skutecznego usunięcia niepożądanych substancji aromatycznych oraz siarczku dimetylu (DMS), co przyczynia się do poprawy walorów smakowych piwa.

Wykonano obliczenia wyrobów, materiałów głównych i pomocniczych, na podstawie których obliczono wyposażenie technologiczne i pomocnicze. Opracowano schematy technochemicznej i mikrobiologicznej kontroli produkcji wraz ze wsparciem metrologicznym i środkami ochrony pracy na dziale kulinarnym.

Słowa kluczowe: sód, chmiel granulowany, brzezka piwna, automatyczna prasa filtracyjna, zacieranie, filtracja, odpędzanie brzezki

					АНОТАЦІЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	9
1.1 Структура підприємства	9
1.2 Режими роботи.....	9
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУ- ВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	10
2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції	10
2.2 Принципова технологічна схема	11
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів приготування пивного сусла з впровадженням режимів максимального видалення диметилсульфіду під час кип'ятіння сусла з хмелем	12
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	28
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	30
3.1 Характеристика проектованої продукції	30
3.2 Характеристика сировини	33
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	40
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	41
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	51
6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИ- ЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	58
7 ОХОРОНА ПРАЦІ	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69

						Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 13 млн дал пива на рік з впровадженням режимів максимального видалення диметилсульфіду під час кип'ятіння сусла з хмелем						
Зм.	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата								
Розроб.		Гаврилюк А. І.			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА			Літера	Аркуш	Аркушів		
Перев.		Хіврич Б. І.						К	Р	6	70	
Н. контр.								НУХТ ННІХТ ТБ-4-8ск				
Затв.		Квц А.М.										

ВСТУП

Пиво є стимулюючим напоєм з насиченим діоксидом вуглецю, яке отримують під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами. Виробництво пива є складним процесом, що поєднує різноманітні механічні, біохімічні, мікробіологічні та фізико-хімічні процеси, які взаємодіють між собою. Якість пива залежить від ефективності цих процесів.

Основним напівпродуктом у виробництві пива є пивне сусло, і тому варильний цех вважається серцем пивоварного заводу. Якість та стабільність його роботи мають велике значення для ефективності наступних стадій виробництва пива і його собівартості.

У сучасних умовах конкуренції і високих цін на енергоносії, пивовари акцентують увагу на впровадженні енергозберігаючих технологій для поліпшення якості і собівартості пива та зменшення кількості відходів виробництва.

Робота передбачає виробництво трьох сортів пива - Європейське світле, Традиційне та Українське темне. Вони виготовляються з різних видів солоду та несолодженої сировини - ячміню.

Для транспортування солоду і ячменю передбачається використовувати норії та шнекові транспортери, а очищення зернопродуктів від домішок здійснюється за допомогою повітряно-ситових та магнітних сепараторів. Подрібнення солоду і ячменю проводять сухим способом для отримання дрібного фракційного помелу, а фільтрацію затору здійснювати на автоматизованому фільтр-пресі. Ці заходи допомагають поліпшити екстрагування екстрактивних речовин зернопродуктів, забезпечити ефективність варіння і зменшити енерговитрати на транспортування.

Один із ефективних способів затирання солоду і несолодженої сировини є використання сучасних заторних апаратів з мішалками спеціального профілю, що дозволяє зменшити дотичне навантаження на подрібнені частинки зернопродуктів і покращити процеси ферментативного гідролізу.

Затір фільтрується на автоматизованому фільтр-пресі фірми "Meuca", що дозволяє прискорити процес і збільшити вихід екстрактивних речовин.

При кип'ятінні сусла з хмелем, для ефективного видалення ДМС використовується динамічний спосіб за низького надлишкового тиску, і сусловарильний апарат в якому теплообмінник має подвійний відбивний екран.

Для зниження енерговитрат використовується теплота вторинної пари з енерготанка для попереднього нагрівання сусла, що подається в сусловарильний апарат, за допомогою енергозберігаючої установки.

Охмелене сусло освітлюється в гідроциклонному апараті типу «Вірпул», який є простим в обслуговуванні і забезпечує якісне освітлення сусла. Перед

					ВСТУП	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		7

подачею сусла на освітлення воно охолоджується в теплообміннику від 100 - 105 °С до 80-90 °С, що дозволяє зменшити інтенсивність термічного розщеплення попередника ДМС (ДМС-П) -S-метилметіоніну (SMM) і утворення вільного ДМС під час освітлення сусла у вірпулі.

Запропоновано використання стріпінгу освітленого сусла. Цей спосіб дозволяє істотно покращити якість сусла шляхом видалення з нього залишків небажаних ароматичних речовин та ДМС, що значно поліпшує смакові характеристики пива. Охолодження сусла після стріпінгу здійснюється у двосекційному пластинчастому теплообміннику.

Таким чином, впровадження використання динамічного способу кип'ятіння сусла, використання варильного апарату в якому теплообмінник має подвійний відбивний екран, охолодження сусла перед його на освітленням та використання стріпінгу освітленого сусла забезпечують максимальне видалення диметилсульфіду з охмеленого сусла.

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано можливий випуск трьох сортів пива: Європейське світле, Традиційне світле та Українське темне, які виготовляються з використанням різних видів солоду та ячменю.

В роботі виконано розрахунки продуктів і технологічного обладнання, обрано методи технохімічного і мікробіологічного контролю, заходи щодо охорони праці.

Матеріал кваліфікаційної роботи викладено на 70 аркушах пояснювальної записки формату А4, графічна частина включає в себе: апаратурно-технологічну схему на 1 аркуші формату А1 і демонстраційний плакат.

					ВСТУП	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1. Структура підприємства

Основними відділеннями сучасного пивоварного заводу є:

- сховище елеваторного типу, в якому зберігають, солод та несолоджені зернопродукти;

- варильне відділення;
- бродильне відділення;
- фільтраційне відділення;
- цехи розливу пива;
- експедиція.

До допоміжних відділень пивоварного підприємства відносяться:

- холодильно-компресорний цех;
- транспортний цех;
- електродільниця;
- ремонтно-механічний цех;
- насосна станція.

1.2. Режими роботи

Керівництво підприємства працює в одну зміну по 8 годин 5 днів на тиждень. Кількість робочих днів – 323.

Основне виробництво працює безперервно у дві зміни по 12 год кожна. Цехи розливу працюють у три зміни по 8 год. Режими роботи підрозділів підприємства наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. – Режим роботи цеху

Відділення	Початок роботи, год	Кінець роботи, год	Тривалість робочого часу, год
Керівництво заводу	8 ³⁰	17 ⁰⁰	8
Основні цехи, що працюють у 2-ві зміни			
1 зміна	8 ⁰⁰	20 ⁰⁰	12
2 зміни	20 ⁰⁰	8 ⁰⁰	12
Цехи розливу			
1 зміна	7 ³⁰	14 ³⁰	6,5
2 зміна	14 ³⁰	23 ³⁰	8
3 зміна	23 ³⁰	7 ³⁰	8
Допоміжні цехи	8 ³⁰	17 ¹⁵	8,25

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції

Зростаюча вимогливість споживачів до якості напоїв передбачає постійний пошук у напрямку вдосконалення технологій та покращання якості готової продукції. Тому важливим є питання прогнозування розвитку попиту споживачів, проектування і розробки нових рецептур напоїв бродіння як масового, так і функціонального призначення. Проведення аналізу розвитку виробництва напоїв за останні роки виявило очевидну тенденцію до їх “натуралізації”. Таким чином стратегічним напрямком розвитку галузі є використання натуральних та безпечних інгредієнтів у складі напоїв.

В кваліфікаційній роботі передбачено випуск пива : Європейське світле з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12 %, Традиційне з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 14,5 %, Українське темне з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 13 %. Продуктивність заводу 13,0 млн дал/рік.

Асортимент проекрованої продукції представлений трьома сортами пива, які наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Асортимент проекрованої продукції

Сорт пива	Обсяг виробництва, за рік		Розливається у	
	Обсяг виробництва на рік, дал	Відсоток від загальної к-сті,%	скляну пляшку місткістю 0,5 дм ³ , дал	кеги місткістю 5 дм ³ , дал
Європейське світле 12,0 %	8 450 000	65	2 112 500	6 337 500
Традиційне світле 14,5 %	650 000	5	650 000	-
Українське темне 13,0 %	3 900 000	30	3 900 000	-
Всього	13 000 000	100	6 662 500	6 337 500

2.2 Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла

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

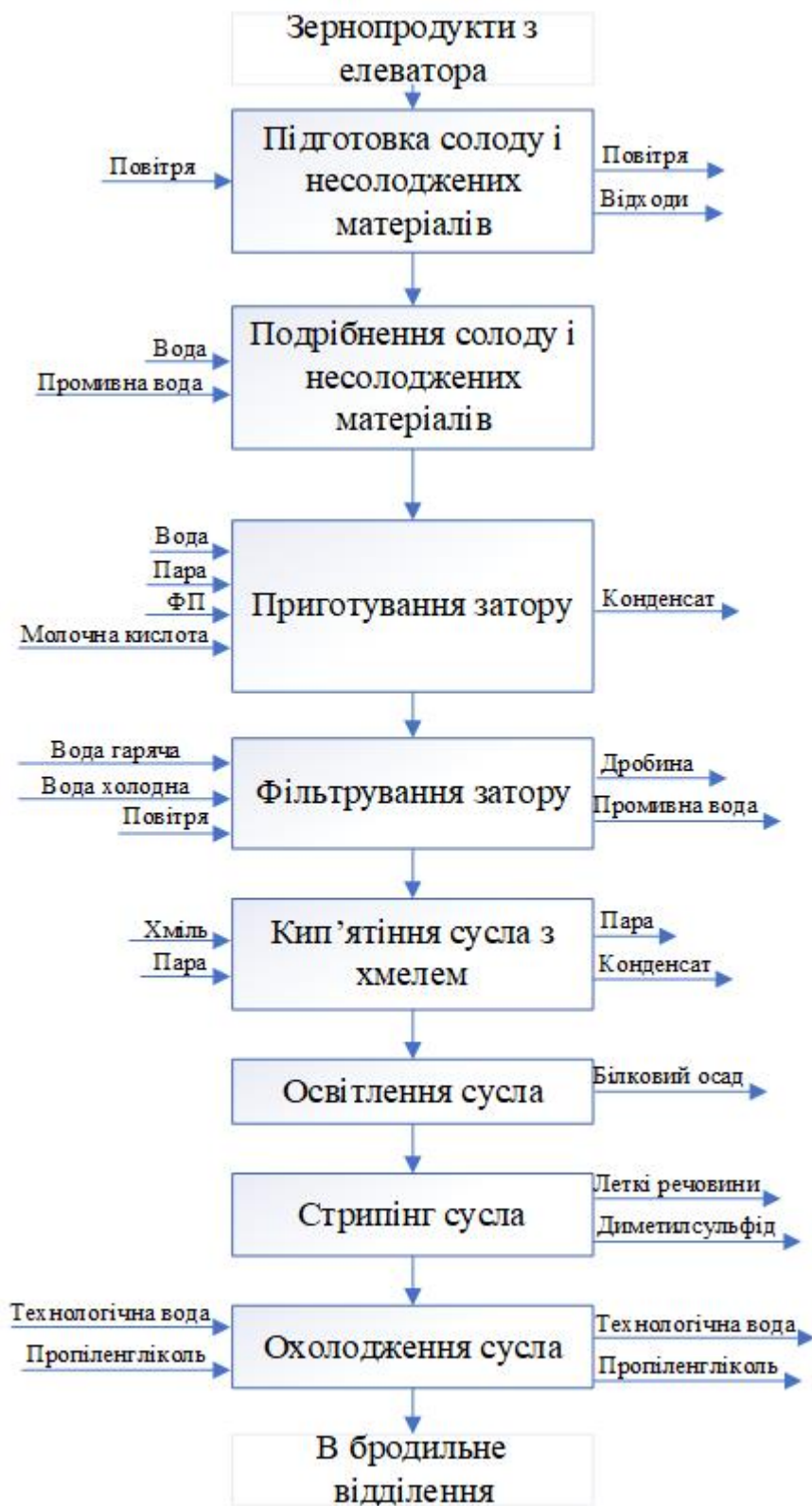


Рис. 2.1 Принципова технологічна схема приготування пивного сусла

2.3 Аналіз та вибір способів і режимів приготування пивного сусла з впровадженням режимів максимального видалення диметилсульфіду під час кип'ятіння сусла з хмелем

У варильному відділенні пивоварного заводу знаходяться дві основні дільниці - дробильна і варильна, які відіграють важливу роль у процесі виробництва пива. Спочатку солод і несолоджена сировина приймаються на варильному відділенні, де їх очищають, зважують та подрібнюють. Дробильна дільниця також відповідає за облік сировини, що надійшла на виробництво. Під час процесу приймання та очищення зернової сировини на повітряно-ситовому сепараторі видаляється пил, який потім вилучається аспіраційною системою.

Варильна дільниця відповідає за отримання пивного сусла шляхом проведення наступних технологічних операцій. Спочатку проводиться приготування за-тору шляхом змішування подрібнених зернопродуктів з теплою водою і затиранням суміші. Потім сусло фільтрується для видалення залишків зерна. Після цього проводиться кип'ятіння сусла з додаванням хмелю, що додає пиву характерний аромат і гіркоту. Нарешті, сусло освітлюється і охолоджується, щоб створити готовий до ферментації напій.

Таким чином, варильне відділення відіграє важливу роль у виробництві пива, забезпечуючи проведення необхідних операцій для отримання пивного сусла. Кожна з технологічних операцій має свою функцію і впливає на якість та характеристики кінцевого продукту - пива.

Очищення солоду. Солод від сміттєвих, металевих та інших домішок звільняють на повітряно-ситових та магнітних сепараторах [1, 2]. Повітряно-ситові сепаратори використовують для вилучення домішок, що відрізняються від зерна за розмірами та товщиною (шириною) або аеродинамічними властивостями. Вміст домішок в очищеному зерні повинен бути менше ніж 1 %. Магнітні сепаратори застосовують для видалення дрібних металевих домішок, що містяться в зернопродуктах.

Подрібнення солоду. Мета подрібнення солоду та несолодованих зернопродуктах – інтенсифікація та прискорення фізичних і біохімічних процесів під час затирання з задля максимального розчинення та розчинення в суслі екстрактивних речовин. Величина помелу зернопродуктов суттєво впливає на процеси затирання, що обумовлено поверхнею контакту часток, що контактують із ферментами, яка зростає у дрібноподрібнених продуктах.

Основними способами подрібнення солоду є:

- сухе;
- мокре;
- кондиційоване.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Залежно від способу, що застосовується, здійснюються наступні операції

1. У разі сухого подрібнення: подрібнення солоду з видаленням утвореного пилу, що утворився (аспірація);

Суттєвим недоліком сухого подрібнення солоду є потреба обладнання дробарки високоефективною аспірацією. Це пов'язано з тим, що під час подрібнення із-за нещільної конструкції дробарки в приміщенні утворюється велика кількість солодового борошнистого пилу. За високої концентрації пилу в повітрі може відбутися від іскри вибух.

2. У разі кондиційованого подрібнення: зволоження солоду, його подрібнення і аспірація;

Переваги такого способу полягають в тому, що оболонки стають еластичнішими і тому менше руйнуються; об'єм оболонок збільшується на 10...20 %. Тому, при фільтруванні заторів на фільтрувальному апараті утворюється більш пухкий фільтрувальний шар, що сприяє підвищеній швидкості фільтрування.

До недоліків відноситься збільшення витрат на придбання і обслуговування обладнання та потреба частішого очищення дробарки.

3. У разі мокрого подрібнення: попереднє зволоження солоду, подрібнення його, змішування подрібненого солоду з водою в заданому співвідношенні, гомогенізація, коректування рН, транспортування суміші у заторний апарат.

Запропонований метод зволоження оболонки солоду перед подрібненням досягає вологості 20-22%, що майже не пошкоджує оболонку. Як наслідок, отриманий затор стає легким і пухким, а фільтрування прискорюється, що зменшує загальний час процесу. Солод і вода змішуються, а отримана суміш подається до заторного апарата. Однак, недоліками цього методу є висока вартість подрібнення солоду і потреба у дотриманні санітарних вимог.

У кваліфікаційній роботі пропонується сухий спосіб подрібнення солоду і несолодженої сировини. Під час такого подрібнення оболонка зерна руйнується, а ендосперм подрібнюється, утворюючи лушпиння, велику і дрібну крупку та борошно. Вибір між ними залежить від застосованого фільтраційного апарату або фільтр-пресу для фільтрування затору.

Молоткові дробарки використовуються для подрібнення зерен солоду. Ротор працює зі швидкістю 60-100 м/с і розбиває зерна, поки частки не пройдуть через отвір у ситчастому барабані. Такий спосіб подрібнення утворює дуже дрібні частки, які проходять через отвори сита, розмір яких визначає ступінь подрібнення і продуктивність дробарки. Молоткові дробарки можуть мати горизонтально або вертикально розташований вал ротора. Молоткова дробарка (рис. 2.2) складається з корпусу (1), в якому розташовані молотки (3). Зерна солоду, що входять тонким струменем, в корпусі захоплюються та дробляться сталевими

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		13

молотками і розділяються за допомогою циліндричного сита із дрібними отворами (6). Подрібнений матеріал попадає у воронку та віддаляється через шлюзовий затвор [1].

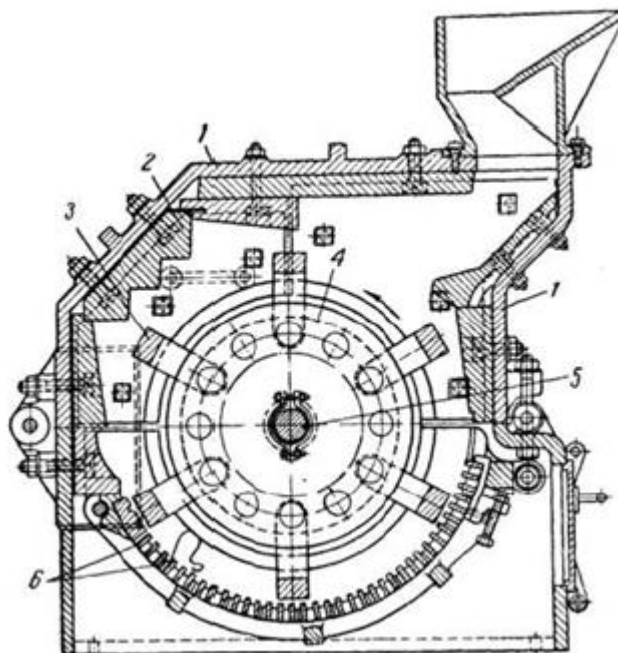


Рис. 2.2 – Схема молоткової дробарки

При використанні молоткової дробарки можна досягти інтенсифікації затирання (за рахунок збільшення виходу екстракту, яке пов'язано зі збільшенням площі дії ферментів на подрібнений солод) та фільтрування затору [3].

Порівняльна характеристика молоткової та валкової дробарок наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика різних типів дробарок

Ситова фракція	Фракційний помел солоду, %	
	молоткова дробарка	валкова дробарка
Лузга	1,0	20
Крупна крупка	3,6	16,7
Дрібна крупка I	20,9	10
Дрібна крупка II	39,1	23,3
Борошно	30,8	27
Пудра	4,6	3

В кваліфікаційній роботі для подрібнення солоду і ячменю пропонується використати сучасні молоткові дробарки фірми Meura. Це дозволить здійснювати дрібнодисперсне подрібнення і підвищити вихід екстрактивних речовин у сусло.

При цьому зерно подрібнюється в сухому стані без попереднього замочування чи зволоження.

Затирання. Затирання подрібненого солоду і несолоджених зернопродуктів відбувається у заторних апаратах, які мають циліндричну форму з сферичним дном і куполоподібною кришкою. Вони виготовлені з нержавіючої сталі і оснащені теплоізоляційним шаром на циліндричній поверхні. Заторний апарат також має парову сорочку для парового опалення та витяжну трубу для відведення вторинної пари. Змішування затору в апараті здійснюється за допомогою пропелерної мішалки, а його робочий об'єм становить 600 Гл.

Головною метою затирання зернових продуктів є розчинення якомога більшої кількості екстрактивних речовин та отримання сусла певного складу. Існують дві групи методів затирання: настійні (інфузійні) та відварні (декокційні). Настійні методи передбачають поступове підвищення температури затору до 75 °С і його тривалу витримку при цій температурі. Цей метод використовується лише при переробці високоякісного солоду, оскільки пивні затори, отримані таким способом, багаті на ферменти. Однак, якщо солод має недостатню розчинність, вихід екстракту буде нижчим.

Відварні методи передбачають підвищення температури затору шляхом кип'ятіння його частин і їх змішування з основною масою затору. Відварні методи можуть мати три модифікації: однією, двома або трьома відварними. При тривідварному способі кип'ятіння піддається до 75% всього затору, при двовідварному - до 60%, а при одновідварному - до 50%. *Інноваційні способи затирання* [8, 9]:

1. Активна кислотність солодового затору (рН) становить 5,6...5,8. При використанні води з підвищеною лужністю рН заторів може підвищуватись до 5,8...6,0, що значно перевищує оптимальні значення для основних гідролітичних ферментів солоду. Тому доцільним є підкислення заторів до рН 5,2...5,3 за допомогою молочної, ортофосфорної кислот, а також шляхом внесення в затор гіпсу і хлористого кальцію. Сучасним і перспективним методом є біологічне підкислення заторів, яке полягає у тому, що у спеціальному відділенні, облаштованому пропагаротами і накопичувальним танком, вирощують на суслі відповідні штами молочнокислих бактерій до вмісту у середовищі 2 %-ї молочної кислоти і отриманим суслем підкислюють затори.

2. Кондиціювання солоду при високій температурі, короткий термін початку затирання, рівномірне перемішування, виключення можливості утворення грудок (включення в технологічну схему передзаторного апарату), відсутність доступу кисню (подрібнення і затирання в атмосфері інертного газу – CO₂; подача затору і сусла в ємності варильного порядку знизу; використання деаерованої

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		15

технологічної води на затирання; використання приводів мішалок з частотним регулюванням; висока температура початку затирання (більше 60 оС).

3. Для заторних апаратів запропонований новий тип мішалки з профільованими плечами (рис. 2.3). Їх використання дозволяє підвищити потужність заторного апарату на 20 %.

4. Перекачка заторів відбувається знизу через впускний клапан, який запобігає потраплянню кисню повітря в апарат.

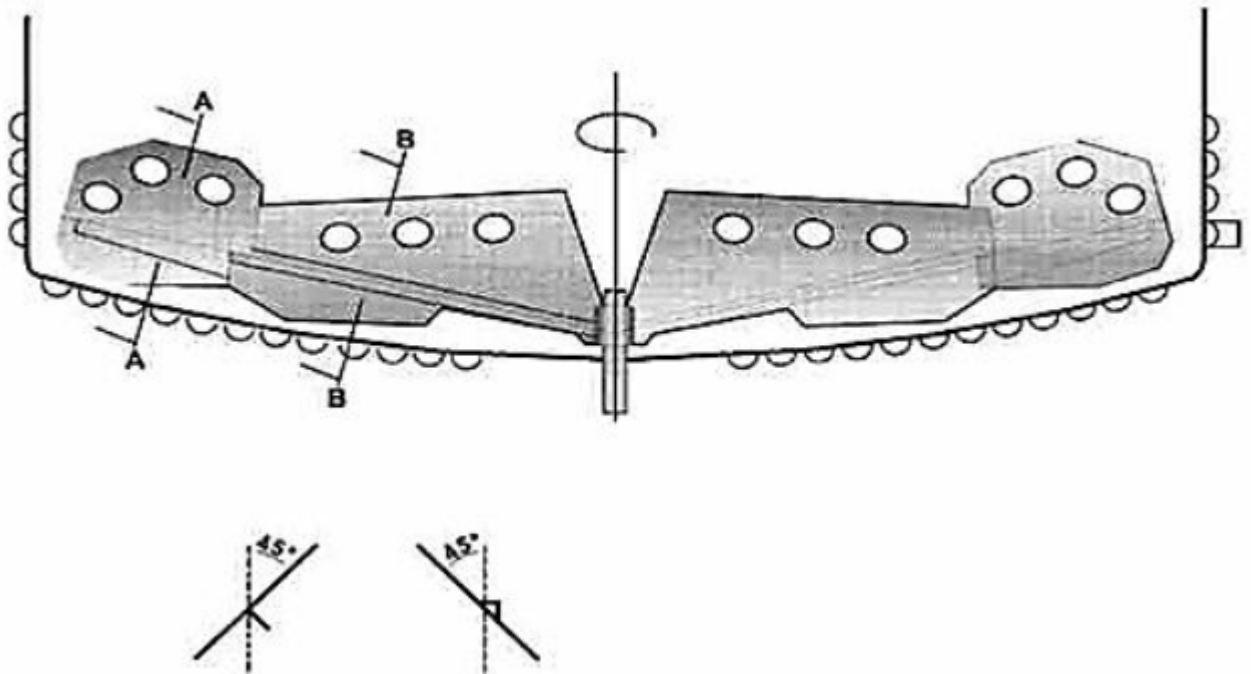


Рис. 2.3 – Мішалка нового типу з профільованими плечами

У кваліфікаційній роботі використовується одновідварний спосіб затирання з кип'ятінням густої частини затору. Цей метод має деякі переваги порівняно з іншими. Густа частина затору піддається кип'ятінню, тоді як рідка частина, що містить багато ферментів, не піддається впливу високих температур. Це дозволяє уникнути руйнування великих часток оболонки і дозволяє переробляти солод зі зниженою оцукрюючою здатністю. Одновідварний спосіб затирання також зменшує споживання енергії і тривалість процесу, що сприяє підвищенню виходу екстрактивних речовин.

Фільтрування заторів. Фільтрування – процес розділення затору на рідку і тверду фази (тверді нерозчинні частинки, які містяться в суслі). Оцукрений затір складається з двох фаз: рідкої (сусло), що містить розчинений екстракт, і твердої (дробини). Розділення сусла від дробини проводять в фільтраційних апаратах або фільтр-пресах [2].

Оптимальний склад фракцій помелу при роботі на фільтр-апараті (у %) наступний: оболонки – 15...18, крупна крупка – 18...22, дрібна крупка – 30...35; борошно – 25...35.

Кваліфікаційна робота спрямована на поліпшення процесу фільтрування пивного затору за допомогою сучасного автоматизованого фільтр-пресу від компанії Meuca. Використання цього пристрою дозволяє ефективно фільтрувати дрібнодисперсні помелі з високим виходом екстрактивних речовин. На першій стадії фільтрування на фільтрувальному апараті затору проходить процес фільтрації 69-70% сусла протягом 90 хвилин. Подальше промивання водою триває 120 хвилин до зниження концентрації сухих речовин до 0,5%. З використанням фільтр-пресу перше сусло фільтрується за 30-35 хвилин і отримується 85-90% від загального сусла, а друга стадія (промивання дробини) триває 75-90 хвилин за тиску 0,25-0,28 МПа. Сучасні фільтр-преси використовують тонкий помел солоду, отриманий на молоткових дробарках, і весь процес займає 60-90 хвилин.

У 1990-х роках на ринку з'явилося перше покоління автоматизованих фільтр-пресів від компанії Meuca, які мали значні покращення порівняно з традиційним обладнанням. Проте за останні роки ці апарати були модернізовані, враховуючи потреби сучасного виробництва. Сучасний фільтр-прес Meuca складається з послідовних мембранно-камерних модулів і гратчастих поліпропіленових плит з низькою теплопровідністю. Розміри плит становлять 2,0x1,8 м, а кількість плит в фільтрі може досягати 60 штук. Послідовність операцій під час фільтрування затору описана наступним чином.

Наповнення плит – затір закачується знизу під надлишковим тиском 0,15...0,2 Бар через нижній канал з двох сторін в мембранно-камерні модулі: перше сусло відразу витікає через серветки гратчастих плит.

Фільтрування – до моменту повного перекачування затору всередині камери створюються оптимальні умови для формування щільного шару дробини, тому що перше сусло безперервно стікає. При цьому перші 10 хв тиск дещо зростає, а потім залишається майже постійним. Коли весь затір пройде через фільтр, всі камери повинні заповнитися дробиною. Збір першого сусла триває близько 20 хв.

Перше стискування – після збору першого сусла дробина ущільнюється. За допомогою стиснутого повітря мембрани переміщуються і за надлишкового тиску 0,5...0,6 Бар проводиться стискання дробини і витискування таким чином залишків першого сусла. Цей процес триває близько 5 хв.

Промивка дробини – вода закачується знизу (як і затір) і рівномірно розподіляється над поверхнею фільтра. Вода при температурі 78 °С вилужує

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		17

дробину під час протікання крізь шар дробини і через серветки ґратчастих плит. Цей процес триває максимум 50...55 хв.

Останнє стискання – на закінчення дробина ще раз пресується, причому в кінці тиск піднімають до надлишкового, рівного 0,7 Бар. Завдяки цьому інтенсифікується екстрагування і видалення води до вологості дробини 32 %. При такій консистенції дробина добре транспортується. Вміст води в дробини можливо ще більше знизити шляхом ще більшого її стиснення (до надлишкового тиску > 1,2 Бар), проте в цьому випадку дробина виходить настільки суха, що в пневмотранспортному трубопроводі утворюються пробки, які ускладнюють процес транспортування дробини і приводять до зростання енерговитрат на транспортування. Весь процес триває близько 10 хв.

Вивантажування дробини – внаслідок розбирання пакету фільтра дробина падає в жолоб і видаляється. Крім того, проводиться контроль на наявність залишків дробини. Процес триває близько 10 хв. Далі фільтр знову збирають для наступного завантаження. Фільтраційні серветки для миття не витягуються, відкривання і закривання фільтра відбувається автоматично, але оператор може за потреби легко перервати цей процес.

Загальний час використання фільтра складає 100...110 хв., що дозволяє здійснити варку за 2 год. і за рахунок цього інтенсифікувати фільтрування заторів від 8 до 12 варок на добу.

Фільтр-прес є ефективним засобом поліпшення процесу фільтрування пивного затору. В порівнянні з традиційними фільтрувальними апаратами, він забезпечує швидше фільтрування сусла та гарантовану продуктивність. Використання більш тонкої помеленості солоду дозволяє отримати вищий вихід екстракту. Крім того, фільтр-прес забезпечує скорочення часу фільтрування, що дозволяє проводити більше варок пива за добу (від 8 до 12 варок).

Однак, фільтр-прес має свої недоліки. Підготовка та очищення фільтра вимагають значного часу. Крім того, при роботі на фільтр-пресі не можна змінювати кількість засипу та інші параметри.

Сучасні фільтр-апарати та прес-фільтри можуть забезпечити фільтрування до 12 заторів на добу і не вимагають складної обслуговування. Багато пивоварень використовують такі сучасні фільтрувальні системи.

Варто враховувати, що скорочення часу фільтрування дозволяє отримати вищий вихід екстракту, підвищує якість продукції і поліпшує мутність пива. При цьому зміни якості сировини не впливають на кінцевий результат.

Отже, використання автоматизованого фільтр-пресу має кілька переваг, зокрема швидке і якісне фільтрування сусла, можливість обробки тоншого помелу солоду, скорочення часу процесу, збільшення потужності варильного цеху і

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		18

зниження витрат води на промивання. В порівнянні з фільтр-апаратом, він також зменшує вологість дробини з 85% до 32%.

Кип'ятіння сусла з хмелем. Процеси кип'ятіння і охмелення пивного сусла проводять в сусловарильних апаратах – циліндричних посудинах з вигнутим днищем і сферичною кришкою, обладнаних двома паровими сорочками, перколятором, витяжною трубою і насосом для перемішування сусла потужністю 10 гкл/хв. Місткість апарата 780 гл, робочий об'єм 600...620 гкл, діаметр 6,0 м; обігрівається парою з тиском 0,4...0,5 МПа. Для охмелення сусла застосовують хмелепродукти у вигляді гранул та екстрактів.

Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його хімічного складу шляхом інактивації ферментів, стерилізація сусла, доведення концентрації сухих речовин до початкової шляхом видалення надлишкової води випаровуванням, ізомеризація гірких α -кислот хмелю, їх розчинення (охмелення сусла), а також збагачення сусла цінними ароматичними речовинами хмелю, коагуляція нестійких білкових речовин. Після кип'ятіння сусла з хмелем отримують охмелене сусло, яке після освітлення і охолодження направляють на бродіння. Кип'ятіння сусла з хмелем вважають одним з основних процесів приготування пивного сусла, що здійснюються у сусловарильних апаратах з прямим, паровим обігрівом та обігрівом гарячою водою. Кип'ятіння може відбуватися при атмосферному тиску або за низького надлишкового тиску (вище атмосферного при температурі 104...106 °С) [1, 3].

Кип'ятіння сусла за атмосферного тиску [2]. Метод заснований на нагріванні сусла до температури кипіння при атмосферному тиску (100 °С). Тривалість цього процесу 90 хвилин. Перевагами цього способу є низька вартість обладнання і простота приготування. Але якість отриманого сусла зазвичай гірше, ніж при використанні сучасних методів кип'ятіння. У сітчастих фільтрах з виносним кип'ятильником сусло циркулює через кип'ятильник, який знаходиться поза котлом, обертаючись 7...8 разів на годину.

Сусло постійно знімається з дна апарату для сусла і перекачується через виносний кип'ятильник.

Найчастіше в якості переносного кип'ятильника використовують кожухотрубний теплообмінник, іноді пластинчастий теплообмінник. Сусло перекачується по трубах, пара рухається за течією ззовні. При нагріванні сусла пара охолоджується і конденсується. Виносний кип'ятильник встановлюється вертикально або горизонтально, але з невеликим нахилом для кращого відведення конденсату. Але такий спосіб кип'ятіння має недоліки:

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- потрібні більш високі інвестиційні затрати для придбання обладнання (трубопроводи, теплообмінник, циркуляційний насос), а також на ізоляцію корпусу;
- примусова циркуляція потребує додаткової електроенергії для перекачки сусла;
- при великих швидкостях потоку сусла виникає напруга при торканні;
- потрібні більші виносні площі для установки обладнання, відповідно вища вартість монтажу обладнання;
- підвищення колірності сусла в момент контакту з сильно нагрітою поверхнею виносного кип'ятильника, навіть до карамелізації.

Внутрішній кип'ятильник зазвичай являє собою кожухотрубний теплообмінник, що знаходиться всередині суслотоварильного апарату. В міжтрубний простір безперервно подається гріюча пара, сусла нагрівається до кипіння, піднімається по трубах і циркулює, а пара конденсується.

Суслотоварильний апарат з подвійним екраном [2]. У подвійного екрана при більш низьких температурах теплоносія (біля 130 °С) (рис.2.4 (а), правий бік) сусло стискається в першу чергу біля нижнього екрана (4) і за допомогою плавного повороту направляється у зовнішню третину апарату, чим забезпечує добре випарування, тоді як від верхнього екрану (5) стікає лише невелика частина сусла з меншою швидкістю. Ця стадія процесу забезпечує головним чином випарування небажаних ароматичних речовин.

При максимальній інтенсивності нагріву (температура теплоносія біля 145 оС) (рис. 2.4 (b), лівий бік) сусло, що кипить стискається і направляється через обидва екрани, при цьому виходячи як із внутрішньої (3), так і із зовнішньої випускаючої труби (2). При цьому більш плоский нижній зонт екрану заважає верхньому зонту відкидати сусло до стінок апарату, що могло б привести до небажаних дій дотичних напруг на сусло.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		20

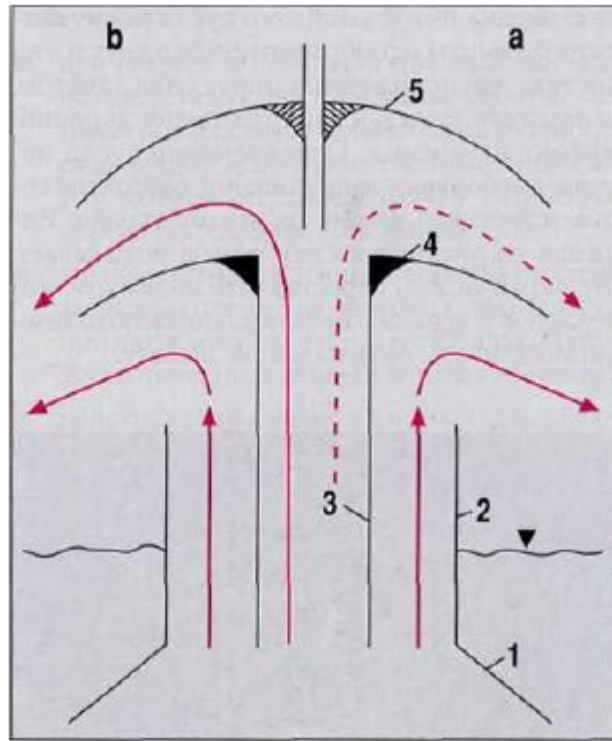


Рис 2.4 – Подвійний екран

1 – звужуючий конус; 2 – зовнішня випускна труба кип'ятильника; 3 – внутрішня випускна труба кип'ятильника; 4 – нижній екран; 5 – верхній екран;
 а – кипіння при низькій температурі теплоносія; б – максимальна інтенсивність нагріву

Перевагами цього апарату є: скорочення тривалості кип'ятіння за рахунок більш високих температури і тиску, менша втрата цінних гірких речовин, помірне наростання кольорності, краще випаровування ДМС.

Динамічне кип'ятіння за низького надлишкового тиску [2]. При динамічному кип'ятінні за низького надлишкового тиску відсутня довготривала стадія витримування при надлишковому тиску, а постійно проводиться чергове підвищення і пониження тиску (рис. 1.5) Зазвичай починають з 10...15 хвилинної стадії попереднього кип'ятіння для проведення коагуляції білка та ізомеризації хмелевих смол. В кінці цієї стадії клапан витяжної труби для вторинної пари закривається і тиск в апараті піднімається до 300...350 мБар. Температура підвищується від 100 до 104...106 °С і підтримується протягом 3...5 хвилин. Потім тиск знижується до 100...150 мБар, а температура відповідно знижується до 101...102 °С. Щоб прискорити зниження тиску, подача гріючої пари перекривається, і водяний регулюючий контур накопичувача енергії вмикається на повну потужність. Після стадії зниження тиску тривалістю 3...5 хв відкривають подачу пари і весь процес повторюється.



Рис. 2.5 – Спосіб динамічного кип'ятіння сусла за низького надлишкового тиску

Можливо проводити послідовно один за одним до 6 подібних підвищень і знижень тиску. Регулярне повторення скидів тиску буде забезпечувати значне підвищення інтенсивності та глибини випаровування летких речовин сусла. Більш інтенсивне кип'ятіння призводить до більшого термічного навантаження на сусло, яке не впливає на старіння пива. При цьому відбувається більш повне розщеплення ДМС і його видалення, коагуляція білків, видалення небажаних ароматичних речовин, скорочується час кип'ятіння до 60...70 хв.

Проаналізувавши переваги та недоліки сусловарильних апаратів, у кваліфікаційній роботі запропоновано використання сусловарильного апарату з подвійним екраном і способу динамічного кип'ятіння сусла за низького надлишкового тиску.

Для зниження енерговитрат на процес кип'ятіння в кваліфікаційній роботі передбачено використання теплоти вторинної пари для попереднього нагріву сусла, що подається в сусловарильний апарат. Для цього в технологічній схемі пропонується включення енергозберігаючої установки. Установка працює наступним чином. Вторинна пара після сусловарильного апарату надходить в міжтрубний простір кожухотрубного теплообмінника і нагріває воду, яка відцентровим насосом подається з нижньої частини енергозберігаючого танка в труби теплообмінника. Температура води зростає від 75 до 97 оС. Нагріта вода надходить у верхню частину танка, і далі за допомогою відцентрового насоса подається на пластинчастий теплообмінник, в який протитоком поступає фільтроване сусло

із проміжного збірника. В пластинчастому теплообміннику сусло нагрівається і далі подається в сусло варильний апарат [9].

Хміль є найдорожчою сировиною для виготовлення пива, але його цінні речовини використовуються не повністю. Хміль є незамінною сировиною для виробництва пива завдяки наявності в ньому гірких речовин, ефірної олії, поліфенолів. Саме хміль, найбільшою мірою, зумовлює характерні специфічні властивості пива. Найважливішими компонентами хмелю для пивоваріння вважаються ефірна олія та хмелеві смоли. Основною властивістю хмелю є витончений аромат, який при технологічній обробці передається пиву, без стороннього неприємного запаху. В пивоварінні використовують гіркі, ароматичні та гірко-ароматичні сорти хмелю. Найчастіше ароматичні сорти хмелю вносять під час останньої задачі або на етапі сухого охмелення.

Якість хмелю помітно знижується внаслідок природного старіння залежно від умов зберігання. Норма внесення хмелю в сусло при його кип'ятінні залежить від ряду факторів. Перш за все залежить від типу пива. Світле пиво завжди охмеляють сильніше ніж темне, а міцне – сильніше за легке. Найбільш поширені препарати молотого гранульованого і брикетованого хмелю, екстракти ізомеризовані та неізомеризовані, комбіновані препарати меленого хмелю з екстрактами [1].

Гранульований хміль. Грануляція хмелю дозволяє зберегти його важливі компоненти. Для цього хміль подрібнюють, а потім формують у вигляді гранул. У вигляді гранул хміль знаходиться в сипкому стані, що полегшує його використання. Розрізняють три види гранул: гранули (тип 90); концентрат гранул (тип 45); ізомеризовані гранули [1].

Екстракти хмелю. Екстракція — це вилучення окремих компонентів із твердої речовини за допомогою відповідних розчинників. Рідкий CO₂ або етанол в даний час використовуються як розчинники у виробництві екстрактів хмелю. Ці два розчинники добре підходять для екстрагування хмелю, оскільки повністю розчиняють хмелеві смоли та олії. Результати низки досліджень показують, що в оптимальних умовах з хмелю рідким діоксидом вуглецю витягується більше 95 % альфа-кислот, до 100 % – бета-кислот і 90...95 % ефірного масла. Практично не вилучалися нітрузоаміни, неорганічні солі та пестициди [2].

Внесення хмелю. Під час кип'ятіння у сусло добавляють хміль і регулюються такі параметри:

- дозування хмелепродуктів, кількість і порції продуктів, що задаються;
- час внесення тої чи іншої порції хмелепродуктів;
- спосіб внесення хмелепродуктів у сусло – вручну чи автоматизовано.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Норму внесення хмелю і хмелепродуктів розраховують з урахуванням вмісту α -кислоти та показника гіркоти, незалежно від терміну зберігання, однак враховуючи вологість. При високому вмісті α -кислоти в хмелі необхідно змішувати його з іншим видом хмелю так, щоб в середньому вміст α -кислоти був в межах 4,5...5 %, тому що інакше може бути порушено співвідношення гірких і поліфенольних речовин для отримання високої якості пива.

Якщо додають хміль в сусло у вигляді шишок, то для відокремлення хмелевої дробини потрібно викачувати сусло через хмелевідокремлювач [3].

У кваліфікаційній роботі для охмелення пивного сусла буде здійснюватися гранульованим хмелем.

Для виробництва пива Європейське світле використовують сорт хмелю Цитра (Citra) – гірко-ароматичний хміль з високим вмістом альфа-кислоти. Цей сорт має ніжний, але в той же час сильний аромат цитрусових з квітковими нотами. Він містить: альфа-кислот – 11,3...14,0 %; бета-кислот – 3,6...3,9 %; альфа/бета рейтинг – 3,4.

Цей сорт добре вписується в світлі сорти пива з яскраво вираженим хмелевим смаком. Інтенсивний аромат і м'який смак привели до того, що цей хміль часто використовують в кінці варки сусла або під час сухого охмелення [2].

Для виготовлення пива Традиційне використовують хміль сорту Магнум. Цей сорт може застосовуватися для всіх сортах пива, як низового бродіння, так і верхового. Він є прикладом для пивоварів всього світу і доводить, що аромат – це не найголовніше в хмелі.

Під час приготування пива хміль Магнум застосовують як гіркий хміль, який додає базову гіркоту пінному напою. Аромат цього сорту хмелю досить незначний, але це відкриває перспективу для інших, більш ароматних сортів. Вносять хміль Магнум, зазвичай, на початку варки, тому що він містить велику кількість альфа-кислот, в межах 12...14 %.

Смако-ароматичні властивості, які Магнум вносить в пиво унікальні. М'який смак готового напою може бути доповнено ароматами інших сортів хмелю.

Кислотний склад хмелю:

- альфа-кислот – 11...16 %;
- бета-кислот – 5...7,0 %;
- когумулону – 21...29 %;
- етерних олій – 1,6...2,6 см³/100 г.

Вміст етерних олій достатньо високий – близько 2 %, що визначає неповторні характеристики сорту хмелю Магнум [9].

Для виробництва пива Українське темне обрано хміль сорту Нагет.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Хміль Нагет застосовується у всіх типах пива. Це один з найпопулярніших сортів хмелю, що обумовлено його універсальністю.

Вміст альфа-кислот в цьому сорті хмелю 9,5...14,0 %, що надає йому різку гіркоту. Також використання хмелю Нагет надає готовому пиву легкий трав'янистий аромат.

Нагет також здобув свою популярність завдяки властивості добре зберігати альфа-кислоти при зберіганні (до 70 % при зберіганні 6 місяців при 20 °С).

Кислотний склад хмеля:

- альфа-кислот – 9,5...14 %;
- бета-кислот – 4,2...5,8 %;
- когумулону – 22 ...0 %;
- загальний вміст ефірних масел 1,5...3 см³/100 г [3].

Інтенсивність хмельової гіркоти залежить від способу та часу 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.

Контроль готового сусла. Перед перекачуванням гарячого сусла у гідроциклонний апарат для освітлення його якості контролюють за наступними показниками: прозорість сусла, йодна проба на ефективність оцукрювання, вихід сусла, екстрактивність сусла.

Освітлення охмеленого сусла. Освітлення сусла здійснюють в гідроциклонних апаратах. Гідроциклонний апарат «Вірпул» представляє собою циліндр з конічною кришкою і плоским дном. Гаряче сусло вводять струменем тангенційно через вхідний патрубок із швидкістю 15...20 м/с. Завдяки відцентровій силі відбувається його обертання в апараті, внаслідок чого завислі частинки сусла під дією гідродинамічних сил збираються в центрі днища, де утворюється конус осаду. Після освітлення сусла, яке відбувається протягом 20 хв при температурі 90...95 оС, його перекачують відцентровим насосом в двосекційний пластинчастий теплообмінник на охолодження [9].

Стріпінг сусла. Колона для стріпінгу (КС) дозволяє видалити ДМС із гарячого сусла. Стріпінг проводять безпосередньо перед охолодженням сусла. Освітлене сусло подають в ректифікаційну колону з насадкою з нержавіючої сталі зі швидкістю, що залежить від параметрів охолоджувача та продуктивності колони. За необхідності сусло нагрівають до температури кипіння (в залежності від атмосферного тиску) [9].

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Враховуючи особливу систему розподілу сусла всередині колони, сусло рівномірно розподіляється по всій поверхні колони та в подальшому проходить через наповнювач з нержавіючої сталі. Наповнювач складається з деталей з випадковою структурою (кільця і хомути), які потрібні для збільшення поверхні контакту з суслom, а отже посиленням теплового впливу при взаємодії пари і сусла. Площа поверхні контакту при використанні різних типів наповнювача може коливатися від 50 до 500 м²/м³.

Для стріпінгу легких сполук пару подають в нижню частину колони за низького тиску. Швидкість подачі пари при цьому повинна складати менше 1,5 % від швидкості потоку сусла. Далі пара конденсується на виході з колони, проходить через конденсатор та перетворюється в конденсат пари з температурою близько 85 °С. Якщо ж сусло входить в колону за температури кипіння, кількість інжектуєної пари дорівнює кількості одержуваного конденсату [2].

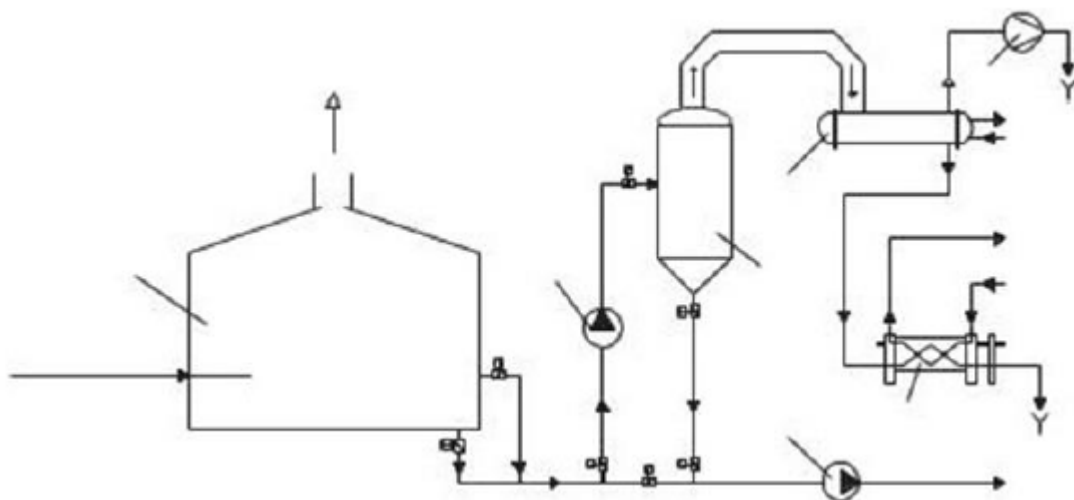


Рис. 2.6 – Принципова схема установки фірми Ziemann
Технологічні рішення прийняті у кваліфікаційній роботі.

У рамках кваліфікаційної роботи були прийняті наступні технологічні рішення.

1. Для транспортування солоду і ячменю обрано механічний спосіб (за допомогою норії та шнекового транспортеру). Очищення солоду від сміттєвих, металевих та інших домішок відбувається за допомогою повітряно-ситових, магнітних сепараторів.

2. В технологічній схемі обрано використання молоткової дробарки порівняно з більш традиційною для пивоварних виробництв валковою дробаркою і сучасного автоматизованого фільтр-пресу фірми «Meuca».

3. Затирання солоду і несолодженої сировини буде здійснюватися одновідварним способом в сучасних заторних апаратах, оснащених мішалками з профільованими плечами (їх використання дозволяє підвищити потужність

заторного апарату на 20 %). Для ефективного оцукрення крохмалю передбачено підкислення заторів молочною кислотою до рН 5,2...5,3.

4. Кип'ятіння сусла з хмелем здійснюється у суловарильному апараті фірми Steinecker з подвійним відбивним екраном. Для інтенсифікації кип'ятіння рахунок і видалення небажаних ароматичних речовин та ДМС сусла обраний динамічний спосіб за низького надлишкового тиску.

5. Задля зниження енерговитрат на кип'ятіння сусла з хмелем на 30 % передбачено використання, за допомогою енергозберігаючої установки, теплоти вторинної пари для попереднього нагрівання сусла, що подається в суловарильний апарат,.

6. Перед подачею сусла на освітлення воно охолоджується в теплообміннику від 100 -105 °С до 80-90 °С, що дозволяє зменшити інтенсивність термічного розщеплення попередника ДМС (ДМС-П) -S-метилметіоніну (SMM) і утворення вільного ДМС під час освітлення сусла у вірпулі.

7. Освітлення охмеленого сусла здійснюється в гідроциклонному апараті «Вірпул», охолодження освітленого сусла – в двосекційному пластинчастому теплообміннику.

8. Для покращення якості сусла за рахунок інтенсифікації видалення небажаних ароматичних речовин та ДМС запропоновано використання стріпінгу сусла після його освітлення, що дозволяє скоротити тривалість кип'ятіння до 40...50 хв, витрати гріючої пари і зменшити концентрацію ДМС до 20...30 мкг/дм³.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Шнековим транспортером 1 солод і несолоджену сировину із зерносховища подають та норією 2 на шнековий транспортер 1, звідки вона потрапляє на автоматичні ваги 3 і далі в бункери для світлого, темного, карамельного солоду 4, 5, 6 та бункер для несолодженої сировини 7. Із бункерів 4 і 5 солод надходить на повітряно-ситовий сепаратор 8 для очищення від сторонніх домішок та пилу і магнітний сепаратор 9. Після очищення солод зважується на автоматичних вагах 3 і потрапляє в молоткову дробарку 10. Подрібнений солод надходить в бункер для подрібнених зернопродуктів 11, звідки самопливом поступає в передзаторний апарат 12. Карамельний солод і несолоджена сировина із бункерів 6 і 7 поступає на магнітний сепаратор 9, в якому очищується від металевих домішок, далі зважується на автоматичних вагах 3, після чого самопливом надходить на подрібнення в молотковій дробарці 10. Подрібнений ячмінь попадає в бункер для подрібнених зернопродуктів 11, з якого самопливом поступає в передзаторний апарат 12.

В передзаторний апарат 12 подають холодну, теплу та промивні води, загальна температура суміші становить 40 оС і далі зернову суміш за допомогою шестерінчастого насосу 13 перекачують в заторний апарат 14 знизу.

Затирання здійснюють одновідварним способом. Для цього у заторний апарат набирають 1/2 усієї води температурою 35...40 °С, вмикають мішалку і задають в апарат суміш подрібнених зернопродуктів і води із передзаторного апарату 12, одночасно подаючи решту води. Після витримки затору 20 хв суміш нагрівають до температури 50...52 °С, витримують 20...30 хв, (відбувається білкова пауза), потім при вимкненій мішалці перекачують у відварний апарат 1/3 густої маси. У відварному апараті заторну масу підігривають до 62...63 °С і витримують 20 хв (мальтозна пауза), далі температуру підвищують до 70...72 °С і витримують 15 хв для оцукрювання крохмалю. При підігріванні й кип'ятінні відбуваються клейстеризація, розчинення та гідроліз крохмалю, подальше перетворення продуктів гідролізу крохмалю, коагуляція та осадження частини білків, інактивація ферментів, стерилізація сусла та утворення меланоїдинів.

Приготовлена заторна маса відцентровим насосом 15 із заторного апарату 14 подається на фільтр-прес 16. Прозоре сусло направляють у суслозбірник 18, а дробину після віджиму на пресі до вологості 32 % направляють у збірник дробини 17. Після вилужування дробини до вмісту сухих речовин 0,5 % промивну воду направлять у збірник 19, в якому нагрівається парою закритим способом до температури 75...80 °С і далі відцентровим насосом 15 перекачують на повторне використання в передзаторний апарат 12.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Відфільтроване сусло із суслозбірника 18 відцентровим насосом 15 подають в пластинчастий теплообмінник 20, в якому сусло підігрівається до температури 95 °С і далі подається в сушварильний апарат 21 для кип'ятіння з хмелем. Процес динамічного кип'ятіння суслу відбувається за низького надлишкового тиску при температурі 104...106 °С. Охмелення суслу відбувається шляхом його циркуляції через хмелевий збірник 27. Для попереднього нагрівання суслу перед подачею в сушварильний апарат встановлено накопичувач енергії 23, з нижньої частини якого вода з температурою 75 °С за допомогою відцентрового насоса 15 поступає в труби конденсатора теплообмінника 22, в якому підігрівається до температури 97 оС вторинними парами сушварильного апарату і далі повертається у верхню частину накопичувача енергії 23.

Гаряча вода відцентровим насосом 15 подається в теплообмінник 20, де в протитоці нагріває сусло, що надходить із суслозбірника 18. Сушло у сушварильному апараті 21 підігрівають до кипіння і кип'ятять протягом 60...70 хв за низького надлишкового тиску. Із сушварильного апарату 21 сушло насосом 15 тангенціально подають в гідроциклонний апарат типу «Вірпул» 24 через теплообмінник 20, в якому охолоджують сушло до температури 95 оС.

В гідроциклонному апараті 24 відбувається освітлення суслу від білкового осаду. Далі освітлене сушло відцентровим насосом 15 безперервно подають в стріпінг-колону 28, яка працює під розрідженням мінус 0,2 бар. Розрідження створюється за допомогою вакуум-насосу 26. В колоні 28 відбувається випаровування небажаних ароматичних речовин і ДМС, пари яких надходять в між трубний простір конденсатора теплообмінника 22, в якому конденсується. Після проведення стріпінгу сушло виводиться з нижньої частини колони 28.

Охолодження освітленого пивного суслу до початкової температури бродіння здійснюється в двосекційному теплообміннику 20. Після охолодження сушло подають в цех ферментації.

Для технологічних потреб у варильному цеху встановлені напірні збірники гарячої та холодної води 29 і 30.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		29

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Традиційно пиво виготовляється з води, ячмінного солоду, хмелю, пивних дріжджів. Часто при виробництві додатково застосовуються також несолоджені матеріали, а саме непропорощене рисове, ячмінне, кукурудзяне зерно та борошно, а також інша сировина, яка містить вуглеводи, та інші допоміжні інгредієнти.

У кваліфікаційній роботі розглянуто пиво Європейське світле, Традиційне світле та Українське темне. Рецептúra проектованих сортів пива наведена в табл. 3.1.

Рецептúra проектованих сортів пива наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецептúra проектованих сортів пива

Сорт пива	Витрата зернопродуктів на 1 дал					Примітка
	Солод світлий, %	Темний солод, %	Карамельний солод, %	Ячмінь, %	Гіркота сула, г/дал	
Європейське 12,0 %	100,0	-	-	-	1,2	Світле
Традиційне 14,5 %	78,0	-	22,0	-	0,99	Світле
Українське 13,0 %	40,0	30,0	10,0	20,0	0,72	Темне

В табл. 3.2 наведені органолептичні показники проектованих сортів пива згідно ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови [4].

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники проектованих сортів пива

Показники	Європейське 12,0 %	Традиційне 14,5 %	Українське 13,0 %
		<i>Фільтроване</i>	
Зовнішній вигляд	Піниста прозора рідина, без сторонніх домішок і осаду		
Показники	Європейське 12,0 %	Традиційне 14,5 %	Українське 13,0 %
	<i>Фільтроване</i>		
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду і сторонніх включень		
Смак	Смак з гіркотою, відповідний сорту пива, спостерігається солодовий і хмельовий прикус.	Відрізняється своїм унікальним м'яким солодкуватим смаком із слабко вираженою хмелевою гіркотою	Солодовий смак з яскраво вираженим карамельним смаком, з присмною гіркотою.
Аромат	Аромат відповідає кожному сорту пива, чистий, без сторонніх запахів і присмаків		

Закінчення табл.3.2

Піноутворення	Висота піни, не менше, мм - 20,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0.		Висота піни, не менше, мм - 30,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0.
Смак	Солодовий і хмелювий смак з гіркотою, відповідний сорту пива,	Пиво з унікальним м'яким солодкуватим смаком із слабко вираженою хмелевою гіркотою,	Повний солодовий смак з яскраво вираженим карамельним смаком, з приємною гіркотою.
Аромат	Аромат, який відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів і присмаків		
Піноутворення	Висота піни, не менше, мм - 20,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0.		Висота піни, не менше, мм - 30,0 піностійкість, не менше, хв - 2,0.

Фізико-хімічні показники проєктованих сортів пива наведені в табл. 3.3 згідно ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови [4].

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники проєктованих сортів пива

Показник	Сорт пива			
	Європейське 12,0 %	Традиційне 14,5 %	Українське 13,0 %	
Масова частка СР у початковому суслі, %	12,0	14,05	13,0	
Масова частка спирту, не менше, %	2,8	2,8	3,8	
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³ пива	1,3 – 2,8	1,3 – 2,8	2,1 – 3,5	
Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	0,4 – 1,8	0,4 – 1,8	4,0 – 8,0	
Масова частка діоксиду вуглецю, не менше, %	0,30	0,30	0,32	
Стійкість, не менше, діб, не менше	Фільтроване		Нефільтроване	
	пастеризоване	непастеризоване	освітлене	неосвітлене
Європейське 12,0 %	90	7	5	5
Традиційне 14,5 %	90	7	7	7
Українське 13,0 %	90	8	5	3

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		31

У табл. 3.4 наведені мікробіологічні показники проєктованих сортів пива згідно ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови [4].

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні показники пива

Назва показника	Норма				Метод випробування
	непастеризоване		пастеризоване		
	пиво в пляшках з масовою часткою сухих речовин, %		пиво розливане фільтроване та нефільтроване	пиво в пляшках, металевих банках та інших видах тари	
	5-11,5	12-20			
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП	Не допускаються в 3 см ³	Не допускаються в 10 см ³	Не допускаються в 1 см ³	Не допускаються в 10 см ³	Згідно нормативної документації
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних м.о., не більше ніж КУО/см ³	—	—	—	5*10 ²	Згідно нормативної документації
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Не допускаються в 25 см ³	Згідно нормативної документації

У табл. 3.5 наведені вимоги щодо вмісту токсичних елементів у пиві згідно ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови [4].

Таблиця 3.5 – Вміст токсичних елементів у пиві

Назва токсичного елементу	Допустимі рівні, не більше, мг/кг	Метод випробування
Ртуть	0,005	Згідно нормативної документації
Залізо	15,0	Згідно нормативної документації
Миш'як	0,2	Згідно нормативної документації
Мідь	5,0	Згідно нормативної документації
Свинець	0,3	Згідно нормативної документації
Кадмій	0,03	Згідно нормативної документації

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Характеристика сировини

Основна сировина при виробництві пива є солод, ячмінь, хміль, вода та дріжджі. Вся сировина, і основна і допоміжна, мають відповідати нормативно-технічним документам.

В табл. 3.6-3.9 наведені органолептичні і фізико-хімічні показники сортів солоду, які відповідають вимогам ДСТУ 4282:2004 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови» [5].

Таблиця 3.6 – Органолептичні показники світлого і темного солоду

Назва показника	Характеристики світлого солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих та пошкоджених зерен
Колір	Для солоду високої якості – від світло-жовтого до жовтого. Для солоду I та II класу дозволено сірувато-жовтий.
Запах	Солодовий, більш концентрований у темного солоду. Не дозволено кислий, запах плісняви та інші.
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники світлого і темного солоду

Назва показника	Норма для типів солоду			
	Світлого			Темного
	Високої якості	I класу	II класу	
1	2	3	4	5
Просів через сито (2,2×20) мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	0,3
Кількість зерен, %:				
-мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
-склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
-темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0	10,0
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту в СР солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Різниця мас. часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0 – 1,5	1,6 – 2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Закінчення табл. 2.7

1	2	3	4	5
Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха), %	39-41	37-41	-	-
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75 – 0,7	0,69 – 0,65	0,64 – 0,55	-
Тривалість оцукрювання, хв., не більше	10	15	25	-
Лабораторне сусло: Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води або в одиницях ЕВС	Не більше 0,16 Не більше 3,2	Не більше 0,23 Не більше 4,0	Не більше 0,4 Не більше 6,6	0,49 – 1,40 8 - 20
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм ³ на 100см ³ сусла	0,9 – 1,1	0,9 – 1,2	0,9 – 1,3	-
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція	-
Кінцева ступінь збродження, %	79 – 81	75 – 78	74 – 70	-
В'язкість, МПа·с, за 20°С	1,45 – 1,54	1,55 – 1,60	1,61 – 1,78	-

Таблиця 3.8 – Органолептичні карамельного солоду

Назва показника	Характеристики світлого солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих зерен і зернових шкідників
Колір	Від світло-жовтого до брунатного з глянцевою відливом.
Запах (як самого солоду, так і холодної та гарячої витяжки)	Солодовий. Не дозволено: пригорілий, затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому
Смак (як самого солоду, так і холодної та гарячої витяжки)	Солодкуватий. Не дозволено гіркий і пригорілий
Вид зерна на зрізі	Запечена коричнева маса. Не дозволено обвуглілу масу

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники карамельного та темного солоду

Назва показника	Солод
	карамельний
1	3
Просів через сито (2,2× 20) мм, %, не більше	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	0,3

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		34

1	2	3
Кількість зерен, %:		
-мучнистих, не менше		90,0
-склоподібних, не більше		5,0
-темних, не більше		10,0
Масова частка вологи (вологість), %, не більше		5,0
Масова частка екстракту в СР солоду тонкого помелу, %, не менше		75,0
Різниця мас. часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %		Не більше 3,6
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше		-
Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха), %		-
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %		-
Тривалість оцукрювання, хв., не більше		-
Лабораторне сусло: Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води або в одиницях ЕВС		0,49-1,40
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм ³ на 100см ³ сусла		-
Прозорість (візуально)		-
Кінцева ступінь зброджування, %		-
В'язкість, МПа·с, за 20°С		-

Органолептичні і фізико-хімічні властивості ячменю пивоварного згідно ДСТУ 3769-98 «Ячмінь. Технологічні вимоги» наведені в табл. 3.10 [6].

Таблиця 3.10 - Органолептичні та фізико-хімічні показники ячменю

№ з/п	Показники	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують в пивоварінні	
		1 класу	2 класу
1	Колір	Світложовтий або жовтий	Світложовтий, жовтий або сірувато-жовтий
2	Запах	Присутній нормальному зерну, без затхлого солодового	
3	Вологість, %, не більше	14,5	15,0
4	Натура, г/дм ³ , не менше	Не регламентується	
5	Маса 1000 зерен, г, не менше	40,0	38,0

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Закінчення табл. 3.10

6	Масова частка білка, %, не більше	11,0	11,5
7	Смітна домішка, %, не більше	1,0	2,0
8	мінеральна домішка	0,5	0,5
9	Галька	0,1	0,1
10	Шлак і руда	0,05	0,05
11	Зіпсовані зерна	У границях норми загального вмісту смітної домішки	
12	Вівсюг	У границях норми загального вмісту смітної домішки	
13	Кукіль	0,3	0,3
14	фузаріозні зерна	Не допускається	
15	шкідлива домішка	0,2	0,2
16	в тому числі:		
17	ріжки і сажка	0,1	0,1
18	ходесма сива	Не допускається	
19	Зернова домішка, %, не більше	2,0	5,0
20	Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
21	Крупність, %, не менше	85,0	70,0
22	Здатність до проростання, %, не менше	95,0	92,0
23	Життєздатність, %, не менше	95,0	95,0
24	Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем 1 ступеня	

В табл. 3.11-3.12 наведені вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною.», яким за органолептичним і фізико-хімічним властивостям повинна відповідати вода [7].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Таблиця 3.11 – Органолептичні показники води

Назва показника	Норматив	Метод випробування
Запах при 20°C і при нагріванні до 60°C, бали, не більше	2	Згідно нормативної документації
Смак і присмак при 20°C, бали, не більше	2	Згідно нормативної документації
Колірність, градуси, не більше	20	Згідно нормативної документації
Мутність за стандартною шкалою, мг/дм ³ , не більше	1,5	Згідно нормативної документації

Таблиця 3.12 – Фізико-хімічні показники води

Назва показника	Норматив	Метод випробування
Водневий показник, рН	6,0-9,0	Вимірюється рН-метром будь-якої моделі зі скляним електродом з похибкою вимірювань не більше 0,1 рН
Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,3	Згідно нормативної документації
Загальна жорсткість, мг · екв/дм ³ , не більше	7,0	Згідно нормативної документації
Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,1	Згідно нормативної документації
Мідь, мг/дм ³ , не більше	1,0	Згідно нормативної документації
Поліфосфати, мг/дм ³ , не більше	3,5	Згідно нормативної документації
Сульфати, мг/дм ³ , не більше	500	Згідно нормативної документації
Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	1000	Згідно нормативної документації
Хлориди, мг/дм ³ , не більше	350	Згідно нормативної документації
Цинк, мг/дм ³ , не більше	5,0	Згідно нормативної документації

В табл. 3.13-3.14 наведені вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною.», яким мікробіологічні і токсикологічні показники води повинні відповідати [7].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Таблиця 3.13 – Мікробіологічні показники води

№ з/п	Показники	Норма
1	Число мікроорганізмів в 1 см ³ води, не більше	100
2	Число бактерій групи кишкової палички в 1 дм ³ (колі – індекс), не більше	3
3	Колі – титр	300

Таблиця 3.14 – Токсикологічні показники води

№ з/п	Назва хімічного відновника	Норма
1	Алюміній залишковий, мг/л не більше	0,5
2	Миш'як, мг/л не більше	0,05
3	Нітрати, мг/л не більше	45
4	Свинець, мг/л не більше	0,03
5	Стронцій, мг/л не більше	0,7
6	Хлор залишковий, мг/л не більше	0,5
	- вільний	
	- зв'язаний	1,2

Хміль гіркий повинен відповідати вимогам ДСТУ 7028:2009 «Гранули хмелю. Технічні умови.» наведеним в таблиці 3.15 [8].

Таблиця 3.15 – Показники хмелю гіркокого

№ з/п	Показники	Норма	
1	Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині, не менше	10...14	
2	Масова частка хмельових домішок, %, не більше	0,5	
3	Масова частка води, %, не більше	12,0	
4	Масова частка сірчистого ангідриду, % у сухій речовині	0,5	
5	Масова частка золи, % у сухій речовині, не більше	0,6	
6	Вміст не хмельових домішок	Не дозволено	
7	Наявність плісняви	Не дозволено	
8	Масова частка токсичних елементів, мг/кг, не більше	10, 0	
	- свинець		0, 5
	- кадмій		0, 1
	- ртуть		0, 5
	- миш'як		0, 5

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Хміль ароматичний повинен відповідати вимогам згідно ДСТУ 4098.2-2002 «Хміль ароматичний. Часина 2. Хміль ароматичний спресований. наведеним в табл. 3.16 [9].

Таблиця 3.16 – Показники якості хмелю ароматичного

Назва показника	Норма	Методи контролювання
Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині, не менше	2,5	ДСТУ 4099
Масова частка хмельових домішок, %, не більше	5,0	»
Масова частка води, %, не більше	12,0	»
Масова частка насіння, %, не більше	3,0	»
Масова частка сірчистого ангідриду, % у сухій речовині, не більше	0,5	»
Масова частка золи, % у сухій речовині, не більше	13,0	»
Вміст нехмельових домішок	не дозволено	
Наявність плісняви	не дозволено	
Підготовленість проб		ГОСТ 26929
Масова частка токсичних елементів, мг/кг, не більше:		
Свинець	10,0	ГОСТ 26932
Кадмій	0,5	ГОСТ 26933
Ртуть	0,1	ГОСТ 26927
Миш'як	0,5	ГОСТ 26930

Дріжджі

Saflager_W-34/70. Температура бродіння 9-22°C, ідеально при 12-15°C

Цей відомий штам від Weihenstephan використовується в усьому світі в пивоварній промисловості для виробництва пива низового бродіння. Сафлагер W-34/70 дозволяє виробляти добре збалансоване пиво з фруктовим і квітковим ароматомі, з відмінною питкістю і з тонким смаком.

191-К. Дріжджі верхового бродіння застосовують рідше і в основному для одержання темних або спеціальних сортів пива, вони не зброджують лактозу та рафінозу. Дріжджі штаму **191-К** використовують для виготовлення спеціальних солодких темних сортів пива.

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

У виробництві пива використовують допоміжні матеріали та інші речовини (ферментні препарати, стабілізатори стійкості), дозволені Міністерством охорони здоров'я України, використання яких передбачено відповідною технологічною інструкцією, затвердженою в установленому порядку:

- 1) кислота молочна харчова згідно з ДСТУ 4621:2006 [10];
- 2) фільтрувальний картон згідно з ДСТУ 7770:2015 [11];

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3) фільтрувальний картон згідно з ДСТУ 7770:2015 [12];

4) кізельгур згідно з ТУ 9184-002-25489752-2006 «Кізельгур діатоміт. Технічні умови», дозволені органами охорони здоров'я України або згідно з чинною нормативною документацією [13].

У процесі виробництва пива допускається використовувати харчові продукти і матеріали, дозволені Міністерством охорони здоров'я України або згідно з чинною нормативною документацією.

Характеристика основних і допоміжних матеріалів наведена в табл. 3.17

Таблиця 3.17 – Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Стандарт чи технічні умови	Класифікація	Сорт	Основні показники якості або характеристика
Кислота молочна	ДСТУ 4621:2006	Харчова	Вищий	Прозора сиропоподібна рідина без осаду та муті Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше ніж $40,0 \pm 1,0$
Діоксид вуглецю рідкий	ДСТУ 4817:2007	Промисловий	Вищий	Безбарвна рідина без запаху, об'ємна частка CO ₂ не менше 99,8 %; масова концентрація мінеральних масел і механічних домішок, мг/кг, не більше 0,1.
Фільтрувальний картон	ДСТУ 7770:2015	Промисловий	-	Фільтрувальні листи виготовлені з ретельно відібраної сировини, а саме: очищеної та відбіленої целюлози і природних неорганічних фільтрувальних добавок. Для міцності в вологому стані використовується поліамідоамін
Кізельгур	ДСТУ 7770:2015	Промисловий	-	Сухий порошок білого або слабо жовтого кольору, практично без запаху

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані для розрахунків

Технологічні розрахунки продуктів виробництва пива складаються з розрахунку витрат сировини, об'єму напівпродуктів та відходів виробництва на одиницю готової продукції. Витрати для розрахунку обирають з урахуванням сучасної технології виробництва, чинних нормативів і досягнень підприємств галузі [14].

Асортимент та обсяг виробництва проєктованих сортів пива наведено в табл. 1.1, а рецептура – в табл. 2.1.

Втрати на стадіях виробництва пива наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Втрати на стадіях виробництва пива

Втрати	Пиво з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі, %		
Екстракту:			
з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	2,2	2,2	2,2
з хмельовою дробиною, шламом під час сепарування, стискування, під час охолодження, на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	6,3	6,0	5,5
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,2	2,3	2,2
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива	2,4	2,6	2,4
Під час розливу, % від об'єму фільтрованого пива:			
у пляшки (за вирахуванням поверненого пива)	2,5	2,5	2,5
у кеги (так само як у пляшки)	-	-	0,5
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до готового пива)	12,8	12,5	12,1
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до 20 °С, до готового пива), % від об'єму сусла, приведеного до 20 °С	9,2	8,8	8,4
Під час пастеризації пива в пляшках, % від об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2	2,2

4.2 Продуктові розрахунки

Пиво Європейське з початковою концентрацією сусла 12 % готується з застосуванням 100 % солоду ячмінного світлого, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 100 кг солоду.

Під час полірування солоду втрати становлять 0,1 %, або $100 \cdot 0,001 = 0,1$ кг.

На подрібнення солоду поступає:

$$100 - 0,1 = 99,9 \text{ кг.}$$

При вологості солоду 5,6 % кількість сухих речовин в заторі:

$$\text{в солоді} - 99,9 \cdot (1 - 0,056) = 94,30 \text{ кг.}$$

Екстрактивність світлого сухого солоду 76 % від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

$$\text{в солоді} - 94,30 \cdot 0,76 = 71,67 \text{ кг.}$$

Всього екстрактивних речовин міститься 71,67 кг.

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

$$71,67 \cdot (1 - 0,022) = 70,1 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$94,30 - 70,1 = 24,2 \text{ кг.}$$

Пиво Традиційне з початковою концентрацією сусла 14,5 % готується з застосуванням 78 % світлого ячмінного солоду і 22 % карамельного ячмінного солоду, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 78 кг світлого солоду і 22 кг карамельного.

Під час полірування солоду втрати становлять 0,1 %, або

$$\text{для світлого солоду} 78 \cdot 0,001 = 0,078 \text{ кг;}$$

На подрібнення солоду поступає:

$$\text{світлого} 78 - 0,078 = 77,922 \text{ кг;}$$

При вологості світлого солоду 5,6 % і карамельного 6,0 % кількість сухих речовин в заторі:

$$\text{в світлому солоді} - 77,922 \cdot (1 - 0,056) = 73,56 \text{ кг;}$$

$$\text{в карамельному} - 22,0 \cdot (1 - 0,06) = 20,66 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього: } 73,56 + 20,66 = 94,22 \text{ кг.}$$

Приймаємо екстрактивність світлого ячмінного солоду 76 % , а карамельного – 72 % від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

$$\text{в світлому солоді} - 73,56 \cdot 0,76 = 55,9 \text{ кг;}$$

$$\text{у карамельному} - 20,66 \cdot 0,72 = 14,88 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього екстрактивних речовин міститься: } 55,9 + 14,88 = 70,78 \text{ кг.}$$

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

$$70,78 \cdot (1 - 0,022) = 69,22 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$94,22 - 69,22 = 25,0 \text{ кг.}$$

Пиво Українське з початковою концентрацією сусла 13 % готується з: солод ячмінний світлий – 40 %, темний солод – 30 %, карамельний солод – 10 %, ячмін ь – 20 %. При поліруванні солоду втрати становлять 0,1% від його маси, або

$$\text{для світлого солоду} 40 \cdot 0,001 = 0,04 \text{ кг;}$$

$$\text{для темного солоду} 30 \cdot 0,001 = 0,03 \text{ кг.}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Після полірування солод подається на подрібнення:

світлого солоду – $40 - 0,04 = 39,96$ кг;

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

При вологості світлого солоду 5,6 %, темного солоду 5,0 %, карамельного солоду 6,0 %, ячменю 15,0 % (табл. 2.7) кількість сухих речовин:

в світлому солоді – $39,96 \cdot (1-0,056) = 37,7$ кг;

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

в карамельному солоді – $10,0 \cdot (1-0,06) = 9,4$ кг;

у ячменю – $20 \cdot (1-0,15) = 17$ кг.

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

$37,7 + 28,47 + 9,4 + 17 = 92,57$ кг.

При екстрактивності світлого ячмінного солоду 76 %, темного – 74 %, карамельного – 72 % і ячменю 74 % від маси сухих речовин на затирання надходить:

зі світлим солодом – $37,7 \cdot 0,76 = 28,65$ кг;

з темний солодом – $28,47 \cdot 0,74 = 21,07$ кг;

з карамельним солодом – $9,4 \cdot 0,72 = 6,77$ кг;

з ячменем – $17 \cdot 0,74 = 12,58$ кг.

Всього в сировині міститься $28,65 + 21,07 + 6,77 + 12,58 = 69,07$ кг.

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

$69,07 \cdot (1-0,022) = 67,55$ кг.

В дробині залишається сухих речовин:

$92,57 - 67,55 = 25,02$ кг.

Визначення проміжних продуктів

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

Європейське – 70,1 кг;

Традиційне – 69,22 кг;

Українське – 67,55 кг.

При встановленій концентрації Європейське – 12%, Традиційне – 14,5% та Українське – 13% із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

Європейське – $70,1 \cdot 100 / 12 = 584,17$ кг;

Традиційне – $69,22 \cdot 100 / 14,5 = 477,38$ кг;

Українське – $67,55 \cdot 100 / 13 = 519,6$ кг.

Об'єм сусла за температури 20 °С (при відносній густині сусла Європейське – 1,04840, Традиційне – 1,05905, Українське – 1,05260):

Європейське – $584,17 / 1,04840 = 557,2$ дм³;

Традиційне – $477,38 / 1,05905 = 450,76$ дм³;

Українське – $519,6 / 1,05260 = 493,6$ дм³.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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

Європейське – $557,2 \cdot 1,04 = 579,5 \text{ дм}^3$;

Традиційне – $450,76 \cdot 1,04 = 468,8 \text{ дм}^3$;

Українське – $493,6 \cdot 1,04 = 513,34 \text{ дм}^3$.

Холодне сусло. Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Європейське – 6,3 %, Традиційне – 6,0 %, Українське – 5,4 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20 °С.

Таким чином, об'єм холодного сусла:

Європейське – $579,5 \cdot (1 - 0,063) = 543,0 \text{ дм}^3$;

Традиційне – $468,8 \cdot (1 - 0,064) = 438,8 \text{ дм}^3$;

Українське – $513,34 \cdot (1 - 0,055) = 485,1 \text{ дм}^3$.

Молоде пиво. Витрати у бродильному цеху складають до об'єму пива: Європейське - 2,2 %, Традиційне – 2,3 %, Українське – 2,2 %. За таких втрат кількість молодого пива:

Європейське – $543,0 \cdot (1 - 0,022) = 531,05 \text{ дм}^3$;

Традиційне – $438,8 \cdot (1 - 0,023) = 428,71 \text{ дм}^3$;

Українське – $485,1 \cdot (1 - 0,022) = 474,43 \text{ дм}^3$.

Фільтроване пиво. Витрати під час доброджування і фільтрування становлять до об'єму молодого пива: Традиційне – 2,4 %, Традиційне – 2,6 %, Українське – 2,4 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

Європейське – $531,05 \cdot (1 - 0,024) = 518,3 \text{ дм}^3$;

Традиційне – $428,71 \cdot (1 - 0,026) = 417,56 \text{ дм}^3$;

Українське – $474,43 \cdot (1 - 0,024) = 463,04 \text{ дм}^3$.

Готове пиво. Втрати готового пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі пляшки складають для всіх найменувань пива 2,5 %. і під час розливу у кеги — 0,5 %. За умови, що пиво Європейського розливається у пляшки — 25 %, в кеги — 75 % в процентному співвідношенні від загальної кількості. За таких умов середньозважені втрати Європейського пива дорівнюють:

$$0,25 \cdot 2,5 + 0,75 \cdot 0,5 = 1,0 \%$$

Отже, кількість готового пива буде:

Європейське – $518,3 \cdot (1 - 0,01) = 513,1 \text{ дм}^3$;

Традиційне – $417,56 \cdot (1 - 0,025) = 407,12 \text{ дм}^3$;

Українське – $463,04 \cdot (1 - 0,025) = 451,46 \text{ дм}^3$.

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

Європейське – $579,5 - 513,1 = 66,4 \text{ дм}^3$;

Традиційне – $468,8 - 407,12 = 61,68 \text{ дм}^3$;

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Українське – $513,34 - 451,46 = 61,88 \text{ дм}^3$.

або у % до об'єму гарячого сусла:

Європейське – $66,4 \cdot 100 / 579,5 = 11,45 \%$;

Традиційне – $61,68 \cdot 100 / 468,8 = 13,16 \%$;

Українське – $61,88 \cdot 100 / 513,34 = 12,05 \%$.

Розрахунки витрат хмелепродуктів, молочної кислоти і ферментних препаратів

Хміль та хмелепродукти. Витрати хмелю розраховують за формулою:
$$Нп = Гс \cdot 106(\alpha + 1) \cdot (100 - W) \cdot (100 - Втр) ,$$

де Нп – норма хмелю на 1 дал готового пива; Гс – норма гірких речовин на 1 дал гарячого сусла; α – масова частка α -кислот, %; 1 – величина гіркоти β -фракцій в хмелі, %; W – масова частка вологи в хмелі, %; Втр – втрати по рідкій фазі, %.

Європейське. Для виробництва використано сорт хмелю Citra, Гс становить 1,2, вміст α -кислоти – 12 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до готового пива – 10,65 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$Нп = 1,2 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100(12 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 11,45) = 11,85 \text{ г/дал.}$$

Традиційне. Для виробництва використано сорт хмелю Магнум, Гс становить 0,99, вміст α -кислоти – 11 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до готового пива – 10,84 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$Нп = 0,99 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100(11 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 13,16) = 10,8 \text{ г/дал.}$$

Українське. Для виробництва використано сорт хмелю Нагет, Гс становить 0,72, вміст α -кислоти – 9,5%. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до готового пива – 10,37 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$Нп = 0,72 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100(9,5 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 12,05) = 8,85 \text{ г/дал.}$$

Ферментні препарати

Для виробництва пива Європейське 12 %-го використовують 100 % світлого ячмінного солоду, тому ферментні препарати не застосовуються.

Для виробництва пива Традиційне 14,5 %-го використовують 78 % ячмінного світлого солоду та 22 % карамельного ячмінного солоду, тому ферментні препарати не застосовують.

Для виробництва Українське пива 13 %-го використовують 40 % ячмінного світлого солоду, 30 % – темного солоду, 10 % – карамельного солоду, 20 % - вівсяного борошна та амілолітичний ферментний препарат Церемікс 2ХЛ з активністю амілазних одиниць/г. На 1 т зернопродуктів необхідно 10 тис. амілазних одиниць, а на 1 дал пива: $2,16 \cdot 10001000 \cdot 100 = 0,0216 \text{ г}$,

де – 2,16 витрата зернопродуктів на виробництво 1 дал 13 %-го темного пива, кг.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Молочна кислота. Витрачається для підкислення затору із розрахунку 0,08 кг 100 %-ї молочної кислоти на 100 кг зернової сировини або 0,2 кг 40 %-ї молочної кислоти до маси зернопродуктів [7].

Визначення кількості відходів

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначається множенням кількості СР, що залишилися в дробині, на

коефіцієнт 7,14. Кількість пивної дробини при варці сусла пива:

Європейське – $24,2 \cdot 7,14 = 172,79$ кг;

Традиційне – $25,0 \cdot 7,14 = 178,5$ кг;

Українське – $25,0 \cdot 7,14 = 178,64$ кг.

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

Надлишкові дріжджі. Витрати дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦКБА – 1,53 дм³.

Половину надлишкових дріжджів використовують як засівні, а інша – є відходом. Кількість дріжджів, яка йде на відходи, визначають множенням кількості готового пива в дм³ на 0,01:

Європейське – $513,1 \cdot 0,01 = 5,131$ дм³;

Традиційне – $407,12 \cdot 0,01 = 4,071$ дм³;

Українське – $451,46 \cdot 0,01 = 4,515$ дм³.

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

Європейське – $543,0 \cdot 1,04840 = 569,3$ кг;

Традиційне – $438,8 \cdot 1,05905 = 464,71$ кг;

Українське – $485,1 \cdot 1,05260 = 510,62$ кг.

У ньому міститься екстрактивних речовин:

Європейське – $569,3 \cdot 0,12 = 68,32$ кг;

Традиційне – $464,71 \cdot 0,145 = 67,38$ кг;

Українське – $510,62 \cdot 0,13 = 66,38$ кг.

За дійсного степеню зброджування Європейського пива утворюється діоксиду вуглецю 62,5 %, Київського – 58 %, Хмельницького – 60 %:

Європейське – $68,32 \cdot 0,625 \cdot 176/342 = 21,97$ кг;

Традиційне – $67,38 \cdot 0,58 \cdot 176/342 = 20,1$ кг;

Українське – $66,38 \cdot 0,60 \cdot 176/342 = 20,5$ кг.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

Європейське – $569,3 \cdot 0,0035 = 1,99$ кг;

Традиційне – $464,71 \cdot 0,0035 = 1,63$ кг;

Українське – $510,62 \cdot 0,0035 = 1,79$ кг.

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

Європейське – $21,97 - 1,99 = 19,98$ кг;

Традиційне – $20,1 - 1,63 = 18,47$ кг;

Українське – $20,5 - 1,79 = 18,71$ кг.

Маса 1 м³ діоксиду вуглецю при 20 °С і тиску 0,1 МПа складає 1,832 кг.

Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

Європейське – $19,98 \cdot 1,832 = 36,6$ м³;

Традиційне – $18,47 \cdot 1,832 = 33,84$ м³;

Українське – $18,71 \cdot 1,832 = 34,28$ м³.

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

Європейське – $513,1 \cdot 0,02 = 10,26$ дм³;

Традиційне – $407,12 \cdot 0,02 = 8,14$ дм³;

Українське – $451,46 \cdot 0,02 = 9,03$ дм³.

Зведені результати розрахунків з визначення витрат сировини, об'єму напівпродуктів і кількості відходів основного виробництва наведено в табл. 4.2.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 4.2 – Зведена таблиця розрахунку продуктів 3900000

Продукти	Європейське			Традиційне			Українське		
	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 8,45 млн. дал	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 0,65 млн. дал	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 3,9 млн. дал
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зернова сировина, кг:									
Світлий солод	100	1,95	16477500	78	1,91	1241500	40	0,89	3471000
Темний солод	-	-	-	22	0,54	351000	10	0,22	858000
Карамельний солод	-	-	-	-	-	-	30	0,66	2574000
Ячмінь	-	-	-	-	-	-	20	0,44	1716000
Всього, кг	100	1,95	16477500	100	2,45	1592500	100	2,21	8619000
Хмелепродукти, кг:									
Хміль гранульований	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Citra	-	0,01185	-	-	-	-	-	-	-
Магнум	-	-	-	-	0,0108	7020	-	-	-
Нарет	-	-	-	-	-	-	-	0,0885	345150
ФП Церемікс 2ХЛ	-	-	-	-	-	-	-	0,0216	84240
молочна кислота 100 %-ва	0,08	1318200	-	-	0,0108	7020	-	-	-
Проміжні продукти, дм ³ :									
Гаряче сусло	579,5	11,29	95400500	468,8	11,52	7488000	513,34	11,37	44343000
Холодне сусло	543,0	10,58	89401000	438,8	10,78	7007000	485,1	10,75	41925000
Молоде пиво	531,05	10,35	87457500	428,71	10,53	6844500	474,43	10,51	40989000
Фільтроване пиво	518,3	10,26	86697000	417,56	10,25	6662500	463,04	10,26	40014000
Готове пиво	513,1	10,0	84500000	407,12	10,0	6500000	451,46	10,0	39000000
Відходи:									
пивна дробина, кг	172,79	3,37	28476500	178,5	4,38	2847000	178,64	3,96	15444000
Відстій білковий, кг	1,75	0,034	287300	1,75	0,042	27300	1,75	0,039	152100
Надлишкові дріжджі, дм ³	5,131	0,1	845000	4,071	0,1	65000	4,515	0,1	390000
діоксид вуглецю, кг	19,98	0,39	3295500	18,47	0,45	292500	18,71	0,41	1599000
Відходи під час підготовки солоду, кг	0,1	0,0019	16055	0,1	0,0025	1625	0,08	0,0017	6630
Виправний брак пива, дм ³	10,26	0,2	1690000	8,14	0,2	130000	9,03	0,2	780000

Розрахунки необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів

Пляшки. За даними табл. 1.1 у скляні пляшки місткістю 0,5 дм³ розливають пива Європейське — 25 %, Традиційне — 100 % і Українське — 100 %.

Для безперебійної роботи заводу необхідно визначити загальну кількість пляшок, а також кількість нових та оборотних пляшок.

Потрібна кількість пляшок визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = Q \cdot 100 / V \cdot (100 - K_{\text{б}}),$$

де Q — річний випуск продукції в пляшках, дм³; V — місткість пляшки, дм³; K_б — кількість розбитих пляшок під час зберігання, миття та розливу, %. Приймаємо місткість пляшок 0,5 дм³, а кількість розбитих пляшок — 3,1 %.

Кількість нових пляшок знаходять за формулою:

$$N_{\text{нов}} = Q \cdot (K_{\text{н}} + K_{\text{б}}) / 100 \cdot V,$$

де K_н — кількість пляшок, не повернених від населення, %. Приймаємо кількість пляшок, не повернених від населення 5 %.

Кількість оборотних пляшок розраховують з формулою:

$$N_{\text{об}} = Q \cdot 10 / V \cdot n,$$

де n — кількість оборотів пляшок на рік (приймаємо 40 оборотів), 10 — коефіцієнт перерахунку декалітрів у дециметри кубічні.

За асортиментом і обсягом проектованої продукції 6 662 500 дал пива розливають у пляшки місткістю 0,5 дм³ і 6 337 500 дал пива в кеги. Отже, річна потреба загальної кількості пляшок місткістю 0,5 дм³, а також оборотних і нових:

$$N_{\text{пл.заг}} = 6\,662\,500 \cdot 10 \cdot 100 / 0,5(100 - 3,1) = 137\,512\,900 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пл.нов}} = 6\,662\,500 \cdot (5 + 3,1) / 100 \cdot 0,5 = 1\,079\,325 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пл.об}} = 6\,662\,500 \cdot 10 / 0,5 \cdot 40 = 3\,331\,250 \text{ шт.}$$

Кеги. Приймаємо, що пиво розливають у кеги місткістю 5 дм³. Кількість обертів кегів на рік — 40, потреба у нових кеггах — 10 % від кількості оборотних. Загальну кількість кегів розраховують за формулою

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

де Q_{кег} — об'єм пива, що розливають у кеги за рік, дал; V_{кег} — об'єм кега, дм³.

В кеги розливають 6 337 500 дал пива на рік, тому потрібно мати кегів місткістю 5 дм³

$$N_{\text{заг.кег}} = 6\,337\,500 / 5 = 1\,267\,500 \text{ шт.}$$

Потрібна кількість оборотних і нових кег:

$$N_{\text{кег.об}} = 1267500 / 40 = 31\,688 \text{ шт.},$$

$$N_{\text{кег.нов}} = 31688 \cdot 0,1 = 3169 \text{ шт.}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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:

$$N_{\text{гофр}} = 137\,512\,900 \cdot 20 \cdot 0,99 = 6\,945\,096 \text{ шт}$$

Для обгортання гофролотків потрібно термозбіжної плівки ПЕТ

$$G_{\text{плПЕТ}} = 5\,485\,713,7 \cdot 40 / 1000 = 219\,429 \text{ кг}$$

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

$$137\,512\,900 \cdot 1,045 = 143\,700\,980,5 \text{ шт.}$$

Етикетки для пляшкової і кегової продукції. За нормами технологічного проектування витрата етикеток для пляшкової продукції становить 1,045 шт./ пл. пива, а для кегової продукції – 1 шт./кег пива. Отже, потрібно етикеток для пляшок і кегів:

$$\text{для пляшок} — 137\,512\,900 \cdot 1,045 = 143\,700\,980,5 \text{ шт.};$$

$$\text{для кегів} — 6\,337\,500 \cdot 1,045 = 6\,622\,688 \text{ шт.}$$

Миття пляшок. На річний випуск пляшкового пива потрібно луку

$$G_{\text{луг}} = 137\,512\,900 \cdot 1000 \cdot 0,5 \cdot 1\,000\,000 = 275\,025,8 \text{ кг}$$

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

$$(137\,512\,900 + 1\,267\,500) \cdot 0,275 / 1000 = 38\,164,6 \text{ кг}$$

Наведеними розрахунками визначена кількість тари та допоміжних матеріалів на рік та на добу, яка представлена в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Найменування тари і допоміжних матеріалів	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	Добу (238 днів робочих розливного цеху)	рік
Пляшки, шт., в т. ч.:	577 785,3	137 512 900
оборотні	4 535,0	1 079 325
нові	13 997,0	3 331 250
Кеги, шт., в т. ч.:	3 687,4	1 267 500
оборотні	92,2	31 688
нові	9,2	3169
Гофролотки для вкладання пляшок, шт	29 181,1	6 945 096
Плівка ПЕТ для обгортання гофролотків, кг	775,9	219 429
Кронен-корка на пляшки, шт.	603 785,6	143 700 980,5
Етикетки, шт., на: пляшки	603 785,6	143 700 980,5
кеги	36 874	622 688
Луг, кг	1 155,6	275 025,8
Клей для наклеювання етикеток, кг	160,4	38 164,6

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок кількості та підбір технологічного й допоміжного обладнання, із застосуванням якого реалізується технологічний процес виконують відповідно до виробничої потужності, прийнятої технологічної схеми, результатами продуктивних розрахунків, матеріальними балансами та потужністю серійного обладнання [15]. При виборі обладнання перевагу віддають сучасному обладнанню, яке виробляється серійно, максимально задовольняє технологічні вимоги та відповідає за продуктивністю фактичній потужності операції.

Розрахунок:

Загальна річна потреба у зернопродуктах:

$$G = q \times Q$$

Для пива Європейське (12 %):

$$G = 1,95 \times 5\,850\,000 = 11\,407\,500 \text{ кг} = 11\,407,5 \text{ т};$$

для Традиційне (14,5 %):

$$G = 2,45 \times 450\,000 = 1\,102\,500 \text{ кг} = 1\,102,5 \text{ т};$$

для Українське (13 %):

$$G = 2,21 \times 2\,700\,000 = 5\,967\,000 \text{ кг} = 5\,967 \text{ т};$$

$$G_{\text{річне}} = 11\,407,5 + 1\,102,5 + 5\,967 = 18\,477 \text{ т}.$$

Варильний агрегат. Добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період року складає:

$$G_{\text{доб}} = G_{\text{р}} \cdot K_{\text{кв}} \cdot t,$$

де $G_{\text{р}}$ — річна переробка зернопродуктів, т;

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

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

$$G_{\text{доб}} = 18\,477 \cdot 0,3 \cdot 28,5 \cdot 3 = 64,83 \text{ т} = 65 \text{ т/добу}.$$

Підбираємо 1 чотирьохапаратний агрегат із кількістю варок на добу 7. До складу варильного агрегату входить заторний апарат, фільтр-прес, сусловарильний апарат та гідроциклонний апарат типу «Вірпул».

Засип на 1 варку:

$$65 \cdot 7 = 9,29 = 10 \text{ т}.$$

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

$$65 / 4,5 = 14,44 \text{ т/год}$$

					РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ І БУДІВЕЛЬ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Підбираємо норію НЦГ-50 з продуктивністю 50 т/год по «важкому» зерну насипною масою 0,76 т/м³. При транспортуванні солоду насипною масою 0,53 т/м³, коефіцієнті використання норії 0,85, продуктивність її становить:

$$50 \cdot 0,53 \cdot 0,85 \cdot 0,76 = 29,64 = 30 \text{ т/год}$$

Шнековий транспортер повинен бути такою продуктивністю як і норія, 30 т/год.

Ваги автоматичні для зважування солоду повинні мати таку ж потужність як і норія. Обираємо ваги марки КМЗКО продуктивністю 20-60 т/год. Габаритні розміри: 1500×1700×1850 мм.

Бункери виробничого запасу зернопродуктів. Відповідно до норм технологічного проектування загальна місткість бункерів повинна дорівнювати добовому запасу зернопродуктів, тобто 65 т. Виходячи із розрахунків продуктів, бункери виробничого запасу зернопродуктів розраховують для наступної сировини: 100 % світлого солоду; 30 % темного солоду; 22 % карамельного солоду; 20 % вівсяне борошно.

Об'єм добового запасу солоду розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{доб.солоду}} = G_{\text{доб}} \cdot 0,53 \cdot 1,1 \text{ м}^3,$$

де 0,53 – об'ємна маса товарного солоду; 1,1 – коефіцієнт запасу місткості при повному заповненні бункера.

Об'єм бункера добового запасу світлого солоду:

$$V_{\text{доб.св.сол}} = 65 \cdot 1 \cdot 0,53 \cdot 1,1 = 134,9 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера добового запасу темного солоду:

$$V_{\text{доб.темн.сол}} = 65 \cdot 0,30 \cdot 0,53 \cdot 1,1 = 40,5 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера добового запасу карамельного солоду:

$$V_{\text{доб.кар.сол}} = 65 \cdot 0,22 \cdot 0,53 \cdot 1,1 = 29,7 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера добового запасу вівсяного борошна:

$$V_{\text{доб.вівс.бор}} = 65 \cdot 0,2 \cdot 0,53 \cdot 1,1 = 27 \text{ м}^3.$$

Обираємо 1 бункер для світлого солоду об'ємом 140 м³, 1 бункер для темного солоду об'ємом 45 м³, 1 бункер для карамельного солоду об'ємом 30 м³, 1 бункер для вівсяного борошна об'ємом 30 м³. Проектуємо бункери квадратного перерізу із пірамідальним днищем.

Геометричні розміри бункера для *світлого солоду* при стороні квадрата $a = 5$ м і куті відкосу 30° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \sqrt{2} \cdot \text{tg } \alpha \cdot a \text{ м,}$$

де $\text{tg } \alpha$ – кут природнього відхилення зерна (для солоду $\alpha = 30^\circ$; $\text{tg } 30^\circ = 0,5774$).

					РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ І БУДІВЕЛЬ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$h_1 = \sqrt{2} \cdot 0,5774 \cdot 5 = 2,04 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \sqrt{a^2 - 13} \cdot h_1, \text{м,}$$

де V – це об'єм бункера для солоду, 140 м^3 .

$$h = 140 \sqrt{4^2 - 13} \cdot 2,04 = 8,07 \text{ м.}$$

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

Висота пірамідальної частини:

$$h_2 = \sqrt{2} \cdot 0,5774 \cdot 4 = 1,63 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \sqrt{a^2 - 13} \cdot h_2, \text{м,}$$

де V – це об'єм бункера для солоду, 45 м^3 .

$$h = 45 \sqrt{4^2 - 13} \cdot 1,63 = 2,27 \text{ м.}$$

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

Висота пірамідальної частини:

$$h_3 = \sqrt{2} \cdot 0,5774 \cdot 2 = 0,82 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \sqrt{a^2 - 13} \cdot h_3, \text{м,}$$

де V – це об'єм бункера для солоду, 30 м^3 .

$$h = 30 \sqrt{4^2 - 13} \cdot 0,82 = 1,6 \text{ м.}$$

Геометричні розміри бункера для *вівсяного борошна* при стороні квадрату $a = 2 \text{ м}$ і куті відкоса 30° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_4 = \sqrt{2} \cdot 0,5774 \cdot 2 = 0,82 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \sqrt{a^2 - 13} \cdot h_4, \text{м,}$$

де V – це об'єм бункера для борошна, 30 м^3 .

$$h = 30 \sqrt{4^2 - 13} \cdot 0,82 = 1,6 \text{ м.}$$

Повітряно-ситовий сепаратор для очищення солоду від домішок обираємо марки А1-БІС-100 продуктивністю $8,3 \text{ т/год}$. Габаритні розміри $2700 \times 2790 \times 2670 \text{ мм}$; маса – 1450 кг .

Підбираємо *магнітний сепаратор* Оліс з електродвигуном ХВД 1,5-4-35. Продуктивність даного апарату – $4 \dots 6 \text{ т/год}$. Потужність електродвигуна – $1,3 \text{ кВт}$; розміри барабану – $800 \times 800 \text{ мм}$.

Дробарка тонкого помелу. Подрібнення солоду на одну варку повинно проводитись за $1,5-2,0 \text{ год}$. Отже, потужність солододробарки повинна бути:

					РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ І БУДІВЕЛЬ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$Q_{\text{дроб.}} = 10 \cdot 1,5 = 6,7 \text{ т/год}$$

Обираємо дробарку тонкого подрібнення марки Meura потужністю 8 т/год.

Предзаторний апарат. Приймаємо апарат Hurrmann. Продуктивність 20 т/год; відношення води до помелу: 1,9-2,3 дм³/кг; потік води – 160 дм³/год; робоча температура 50 - 85 °С; тиск потоку води: 2 бар.

Заторний апарат. Приймаємо два заторних апарати апарати Hurrmann засипом на 10,0 т.

Бункер дробини. Приймаємо один апарати Orion Group засипом на 6,0 т. Габаритні розміри, мм: довжина — 15000; ширина — 2400; висота — 2300.

Сушварильний апарат. Приймаємо один апарати Steinecker, засипом на 10,0 т.

Збірник промивних вод розраховують з урахуванням місткості 2,4 м³ води на 1 т зернопродуктів, тоді на одну варку:

$$2,4 \cdot 10 = 24 \text{ м}^3.$$

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

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4;$$

$$l = 4 \cdot V / \pi \cdot d^2;$$

$$l = 4 \cdot 24 / 3,14 \cdot 9 = 3,5 \text{ м};$$

Збірник для сусла на виході з фільтр-преса (буферна ємність) повинен мати таку ж місткість, як і сушварильний апарат. Тому приймаємо збірник об'ємом 50 м³. Габаритні розміри, мм: Н = 4600; D = 3000.

Насос для перекачування затору. Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3,0 – 3,5 дм³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 10 000 кг зернопродуктів відповідно:

$$V = 10\,000 \cdot 3,5 = 350 \text{ м}^3.$$

Приймаємо шестеренчастий насос марки GGH з подачею до 250 м³/год і тиском до 16 бар. Маса насоса 475 кг.

Сушварильний насос. Відповідно до режиму варки сусла з хмелем перекачування охмеленого сусла із сушварильного апарату відбувається протягом 30 хв. Об'єм сусла, відповідно до продуктового розрахунку, складає 600 дм³ на 100 кг переробляємих зернопродуктів. Отже, із одної варки отримуємо сусла:

$$V_{\text{сусла}} = 6\,000 \cdot 600 / 100 = 36\,000 \text{ л.}$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$Q_{\text{сусл.насоса}} = 36\,000 \cdot 60 / 30 = 72\,000 \text{ л/год.}$$

					РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ І БУДІВЕЛЬ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Для розрахованої потужності приймаємо насоси АВЗ-63Д продуктивністю 100 м³/год і напором 50 м.

Гідроциклонний апарат. Для підбору вірпула знаходимо його повну місткість, м³,

$$V = V_{\text{зат}} * K,$$

де $V_{\text{зат}}$ — кількість суслу одержувана з одного затору, м³;

K — коефіцієнт заповнення.

Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м³ суслу і коефіцієнт заповнення 0,8. Місткість апарата становитиме:

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

Приймаємо гідроциклонний апарат Меуга продуктивністю 792 м³/год, повний об'єм – 90 м³. Діаметр – 5700 мм; висота – 2500 мм.

Специфікація технологічного обладнання для приготування пивного суслу наведена в табл. 5.1 [1].

Таблиця 5.3 - Специфікація технологічного обладнання

Номер позиції на АТС	Найменування, тип обладнання	К-сть	Технічна характеристика (габаритні розміри, мм)	Потужність електро двигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітка
1	2	3	4	5	6	
1	Шнековий транспортер	2	Продуктивність — 12 т/год; діаметр гвинта 400 мм; крок гвинта 120 мм; частота обертання 75 об/хв.	2,1	4,5	GGH
2	Норія	1	Продуктивність – 50 т/год; висота норії не більше 40 м; ширина стрічки 300 мм; крок ковшів 180 мм; швидкість руху стрічки 2,2 м/с; маса головки 405 кг, башмака 275 кг.	3,2	4,5	КМЗКО
3	Ваги автоматичні ДН - 500	5	Продуктивність - 20-60 т/год; величина порції 250 – 500 кг; габаритні розміри 1500x1700x 1850; маса 860 кг.	-	-	НВП Техно-ваги
4	Бункер для світлого солоду	1	$V = 140 \text{ м}^3$; ширина = 5 м; $h_1 = 2,04 \text{ м}$; $h = 8,07 \text{ м}$.	-	-	Агро-інвест
5	Бункер темного солоду	1	$V = 45 \text{ м}^3$; ширина = 4 м; $h_2 = 1,63 \text{ м}$; $h = 2,27 \text{ м}$.	-	-	Агро-інвест

Продовження табл. 5.3.

6	Бункер карамельного солоду	1	$V = 30 \text{ м}^3$; ширина = 2 м; $h_3 = 0,82 \text{ м}$; $h = 1,6 \text{ м}$.	-	-	Агро-інвест
7	Бункер несолодженої сировини	1	$V = 30 \text{ м}^3$; ширина = 2м; $h_4 = 0,82 \text{ м}$; $h = 1,6 \text{ м}$.	-	-	Агро-інвест
8	Повітряно – ситовий сепаратор	1	Продуктивність 8,3 т/год; габаритні розміри 2700x2790x2670; маса 1450 кг.	1,1	10	A1-БІС-100
9	Магнітний сепаратор	1	Продуктивність 4-6 т/год; габаритні розміри барабана 800 x 800.	1,3	10	Оліс
10	Дробарка тонкого помелу	1	Потужність - 5 т/год; кондиції повітря подачі на фільтр: тиск - 4,5 бар; потік - 55 м3/год.	10	7	Меура Німеччина
11	Бункер подрібнених зернопродуктів	2	Габаритні розміри 9200×4100×2100 мм	-	-	Агро-інвест
12	Предзаторний апарат	1	Продуктивність 30 т/год; відношення води до помолу : 1,9-2,3 л/кг; потік води - 160/год; робоча температура 50 - 85 ; тиск потоку води: 2 бар. Габаритні розміри 4800*4800 мм.	-	-	Huppman n
13	Шестирінчас-тий насос	1	Подача до 250м ³ /год і тиском до 16 Бар.. Маса насоса 475 кг.	-	-	GGH
14	Заторний апарат ВКЗ-5	2	Місткість 33 м ³ ; площа поверхні нагріву 20,8 м ² ; діаметр 4800 мм; висота циліндричної частини 1212 мм; кришки – 2500; сферичного днища – 1060 мм; маса апарата 19500; робоча маса 42000 кг.	32.5	11	Huppman n
15	Відцентровий насос	8	Потужність 75000-230000 дм3/год., маса 475 кг	7,7	8	GGH
16	Фільтр-прес	1	Габаритні розміри: діаметр 5800. Робоча маса 29815кг.	-	-	Меура Німеччина
17	Збірник дробини	1	Засипом на 6,0 т. Габаритні розміри, мм: довжина — 15000; ширина — 2400; висота — 2300.	-	-	Orion. Group
18	Суслозбірник	1	Об'єм 50 м ³ . Габаритні розміри, мм: Н = 4600; D = 3000	-	-	Orion. Group

					РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ І БУДІВЕЛЬ	Арк.
						56
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчення табл. 5.3.

19	Збірник промивних вод	1	Довжина - 3500 мм; діаметр - 3000 мм; об'єм - 24 м ³ .	-	-	Orion. Group
20	Теплообмінник	2	Продуктивність – 1500 дм ³ /год, використаного тепло агента – 12 м ³ /год, кількість пластин – 86 шт, поверхня теплообміну - 0,15 м ² , габаритні розміри мм: 1278x700x1200	-	-	Start-Heat
21	Сушварильний апарат	1	Місткість 45,6 м ³ ; площа поверхні нагріву 47,2 м ² ; діаметр 5200 мм; висота циліндричної частини 967 мм; кришки – 2690 мм; сферичного днища – 1870 мм; маса апарата 20000; робоча маса 58000 кг.	7,5	10	Steinecker Німеччина
22	Конденсатор теплообмінника	1	Габаритні розміри: 1000x400 мм	8	-	STEINECKER
23	Енерготанк	1	Габаритні розміри мм:1000x4400	-	-	STEINECKER
24	Гідроциклонний апарат	1	Продуктивність 792 м ³ /год; повний об'єм 90 м ³ ; діаметр 5700 мм; висота 2500 мм.	-	-	Meura
25	Конденсатор пари	1	Габаритні розміри: 1000x400 мм	ОПЭК С-2,4	25	Конденсатор пари
26	Вакуум-насос	1	Продуктивність насоса 150 м ³ /год; тиск 20 м.вод.ст.; маса – 1000кг.; n = 1450 об/хв.	7,5	1,5	AB3-63Д
27	Хмелевий бачок	2	Повний об'єм – 0,2 м ³ ; робочий об'єм – 0,05 м ³ ; маса - 430 кг; діаметр - 700 мм; висота - 1313 мм.	-	-	Orion. Group
28	Колона для стріпінгу	1	Діаметр 2700 мм Висота 6900 мм	-	-	KRONES AG
29	Збірник холодної води	1	Габаритні розміри, мм: 3028x4000	Orion. Group	29	Збірник холодної води
30	Збірник гарячої води	1	Габаритні розміри, мм: 3028x4000	-	-	Orion. Group

					РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ І БУДІВЕЛЬ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		57

6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Заводською лабораторією проводиться технохімічний контроль, від початку технологічного процесу (приймання сировини) і до кінця. Здійснюється контроль за допомогою зняття параметрів речовин, котрі задіяні у виробництві. Технохімічний контроль – це основний засіб спостереження за веденням технологічних процесів пивоварного виробництва, що проводить забезпечення поліпшення якості пива та зниження його собівартості.

Головною метою технохімічного контролю являється організація роботи лабораторії, правильна постановка контролю якості сировини, напівпродуктів і готової продукції, щоб випускати високоякісну продукцію, що відповідає показникам діючих стандартів [16].

Схема технохімічного контролю наведена у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 — Схема технохімічного контролю

Об'єкт дослідження	Місце відбору проби	Показники, що визначаються	Показник якості	Періодичність контролю	Відповідальний за провед. аналізу
1	2	3	4	5	6
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, без плісняви	В день надходження на завод	Інженер-хімік
		Колір	Світложовтий або жовтий		
		Смак	Солодовий		
	В середній пробі	Прохід крізь сито (2,2 × 20) мм	Не більше 3,0		
		Масова частка смітних домішок, %	Не більше 0,3		
		Масова частка вологи	Не більше 5		
Хміль гранульований	В середній пробі від партії	Масова частка вологи	Не більше 10,0 Не менше 7,0	Під час приймання	Інженер-хімік
		Масова частка альфа-кислот	Не менше 2,5		

Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Запах, смак, прозорість	Відповідає стандартам показникам	Один раз на квартал	Інженер-хімік
		Жорсткість, мг/дм ³	2-4		
		Ферум, мг/дм ³	Не більше 0,1		
		Окислюваність, мг/дм ³	Не більше 0,2		
		Лужність, мг/дм ³	0,5-1,5		
Подрібнення сухого солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %: лузга крупка мілка крупка крупна мука	15-18 30-35 18-22 25-35	Не рідше 1 разу на декаду і під час установавання вальців солододробарок	Інженер-хімік
Приготування затору	Заторний апарат	рН затору	5,4 – 5,6	1 раз у 10 днів	Інженер-хімік
Гаряче сусло	Суслорильна лінія	рН сусла	5,2 – 5,4	Кожна варка	Інженер-хімік
		Оцукрювання	Проба на йод - витримує	При зміні партій сировини мін. 5р.	
		Колір, ЕВС/см ³ 0,1 моль/ дм ³ р-ну I ₂ на 100 см ³ води	Світле 6-10/0,36-0,63 Напівтемне 7-13/0,44-0,85 Темне 120-140/9-10		
		Вміст гірких речовин, мг/дм ³	Світле 17-23 Напівтемне 37-33 Темне 22-26		
Пивна дробина	3 фільтраційного апарату	Загальний екстракт	1,5 – 2,5 %	За необхідністю	Інженер-хімік
		Вимивний екстракт	0,5 – 0,7 %	Один раз на тиждень з кожного апарату	Інженер-хімік
		Невимивний екстракт	0,8 – 1,2 %	За необхідністю	

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз виробничого травматизму в галузі та на підприємстві

У теперішній час в Україні актуальною проблемою є незадовільний стан охорони праці в пивоварній галузі.

Пивоварні підприємства характеризуються досить складним технологічним обладнанням і фізико-хімічними процесами, а також шкідливими та небезпечними умовами праці. Використовуються потужні автоматичні лінії розливу, високотеплові варочні установки, бродильні та ферментаційні установки під тиском і низьким бродінням, силові та холодильні установки тощо.

Відсутність кваліфікованих кадрів, слабкі знання з охорони праці та низька виробнича дисципліна призводять до високого виробничого травматизму та професійних захворювань.

Пивоварний цех пивоварні відноситься до категорії Д (тобто з високим ступенем пожежо- та вибухонебезпечності). Основні небезпеки пивоварного виробництва пов'язані з використанням загальновиробничого обладнання (підйомні машини та механізми, електроустановки, тепловикористовуючі установки, обладнання під тиском тощо), що характеризується наявністю небезпечних зон. Рівень травматизму та професійних захворювань на підприємстві залежить від рівня організації охорони праці та пожежної безпеки, а також від стану трудової дисципліни [16].

Фінансування заходів з охорони праці на підприємстві

Витяг з Закону України «Про охорону праці» від 14.10.92 р. № 2694-ХІІ
Стаття 19. Фінансування охорони праці:

- 1) фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем;
- 2) фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавних, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, що спрямовані на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачають, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах.

Для приватного пивзаводу відповідно до законодавства про використання найманої праці, витрати на охорону праці становитимуть 0,5 % фонду оплати праці за попередній рік (частина третя статті 19 із змінами, внесеними згідно із Законом № 3458-VI від 02.06.2011).

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Служба охорони праці підприємства

Оскільки на підприємстві працює понад 50 осіб, служба охорони праці створюється відповідно до Типового положення № 255. Кількість служб охорони праці приймається згідно з «Рекомендаціями щодо структури та кількості служб охорони праці», які є доповненням до стандартних правил охорони праці, у кількості 1 спеціаліста зі спеціальною освітою з охорони праці, який має практичний досвід роботи в пивоварній галузі та призначається на посаду заступника директора. Підпорядковується служба охорони праці безпосередньо директору підприємства [17].

У системі управління охороною праці підприємства (СУОП), яка здійснюється службою охорони праці спільно з керівництвом підприємства, основними факторами є: законодавство України про охорону праці та про працю, міжгалузевий та галузевий нормативно-правовий акт з питань охорони праці та «Положення про службу охорони праці».

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів під час роботи обладнання варильного відділення

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами у варильному цеху є:

- підвищені значення напруги в електричному ланцюзі (технологічне обладнання пивоварного підприємства працює під напругою 380 В);
- підвищена температура поверхонь устаткування ($t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- підвищена температура повітря робочої зони ($t = 30\text{...}32\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці.

Повітря робочої зони

Мікроклімат, або метеорологічні умови виробничих приміщень, визначають такими параметрами: температура повітря приміщення, відносна вологість, рухливість повітря тощо. Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 і ГОСТ 12.1.005-88.

У варильному відділенні відбувається значне виділення тепла, яке передається від корпусу заторних та сушварильних апаратів до повітря в цеху і таким чином нагріває стіни будівлі, обладнання та обшивку за рахунок теплового випромінювання [16].

Найчастішими причинами відхилень параметрів мікроклімату від нормативних є надходження в повітря виробничого приміщення надлишку тепла або водяної пари від працюючого обладнання та різних джерел випаровування.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Заходи захисту від теплового випромінювання можна розділити на чотири групи:

- усунення джерел тепла;
- захищення від теплового випромінювання;
- полегшення віддачі тепла від тіла людини в навколишнє середовище;
- індивідуальний захист від теплового впливу.

Загазованість

У варильному цеху в повітря виділяється лише водяна пара, яка не містить шкідливих речовин.

Запиленість

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» запиленість повітря для варильного відділення не нормується, оскільки відсутнє обладнання для подрібнення та пилоутворення.

Шум

Насоси та приводи змішувальних пристроїв створюють шум у варильному відділенні. Норми шуму на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Засоби захисту від шуму:

- засоби індивідуального захисту;
- дистанційне управління обладнанням варильного відділення, що виключає передачу шуму на робочі місця;
- ізоляція приміщення відділення і оснащення засобами для шумоізоляції [16].

Вібрація

Вібрація створюється механічними коливаннями машин, механізмів та їх елементів. В якості засобів індивідуального захисту використовуються антивібраційні рукавички та взуття. Вібрація на робочих місцях не повинна перевищувати гранично допустимих рівнів, зазначених у ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та місцевої вібрації», відповідно до яких нормуються такі показники як: швидкість вібрації, м/с; віброприскорення, м/с²; інтенсивність, дБ.

Заходи щодо зменшення впливу вібрації на працівників:

- зниження вібрації в джерелах її утворення конструктивними або технологічними міраами;

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- зниження вібрації на шляху її розповсюдження засобами віброізоляції і вібропоглинання;
- дистанційне управління обладнанням, що виключає передачу вібрації на робочі місця;
- використання засобів індивідуального захисту.

Освітлення

Внутрішнє освітлення повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5.-28-2006 «Освітлення природне та штучне». Освітлення варильного цеху забезпечується природним боковим освітленням, яке доповнюється штучним освітленням газорозрядними лампами.

Штучне освітлення представлено робочим, аварійним та евакуаційним. Загальна система освітлення прийнята рівномірно і призначена для освітлення всього приміщення. У варильному цеху встановлено загальне рівномірне освітлення, оскільки воно контролює перебіг технологічних процесів.

Місцеве освітлення призначене для освітлення тільки робочих поверхонь, також використовується стаціонарне і переносне освітлення [16].

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

Виходячи з положення про варильний цех, де в одну зміну працюють чотири особи, ми передбачаємо: окремі чоловічі та жіночі шафи з індивідуальними шафами (по два відділення кожна) з кількістю шаф: 4 - для жінок і 8 для чоловіків (враховуючи двозмінну роботу цеху).

До гардеробних примикають душові з двома душовими кабінами в кожній. У гардеробних встановлений один умивальник. У цеху має бути розміщена сушарка для робочого одягу (одна для варильного та ферментаційного цехів).

Заходи з електробезпеки

Для забезпечення захисту працівників від впливу електричного струму застосовуються засоби та методи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами безпеки електрообладнання споживачів».

Розглядаючи приміщення варильного цеху, можна визначити, що територія, де встановлено обладнання (затирання, сушіння, фільтрація та насоси, приводи змішувальних пристроїв), відноситься за класифікацією ПУЕ до зони підвищеної небезпеки (робота під напругою, у разі пошкодження ізоляції або непрофесійних дій працівника) [17].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Засоби електрозахисту:

- заземлення всіх металевих неструмопровідних конструкцій електрообладнання (для приміщень підвищеної небезпеки та особливо небезпечних обов'язкове заземлення всіх неструмопровідних елементів електрообладнання);
- живлення системи автоматизації, світильників освітлення шкал приладів контролю та керування приладами та оглядових ламп на приладах низької напруги (до 12 В);
- застосування системи захисного відключення електропостачання у разі короткого замикання на корпусі електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;
- всі інші механізми, що живляться від змінної напруги 220/380 В, обладнані заземленням та аварійним відключенням;
- електроосвітлення здійснюється напругою струму 127/220 В з обов'язковим встановленням світильників загального освітлення на висоті не менше 5 м;
- усі електрощити повинні бути закриті захисними коробками. Під щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);
- приміщення цеху обладнані знаками безпеки;
- ремонт і технічне обслуговування обладнання проводиться тільки при відключенні електромережі [17].

Заходи з пожежної безпеки

Виділяють наступні заходи пожежної безпеки для варильного відділення:

- 1) варильний цех належить за вибухо- та пожежонебезпекою до категорії Д;
- 2) згідно з ДБН В.1.1-7-2002 ступінь вогнестійкості для промислових будівель основних цехів не може бути нижчим від другого;
- 3) згідно з ПУЕ за вибухо- та пожежонебезпекою електрообладнання пивоварного підприємства належить до пожежонебезпечної П-Іа; вибухонебезпечної В-Іа;
- 4) кожна галузь харчової та переробної промисловості має узгоджений з Державним пожежним наглядом МВС України перелік споруд і приміщень, які підлягають обладнанню автоматичними засобами пожежогасіння та автоматичною пожежною сигналізацією.

У варильному відділенні немає ні автоматичної сигналізації, ні автоматичної системи пожежогасіння. Усі виробничі приміщення оснащені первинними засобами гасіння пожежі. До них належать: вогнегасники, пожежний інвентар (ковдри з негорючого матеріалу, грубої або товстої вати, пісочниці, бочки з водою, пожежні відра, лопати); пожежні інструменти (гаки, ломи, сокири тощо).

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		65

У разі пожежі або інших нестандартних ситуацій у цеху має бути два шляхи евакуації людей. Одним із способів порятунку є вікно з пожежними сходами, що ведуть у зовнішній двір [17].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		66

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВОКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто технологію виробництва пивного суслаз фокусом на ефективне видалення диметилсульфіду під час кип'ятіння з хмелем. Робота пропонує реалізацію ряду технічних рішень, які сприятимуть поліпшенню процесу виробництва.

Один із аспектів кваліфікаційної роботи стосується транспортування солоду і ячменю, для чого запропоновано використання норії та шнекового транспортера, а також повітряно-ситових та магнітних сепараторів для очищення зернопродуктів. Подрібнення солоду і ячменю буде проводитися сухим способом з використанням молоткової дробарки, що дозволить отримати дрібний фракційний помел. Фільтрування затору на автоматизованому фільтр допоможе збільшити перехід екстрактивних речовин у сусло, підвищити продуктивність та знизити енерговитрати на транспортування.

Ще одним аспектом є застосування одновідварного способу затирання солоду і несолоджені сировини у сучасних заторних апаратах з мішалками з профільованими плечима. Це сприятиме отриманню гомогенного затору, запобігатиме утворенню грудок. Додавання молочної кислоти допоможе підкислити затір до оптимального рівня для дії ферментів, що поліпшує процес оцукрювання.

У роботі також пропонується використання сусловарильного апарата з подвійним відбивним екраном для динамічного кип'ятіння сусла з хмелем. Це дозволяє збільшити площу випаровування і видалення диметилсульфіду до прийняттого рівня, скоротити тривалість кип'ятіння та використовувати гріючу пару. З метою зниження енерговитрат пропонується використовувати теплоту вторинної пари для попереднього нагріву сусла, що подається в сусловарильний апарат.

Для освітлення охмеленого сусла запропоновано використання гідроциклонного апарата типу "Вірпул", а для охолодження - двосекційного пластинчастого теплообмінника. Крім того, охолодження сусла відбувається з метою запобігання новоутворенню диметилсульфіду.

З метою поліпшення якості освітленого сусла пропонується використання стріпінгу, який дозволяє ефективно видаляти небажані ароматичні речовини та диметилсульфід, зменшуючи тривалість кип'ятіння, витрати гріючої пари та концентрацію ДМС.

Загалом, запропоновані технічні рішення спрямовані на поліпшення процесу виробництва пивного сусла шляхом оптимізації транспортування, подрібнення, затирання, кип'ятіння, охолодження та очищення сусла, а також

					ВИСНОВОК	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		67

зниження енерговитрат і поліпшення якості продукту. В роботі передбачений випуск трьох сортів пива: Європейське – 65 %, Традиційне – 5 % та Українське – 30 %, які виробляють із ячмінного світлого, карамельного та темного солоду та ячменю.

Виконані продуктові розрахунки продуктів, основних та допоміжних матеріалів, на підставі яких розраховано технологічне і допоміжне обладнання. Розроблені схеми технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва з метрологічним забезпечення їх та заходи з екології у варильному відділенні.

					ВИСНОВОК	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		68

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ: ІНКІОС, 2004. 426 с.
2. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. ; за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
3. Кунце В., Мит Г. Технологія солоду та пива: пер. с нем. Санкт-Петербург: Професія, 2009. 1100 с.
4. ДСТУ 3888: 2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с.
5. ДСТУ 4282:2018 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
6. ДСТУ 3769-98 Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с.
7. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).
8. ДСТУ 7028:2009 Гранули хмелю. Технічні умови. Чинний від 2009-07-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 24 с.
9. ДСТУ 4098.2-2002 «Хміль ароматичний. Часина 2. Хміль ароматичний спресований. Чинний від 2003-01-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 24 с.
10. ДСТУ 4621:2006 Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-03-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 23 с.
11. Діоксид вуглецю рідкий. Технічні умови. ДСТУ 4817:2007 [Чинний від 01.05.07]. Київ. Держспоживстандарт України, 2007. 26 с.
12. Фільтрувальний картон. Технічні умови. ДСТУ 7770:2015 [Чинний від 01.03.15]. Київ. Держспоживстандарт України, 2015. 28 с.
13. ТУ 9184-002-25489752-2006 «Кизельгур діатоміт. Технічні умови» [Чинний від 2006-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.
14. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін. // під ред. А.Є. Мелетьєва. Київ. НУХТ, 2007. 256 с.
15. Романова, З. М. Проектування підприємств галузі: конспект лекцій для студентів спеціальності 6.091700 «Технологія бродильних виробництв і

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		69

виноробства» денної та заочної форм навчання/ З. М. Романова, М. В. Карпутіна. Київ: НУХТ, 2009. 62 с.

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

17. Основи охорони праці: підручник / О.І. Запорожець; Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 264 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 та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)

19. Основи промислового будівництва та санітарної техніки [Електронний ресурс] : конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» освітньо-професійних програм «Харчові технології та інженерія», «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», «Теплоенергетика», «Енергомашинобудування» денної форми навчання / уклад. В. С. Гуць, О. В. Євтушенко. Київ: НУХТ, 2012. 120 с.

20. Методичні рекомендації до виконання «Архітектурно-будівельного розділу» дипломного проекту (роботи) для студентів за напрямками підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», 6.051401 «Біотехнологія», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 6.050604 «Енергомашинобудування» денної та заочної форм навчання / уклад. Г. Р. Ашмаріна. Київ: НУХТ, 2013. 214 с.

21. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту (роботи) / Юрчак В.Г. та ін. // уклад. Юрчак В.Г. Київ: НУХТ, 2017. 45 с.

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

23. 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. Київ: НУХТ, 2017. 45 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		70