

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

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » лютого 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » лютого 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
із спеціальності 181 «Харчові технології»
(шифр та назва спеціальності)**

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»
на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5 млн дал в рік з впровадженням енергозберігаючих технологій**

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

Ветрова Ірина Петрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

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

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

_____ Ірина ВЕТРОВА
підпис

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

Освітній ступень – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства

_____Анатолій КУЦ

20 вересня 2021 року

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

Ветрова Ірина Петрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5 млн дал в рік з впровадженням енергозберігаючих технологій

Керівник роботи Бондар Микола Васильович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 25 жовтня 2021 року №836-КС

2. Строк подання студентом роботи 31 січня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Три види пива «Світле класичне» 11 %, «Світле Київ» 12 %, «Темне класичне» 14 %.

4. Характеристика асортименту і технологічні розрахунки.

4. Зміст пояснювальної записки Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Вибір і обґрунтування способів та режимів 3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Розрахунки площ складських приміщень. 7. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. 8. Заходи щодо забезпечення умов промсанітарії. 9. Інженерні системи та енергетичне господарство. 10 Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження. 11. Будівельна частина. 12. Екологічна частина. 13. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Плани і розрізи – 2 аркуші

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 20 вересня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	01.10.21-02.11.21	
2.	Вибір і обґрунтування способів і режимів		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	03.11.21-14.11.21	
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
6.	Розрахунки площ складських приміщень.		
	1-а атестація	15.11.21	
7.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.11.21-21.12.21	
8.	Оформлення креслень з планів та розрізів і погодження їх з керівником		
9.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва	22.12.21-15.01.22	
10.	Заходи щодо забезпечення умов промсанітарії		
11.	Інженерні системи та енергетичне господарство		
12.	Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження		
13.	Будівельна частина	16.01.22-23.01.22	
14.	Екологічна частина		
15.	Охорона праці		
17.	Оформлення пояснювальної записки	24.01.22-30.01.22	
	2-а атестація	31.01.22	
18.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.02.22-04.02.22	
19.	Попередній розгляд роботи на кафедрі		
20.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	05.02.22-07.02.22	
21.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач**Ірина ВЕТРОВА****Керівник роботи, доцент****Микола БОНДАР**

АНОТАЦІЯ

Тема «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5 млн дал в рік з впровадженням енергозберігаючих технологій».

Метою кваліфікаційної роботи було приготування пивного сусла високої якості при умові використання енергоощадних способів кип'ятіння сусла з хмелем. Для інтенсифікації кип'ятіння передбачено динамічний спосіб за низького надлишкового тиску і температури 104-106 °С у сучасному сусловарильному апараті з внутрішнім кип'ятильником. Його робота основана на фізичному принципі – після подачі сусла через кип'ятильник подальша циркуляція сусла відбувається самостійно завдяки підігріву сусла. При цьому відпадає необхідність установки циркуляційного насосу; сусло піддається меншому термічному навантаженню. Сусло циркулює від 20 до 30 разів на годину, що призводить до більш рівномірного його перемішування. Спосіб дозволяє інтенсифікувати видалення небажаних ароматичних речовин, які можуть значно змінити смаковий профіль пива, надаючи йому небажаний смак і аромат, навіть в концентраціях нижче 1 мкг/дм³, вміст ДМС до нормативних значень (не більше 50 мкг/дм³). Технічне рішення дозволяє скоротити час кип'ятіння від 90 до 60 хв. завдяки підвищенню температури до 104-106 °С і використанню обладнання фірми «Steinecker» з подвійним відбивним екраном, Включення в технологічну схему енергоощадної установки дає можливість використати теплоту вторинної пари сусловарильного апарату для попереднього нагріву сусла та заощадити таким чином до 30 % енерговитрат.

У кваліфікаційній роботі приведені розрахунки продуктів і обладнання, розроблена схема технохімічного і мікробіологічного контролю технологічних процесів приготування сусла. Для затирання зернопродуктів обрано одновідварний спосіб у сучасних заторних апаратах, оснащених мішалками з профільованими плечима (їх використання дозволяє підвищити потужність заторного апарату на 20 %). Фільтрування заторів відбувається на фільтраційному апараті «Ziemann», освітлення сусла у гідроциклонному апараті «Вірпул», охолодження - у двосекційному пластинчастому теплообміннику.

У проекті передбачено приготування наступних сортів пива: «Світле класичне» 11%, «Світле Київ» 12 % та «Темне класичне» 14 %.

Пояснювальна записка включає сторінок, а графічний матеріал включає апаратурно-технологічну схему, плани і розрізи варильного відділення та демонстраційний плакат.

Ключові слова: солод, несолоджена сировина, затирання, сусло, хміль, дробина, білковий осад.

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

АННОТАЦИЯ

Тема "Проект варочного отделения пивзавода мощностью 5 млн дал в год с внедрением энергосберегающих технологий".

Целью квалификационной работы было приготовление пивного сусла высокого качества при условии использования энергосберегающих способов кипячения сусла с хмелем. Для интенсификации кипячения предусмотрен динамический способ при низком избыточном давлении и температуре 104-106 оС в современном сусловарном аппарате с внутренним кипятильником. Его работа основана на физическом принципе – после подачи сусла через кипятильник дальнейшая циркуляция сусла происходит самостоятельно благодаря подогреву сусла. При этом отпадает необходимость установки циркуляционного насоса; сусло подвергается меньшей термической нагрузке. Сусло циркулирует от 20 до 30 раз в час, что приводит к более равномерному его перемешиванию. Способ позволяет интенсифицировать удаление нежелательных ароматических веществ, которые могут значительно изменить вкусовой профиль пива, придавая ему нежелательный вкус и аромат, даже в концентрациях ниже 1 мкг/дм³, содержание ДМС до нормативных значений (не более 50 мкг/дм³). Техническое решение позволяет сократить время кипячения от 90 до 60 мин. благодаря повышению температуры до 104-106 оС и использованию оборудования фирмы «Steinecker» с двойным отражательным экраном, Включение в технологическую схему энергосберегающей установки дает возможность использовать теплоту вторичного пара сусловарительного аппарата для предварительного нагрева сусла и сэкономить таким образом до 30 %.

В квалификационной работе приведены расчеты продуктов и оборудования, разработана схема теххимического и микробиологического контроля технологических процессов приготовления сусла. Для затирания зернопродуктов выбран одноотварной способ в современных заторных аппаратах, оснащенных мешалками с профилированными плечами (их использование позволяет повысить мощность заторного аппарата на 20 %). Фильтрация заторов происходит на фильтрационном аппарате «Ziemann», освещении сусла в гидроциклоном аппарате «Вирпул», охлаждении - в двухсекционном пластинчатом теплообменнике.

В проекте предусмотрено приготовление следующих сортов пива: "Светлое классическое" 11%, "Светлое Киев" 12% и "Темное классическое" 14%.

Объяснительная записка включает _____ страниц, а графический материал включает аппаратаурно-технологическую схему, планы и разрезы варочного отделения и демонстрационный плакат.

Ключевые слова: солод, несладкое сырье, затирка, сусло, хмель, дробина, белковый осадок.

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

ANOTATION

The topic is “The project of the brewery production for the brewery will require 5 million decaliters in the amount of energy saving technologies”.

By the method of high-quality robots, the beer wort was cooked with viso-koi yakosti with the help of energy-saving methods of boiling wort with hops. For the enhancement of the boiling point, a dynamic method was transferred for a low over-pressure grip and temperature of 104-106 ° C from a daily wort apparatus with an internal boiling pot. Yogo robot is based on a physical principle - when feeding the wort through the boiler, the wort compasses are fed to the wort independently. In case of a wide drop, it is necessary to install a circulating pump; the must is given to the lesser temperature navantazheny. The wort is circulating from 20 to 30 times per year, which can be produced to a greater level of mixing. Ways to allow the visibility of non-essential aromatic words, which can significantly change the relish profile of the beer, give you a taste of indifference and aroma, in concentrations lower than 1 µg / dm³, but the standard value of 3 µg / dm³ is not 3 µg / dm³. The technical solution allows the speed of an hour of boiling from 90 to 60 min. temperature adjustments up to 104-106 oC and victorious possession of the Steinecker company with a subordinate variable screen. ...

In the qualified robots, the production of the products and the possession has been reduced, the scheme of the techno-chemical and microbiological control of the technological processes for preparing the wort has been broken up. For mashing grain products, one new method is used in modern mash machines, equipped with mixers with profiled arms (ix victorious allows you to move the pressure of the mashing apparatus by 20%). Filtration of the mash is brought to the filtration unit “Ziemann”, illumination of the wort from the hydrocyclone unit “Vir-pool”, cooling - from the two-section plate heat exchanger.

The project provides for the preparation of the following beers: "Light Classic" 11%, "Light Kyiv" 12% and "Dark Classic" 14%.

The explanatory note includes pages, and the graphic material includes an aparaurno-technological scheme, plans and development of a brewing video and a demonstration poster.

Key words: malt, non-malted syruvina, mashing, wort, hopper, grain, white siege.

					АНОТАЦІЯ	Арк.
						6
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	9
1.1 Структура підприємства	9
1.2 Режими роботи	10
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ТА РЕЖИМІВ	11
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції	11
2.2 Принципова технологічна схема	12
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пивного суслу	13
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	28
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	29
3.1 Характеристика проекрованої продукції	29
3.2 Характеристика сировини	32
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	39
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	40
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків	40
4.2 Продуктові розрахунки	40
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів	49
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	52
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	53
7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	60
8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	63
9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	67
10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	75
11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	76
12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	78
13 ОХОРОНА ПРАЦІ	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	87

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5 млн дал в рік з впровадженням енергозберігаючих технологій					
Зм.	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата						
Розроб.		Ветрова І.П.			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА		Літера	Аркуш	Аркушів	
Перев.		Бондар М.В.					К	Р	7	1
Н. контр.							НУХТ ННІХТ ЗТБ-3-1ск			
Затв.		Квц А.М.								

ВСТУП

Варильне відділення пивоварного заводу включає технологічні процеси, від ефективності проведення яких залежать якісні показники готового пива. Кип'ятіння сусла з хмелем є самим енергоємним процесом у пивоварному виробництві. На його долю приходиться близько 30 % всіх енерговитрат заводу. Тому використання енергоощадних технологій стало актуальною задачею при проектуванні.

З метою скорочення енерговитрат та інтенсифікації процесів приготування пивного сусла в кваліфікаційній роботі використані інноваційні технології, передовий досвід підприємств галузі та сучасне технологічне обладнання.

Згідно обраної технологічної схеми транспортування солоду та несолодженої сировини відбувається механічним способом (за допомогою норії та шнекового транспортеру). Подрібнення зернопродуктів відбувається на дробарці мокрого помелу, що дозволяє забезпечити цілісність оболонок, які слугують фільтрувальним шаром у фільтраційному апараті.

Для затирання солоду і несолодженої сировини (ячменю та рисової січки) обрано одновідварний спосіб. Підкислення затору до рН 5,1...5,2 здійснюється додаванням молочної кислоти. Процес відбувається в сучасних заторних апаратах, оснащених мішалками з профільованими плечима. Їх використання дозволяє підвищити потужність заторного апарату на 20 %. В заторних апаратах підтримується рівномірне перемішування затору, виключається можливість утворення комків, можливість доступу кисню. Фільтрування заторів відбувається в сучасному автоматизованому фільтраційному апараті фірми «Ziemann» Кип'ятіння сусла з хмелем проводять у сусловарильному апараті «Steinecker» з подвійним відбивним екраном. Для інтенсифікації процесу кип'ятіння обрано динамічний спосіб за низького надлишкового тиску та температури 104-106 °С. Спосіб дозволяє інтенсифікувати всі процеси, у тому числі видалення небажаних ароматичних речовин і ДМС до нормативних (не більше 60 мкг/дм³), скоротити час кип'ятіння від 90 до 60 хв. Крім того схемою передбачено використання енергоощадної установки. Скорочення часу кип'ятіння та використання теплоти вторинної пари для нагріву сусла дозволяє заощадити до 30 % енерговитрат.

Освітлення сусла відбувається у гідроциклонному апараті «Вірпул», охолодження - у двосекційному пластинчастому теплообміннику.

В кваліфікаційній роботі передбачено приготування наступних сортів пива: «Світле класичне» 11 %, «Світле Київ» 12 % та «Темне класичне» 14 %.

Пояснювальна записка включає ___ с.; графічна частина складається: 1 аркуш – апаратурно-технологічна схема, 2 аркуша – плани, 1 аркуш – розрізи і 1 аркуш – демонстраційний плакат.

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

1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

Організаційна структура підприємства – це сукупність відділів, служб і підрозділів в апараті управління, системна їх організація, характер підпорядкованості та підзвітності один одному і вищому органу управління, а також набір координаційних і інформаційних зв'язків, порядок розподілу функцій управління по різним рівням і підрозділам управлінської ієрархії.

Генеральний директор, згідно з законодавством України, повинен контролювати усі види діяльності в об'єднанні підприємств. Також генеральний директор несе відповідальність за належне виконання обов'язків, кримінальні порушення, завдання матеріальної шкоди.

Голова відділу кадрів, заступник генерального директора, головний бухгалтер, головний інженер, начальники підрозділів тощо – організовують роботу і взаємодію виробничих цехів і інших структурних підрозділів підприємства. Організовує діяльність АТ, всебічного підвищення технічного рівня і якості продукції, раціональних і економічних витрат усіх видів ресурсів для забезпечення високого рівня прибутку. плану капітального будівництва, усіх зобов'язань перед, постачальниками, замовниками та банками; виконання рішень конференції акціонерів; забезпечує виконання господарських договорів; програми оновлення та удосконалення асортименту, підвищення якості продукції, освоєння нових видів продукції; приймає заходи для використання знань і досвіду працівників, створює працівникам безпечні і здорові умови праці, забезпечує дотримання вимог законодавства України з охорони довкілля.

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

Основними виробничими підрозділами заводу є:

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

Допоміжні підрозділи підприємства:

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

Обслуговуючі підрозділи підприємства:

- сировинний склад;
- склад порожньої тари;

					СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- склад готової продукції;
- очисні споруди.

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

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

Таблиця 1.1 - Режим роботи цехів і відділень

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

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

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

Таблиця 2.1 – Асортимент проектованої продукції

Сорт пива	Обсяг виробництва, за рік	
	Обсяг виробництва на рік, млн дал	Відсоток від загальної к-сті, %
Світле класичне 11,0 %	2.1 000 000	42
Світле Київ 12,0 %	1 650 000	33
Темне класичне 14,0 %	1 250 000	25
Всього	5 000 000	100

Товарне пиво «Світле класичне» розливається у пляшки об'ємом 0,5 дм³ – 1,5 млн дал, а 0,6 млн дал розливається у кеги об'ємом 30 дм³, інша продукція розливається у пляшки зі скла об'ємом 0,5 дм³.

2.2 Принципова технологічна схема виробництва приготування пивного сусла.

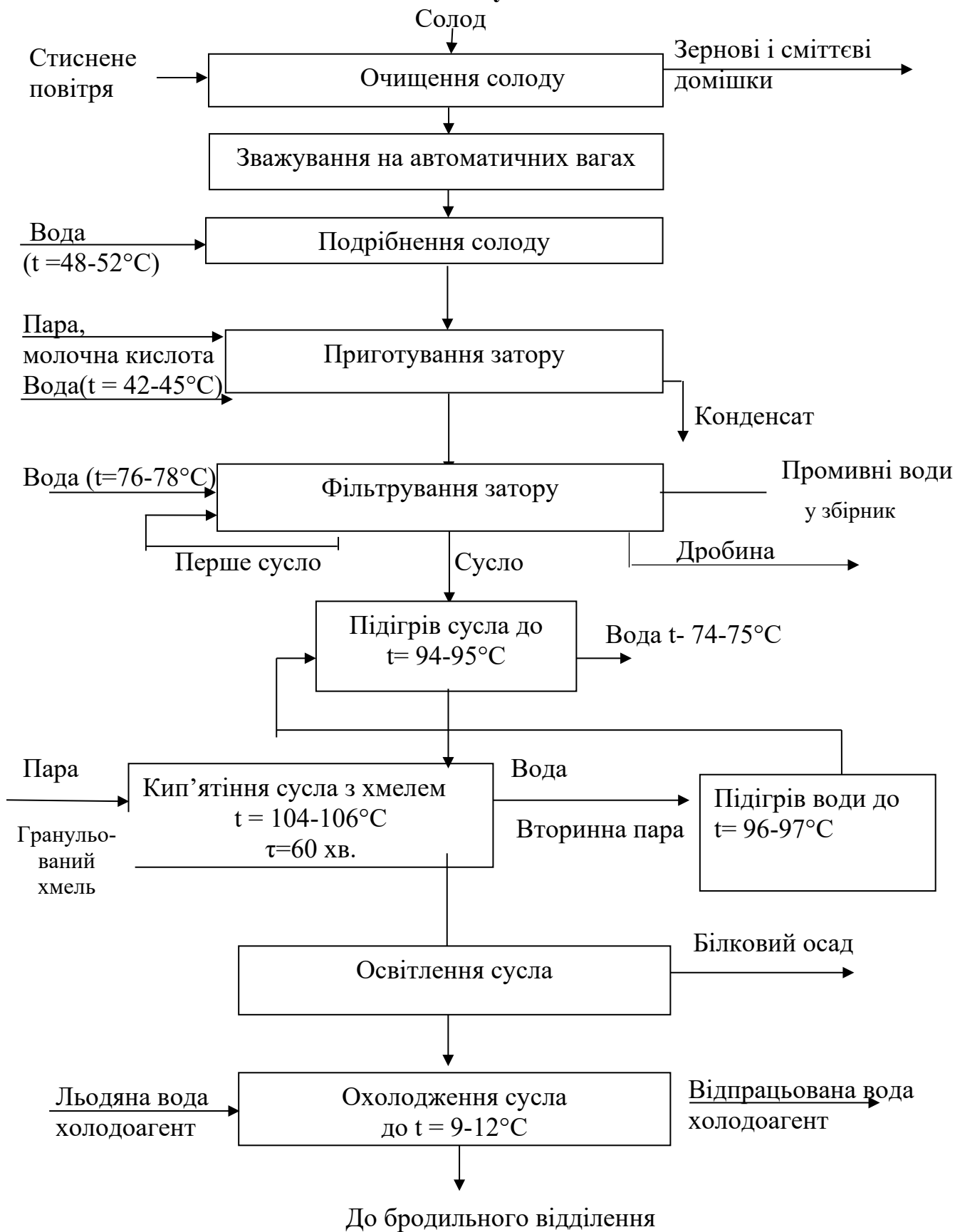


Рис. 2.1 Технологічна схема приготування пивного сусла [11].

2.3 Аналіз та вибір способів і режимів

Одним із енергоємних процесів приготування пивного суслу є кип'ятіння його з хмелем. Головною задачею при обґрунтуванні та обранні способів і режимів було проведення літературного пошуку енергоощадних технологій та сучасного технологічного обладнання.

Транспортування зернопродуктів. Транспортні засоби поділяються на дві групи: пневматичні і механічні. В пневматичному транспортному засобі сипучі матеріали транспортуються по трубопроводам за допомогою потокового повітря. [5]

Пневматичні засоби транспортування. Під пневматичним транспортом сипучих безтарних матеріалів розуміють переміщення по трубопроводу системи повітря. Основна його перевага полягає в тому, що він дозволяє повністю забезпечити комплексну механізацію та автоматизацію вантажно-розвантажувальних робіт з сипучими матеріалами. Крім того, при пневматичному транспорті виключаються втрати вантажу при транспортуванні, поліпшуються санітарно-гігієнічні умови роботи та умов техніки безпеки, є можливість поєднувати процес транспортування з рядом технологічних операцій (сушіння, охолодження, очищення від домішок).

Механічні засоби транспортування. Транспортування матеріалів здійснюється механічним шляхом. Механічний транспорт поділяється на два види:

Шнековий транспортер. Шнекова машина, різновид конвеєра, у якому вантаж переміщується волочінням уздовж нерухомого жолоба лопатями обертового гвинта.

Переміщення вантажу вздовж осі жолоба забезпечується витками гвинта. Швидкість транспортування об'єму є пропорційною до швидкості обертання шнека.

Шнекові конвеєри використовуються для транспортування у горизонтальному, вертикальному чи похилому напрямках сипких, дрібнокускових, пилоподібних, порошкових матеріалів (зазвичай на відстань до 60 м по горизонталі і до 15 м – по вертикалі і з продуктивністю – до 150 т/год). Діаметр шнека 100...600 мм, частота обертання 10...120 хв⁻¹.

Переваги: простота конструкції і нескладність технічного обслуговування; невеликі габаритні розміри у порівнянні з іншими транспортувальними пристроями однакової продуктивності; герметичність та здатність транспортування гарячих, пилоутворювальних та токсичних матеріалів; зручність проміжного розвантаження.

Недолік: є значне стирання і подрібнення вантажу, висока питома витрата енергії, підвищене зношування жолобу і гвинта.

Норія. Транспортування може відбуватися в горизонтальному, вертикальному напрямках та похило з можливістю багаторазових змін круга нахилу. Ключовими споживчими характеристиками норії є продуктивність роботи, висота переміщення зернового матеріалу, ступінь пошкодження і втрат

зерна. За показниками швидкості руху ковшів норії класифікують на два типи: тихохідні (до 1,25 м/с), швидкохідні (до 4 м/с). У тихохідному обладнанні розвантаження ковшів зазвичай гравітаційне, у швидкохідному – відцентрове.

Норії складаються із замкненого тягового органу – вантажонесучої стрічки або ланцюга, який огинає приводний та натяжний барабани або зірочки, еораба конвеєра, приводної головки та черевика.

Переваги: недорогий та ефективний спосіб транспортування сипучих продуктів на велику висоту. Вона має значну потужність електроспоживання, гарно захищає транспортований продукт від атмосферних опадів.

У кваліфікаційній роботі використовуємо норію для транспорту зернопродуктів [5].

Зважування засипу .

Кількість засипу, яка зважується для кожної варки, необхідно точно реєструвати. Це дуже важливо для внутрішнього виробничого контролю. Ефективність використання сировини знаходять:

- шляхом розрахунку виходу екстракту у варильному відділенні;
- шляхом розрахунку витрати кількості солоду та несолоджених матеріалів на 1 Гл готового пива.

Контроль кількості засипу здійснюють за допомогою автоматичних вагів. Застосовуємо ваги з днищем, що відкривається, в електронному виконанні [9].

Подрібнення солоду .

Подрібнення - це процес механічної обробки солоду, при якому зберігають оболонки для того, щоб було можливе їх подальше використання в якості фільтруючого матеріалу при фільтруванні затору [14].

Подрібнення розрізняють за характером процесу:

- мокре подрібнення;
- кондиційоване подрібнення;
- сухе подрібнення.

Основні моменти подрібнення

Для того, щоб дія ферментів була більш ефективною при затиранні, солод подрібнюють. Чим більше ступень подрібнення, тим більша площа дії ферментів, тим краще проходить процес розщеплення речовин.

Сухі оболонки сировини руйнуються легко, тим самим сильно знижуючи фільтруючу функцію оболонок, за рахунок дрібних частинок.

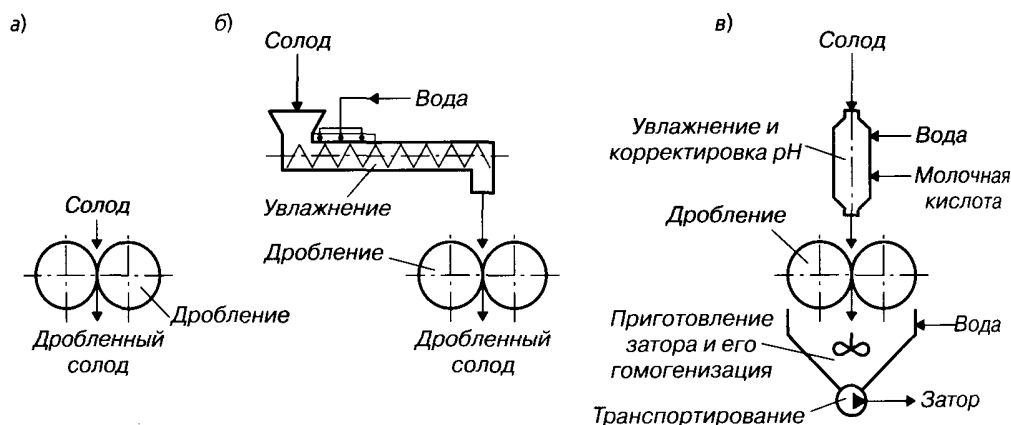


Рис.2.2 Функціональні схеми основних систем подрібнення солоду:
а, б, в, - сухе, кондиційоване та мокре подрібнення.

За допомогою зволоження оболонок покращують їх еластичність і зберігають цілісність, таким чином прискорюється фільтраційний процес. Така стадія підготовки сировини називається *кондиціонування солоду*.

Якщо зволожуються оболонки та внутрішні частини зерна, а при подрібненні внутрішня частина зерна видаляється з оболонок, то такий спосіб називається *мокрим подрібненням*.

Під час подрібненні зерна треба отримати:

- сухе мучнисте тіло, яке під час подрібнення можна подрібнити до будь-якого ступеня;
- еластичні і вологі оболонки зерна.

Обладнання для фільтрування затору має такі властивості: •тонкий помел має менші пори фільтруючого шару, тим самим подовжується фільтрувальний процес.

- при тонкому подрібненні зменшується загальний обсяг дробини.

Вибір дробарки для мокрого подрібнення солоду.

Обираємо новий вид обладнання для подрібнення солоду, яке містить в собі, за конструктивними характеристиками, дробарку для мокрого подрібнення, а по технологічним характеристикам, дробарку кондиційованого подрібнення.

В такій дробарці система подрібнення солоду розміщена після спеціального пристрою, в якому короткочасно здійснюється процес зволоження солоду. Після подрібнення солод відводиться не в сипучому вигляді, а як пульпа після мокрого подрібнення. Завдяки цьому при подрібненні в дробарці не відбувається пилоутворення.

В цій же дробарці виконується перша стадія приготування затору, тобто подрібнений солод змішується з водою в потрібній пропорції, ця суміш гомогенізується, коригується рН баланс затору та транспортується в заторний апарат [9].

Вибір способу подрібнення.

Використована дробарка нового покоління, має переваги в порівнянні з кондиційованим і сухим подрібненням солоду:

- немає необхідності мати такі види допоміжного обладнання, як бункер для подрібненого солоду, конвеєр для транспортування цього солоду, передзаторний апарат і насос для транспортування затору;
- завдяки тому, що є автоматично програмований режим дробарки, можна забезпечити стабільний ступінь помелу при зміні вхідних параметрів солоду;
- тривалість подрібнення одноразового засипу зменшується в 2 рази;
- зменшуються енерговитрати на подрібнення;
- так як така дробарка може виконувати декілька процесів, то займана дробаркою виробнича площа зменшується;
- не має при подрібненні пилоутворення;
- оболонки зерна зберігають цілісність, завдяки чому покращується фільтрованість затору внаслідок того, що проникність шару дробини в фільтраційному апараті збільшується;
- завдяки спеціальній камері змішувача дробарки забезпечується ефективне перемішування дробленого солоду з водою. Суміш утворюється без комків і в подальшому сприяє рівномірному оцукрюванню затору;
- є така можливість автоматично корегувати рН баланс затору в тій самій спеціальній камері змішувача дробарки;
- за рахунок герметичної конструкції системи є можливість реалізації сучасної концепції «безкисневої» технології і подача затору в заторний апарат здійснюється знизу за допомогою насоса з регульованою подачею при мінімізації контакту з киснем повітря;
- полегшує технічне обслуговування дробарки завдяки більш простому конструктивному пристрою (менше дробильних валків, приводів, механічних передач та ін.);
- знижуються витрати на подрібнення солоду [9].

Регулювання рН промивної води .

Вода для промивання має рН приблизно нейтральне значення. А під час застосування підвищеної частки несолоджененого ячменю, буферність в шарі дробини зменшується. Тому відбувається зсув рН у лужний бік.

При таких змінах рН із твердої фази вимиваються небажані речовини, а також відбувається інактивація залишкових ферментів, які є в достатніх кількостях, тим більше, якщо застосовуються термостабільні ферментні препарати, і настійні способи приготування заторів. В такому випадку склад сусла незадовільний, а його вихід низький.

В обраній технологічній схемі передбачається підкислення промивної води молочною кислотою до показників рН 3,0-5,0. В підготовлену воду додають 0,1-0,3 % за об. 40 %-го розчину молочної кислоти і досягають оптимального значення кислотності. Шляхом періодичного зрошення а також настоювання, дробину промивають такою водою, а друге сусло, яке отримали, спрямовують в основне сусло (або збирають останні порції окремо для подальшого використання). Таким чином кислотність повного набору сусла дорівнює таким показникам рН=5,2-5,8.

Такий спосіб дає можливість збільшити вихід екстракту на 0,5 %, прискорити процеси промивання дробини і зброджування сусла на 10-20 %.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк. 16
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Способи затирання

Основні принципи і мета затирання

Затор - це подрібнений солод, інші зерно продукти і вода, змішані разом у суміш. Розчин, який відокремлюють від оболонок зернопродуктів шляхом фільтрування, називається *сусло*. Речовини, які розчинились в суслі, називаються *екстрактивними*. Залишки, які залишились після фільтрування сусла, називаються *дробиною*.

Солод містить в собі речовини, які легко розчиняються у воді. Їх кількість становить близько 15-17 % від загальної маси сухих речовин. Це такі речовини як: цукри, поліфеноли, гіркі речовини, білки, продукти гідролізу білків. Вже на першій стадії затирання ці речовини дуже швидко переходять у розчин, при змішуванні помелу і води. Також розчиняються ферменти. Основний склад зерна - це крохмаль, який не є розчинним вуглеводом. Для того щоб розчинити ці речовини, потрібно створити сприятливі умови для дії протеолітичних і амілолітичних ферментів, які гідролізують крохмаль і нерозчинні білкові речовини.

Використовуючи можливість впливати на температуру і рН середовища затору, можливо контролювати процеси гідролізу при затиранні.

Від того який склад має засип, від якості води та обраного технологічного процесу залежить який якісний склад екстракту сусла ми отримаємо в результаті затирання.

В залежності від того яке пиво буде виготовлятися, змінюється склад засипу. Також склад засипу може змінюватись, якщо є конкретні вимоги до таких показників пива, як кольор, смак, піноутворювання та інше.

Дію ферментів підсилюють впливанням на рН середовища, підкислюючи харчовою молочною кислотою. При затиранні білки гідролізуються слабо, тому в основному цей процес відбувається при пророщуванні ячменю і цього достатньо.

Також на роботу ферментів впливає такий показник затору, як його концентрація. У рідких заторах при високій температурі ферменти інактивуються, а в заторах більш густих та концентрованих навпаки. Також деякі ферменти не витримують великих концентрацій субстрату.

Для цього при змішуванні зернового помелу і води змінюють їх співвідношення один до одного і отримують сусло різного складу. Таким чином для світлих сортів пива концентрація першого сусла становить 14-15 %, а для темних - не менше 16 %.

Якщо затор має густу концентрацію, то достатньо велика кількість екстракту першого сусла утримується зерною дробиною, а також збільшуються витрати води на її промивання. Внаслідок цього перше сусло виходить дуже розбавлене, а це призводить до того що треба більше часу а також витрати теплоти для того, щоб воду випарити. Така кількість процесу екстрагування оболонок зерна призводить до погіршення якості готового пива.

Всі існуючі способи затирання поділяють на дві групи: декокційні (відварні) і інфузні (настійні).

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

Декокійні (відварочні) способи затирання.

Суть способу полягає в тому, що подрібнені зернопродукти змішуються з водою заданої температури, а потім проводиться відбір окремих частин затору, так званих **відварок**. Відварки підігрівують, кип'ятять і в гарячому вигляді передають до загального затору для подальшої ферментативної обробки.

На відварку потрібно відібрати густу частину затору, так як мета відварки полягає в тому, щоб розварити кінчики зерна солоду, які погано були розчинені при солододорощенні, і звільнити крохмальні зерна від клітин.

Потім при кип'ятінні крохмаль перетворюється на клейстер, завдяки цьому розпочинається процес оцукрювання затору. Також білки випадають в осад, коагулюють і утворюються меланоїдини, за допомогою яких пиво приймає певні відтінки свого забарвлення.

Переваги цього способу: дають підвищений вихід екстракту.

Недоліки цього способу: зростають енергетичні затрати.

Для відварного способу затирання необхідно два заторних апарати для основного затору і відвару.

В залежності від кількості відварок розрізняють одно-, двох-, і три відварні способи затирання.

Одновідварний спосіб затирання

Затирання починають з того, що в заторний апарат набирають біля $\frac{1}{2}$ об'єму всієї води, потрібної для затору. Температураводи повинна бути такою, що після змішування її з помелом солоду температура суміші становила 50-52°C.

Після набирання води вмикають у роботу мішалку й засипають із бункера подрібнений солод через предзаторник. В той же час додають ту кількість води, що залишилась, щоб досягти потрібного гідромодуля. Після ретельного перемішування, коли температура встановиться близько 50°C роблять білкову витримку протягом 10-30 хвилин і навіть більше залежно від якості переробленого солоду, а потім відбирають $\frac{1}{3}$ або $\frac{1}{2}$ густого затору у другий заторний апарат. Щоб відібрати густу частину затору, потрібно час від часу вмикати мішалку на 1-2 оберти для вирівнювання консистенції густої частини. Температуру відварки повільно піднімають до 70°C, роблять витримку для оцукрювання, після чого відварку нагрівають до кипіння і кип'ятять її 20-30 хвилин, а потім перекачують до основного затору. Відварку слід перекачувати повільно при працюючих мішалках в обох апаратах. Такі заходи виключають місцеве ошпарення затору і інактивацію ферментів у місці падіння гарячої струмینی.

Загальна температура всього затору досягає 70°C. Якщо солод переробляється з невисокою здатністю до оцукрення й потрібна мальтозна пауза, перекачують не всю відварку, тільки таку, щоб температурав заторі піднялась до 60-62°C, а після мальтозної витримки протягом 20-30 хвилин перекачують і ту частину відварки, що лишилась. Після повного оцукрення при 70-72°C (проба на йод) вмикають мішалку, затор нагрівають до температури 75°C і перекачують у фільтраційний апарат.

Цей спосіб затирання використовується для переробки солоду з високою оцукрюючою здатністю й добре розчинений.

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

Недоліки:

- порівняно невелика продуктивність варильного відділення;
- низький коефіцієнт завантаження апаратів.

Двовідварний спосіб затирання.

Найбільш широко застосовується і проводиться по різних температурним режимам в залежності від якості солоду.

Найбільш розповсюджений наступний порядок затирання. В заторний апарат набирають $\frac{1}{2}$ або $\frac{1}{3}$ частину води, необхідної для приготування затору температурою 54-55 °С, потім подають через предзаторник подрібнений солод і залишок води і вмикають мішалку. Температура затору досягає 50-52 °С. При ній витримують 15-30 хвилин білкової витримки.

Потім відбирають у відварний апарат $\frac{1}{3}$ частину густої частини затору, повільно підігрівують його при безперервно діючій мішалці до температури 62,5-65-67°С і проводять мальтозну паузу, після чого температуру піднімають до 70-72°, перекривають подачу пари, зупиняють мішалку і проводять кінцеве оцукрювання на протязі 20-30 хвилин. Потім при безперервно працюючій мішалці температуру піднімають до 100°С і кип'ятять відварку на протязі 15-30 хвилин. Ця частина затору називається **першою відваркою**. При працюючих мішалках у заторному і відварному апаратах перший відвар повільно перекачують

Після змішування основного затору з першим відваром температури маси встановлюють у межах 62-63 °С і при ній витримують паузу протягом 10-15 хвилин.

Потім проводять другий відвар в кількості $\frac{1}{3}$ загальної маси, в відварний апарат і температуру його піднімають до 70-72 °С і проводять оцукрювання. Потім підігрівують до кипіння, кип'ятять 10-20 хвилин і перекачують назад до основного затору. Далі температуру всього всього затору піднімають до 70-72 °С і витримують 20-30 хвилин до повного оцукрення і перекачують у фільтраційний апарат.

В залежності від складу сировини температурний режим і тривалість пауз може змінюватися.

Тривідварний спосіб затирання

Застосовують в основному при виготовленні темних сортів пива й переробці погано розчиненого солоду з метою підвищення виходу екстракту.

По тривідварному способу змішування солоду з водою і затирання починають при температурі 35-37°С. Після першої відварки температуру в основному заторі встановлюють біля 50-52°С. після витримання затору протягом 15 хвилин відбирають $\frac{1}{3}$ (друга відварка) у відварний апарат. Відварку повільно нагрівають до температури оцукрювання, оцукрюють, знову підігрівують до кипіння, кип'ятять 15-20 хвилин. Поверненням другого відвару в заторний апарат температуру загального затору підвищують 63-68°С.

Для солоду з більшою тривалістю оцукрювання затор витримують при температурі 63-68°С протягом 20 хвилин. За цей час він повністю оцукрюється і досягається співвідношенням між кінцевими та проміжними продуктами гідролізу крохмалю і білків.

					ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Метою проведення третього відварювання є підвищення температури всього затору та інактивації ферментів. Тому на третє відварювання необхідно відбрати рідку частину затору, в якій концентрація ферментів вища ніж у густій. Для цього мішалку заторного апарату вимикають і дають можливість дробині осісти, потім 1/3 рідкої частини спускають у відварний апарат, де швидко доводять її до кипіння й кип'ятять 10-20 хвилин, а потім повертають у заторний апарат. По закінченню перемішування температуру всього затору встановлюють на рівні 70°C. Після 30-хвилинної витримки перевіряють повноту оцукрювання. При неповному оцукрюванні затор витримують ще при 72°C і передають на фільтрування.

Аналізуючи переваги й недоліки відварних способів, можна зробити висновок, що способи з одним відварюванням не можна отримати високий вихід екстракту із солоду задовільної якості. Його застосовують тільки при переробці добре розчиненого солоду з високою оцукрюючою здатністю. При затиранні тривідварним способом з метою прискорення фільтрування можна використовувати солод грубшого помелу, не знижуючи виходу екстрактивних. Однак три відварний спосіб трудомісткий тривалість його перевищує 5,5 годин, зростають витрати енергії. Тому найбільш прийнятими у виробництві вважають одно- і двовідварний способи затирання. Сусло, одержане при цьому, краще освітлюється перед зброджуванням.

Карамельний солод подають у заторний апарат одночасно зі світлим або темним, а палений вводять в затор під час повернення останнього відвару в заторний апарат.

Інфузійні (настійні) способи затирання.

Якщо затор виготовляється за допомогою інфузійного способу затирання, то такий затор містить багато ферментів. Але якщо перероблюється солод, у якого низька розчинність, при будь-якому настійному способу затирання вихід екстракту буде нижче, тому що на у твердих частинках помелу на кінчиках солоду залишаються неоцукренний крохмаль, внаслідок якого втрати екстракту зростають.

Інфузійний спосіб – це найбільш простий спосіб отримання екстракту із солоду.

При інфузії солод вилуговують теплою водою і не кип'ятять. Тому необхідно щоб солод був добре розчиненим і мав хорошу амілолітичну активність.

Інфузійне сусло має світліший колір і не такий повний смак, як декокційне. Пиво в цього сусла зброджується більш глибоко й застосовується при верховому бродінні.

При нормальному інфузійному процесі солод затирають у воді, нагрітої до температури 60-62°, і залишають при цій температурі і при постійному перемішуванні на 30-45 хвилин. Потім добавляють гарячу воду поки температура не підніметься до 70°C, перемішують ще 15-20 хвилин, після чого всю заторну масу залишають на 30 хвилин у спокої (пауза). Після цього починають фільтрацію [12].

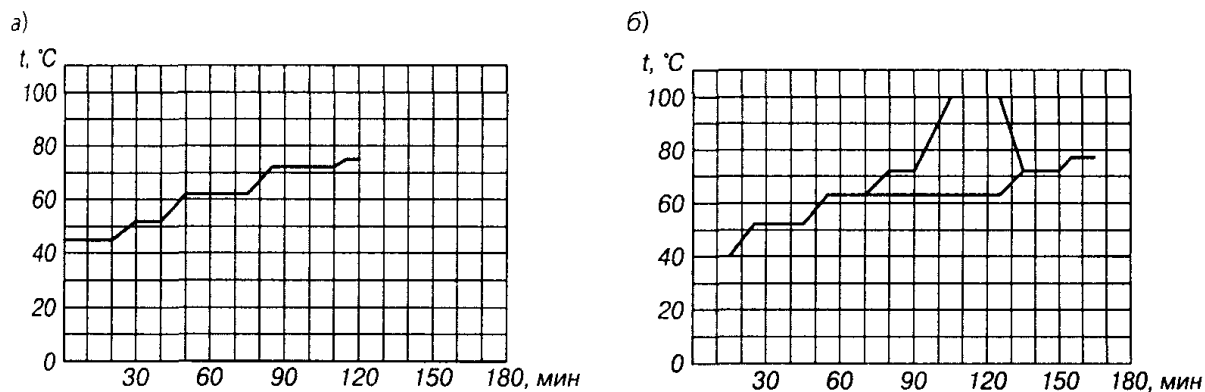


Рисунок 2.3 - Графіки затирання:

а) настійним способом; б) відварочним способом

Вибір способу затирання.

Маючи варіанти різних методів затирання, зупиняємось на методі, за допомогою якого в результаті буде пиво високої якості. Метод затирання, який ми обираємо, залежить від типу і якості солоду, походженням несолодженою сировини, типом пива, яке виробляється. Головним критерієм, за яким обираємо даний метод, при цьому методі повинно пройти повне оцукрення затору.

Цей метод є одновідварний спосіб затирання. Застосовуємо його при одночасній переробці солоду і його заміників.

Характеристика процесів, що відбуваються при затиранні сировини.

Розщеплення крохмалю під впливом виских температур. Завдяки тривалим паузам при температурі 62-64 °C (оптимум для β -амілази) ми одержуємо затор з високим ступенем зброджування.

У разі, якщо при затиранні пауза при температурі 62-64 °C не відбувається, а відбувається за температури 72-75 °C і при тому тривала, то в результаті отримаємо затор з низьким ступенем зброджування й високим вмістом декстринів.

Кращим варіантом в даному випадку є перекачування затору у фільтрапарат за температурою затору у межах 76-78 °C, так як за такої температури крохмаль має можливість розчинятись. Тому під впливом α -амілази є змога «дооцукрювати» затор.

Розщеплення крохмалю відбувається в три етапи:

1) клейстеризація – це набухання і розрив оболонки зерен крохмалю в теплому водному розчині. У в'язкому розчині вивільнені молекули крохмалю легко піддаються впливу амілаз, на відміну від неклейстеризованого крохмалю;

2) розрідження призводить до зниження в'язкості клейстеризованого крохмалю α -амілазою;

3) оцукрювання призводить до розщеплення крохмалю під впливом амілаз на мальтозу і декстрини.

Розщеплення β -глюкану. В-глюкан – це високомолекулярна речовина, ланцюжки якої пронизують переплетіння білкових речовин, целюлози і геміцелюлози. Також має здатність до гелеутворення, завдяки чому збільшується в'язкість суслу й пива. Але ця в'язкість впливає на збільшення втрат

і фільтрація стає більш проблематичною. Для того щоб цього уникнути, у виробництві застосовують сорти ячменю з низьким вмістом β -глюкану, а солод із високим вмістом енд- β -глюканази має добре розчинний вміст зерна.

Клітинні стінки ендосперму мають в своєму складі більше 75 % β -глюкану. Якщо будуть не до кінця зруйновані клітинні стінки, то буде обмежений доступ ферментів до крохмалю і білку, внаслідок цього вихід екстракту при переробці солоду теж зменшиться.

В процесі клейстеризації крохмалю, на кінчиках зерна додатково звільняється β -глюкан. Для цього спеціально створюють оптимальну температуру 40-45°C для активації енд- β -глюканази.

Розщеплення білкових речовин.

Під час роботи ферментів, які розщеплюють білкові речовини, проходить декілька важливих процесів. По перше, під час роботи пептидази, розщеплюються пептидні зв'язки і звільняється азот із амінокислот. Далі азот потрібен дріжджам для нормальної життєдіяльності. По друге, не менш важливий процес під час білкової паузи – це зниження в'язкості затору. Це відбувається під час роботи протеінази. Окрім цього, білкова пауза сприяє збільшенню піностійкості в готовому пиві.

Розщеплення білкових речовин за допомогою ферментів поділяють на два етапи:

- 1) при температурі 45-50 °C утворюються низькомолекулярні речовини, в основному це амінокислоти і пептиди;
- 2) при температурі 60-70 °C утворюються високомолекулярні речовини, що надалі забезпечують піностійкість.

Перетворення ліпідів. Під час роботи таких ферментів як ліпази, частина ліпідів, яка знаходиться в солоді, в процесі затирання буде розщеплюватись на гліцерин і жирні кислоти. Паралельно з роботою ферментів, відбувається окислювальне розщеплення ненасичених жирних кислот, які згодом негативно впливають на стійкість смаку пива.

В кінці процесу «оцукрювання» крохмалу, роблять йодну пробу (якісна реакція на крохмаль), для того щоб переконатись у повному його гідролізі.

Фільтрування затору.

Після оцукрювання затору його розділяють на дві фази: рідку, або пивне сусло, і тверду – пивну дробину. Пивним суслом є водний розчин екстрактних речовин, що отримуються при затиранні. Пивна дробина – нерозчинена при затиранні частка зернопродуктів. Вона залишається після фільтрування сусла і промивання гарячою водою.

При фільтрації не обійтись без відповідних механізмів – фільтраційного апарату або фільтр-преса. В кваліфікаційній роботі ми використовуємо фільтраційний апарат фірми Циманн.

При виробництві пива можна застосовувати лише сусло, у якому не повинно бути залишків дробини. Такий процес розділення фаз отримав назву фільтрування затору.

Фільтрування затору проводять у дві окремі фази:

- 1) отримання першого сусла;
- 2) після промивання дробини водою, отримання другого сусла або примивних вод.

Дробини, яка щільним шаром розподіляється на ситах фільтраційного апарату і виконує функцію фільтруючого елементу.

Під час фільтрування затору виникає вихровий рух сусла у зоні завитків. У результаті дрібні частинки шротини, що залетіли у підситовий простір і там приклеїлись до стінок, відриваються з частиною дногового тіста й витікають разом із мутним суслом. Це сусло обережно перекачують невеликим відцентровим насосом до фільтрувального апарату так, щоб не порушити фільтрувального шару шротини. Сусло продовжують повертати до апарату доти, поки воно не стане прозорим. Прозоре сусло спрямовують до збірника сусла.

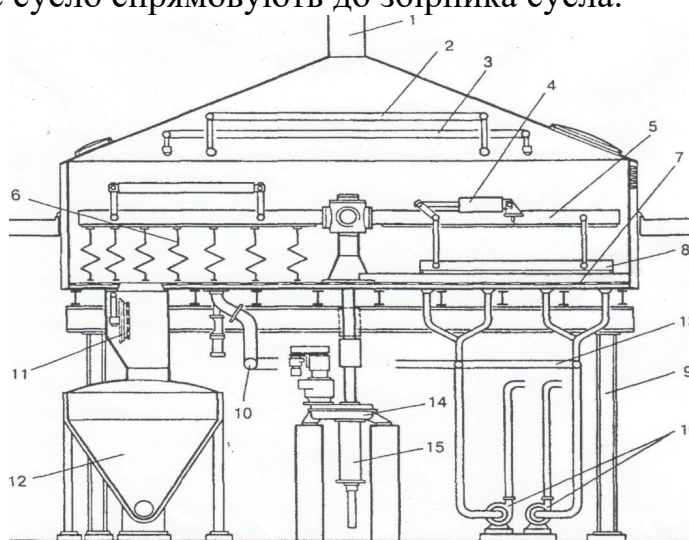


Рис. 2.4- Фільтраційний апарат фірми «Ziemann»

Коли зійде приблизно 70 % передбачуваного першого сусла, починають промивати шротину, щоб вилучити з неї екстракт, що залишився. Кількість екстракту залежить від якості помелу, концентрації першого сусла, температури й поглинальної здатності дробини.

Після того, як фільтраційний апарат промиється, в нього потрібно щільно укласти сита, далі закривається люк для вивантаження дробини й крани фільтрувальної батареї. Наявність кисню у підситовому просторі і відвідних труб затрудняє процес фільтрацію, тому для того, щоб його витиснути підситовий простір і відводні труби треба заповнити водою температурою 80 °С. Рівень шару цієї води має бути не менше 10 мм. Далі вмикають розпушувач фільтраційного апарату й швидко перекачують затір із заторного апарату. Висота шару дробини при фільтрації 30-40 см, температура затору 75-78 °С. Коли верхній шар дробини звільнений від стікаючого сусла, починають промивати дробину водою температурою 75-80 °С, щоб вилучити екстракт що лишився.

Перше сусло при фільтрації концентрацію 14-15 % мас. Тривалість отримання першого сусла 90-120 хвилин.

Тривалість фільтрації 4-6 годин, оборотність 3,5.

Переваги фільтр-апарату: більший термін використання, дуже малі витрати на обслуговування апарату, забезпечення 8-10 варок на добу, вихід екстракту складає 98,5 %. Тому у кваліфікаційній роботі фільтрування пивного суслу буде здійснюватися на сучасному фільтр-апараті «Meura-2001» [4].

Кип'ятіння сусла з хмелем. Завдяки цьому процесу стабілізується хімічний склад сусла, сусло стерилізується, а також доводиться до заданих по величині концентрацій сухих речовин. Також мета процесу кип'ятіння сусла з хмелем полягає в тому, щоб за його допомогою видалити надлишкову воду шляхом випаровування, сусло збагачується речовинами, які містить хміль, білкові речовини піддаються коагуляції. Процес кип'ятіння сусла проходить у сусловарильних апаратах. Найголовнішим процесом при варінні сусла є охмелення, тобто переведення хмельових речовин у сусло.

Тривалість кип'ятіння 1,5-2,0 години

Процеси, що відбуваються під час кип'ятіння сусла з хмелем.

1. *Розчинення і перетворення складових частин хмелю.* Завдяки ізомеризації α -кислоти в ізо- α -кислоту, пиво набуває потрібної гіркоти.

Для хорошої якості пива у використанні перевагу має гранульований хміль, тому що він зберігає свої цінні компоненти в порівнянні з іншим. Гіркі сорти хмелю вводять на початку кип'ятіння, а за 15-20 хв до закінчення кип'ятіння вводять ароматичний хміль.

2. *Утворення з'єднань білкових та дубильних речовин, їх коагуляція.* В результаті повного розчинення дубильних речовин хмелю і солоду, відбувається поєднання цих речовин з білками сусла.

3. *Випаровування надлишкової води.* Якщо надлишок випаровуваної води є великим, це означає що при промиванні було використано багато води, а це свідчить про хорошу концентрацію екстракту.

4. *Стерилізація сусла.* При кип'ятінні мікроорганізми гинуть і досягається біологічна чистота сусла. Стерильність сула має велике значення для чистоти ґуродіння і стійкості пива. Сусло стерилізується 20-25 хвилин.

5. *Руйнування ферментів.* Ферменти повністю до кінця інактивують. Це свідчить про те, що подальші зміни до складу сусла входити не можуть.

6. *Підвищення кольорності сусла.* В процесі кип'ятіння відбувається меланоїдиноутворення, завдяки цьому сусло стає темнішим, а також окисненні дубильні речовини, які призводять до того, що кольорності сусла зростає.

7. *Підвищення кислотності сусла.*

8. *Видалення ДМС і небажаних ароматичних компонентів.*

Головним процесом при кип'ятінні сусла з хмелем є перехід в розчин гірких, ароматичних і дубильних речовин хмелю. Гіркі речовини (ізомери гумулонів) надають пиву специфічну гіркоту і запобігають утворенню в ньому мікроорганізмів, тому що мають антисептичні властивості.

Головним чином на застосування гірких речовин хмелю впливають наступні чинники: склад гірких речовин, кількість дози хмелю, ступінь ізомеризації, зворотнє видалення ізомерів із сусла разом з брухом, час кип'ятіння та його інтенсивність, рН.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк. 24
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існує декілька способів внесення хмелю, вони використовуються в залежності від якості хмелю і потрібного ступеня охмелення сусла. Хмель вносять в один, два, три і чотири прийоми.

Якщо хмель вносять в один прийом, то всю норму хмеля вносять в сусловарильний котел перед початком кип'ятіння сусла і кип'ятять його 1,5-2,0 години. Такий спосіб додавання хмелю не є раціональний, тому що при тривалому кип'ятінні ароматичні речовини хмелю леткі і сусло втрачає хмельовий аромат.

Якщо додавати хмель в два прийоми всю норму розділяють на дві рівні частини. Першу частину вносять, коли в сусловарильний котел набралось третина сусла, друга частина – за 30-40 хвилин до кінця кип'ятіння сусла.

У кваліфікаційній роботі використовуємо гранульований хміль, який вносимо в два прийоми (гіркий і ароматичний).

Способи кип'ятіння сусла з хмелем. В кваліфікаційній роботі обран спосіб кип'ятіння за низького надлишкового тиску з внутрішнім кип'ятильником.

Кип'ятіння за низького надлишкового тиску з внутрішнім кип'ятильником.

Завдяки сусловарильному апарату з внутрішнім кип'ятильником, немає необхідності в такому додатковому обладнанні, як теплообмінник, трубопроводи, циркуляційний насос, а також в ізоляції цього додаткового обладнання; знижуються питомі витрати електроенергії для перекачки сусла.

Сусло в трубах кип'ятильника рухається знизу під час нагрівання. Тому коли воно починає свій рух, його температура нижче 100°C, потім коли підіймається догори, воно нагрівається.

На внутрішній стінці труб спостерігається утворення наступних зон: зона початку утворення бульбашок пари, потім вона переходить у зону неповного пароутворення й уже в більш широкій зоні проходить пароутворення по всьому об'єму сусла, тоді як ззовні пар віддає свою енергію пароутворення (ентальпію) і конденсується, а шар конденсату, який стікає вниз, стає більш товстим і заважає теплопередачі.

При такому способі кип'ятіння максимально випаровується надлишкова вода а також звільнюється ДМС[14].

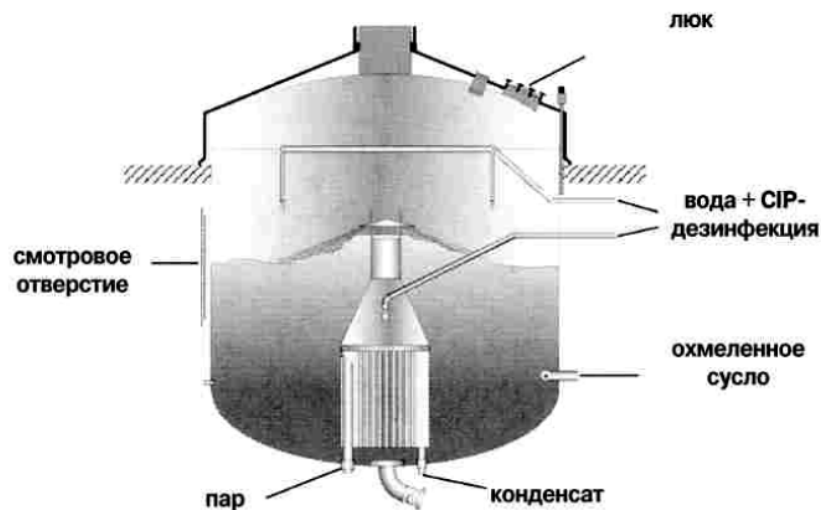


Рис. 2.5 – Сушварильний апарат з внутрішнім кип'ятильником

Внутрішній кип'ятильник являє собою кожухотрубний теплообмінник, який знаходиться всередині сушварильного апарату. Через вертикальні труби кип'ятильника сусло піднімається, нагрівається паром, яка підводиться зверху у міжтрубний простір. При цьому пара охолоджується і конденсується [14].

Освітлення та охолодження сусла.

Гаряче охмелене сусло очищають від суспензії гарячого сусла. Вона має крупні частинки розміром 30-80 мкм, але якщо дати час для відстоювання, ці частинки добре осідають.

Суспензії гарячого сусла мають негативний вплив на якість готового пива:

- 1) обклеюють» дріжджі;
- 2) перешкоджають освітленню сусла;
- 3) ускладнюють фільтрування пива, якщо їх вчасно не відокремити;
- 4) містять жирні кислоти солоду;
- 5) збільшують кількість білкового відстою і з ним втрати.

Для відділення гарячої суспензії сусла використовується гідроциклонний апарат типу Вірпул.

Гідроциклонний апарат типу «Вірпул» являє собою посудину циліндричної форми з конічною кришкою і плоским днищем. На обичайці корпусу на відстані 900 мм від днища приварени вхідний патрубок для нагнітання сусла. Для збільшення швидкості потоку патрубок виконаний у вигляді плавно звужується сопла і роташований під кутом 30° до дотичної обичайки корпусу. Струмінь потоку спрямована тангенціально, тому всередині апарату відбувається обертання сусла. Під дією гідродинамічних сил зважені частинки збираються в центрі днища, де утворюється осадовий конус.

Після освітлення сусла (приблизно через 20 хвилин) починають його відкачку насосом, відкриваючи спочатку крани патрубків на рівні сусла.

Такий апарат має ряд переваг: простий по конструкції, легко обслуговується, процес освітлення протікає швидко і при високій температурі, утворюється щільний осад, скорочуються втрати сусла.

Охолодження сусла. Для бродіння температура сусла повинна бути 9-12°, тому гаряче сусло після освітлення потрібно охолоджувати. Охолодження сусла відбувається у двохсекційному пластинчастому теплообміннику. Під час цього процесу у суслі проходить охолодження сусла та його аерація.

На двохсекційний пластинчастий теплообмінник подають сусло температурою 92-95°C, це відбувається за допомогою насосу. Так як теплообмінник двохсекційний, то у першій секції сусло охолоджується льодяною водою, а в другій – холодоагентом. Далі освітлене і охолоджене сусло надходить у бродильне відділення .

Переваги двохсекційного пластинчастого теплообмінника, який ми використовуємо в кваліфікаційній роботі для охолодження сусла:

- 1) простота у використанні;
- 2) не потребує складного монтажу та налаштування;
- 3) низька небезпека контамінації;
- 4) конструкція забезпечує мікробіологічну чистоту
- 5) компактна конструкція, не вимагає великої площі для розміщення;
- 6) можливість безрозбірної мийки (CIP), легко очищуються
- 7) має високу теплопередачу при невеликих втратах тиску;

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Солод та несолоджена сировина норією 1, подається на стрічковий транспортер, який в свою чергу подає світлий солод в бункер 3, темний солод в бункер 4, несолоджена сировина в бункер 5, карамельний солод в бункер 6. Далі солод подається в повітряно ситовий сепаратор 7, з якого в магнітний сепаратор 8, несолоджена сировина одразу подається на магнітний сепаратор. Після цього на автоматичних вагах 9 проходить зваження солоду і несолодженої сировини для однієї варки, які подаються в бункери 10 і 11 відповідно.

Подрібнення солоду відбувається на дробарці мокрого подрібнення 12 вода в яку подається через змішувач, а несолоджена сировина на двовальцевій дробарці 13. Суміш поступає в передзаторний апарат 14, перекачування якої до заторних апаратів 16 відбувається заторним насосом 15. Приготовлена маса насосом подається до фільтраційного апарату 17. Мутне сусло, одержане на початку фільтрування, повертається у фільтраційний апарат, а прозоре сусло потрапляє в проміжний збірник сусла 19. Дробина із фільтраційного апарату потрапляє в збірник дробини 18, а промивна вода в збірник промивної води 20, в якому підігрівається до температури 70 °С і відцентровим насосом подається в передзаторний апарат 14.

Гранульований хміль подаються зі складу в збірники гіркого та ароматичного хмелю 25, через які безперервно і почергово циркулює сусло із сусловарильного апарату 22, обладнаного внутрішнім кип'ятильником. Сусло попередньо нагрівають у односекційному пластинчастому теплообміннику 21 до температури 94-95 °С. Для цього у протитоці в теплообмінник 21 подають гарячу воду температурою 96-97 °С із енергозберігаючої колони 26. Вода нагрівається до вказаної температури вторинною парою, яка виходить із сусловарильного апарату.

Для освітлення сусло перекачується насосом у гідроциклонний апарат Вірпул 27 тангенційно, в якому видаляється білковий осад. Освітлене сусло далі перекачується насосом для сусла 24 у двосекційний пластинчастий теплообмінник 28 на охолодження до температури бродіння (9-12°C). Після теплообмінника охолоджене сусло подають у цех ферментації [11].

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Рецептура проектованих сортів пива наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецепттура проектованих сортів пива

Сорт пива	Сировина						
	Солод світлий, %	Темний солод, %	Карамельний солод, %	Ячмінне борошно, %	Рисова січка, %	Хміль гран., г/дал	Хміль аромат. г/дал
Світле класичне 11,0 %	85	-	-	15	-	26,78	4,23
Світле «Київ» 12,0 %	90	-	-	-	10	66,61	1,93
Темне класичне 14,0 %	50	40	10	-	-	9,5	5,51

В таблиці 3.2 наведені органолептичні показники проектованих сортів пива [15].

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники проектованих сортів пива

Показники	Світле класичне 11,0 %	Світле «Київ» 12,0 %	Темне класичне 14,0 %
	Фільтроване		
Зовнішній вигляд	Піниста прозора рідина, без сторонніх домішок і осаду		
Показники	Світле класичне 11,0 %	Світле «Київ» 12,0 %	Темне класичне 14,0 %
	Фільтроване		
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду і сторонніх включень		
Смак	Смак з гіркотою, відповідний сорту пива, спостерігається солодовий і хмелевий прикус.	Відрізняється своїм унікальним м'яким солодкуватим смаком із слабко вираженою хмелевою гіркотою,	Солодовий смак з яскраво вираженим карамельним смаком, з приємною гіркотою.
Аромат	Аромат відповідає кожному 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.

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

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 таблиці 3.3 і відповідають ДСТУ 3888-15 [15].

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники проєктованих сортів пива

Показник	Сорт пива			
	Світле класичне 11,0%	Світле «Київ» 12,0%	Темне класичне 14,0%	
Масова частка СР у початковому суслі, %	11,0	12,0	14,0	
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
Світле класичне 11,0 %	90	7	5	5
Світле «Київ» 12,0 %	90	7	7	7
Темне класичне 14,0%	30	8	5	3

У таблиці 3.4 наведені мікробіологічні показники проєктованих сортів пива [15].

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 таблиці 3.5 наведені вимоги щодо вмісту токсичних елементів у пиві [15].

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

3.2 Характеристика сировини

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

В таблицях 3.6-3.9 наведені органолептичні і фізико-хімічні показники сортів солоду, які відповідають вимогам ДСТУ 4282:2004 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови.» [17].

Таблиця 3.6 – Органолептичні показники світлого ячмінного солоду.

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

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники світлого солоду

Назва показника	Норма для типів солоду		
	Світлого		
	Високої якості	I класу	II класу
1	2	3	4
Просів через сито (2,2× 20) мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5
Кількість зерен, %:			
-мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0
-склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0
-темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,0	5,0	5,8

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк. 32
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Масова частка екстракту в СР солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0
Різниця мас. часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0 – 1,5	1,6 – 2,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5
Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха), %	39-41	37-41	-
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
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 зброджування, %	79 – 81	75 – 78	74 – 70
В'язкість, МПа·с, за 20°C	1,45 – 1,54	1,55 – 1,60	1,61 – 1,78

Таблиця 3.8 – Органолептичні показники карамельного солоду

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, яка не містить плісневілих зерен і зернових шкідників.
Колір	Від світло-жовтого до буруватого з глянцевою відливом
Запах	Солодовий. Не допускається пригорілий, плісневілий.
Смак	Солодовий. Не допускається пригорілий і гіркий.
Вигляд зерна на зрізі	Коричнева маса, яка спеклася. Не допускається обвуглена маса.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники карамельного солоду

Назва показника	Норма для солоду	
	1 клас	2 клас
Масова частка вологи, %, не більше	6,0	6,0
Масова частка екстракту в СР солоду, %, не менше	75,0	70,0
Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0
Масова частка смітних домішок, %, не більше	0,5	0,5

В таблиці 3.10 наведені вимоги ДСТУ 3769-98, щодо яким органолептичним і фізико-хімічним властивостям потрібен відповідати ячмінь пивоварний [20].

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.
						34
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	

Закінчення табл. 3.10

В таблицях 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 [2].

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

Таблиця 3.11 – Органолептичні показники води

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
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 випробовування
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 таблицях 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 [2].

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

В таблиці 3.15 наведені вимоги ДСТУ 4099-02 «Хміль гранульований. Технічні умови.», за якими фізико-хімічні показники хмелю гранульованого потрібні відповідати.

Таблиця 3.15 – Фізико-хімічні показники хмелю гранульованого

№ 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 сірчастого 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	
	- свинець	10, 0
	- кадмій	0, 5
	- ртуть	0, 1
	- миш'як	0, 5

В таблиці 3.16 наведені вимоги ДСТУ 7067:2009 «Хміль. Технічні умови.», яким показники якості гіркої хмелю мають відповідати [19].

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

Таблиця 3.16 – Показники якості хмелю гіркового .

Колір	Вміст α -к-ти в перерахунку на абс. СР, % не менше	Вміст вологи, % не більше	Вміст хмельових домішок, % не більше	Вміст насіння, % не більше
Зелений, жовто-зелений, жовтий з коричневими плямами, бурий	2,5	3,5	5,0	4,0

В таблиці 3.17 наведені вимоги ДСТУ 7067:2009 «Хміль. Технічні умови.», яким показники якості хмелю ароматичного повинні відповідати [19].

Таблиця 3.17 – Показники якості хмелю ароматичного

№ 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 сірчастого 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 - свинець - кадмій - ртуть - миш'як	10, 0 0, 5 0, 1 0, 5

В таблиці 3.18 наведені вимоги ДСТУ 4965:2008 «Рис. Технічні умови.», яким органолептичні і фізико-хімічні властивості рисової січки повинні відповідати [16].

Рисова січка – дроблений рис, переробка рису в крупу, складається з колотих, додатково відшліфованих ядер рису 1, 2, 3, 4 типів, розміром 2 /3 цілого ядра, які не проходять через сито з отворами діаметром 1,5 мм.

Таблиця 3.18 – Органолептичні і фізико - хімічні показники рисової січки

Показник	Характеристика і норма
Колір	Білий з різними відтінками
Запах	Властивий рисовій крупі без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Вкус	Властивий рисовій крупі без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Вологість, %, не більше	15,5
Смітна домішка, %, не більше	0,8
- мінеральна домішка	0,10
- органічна домішка	0,05
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається
Металомагнітна домішка, мг на 1 кг, не більше	3

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) ферментні препарати згідно з чинною нормативною документацією та інші ферментні препарати, дозволені органами охорони здоров'я України, які застосовують для виробництва пива. Ферментний препарат Діазим Х4, що відповідає вимогам ГОСТ 20264.1 - 89. Ферментний препарат Діазим Х4 містить глюкоамілазу, α -амілазу, слідові кількості протеолітичної активності.

2) молочна кислота згідно з чинною нормативною документацією;
 3) сірчана кислота згідно з чинною нормативною документацією;
 4) соляна кислота згідно з чинною нормативною документацією;
 5) аскорбінова кислота згідно з чинною нормативною документацією;
 6) діоксид вуглецю рідкий згідно з чинною нормативною документацією;
 7) силікагель АК-300 згідно з чинною нормативною документацією чинною нормативною документацією;

8) ортофосфорна кислота згідно з чинною нормативною документацією;
 9) фільтрувальний картон згідно з чинною нормативною документацією;
 10) гіпс згідно з чинною нормативною документацією;
 11) кізельгур згідно з ТУ У 18.329 та інші фільтрувальні порошки, дозволені органами охорони здоров'я України або згідно з чинною нормативною документацією.

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

До основних матеріалів відносяться дріжджі. Вони повинні бути осмофільними, термофільними, мати гарні седиментаційні властивості та високий ступінь сбражування.

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

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані для розрахунків

Для проектування було обрано варильне відділення пивоварного заводу потужністю 5 млн дал пива на рік.

Асортимент товарної продукції включає наступні сорти пива:

Пиво «Світле класичне» 11 % - готується із 85 % світлого солоду і 15% ячмінного борошна.

Пиво «Світле Київ» 12 % - готується з 90 % світлого солоду і 10 % рисової січки.

Пиво «Темне класичне» 14 % - готується з 50 % світлого солоду, 40 % темного солоду і 10 % карамельного солоду.

Від загального об'єму виробництва частка кожного сорту пива становить:

1. «Світле класичне» - 42 %;
2. «Світле «Київ»» - 33 %;
3. «Темне класичне» - 25 %.

В таблиці 4.1 приведені вихідні дані сировини для технологічних розрахунків

Таблиця 4.1 – Характеристика сировини

Сировина	Вологість, %	Екстрактивність, % на СР	Насипна маса, кг/м ³
Солод світлий	4,5	78,0	530
Солод темний	4,5	74,0	530
Карамельний солод	5,5	72,0	530
Ячмінне борошно	14,0	72,0	530
Рисова січка	15,5	85,5	560

4.2 Продуктові розрахунки

Технологічні розрахунки виконуються, незалежно від того яке відділення розглядається у кваліфікаційній роботі, від початку технологічного циклу і до кінця. Тобто від сировини до отримання товарної продукції та її фасування [18].

Алгоритм виконання технологічних розрахунків продуктів виробництва пива складається з таких етапів:

1. визначення кількості екстрактивних речовин у сировині;
2. визначення кількості проміжних продуктів;
3. визначення витрат основних матеріалів (хмелепродуктів, ферментних препаратів, молочної кислоти та ін.);
4. визначення кількості відходів;
5. складання зведеної таблиці продуктових розрахунків;

6. розрахунки витрат допоміжних матеріалів та подання результатів у вигляді зведеної таблиці

Таблиця 4.2 – Втрати при виробництві пива

Втрати	Пиво з масовою часткою початкового сусла, %		
	11 % «Світле класичне»	12 % «Світле Київ»	14 % «Темне класичне»
Екстракту:			
- з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	1,75	1,75	2,2
- під час охолодження, на замочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	5,8	6,0
У цеху бродіння, % від об'єму бродіння сусла	2,5	2,5	2,3
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива в тому числі під час фільтрування	2,3	2,3	2,5
	1,1	1,1	1,1
	2,5	2,5	2,5
	0,5	0,5	0,5
Середньозважені під час розливу 75 % — у пляшки, 25 % — у кеги	1,53	1,53	1,53
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до товарного пива)	12,0	12,0	12,5
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до 20° С)	8,3	8,3	8,8
Під час пастеризації пива в пляшках, % від об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2	2,2

Визначення кількості екстрактивних речовин в сировині

Пиво «Світле класичне». В рецептурі даного типу пива використовують 85 % солоду і 15 % несолодженої сировини (ячмінного борошна), тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 85 кг світлого солоду і 15 кг ячмінного борошна.

Коли солод проходить процес очищення, його втрати складають 0,1 %, або $85 \cdot 0,001 = 0,085$ кг. Тому на подрібнення солоду поступає $85 - 0,085 = 84,915$ кг.

Солод має вологість 5 %, а ячмінне борошно 15 %. Розраховуємо кількість сухих речовин у заторі:

$84,915 \cdot (1 - 0,05) = 80,67$ кг - у світлому солоді;

$15 \cdot (1 - 0,15) = 12,75$ кг - в ячмінному борошні;

$80,67 + 12,75 = 93,42$ кг - всього сухих речовин в сировині.

Солод має екстрактивність 78%, а ячмінне борошно 72%, від сухих речовин. Розраховуємо вміст екстрактивних речовин у сировині :

$80,67 * 0,78 = 62,92$ кг - у світлому солоді;

$12,75 * 0,72 = 9,18$ кг - в ячмінному борошні;

$62,92 + 9,18 = 72,1$ кг- всього екстрактивних речовин міститься.

Втрати екстракту в дробині — 1,75 % від маси екстрактивних речовин сировини, що затирається. Отже, в сусло перейде екстрактивних речовин

$72,1 * (1 - 0,0175) = 70,84$ кг.

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині:

$93,42 - 70,84 = 22,58$ кг.

Пиво «Світле Київ». В рецептурі даного типу пива використовують 90 % солоду і 10 % несолодженої сировини (рисова січка), тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 90 кг світлого солоду і 10 кг рисової січки.

Коли солод проходить процес очищення, його втрати складають 0,1 %, або $90 * 0,001 = 0,09$ кг. Тому на подрібнення солоду поступає $90 - 0,09 = 89,91$ кг.

Солод має вологість 5 %, а рисова січка 15,5 %. Розраховуємо кількість сухих речовин у заторі:

$89,91 * (1 - 0,05) = 85,41$ кг - в світлому солоді;

$10 * (1 - 0,15) = 8,5$ кг – в рисовій січці;

$85,41 + 8,5 = 93,91$ кг – всього сухих речовин в сировині.

Солод має екстрактивність 78%, а рисова січка 85,5%, від сухих речовин.

Розраховуємо вміст екстрактивних речовин у сировині :

$85,41 * 0,78 = 66,61$ кг – в світлому солоді;

$8,5 * 0,85 = 7,22$ кг – в рисовій січці;

$66,61 + 7,22 = 73,83$ – всього екстрактивних речовин в сировині

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

$73,83 * (1 - 0,022) = 72,21$ кг.

В дробині залишиться сухих речовин:

$93,91 - 72,21 = 21,7$ кг.

Пиво «Темне класичне». В рецептурі даного типу пива використовують 50% світлого солоду, 40% темного солоду, 10% карамельного солоду. Коли проходить процес очищення світлого і темного солодів, то їх втрати становлять 0,1% від його маси, або $(50 + 40) * 0,001 = 0,09$ кг.

На подрібнення подається:

світлого солоду — $50 - 0,05 = 49,95$ кг;

темного солоду — $40 - 0,05 = 39,96$ кг.

Світлий солод має вологість 5%, темний солод 5% і карамельний солод 6%.

Розраховуємо кількість сухих речовин:

$49,95 * (1 - 0,05) = 47,45$ кг-у світлому солоді;

$39,96 * (1 - 0,05) = 37,96$ кг- у темному солоді;

$10 * (1 - 0,06) = 9,4$ кг - у карамельному солоді;

$47,45 + 37,96 + 9,4 = 94,81$ кг- всього сухих речовин у сировині.

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

Світлий солод має екстрактивність 78%, темний солод 74% і карамельний 72% від маси сухих речовин . Розраховуємо кількість екстрактивних речовин в сировині:

$47,45 \cdot 0,78 = 37$ кг- у світлому солоді;

$37,96 \cdot 0,74 = 28,09$ кг-в темному солоді ;

$9,4 \cdot 0,72 = 6,77$ кг - в карамельному солоді;

$37+28,09+6,77 = 71,86$ кг – всього екстрактивних речовин в сировині.

Екстрактивних речовин (при втраті в дробині 2,2 %) у сусло переходить $71,86(1-0,022)=70,28$ кг. В дробині залишається сухих речовин: $94,81-70,28 = 24,53$ кг.

Визначення проміжних продуктів

Для розрахунку кількості проміжних продуктів нам потрібні значення початкової концентрації сусла і об'ємних втрат виробництва пива (табл. 4.2)

Гаряче сусло. За розрахунками, які ми провели, кількість екстрактивних речовин, які переходять в сусло становить:

Світле класичне —70,84 кг;

Світле Київ —72,21 кг;

Темне класичне —70,28 кг.

За допомогою встановленої початкової концентрації сусла, для Світлого класичного пива 11%, для Світлого Київського пива 12%, для пива «Темне класичне» 14%, можна розрахувати кількість сусла, яке отримають для пива, із вказаної кількості екстрактивних речовин:

Світле класичне - $70,84 \cdot 100 / 11 = 644,00$ кг;

Світле Київ - $(72,21 \cdot 100) / 12 = 601,75$ кг;

«Темне класичне» - $(70,28 \cdot 100) / 13 = 540,62$ кг.

Об'єми сусла за температури 20 °С і відносної густини сусла пива

Світле класичне —1,0442,

Світле Київ—1,04835

«Темне класичне» —1,0526

для пива:

Світле класичне— $644,41 / 1,0442 = 616,74$ дм³;

Світле Київ — $601,75 / 1,04835 = 574,07$ дм³;

«Темне класичне» - $540,62 / 1,0526 = 513,6$ дм³.

Гаряче сусло під впливом тепла розширюється в 1,04 рази, тому його об'єми з урахуванням цього розширення для проєктованих сортів пива становить:

Світле класичне - $616,74 \cdot 1,04 = 641,41$ дм³;

Світле Київ $574,07 \cdot 1,04 = 597,03$ дм³;

«Темне класичне» - $513,6 \cdot 1,04 = 534,14$ дм³.

Холодне сусло. Норми технологічних втрат гарячого сусла (на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації) наведені в таблиці 4.2 і становлять для Світлого класичного пива –

5,8 %, для Світлого Київського - 6,3 % і для пива «Темне класичне» —5,5 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму за температури 20 °С .

Розраховуємо об'єми холодного сусла для проєктованих сортів пива:

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

Світле класичне - $641,41 \cdot (1 - 0,058) = 604,21 \text{ дм}^3$;

Світле Київ - $597,03 \cdot (1 - 0,063) = 559,42 \text{ дм}^3$;

Українського темного — $534,14 \cdot (1 - 0,055) = 504,76 \text{ дм}^3$.

Молоде пиво. У бродильном відділенні втрати становлять: для пива Світле класичне - 2,5 %, Світлого Київського і пива «Темне класичне» - 2,2 % до об'єму холодного сусла (табл. 4.2). Тому кількість молодого пива дорівнює:

Світле класичне - $604,21 \cdot (1 - 0,025) = 581,1 \text{ дм}^3$;

Світле Київ - $559,42 \cdot (1 - 0,022) = 547,11 \text{ дм}^3$;

«Темне класичне» - $504,76 \cdot (1 - 0,022) = 493,63 \text{ дм}^3$.

Фільтроване пиво. Під час доброджування і фільтрування втрати становлять: для пива Світле класичне - 2,3 %, Світлого Київського і пива «Темне класичне» - 2,4 % до об'єму молодого сусла (табл. 4.2). Кількість фільтрованого пива дорівнює:

Світле класичне - $581,1 \cdot (1 - 0,023) = 567,73 \text{ дм}^3$;

Світле Київ - $547,11 \cdot (1 - 0,024) = 533,98 \text{ дм}^3$;

«Темне класичне» - $493,63 \cdot (1 - 0,024) = 481,78 \text{ дм}^3$.

Готове пиво. Для всіх найменувань втрати готового пива до об'єму відфільтрованого пива під час розливу у пляшки становлять 2,5 %, і під час розливу у кеги - 0,5 %. Тільки пиво «Світле класичне» розливається у пляшки – 3,5 млн дал, в кеги - 1,5 млн дал, що в процентному співвідношенні складає від загальної кількості пива «Світле класичне» 5 млн дал відповідно 70 % і 30 % (табл. 2.1). За таких умов середньозважені втрати пива «Світле класичне» дорівнюють

$$0,70 \cdot 2,5 + 0,30 \cdot 0,5 = 2,00 \text{ \%}$$

Отже, кількість готового пива буде:

Світле класичне - $567,73 \cdot (1 - 0,02) = 556,38 \text{ дм}^3$;

Світле Київ - $533,98 \cdot (1 - 0,025) = 520,63 \text{ дм}^3$;

«Темне класичне» — $481,78 \cdot (1 - 0,025) = 469,74 \text{ дм}^3$.

За різницею об'ємів гарячого сусла і готового пива визначаються загальні видимі з рідкою фазою:

Світле класичне - $641,41 - 556,38 = 85,03 \text{ дм}^3$;

Світле Київ - $597,03 - 520,63 = 76,4 \text{ дм}^3$;

«Темне класичне» - $534,14 - 469,74 = 64,4 \text{ дм}^3$,

або у відсотках до об'єму гарячого сусла

Світле класичне - $85,03 \cdot 100 / 641,41 = 13,25 \text{ \%}$;

Світле Київ - $76,4 \cdot 100 / 597,03 = 12,8 \text{ \%}$;

«Темне класичне» - $64,4 \cdot 100 / 534,14 = 12,06 \text{ \%}$.

Розрахунки витрат хмелепродуктів і молочної кислоти

Хмелепродукти. Розрахунок кількості хмелю на 1 дал сусла розраховують за такою формулою:

$$H_{\Pi} = \frac{G_c \times 100 \times 100 \times 100}{(\alpha + 1) \times (100 - W) \times (100 - B_{\text{тр}})},$$

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

де G_c – необхідна гіркота суслу – в перерахунку на суху речовину, г/дал; α – масова частка α – кислот, %; l – величина гіркоти β -фракцій в хмелі, %; W – фактична вологість, %; $B_{тр}$ – втрати по рідкій фазі від гарячого суслу до товарного пива, %.

За рецептурою гіркота суслу становить для пива:

Світле класичне – 0,72;

Світле Київ – 0,99;

«Темне класичне» - 0,57.

Світле класичне (11 %) пиво, за прийнятою рецептурою, виготовляється з 55 % гранульованого гіркого хмелю, 45 % гранул ароматичного хмелю.

Світле Київ (12 %) пиво – виготовляється із 85 % гранул гіркого хмелю, 15 % гранул ароматичного хмелю

«Темне класичне» (14 %) пиво – виготовляється з 25 % гранул з хмелю гіркого й 75 % ароматичного хмелю.

Вміст α -кислоти в гіркому хмелі – 0,9 %, ароматичному – 8,5 %.

Отже, розраховуємо витрати хмелевої сировини:

для 11 % - го світлого пива:

гранул гіркого хмелю:

$$H_{п} = \frac{0,72 * 100 * 100 * 100}{(0,9 + 1) * (100 - 10,3) * (100 - 13,25)} * 0,55 = 26,78 \text{ г/дал};$$

гранул ароматичного хмелю:

$$H_{п} = \frac{0,72 * 100 * 100 * 100}{(8,5 + 1) * (100 - 7,2) * (100 - 13,25)} * 0,45 = 4,23 \text{ г/дал};$$

для 12 %-го світлого пива:

гранул гіркого хмелю:

$$H_{п} = \frac{0,99 * 100 * 100 * 100}{(0,9 + 1) * (100 - 10,3) * (100 - 12,8)} * 0,85 = 66,61 \text{ г/дал};$$

гранул ароматичного хмелю:

$$H_{п} = \frac{0,99 * 100 * 100 * 100}{(8,5 + 1) * (100 - 7,2) * (100 - 12,8)} * 0,15 = 1,93 \text{ г/дал};$$

для 14 %-го пива:

гранул гіркого хмелю:

$$H_{п} = \frac{0,57 * 100 * 100 * 100}{(0,9 + 1) * (100 - 10,3) * (100 - 12,06)} * 0,25 = 9,5 \text{ г/дал};$$

гранул ароматичного хмелю:

$$H_{п} = \frac{0,57 * 100 * 100 * 100}{(8,5 + 1) * (100 - 7,2) * (100 - 12,06)} * 0,75 = 5,51 \text{ г/дал}.$$

Молочна кислота. Кількість молочної кислоти розраховують за такою формулою:

$$M_{м.к} = M_{сир} \times 0,08;$$

де $M_{м.к}$ – маса молочної кислоти;

$M_{сир}$ – маса сировини;

0,08 – коефіцієнт витрат молочної кислоти для підкислювання заторів складають 0,08 кг на 100 кг сировини.

$$M_{м.к} = 23100 \times 0,08 = 2887,5 \text{ кг.}$$

Річний обсяг виробництва пива 12 млн. дал на рік.

Витрати вторинної сировини

Кількість дробини. Вологість утвореної пивної дробини 80%, кількість цієї дробини розраховується за допомогою множення кількості сухих речовин, що залишились в дробині, на коефіцієнт $100/(100 - 80) = 0,2$.

Тому кількість пивної дробини дорівнює:

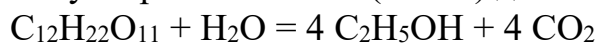
для пива «Світле класичне» - $22,58 \cdot 0,2 = 161,22$ кг;

для пива «Світле Київ» - $21,7 \cdot 0,2 = 154,90$ кг;

для пива «Темне класичне» - $24,53 \cdot 0,2 = 175,14$ кг.

Діоксид вуглецю

Із сумарного рівняння спиртового бродіння видно, що із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г (44×4) діоксиду вуглецю (CO_2) і 184 г спирту.



Якщо прийняти, що збродженим екстрактом є мальтоза, то кількість CO_2 розраховують наступним чином.

Прийmemo, що весь зброджуваний екстракт – мальтоза. Дійсний ступінь збродження (S_3) для 11 %-го пива прийmemo – 47 %, 12 %-го пива – 51%, 14 %-го пива – 53 %.

За наведеними розрахунками об'єми холодного сусла на 1 дал товарного пива 11 %-го світлого пива - 604,21 дм³, 12 %-го світлого пива 559,42 дм³, 14 %-го – 504,76 дм³, а їх масу можна розрахувати за формулою:

$$G_{сх(м)} = G_{сх} \cdot d \cdot 10;$$

за певної концентрації, сусло містить екстракту :

$$G_e = G_{сх(м)} \cdot e,$$

з цієї кількості екстракту зброджується :

$$G_{e3} = G_e \cdot S_3,$$

у процесі збродження виділяється діоксиду вуглецю :

$$G(\text{CO}_2) = \frac{G_{e3} \times 176}{342};$$

Прийmemo, що вміст зв'язаного діоксиду вуглецю становить x % масових, а його кількість знаходять за формулою :

$$G_{3(\text{CO}_2)} = G_{сх(м)} \cdot x \% \text{ масових};$$

Вільного CO_2 під час збродження 1 дал сусла виділяється :

$$G_{в(\text{CO}_2)} = G_{(\text{CO}_2)} - G_{3(\text{CO}_2)};$$

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

Для 11 %-го світлого пива приймаємо ступінь зброджування 47 %. Вміст зв'язаного діоксиду вуглецю прийmemo – 0,3 % масових.

Отже, маса холодного сусла становить:

$$G_{cx(m)} = 604,21 \cdot 1,0442 = 630,92 \text{ кг};$$

Екстракту в ньому:

$$G_e = 630,92 \cdot 0,11 = 69,4 \text{ кг};$$

Зброджено екстракту:

$$G_{e3} = 69,4 \cdot 0,47 = 32,62 \text{ кг};$$

Утворюється діоксиду вуглецю:

$$G_{CO_2} = \frac{32,62 \cdot 176}{342} = 16,78$$

З цієї кількості зв'язується пивом CO₂:

$$G_3(CO_2) = 630,92 \cdot 0,003 = 1,89 \text{ кг};$$

Виділяється вільного CO₂:

$$G_v(CO_2) = 16,78 - 1,89 = 14,89 \text{ кг};$$

Для 12% - го світлого пива приймаємо ступінь зброджування 51 %. Вміст зв'язаного двооксиду вуглецю прийmemo – 0,35 % масових.

маса сусла:

$$G_{cx(m)} = 559,42 \cdot 1,04835 = 586,47 \text{ кг};$$

вміст екстракту:

$$G_e = 586,47 \cdot 0,12 = 70,38 \text{ кг};$$

зброджуваного екстракту:

$$G_{e3} = 70,38 \cdot 0,51 = 35,89 \text{ кг};$$

виділяється діоксиду вуглецю :

$$G_{CO_2} = \frac{35,89 \cdot 176}{342} = 18,47$$

кількість зв'язаного діоксиду вуглецю:

$$G_3(CO_2) = 586,47 \cdot 0,0035 = 2,05 \text{ кг};$$

вільного CO₂:

$$G_v(CO_2) = 18,47 - 2,05 = 16,42 \text{ кг}.$$

Для 14%-го темного пива приймаємо ступінь зброджування 53 %. Вміст зв'язаного діоксиду вуглецю прийmemo – 0,4% масових.

маса сусла:

$$G_{cx(m)} = 504,76 \cdot 1,0526 = 531,31 \text{ кг};$$

вміст екстракту:

$$G_e = 531,31 \cdot 0,14 = 74,38 \text{ кг};$$

зброджуваного екстракту:

$$G_{e3} = 74,38 \cdot 0,53 = 39,42 \text{ кг};$$

виділяється діоксиду вуглецю :

$$G_{CO_2} = \frac{39,42 \cdot 176}{342} = 20,29$$

кількість зв'язаного діоксиду вуглецю:

$$G_3(CO_2) = 531,31 \cdot 0,004 = 2,12 \text{ кг};$$

вільного CO₂:

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

$$G_{\text{в}}(\text{CO}_2) = 20,29 - 2,12 = 18,17 \text{ кг.}$$

Розрахунок кількості дріжджів [18].

Доза дріжджів у розрахунку на рідкі вологістю 88 % при періодичному способі бродіння становить 0,5 %, в ЦКБА – 0,7 % об'єму сусла.

Вихід надлишкових дріжджів після бродіння за періодичного способу 1, безперервного – 1,5, у ЦКБА – 1,5 – 2,0 об'єму на один об'єм дріжджів, які вводять на бродіння.

Вихід дріжджів дорівнює 0,18 л на 1 дал пива, причому 0,085 л використовують як насіннєві, а 0,095 – осадові товарні дріжджі.

Вихід осаду (відстою) з апаратів доброджування беремо 0,03 дм³ на 1 дал пива.

Зведена таблиця розрахунку продуктів наведена в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукт та сировина	Світле класичне, 11,0 %			Світле Київ 12,0 %			Темне класичне, 14,0%			Σ, на 5 млн дал пива
	на 100 кг	на 1 дал	на 2.1 млн. дал	На 100 кг	на 1 дал	на 1,65 млн. дал	на 100 кг	на 1 дал	на 1.25 млн. дал	
Зернова сировина, кг -світлий солод	85	1,52	7600000	90	1,72	6880000	50	1,06	3180000	17660000
темний солод	-	-	-	-	-	-	40	0,85	2550000	255000
карамельний солод	-	-	-	-	-	-	10	0,21	630000	630000
ячмінна борошно	15	0,27	1350000	-	-	-	-	-	-	1350000
Рисова січка	-	-	-	10	0,19	760000	-	-	-	760000
Всього	100	1,79	8950000	100	1,91	7640000	100	2,12	6360000	20655000
Хміль гранульований, кг: гіркий;	26,78	0,48	2400000	66,61	1,28	5120000	9,5	0,20	600000	8120000
ароматичний	4,29	0,07	350000	1,93	0,04	160000	5,51	0,12	360000	870000
Всього	31,07	0,55	2750000	68,54	1,32	5280000	15,01	0,32	960000	8990000
Сусло										
-гаряче, дал	641,41	11,52	57600000	597,03	11,47	45880000	534,14	11,31	33930000	137410000
-холодне, дал	604,21	10,86	54300000	559,42	10,75	43000000	504,76	10,75	32250000	129550000
Пиво										

-молоде, дал	581,1	10,44	52200000	547,11	10,5	42000000	493,63	10,53	31590000	83790000
фільтроване, дал	567,73	10,2	51000000	533,98	10,26	41040000	481,78	10,26	30780000	122820000
-товарне, дал	556,38	1	5000000	520,63	1	4000000	469,74	1	3000000	12000000
Пивна дробина, кг	161,22	2,9	14500000	154,90	2,97	11880000	175,14	3,73	11190000	37570000
CO ₂ бродиння, кг	14,89	0,27	1350000	154,90	2,98	11920000	175,14	3,73	11190000	24460000
Дріжджі, дм ³ : -насіненні	0,085	0,002	10000	0,085	0,002	8000	0,085	0,002	6000	24000
-товарні	0,095	0,002	10000	0,095	0,002	8000	0,095	0,002	6000	24000
Відстій у апаратах доброджування, кг	0,03	5,4	27000000	0,03	5,8	23200000	0,03	6,4	19200000	69400000

4.3 Розрахунки витрат основних та допоміжних матеріалів

Товарне пиво «Світле класичне» розливається у скляні пляшки об'ємом 0,5 дм³, та у кеги об'ємом 30 дм³ у процентному співвідношенні 70:30, вся інша продукція розливається у скляні пляшки об'ємом 0,5 дм³.

При зберіганні, внутрішньозаводському транспортуванні і митті, враховується бій пляшок. В середньому це такі числа: під час виробництва бій пляшок складає 2,5 %, при зберіганні на складі готової продукції 0,1 %, на тарному складі 0,8 %.

40 оборотів пляшок проходить на рік [13].

Пляшки. 70 % пива «Світле класичне», 100 % пива «Світле Київ», а також 100 % пива «Темне класичне» розливаються у скляні пляшки об'ємом 0,5. Кількість пляшок розраховують за формулами:

$$N_{\text{пл. заг.}} = \frac{Q_{\text{пл.}} * 10 * 100}{V(100 - K_6)} = \frac{10500000 * 10 * 100}{0,5(100 - 3,04)} = 216584158 \text{ (шт.)},$$

де $Q_{\text{пл.}}$ – кількість продукції в пляшках за рік;

V – об'єм пляшки, тобто 0,5 дм³;

K_6 – бій пляшок, під час миття, зберігання на складі, тощо, дорівнює – 3,04.

$$N_{\text{пл. нов.}} = \frac{Q_{\text{пл.}} * 10(K_n + K_6)}{100 * V} = \frac{10500000 * 10(5 + 3,04)}{100 * 0,5} = 16884000 \text{ (шт.)}$$

де K_n – кількість пляшок, які не повертаються після використання населенням, %.

$$N_{\text{пл. об.}} = \frac{Q_{\text{пл.}} * 10}{V_n} = 2625000 \text{ (шт.)}$$

Кеги. Припустимо, що у кеги місткістю 3 дал розливають 1500000 дал пива «Темне класичне». 40 обертів кег на рік., потреба у нових кегах —10 % від кількості оборотних. Загальні витрати кег складають, шт:

$$N_{\text{заг.кег}} = \frac{Q_{\text{кег}}}{V_{\text{кег}}} = \frac{1500000}{3} = 500000 \text{ шт};$$

$$N_{\text{кег об.}} = \frac{N_{\text{заг.кег}}}{40} = \frac{500000}{40} = 12500 \text{ шт}$$

$$N_{\text{кег нов.}} = N_{\text{кег об.}} * 0,1 = 1250 \text{ шт.}$$

Гофрлотки. 20 пляшок місткістю 0,5 дм³ розміщують в стандартні гофрлотки і плівкою ПЕТ обгортають. Втрати гофрлотків складають 0,1 %, тоді загальну кількість гофрлотків можна розрахувати за формулою:

$$N_{\text{гофр}} = \frac{Q_{\text{пл.}}}{0,5 * 20 * 0,999} = 1051051 \text{ (шт)};$$

Кількість термозбіжної плівки ПЕТ для обгортання необхідно:

$$G_{\text{пл.ПЕТ}} = \frac{N_{\text{гофр.}} * 40}{1000} = 42042,04 \text{ (кг)}.$$

Кронен-корки для пляшок. Витрати кронен-корки становлять 104,5 % до кількості пляшок готової продукції і розраховується за формулою:

$$10500000 * 2 * 1,045 = 21945000 \text{ (шт)}$$

Етикетки для пляшкової і кегової продукції. Для пляшкової продукції витрата етикеток становить 20,9 шт./ дал пива, а для кегової продукції —0,2 шт./ дал пива. Отже, потрібна кількість етикеток для пляшок і кегів становить:

$$\text{для пляшок} \text{ —} 10500000 * 20,9 = 219450000 \text{ шт.},$$

$$\text{для кегів} \text{ —} 1500000 * 0,2 = 300 \text{ 000 шт.}$$

Миття пляшок. витрати луку в середньому 100 - 1100 кг на 1 млн пляшок продукції. Річна потреба луку для випуску пляшкового пиву становить:

$$G_{\text{лук}} = \frac{10500000 * 1000}{0,5 * 1000000} = 21000 \text{ кг.}$$

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

$$(21945000 + 500000) * 0,275 / 1000 = 6172,375 \text{ кг.}$$

Таблиця 4.4 – Зведена таблиця розрахунку витрат допоміжних матеріалів

Назва тари, допоміжних матеріалів	Кількість	
	На добу	На рік
Пляшки, шт, в т.ч.:		
- оборотні	7955	2625000
- нові	51164	16884000
Кеги, шт		
- оборотні	38	12500
- нові	4	1250
Гофрлотки, шт	3185	1051051
Плівка ПЕТ, для обгортання, кг	127	42042,04
Кронен-корка для пляшків, шт	66500	21945000
Етикетки, шт:		
-кеги	909	300000
-пляшки	66500	21945000
Луг, кг	64	21000
Клей, для наклеювання етикеток, кг	19	6172,375

5 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Склад світлого солоду і ячменю [3].

Двохмісячний запас зернопродуктів, якщо річні витрати світлого солоду складають 17660 т, буде становить:

$$(17660 \times 2) / 11,33 = 3117,39 \text{ т.}$$

Площа склада для світлого солоду і ячменю, з урахуванням окремого навантаження на 1м² площі 1200 кг, при складанні мішків в штабеля висотою в 5 мішків та 50% необхідної площі для обслуговування і проїзд, становитиме:

$$S = 3117,39 \times 1000 \times 1,5 / 1200 = 3897 \text{ м}^2.$$

Для виробництва пива витрати ячмінного борошна за рік складають 1350 т, тоді двухмісячний запас буде становити:

$$(1350 \times 2) / 11,33 = 238,31 \text{ т.}$$

$$S = 238,31 \times 1000 \times 1,5 / 1200 = 298 \text{ м}^2.$$

Склад карамельного солоду і рисової січки

Річні витрати карамельного солоду - 630 т, а рисової січки 760 т, тому двухмісячний запас становитиме:

$$\text{карамельного солоду} \quad (630 \times 2) / 11,33 = 111,2 \text{ т}$$

$$\text{рисової січки} \quad (760 \times 2) / 11,33 = 134,2 \text{ т}$$

Площа складу для карамельного солоду і рисової січки, з урахуванням окремого навантаження на 1м² площі 1200 кг, при складанні мішків в штабеля висотою в 5 мішків та 50 % необхідної площі для обслуговування і проїзд, становитиме:

$$S = 111,2 \times 1000 \times 1,5 / 1200 = 139 \text{ м}^2;$$

$$S = 134,2 \times 1000 \times 1,5 / 1200 = 168 \text{ м}^2.$$

Склад темного солоду:

Річні витрати темного солоду становлять 255 т, тоді двухмісячний запас дорівнює:

$$(255 \times 2) / 11,33 = 45,01 \text{ т}$$

Площа складу для темного солоду, з урахуванням окремого навантаження на 1м² площі 1200 кг, при складанні мішків в штабеля висотою в 5 мішків та 50% необхідної площі для обслуговування і проїзд, становитиме:

$$S = 45,01 \times 1000 \times 1,5 / 1200 = 56 \text{ м}^2$$

Склад хмелю

Маса хмелю становить: $M = 8990$ т. Це витрати хмелю для виробництва пива на рік. Двохмісячні витрати дорівнюють:

$$(8990 \times 2) / 11,33 = 1586 \text{ т}$$

Площа складу для хмелю, з урахуванням окремого навантаження на 1м² площі 1200 кг, при складанні мішків 400 кг та 50 % необхідної площі для обслуговування і проїзд, становитиме:

$$S = 1585 \times 1000 \times 1,5 / 1200 = 1981 \text{ м}^2.$$

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
						52
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Обладнання варильного цеху підбирають за добовою витратою зернопродуктів у найбільш напружений період роботи цеху. З найбільшим навантаженням обладнання працює у другому і третьому кварталах року.

Потужність заводу $Q_{\text{заводу}} = 5\,000\,000$ дал/рік.

Річна витрата зернопродуктів розраховується, виходячи із даних зведеної таблиці витрат сировини на 1 дал пива: для пива «Світле класичне» 1,79 кг зернової сировини, для пива «Світле Київ» - 1,72 кг, для пива «Темне класичне» - 2,12 кг. Витрати сировини на 1 дал пива наведені у таблиці 6.1 [3].

Таблиця 6.1 – Витрати сировини на 1 дал пива

Масова частка сухої речовини початкового суслу, %	Зернопродукти	Кількість, кг	Масова частка в засипі, %
1	2	3	4
11,0 світле	Солод світлий, ячмінь	1,52 0,27 <u>1,79</u>	85 % світлого ячмінного солоду 15 % ячмінного борошна
12,0 світле	Солод світлий, рисова січка	1,72 0,19 <u>1,91</u>	90 % світлого ячмінного солоду 10 % рисової січки
14,0 темне	Солод: світлий темний карамельний	1,06 0,85 0,21 <u>2,12</u>	50 % світлого ячмінного солоду 40 % темного солоду 10 % карамельного солоду

Отже, отримаємо:

$$G_{\text{річн1}} = Q * 1,79 = 5000000 * 1,79/1000 = 8950 \text{ т};$$

$$G_{\text{річн2}} = 4000000 * 1,91/1000 = 7640 \text{ т};$$

$$G_{\text{річн3}} = 3000000 * 2,12/1000 = 6360 \text{ т};$$

$$G_{\text{річн}} = 8950 + 7640 + 6360 = 22950 \text{ т}.$$

В найбільш напружений квартал випуск продукції становить приблизно 30% від річного обсягу пива. При роботі варильного відділення 28,5 діб в місяць (так як 1,5 доби в місяць відводиться для дезінфекції і профілактичного ремонту апаратів і трубопроводів). Тому добова витрата зернопродуктів розраховується за формулою [15]:

$$G_{\text{доб}} = \frac{G_{\text{річн.}} * 0,3}{28,5 * 3} = \frac{6885}{85,5} = 80,53 \text{ т}$$

Якщо варильні цехи, які працюють за періодичною схемою, обладнані в основному дво-, чотири- та шестиапаратними агрегатами.

Використовуємо один чотирьохапаратний агрегат, у якого продуктивність складає 8 варок на добу.

Таблиця 6.2 – Характеристика варильних агрегатів пивоварних заводів

Варильні агрегати	Кількість варінь за добу	Добова кількість переробки зернопродуктів у разі засипу на 1 затор, т				
		0,5	1,0	1,5	3,0	5,5
Двухапаратний	2,0	1,0	2,0	-	-	-
Чотирьохапаратний	3,6	-	-	-	10,8	19,8
	4,0	-	4,0	6,0	-	-
Шестиапаратний	6,0	-	6,0	9,0	18,0	33,0

Засип на 1 варку становить:

$$\frac{80,53}{8} = 10,06 \text{ т}$$

Норію для солоду та несолодженої сировини розраховуємо по такому принципу.

Припустимо, що солод із зерносховища випускається щоденно протягом 4,5 годин (за денної зміни). Тоді потужність підіймальної норії повинна бути не менше, ніж:

$$G_{\text{норії}} = \frac{G_{\text{доб}}}{4,5} = \frac{80,53}{4,5} = 17,9 \text{ т/год}$$

Використовуємо норію НЦГ-20, яка має продуктивність 20 т/год по «важкому» зерну, насипна маса дорівнює 0,76 т/м³. При транспортуванні солоду насипною масою 0,53 т/м³ продуктивність її становить:

$$\frac{17,9 \cdot 0,53}{0,76} = 12,5 \text{ т/год}$$

Стрічковий транспортер за продуктивністю має бути як і норія 20 т/год.

Встановлюємо Ваги автоматичні для зважування солоду ДН-100 (2 штуки) потужністю до 15 т/год. Величина порції зважування 50 – 100 кг.

Добовий запас зерно продуктів складає 80,53 т, тому бункери виробничого запасу зернопродуктів мають поміщати їх добовий запас. Для різних сортів пива, нам потрібні бункери з різними об'ємами. Виходячи із розрахунку продуктів 85 % світлого солоду; 40 % темного солоду, 10 % карамельного солоду, 10% рисової січки, 15 % ячменю від загальної маси зерно продуктів [15].

Об'єм добового запасу світлого солоду становить:

$$V_{\text{доб.св.солод}} = \frac{G_{\text{доб}} \cdot 1}{0,53} \cdot 0,9 = \frac{80,53 \cdot 0,85}{0,53} \cdot 0,9 = 116,23 \text{ м}^3;$$

Об'єм бункера добового запасу темного солоду:

$$V_{\text{доб.темн.солод}} = \frac{G_{\text{доб}} \cdot 1}{0,53} \cdot 0,9 = \frac{80,53 \cdot 0,4}{0,53} \cdot 0,9 = 55 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу карамельного солоду:

$$V_{\text{доб.карам.солд}} = \frac{G_{\text{доб}} \cdot 1}{0,53} \cdot 0,9 = \frac{80,53 \cdot 0,1}{0,53} \cdot 0,9 = 13,7 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу рисової січки:

$$V_{\text{доб.рис.сич.}} = \frac{G_{\text{доб}} * 1}{0,53} * 0,9 = \frac{80,53 * 0,1}{0,53} * 0,9 = 13,7 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу ячменю:

$$V_{\text{доб.ячмен.}} = \frac{G_{\text{доб}} * 1}{0,53} * 0,9 = \frac{80,53 * 0,15}{0,53} * 0,9 = 20,51 \text{ м}^3$$

де 0,53 - об'ємна маса товарного солоду та ячменю; 0,9 – коефіцієнт заповнення бункера.

Виходячи з результатів розрахунків, обираємо 2 бункери (добового запасу) для світлого солоду об'ємом по 120 м³, 1 бункер темного солоду об'ємом 60 м³, 1 бункер карамельного солоду і рисової січки об'ємом 15 м³ та 1 бункер для ячменю об'ємом 25 м³. Бункери проектуємо квадратного січення із пірамідальним днищем.

При стороні квадрату $a = 4 \text{ м}$ і куті відкосу $\alpha = 30^\circ$ геометричні розміри бункера для світлого солоду 120 м³ будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 4 = 1,6 \text{ м},$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{120}{4^2} - \frac{1}{3} \times 1,6 = 6,96 \text{ м},$$

При стороні квадрата $a=4 \text{ м}$ і куті відкосу $\alpha=30^\circ$ геометричні розміри бункера для темного солоду будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 4 = 1,6 \text{ м},$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{60}{4^2} - \frac{1}{3} \times 1,6 = 3,22 \text{ м},$$

При стороні квадрату $a = 2 \text{ м}$ і куті відкосу $\alpha = 30^\circ$ геометричні розміри бункера для карамельного солоду і рисової січки будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 2 = 0,8 \text{ м},$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{15}{2^2} - \frac{1}{3} \times 0,8 = 3,5 \text{ м},$$

При стороні квадрату $a = 3 \text{ м}$ і куті відкосу $\alpha = 30^\circ$ геометричні розміри бункера для ячменю 25 м³ будуть наступні:

					РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ І БУДІВЕЛЬ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		
						55

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 3 = 1,2 \text{ м},$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{25}{3^2} - \frac{1}{3} \times 1,2 = 2,37 \text{ м},$$

Далі обираємо *повітряно-ситовий сепаратор*. Його параметри розраховують виходячи з того, що на одну варку потрібно 10,06 т зернопродуктів, а подрібнення солоду на одну варку повинно проводитись за 1,5-2 год., тоді продуктивність повинна бути $10,06/1,5 = 6,7$ т/год. Обираємо апарат ЗСП-5 з геометричними розмірами 1500x800x1100.

По потужності повітряно-ситового сепаратора обирають *ваги автоматичні для зважування очищеного ячменю*. Встановлюють ваги ДН-500 з продуктивністю 1,5-7 т/год. Величина порції зважування становить 15-20 кг.

Магнітний сепаратор має бути по продуктивності не менші ніж повітряно-ситовий сепаратор. Отже, приймаємо продуктивність ДКМ 7 т/год.

Об'єм бункера для очищеного солоду розраховують, враховуючи потужність повітряно-ситового сепаратора. Бункер повинен вміщувати запас солоду не менше за 6,7 т.

Отже, об'єм бункера повинен бути:

$$V_{\text{бун.очищ.сол}} = \frac{6,7}{0,53} \times 0,9 = 11,7 \text{ м}^3.$$

При $a = 2$ м геометричні розміри бункера для очищеного солоду становлять:
- висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 \times 2 = 0,8 \text{ м},$$

- висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h_1 = \frac{12}{2^2} - \frac{1}{3} \times 0,8 = 2,74 \text{ м}.$$

Подрібнення солоду на одну варку повинно проводитись за 1,5-2 год, тому потужність *дробарки мокрого помелу для солоду* розраховують за формулою:

$$Q_{\text{дроб.}} = \frac{10,06 \times 1,0}{1,5} = 6,7 \text{ Т/год};$$

Встановлюємо дробарку мокрого помелу потужністю 7 т/год.

Збірник промивних вод, у який поступає вода, яка утворилась під час промивці дробини, повинен мати об'єм $2,4 \text{ м}^3$ на 1 т зернопродуктів, що поступають на варку, тобто:

$$V_{\text{збір.}} = 2,4 \times 10,06 = 24,14 \text{ м}^3;$$

Використовуємо збірник об'ємом 25 м^3 . Збірник виготовляється в формі горизонтального циліндра, що оснащений змішувиком для підігріву. Діаметр збірника приймаємо рівним $D=2$ м, довжину знаходимо за формулою:

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

$$V_{\text{збірника}} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L;$$

$$L = \frac{25 \times 4}{3,14 \times 2^2} = 8 \text{ м.}$$

Бункер для дробини. Кількість дробини, що утворюється в найнапруженіший квартал року за добу: $G_{\text{др.}} = 37570000 \times 0,3/28,5 \times 3 = 131 \text{ т.}$

Приймаємо:

$V=90 \text{ м}^3$, $D=2,25 \text{ м}$, $L=5 \text{ м}$, кількість бункерів - 4, тоді $h=90/36=2,5 \text{ м}$

Заторна маса із заторного апарата повинна перекачуватись за 20 хвилин. Розраховуємо потужність *заторного насоса*. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3,0-3,5 м³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 10,06 т зернопродуктів відповідно:

$$V_{\text{зат.}} = 10,06 \times 3,5 = 35,21 \text{ м}^3 = 35210 \text{ дм}^3$$

Потужність насоса становить:

$$Q_{\text{зат.нас.}} = 35210 \times \frac{60}{20} = 105630 \text{ дм}^3/\text{год}$$

Встановлюємо насос ФГ-144/10,5 потужністю 110000 дм³/год. Маса насоса 480 кг.

Кількість мутного сусла, що вертається на фільтраційний апарат, складає 10 % від загального об'єму заторної маси. Процес повернення відбувається всього за 10 хвилин. Продуктивність *насосу для мутного сусла* становить:

$$Q_{\text{мут.суслов.нас.}} = 35210 \times 0,1 \times \frac{60}{10} = 21126 \text{ дм}^3/\text{год}$$

Встановлюємо насос марки K20 – 18.

Охмелене сусло із сусловарильного апарату перекачується протягом 30 хвилин. Потужність *суслового насоса* розраховують таким чином. Об'єм сусла, відповідно до продуктового розрахунку, приблизно складає 640 л на 100 кг перероблюваних зернопродуктів. Отже, із одної варки отримуємо сусла:

$$V_{\text{сусла}} = 10100 \times \frac{640}{100} = 64640 \text{ дм}^3.$$

Потужність насоса становить:

$$Q_{\text{сусл.насос}} = 64640 \times \frac{60}{30} = 12928 \text{ дм}^3/\text{год}$$

Охмелене сусло перекачується за допомогою насосу типу СОТ – відцентровий, багатоступінчастий, консольного типу, призначений для подачі води і інших незабруднених рідин температурою до 105°C. Отже, приймаємо насос ФГ-144/10,5, потужністю 135000 дм³/год.

Об'єм *гідроциклонного апарату* розраховується за формулою

$$V_{\text{г}} = V_{\text{зат}} \times K$$

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

K – коефіцієнт заповнення.

Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м³ сусла і коефіцієнт заповнення 0,8. Місткість апарату $V_{\text{г}}$ становитиме:

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

$$V_{\Gamma} = \frac{6,0 \times 10,8}{0,8} = 75,7 \text{ м}^3.$$

Пластинчастий теплообмінний апарат. Для охолодження сусли приймаємо до установки пластинчастий охолоджувач АОГ-М продуктивністю 6000л/год. Габаритні розміри 2000х700х1300, маса 525 кг.

Таблиця 6.3 - Специфікація технологічного обладнання

Номери позицій на АТС	Найменування, тип обладнання	К-сть	Технічна характеристика (габаритні розміри, мм)	Потужність електро двигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу
1	2	3	4	5	6
1	Норія НЦГ-20	1	Продуктивність 20 т/год, висота 15м	2,0	8
2	Транспортер шнековий	1	Продуктивність 20 т/год, довжина 10 м		8
9	Автоматичні ваги порційні для ячменю ДН-500	2	Продуктивність 15 т/год, величина порції зважування 15-20 кг. Габаритні розміри 1500х1700х1850	-	-
	Автоматичні ваги порційні для солоду ДН-100		Продуктивність 15 т/год, величина порції зважування 15-20 кг. Габаритні розміри 1500х1700х1850	-	-
3	Бункер добового запасу для світлого	1	об'ємом 120 м ³ Н=7000;	-	-
4	Бункер добового запасу темного солоду	1	об'ємом 60 м ³ , Н=3500;		
6	Бункер добового запасу карамельного солоду	1	об'ємом 15 м ³ , Н=3500;		
11	Бункер добового запасу рисової січки	1	об'ємом 15 м ³ , Н=3500		
11	Бункер добового запасу ячмінного борошна	1	об'ємом 25 м ³ , Н=2500;		

Закінчення табл. 6.3

8	Магнітний сепаратор	2	Продуктивність 7 т/год. Габаритні розміри: 270х200х470	3,3	8
7	Повітряно-ситовий сепаратор ЗСП-5	1	Продуктивність 6,7 т/год 1500х800х1100	7,3	8
12	Дробарка мокрого помелу	1	Потужністю 7 т/год 3000х8000	26,6	8
15	Заторний насос ФГ-144/10,5	8	Подача 75,6-200 м ³ /год, напір 0,13-0,08 МПа, маса 480 кг, потужність 106050 дм ³ /год		8
	Насос мутного суслу К20-18		Потужність 21210 дм ³ /год дм ³ /год		
24	Сусловий насос ФГ-144/10,5	4	Потужність 129280 дм ³ /год. Подача 80 м ³ /год, напір 0,24 МПа		
16	Заторний апарат	2	Габаритні розміри: 4800х4700	8	12
17	Фільтраційний апарат	1	Габаритні розміри 8000х2800	2,2/4,0	24
22	Сусловарильний апарат	1	Габаритні розміри: 5200х5600	-	-
20	Збірник промивних вод	1	Об'єм збірника 25 м ³ , Габаритні розміри: 5700х2500	-	-
27	Гідроциклонний апарат «Вірпул»	1	Габаритні розміри: 5700х5000 Об'єм 75,7 м ³	-	-
18	Збірник дробини	1	Габаритні розміри 2200х1560х2000 Об'єм 90 м ³	-	-
21	Пластинчастий теплообмінник	1	Продуктивність 6 м ³ /добу, площа охолодження водою 8,6 м ² , холодоагентом – 4,2 м ² , габаритні розміри 2000х700х1300мм, маса 525кг.		

7 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 [12].

Схема технохімічного контролю наведена у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 — 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 стандарт. показникам	Один раз на квартал	Інженер-хімік
		Жорсткість, мг/дм³	2-4		
		Ферум, мг/дм³	Не більше 0,1		
		Окислюваність, мг/дм³	Не більше 0,2		
		Лужність, мг/дм³	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	Сусловарильна лінія	рН суслу	5,2 – 5,4	Кожна варка	Інженер-хімік
		Оцукрювання	Проба на йод - витримує	При зміні партій сировини мін. 5р.	
		Колір, ЕВС/см³ 0,1 моль/ дм³ р-ну I₂ на 100 см³ води	Світле 6-10/0,36-0,63 Напівтемне 7-13/0,44-0,85 Темне 120-140/9-10		
		Вміст гірких речовин, мг/дм³	Світле 17-23 Напівтемне 37-33 Темне 22-26		
Пивна дробина	З 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	

Метрологічне забезпечення технологічного процесу

Метрологічне забезпечення на підприємстві вказане в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 — Метрологічне забезпечення на підприємстві

№ з/п	Стадії контролю	Найменування заходів вимірювання	Межі вимірювання
1	Вологість солоду	Терези лабораторні 2-го класу точності відповідно до ГОСТ 24108-88. Шафа сушильна	0-100 г 105±2 °C
2	Екстрактивність солоду	Цукромір. Термометр ртутний ТЛ-4 відповідно до ГОСТ 24108-88	
3	Подрібнення солоду	Лабораторні сита із металевою сіткою згідно з ГОСТ 28498	
4	pH затору	pH-метр	0-14
5	pH сусла	pH-метр	0-14
6	Масова частка сухих речовин в суслі	Пікнометр ПЖ2-50 відповідно до з ГОСТ 22524	0-30
7		Бюретка 1-2-25-0,1 відповідно до ГОСТ 29251. Крапельниця лабораторна скляна відповідно до ГОСТ 25336. Розчин гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм ³ відповідно до ГОСТ 25794	
8	Колір сусла	Фотоелектроколориметр. Спектрофотометр	0-100

8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ

Санітарні вимоги на підприємстві. Виробнича санітарія – це система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають або зменшують вплив на працюючих шкідливих виробничих факторів, які в певних умовах можуть привести до травм або професійних захворювань. Основною метою є зменшення або усунення впливу несприятливих шкідливих факторів на організм людини.

Регламентується виробнича санітарія документально (ГОСТ 12.0.002-2014). До організаційних заходів належать: дотримання вимог охорони праці жінок та осіб віком до 18 років; проведення попередніх та періодичних медичних оглядів осіб, які працюють у шкідливих умовах; забезпечення працюючих у шкідливих умовах лікувально-профілактичним обслуговуванням, тощо.

Технічні заходи передбачають: систематичне підтримання чистоти у приміщеннях і на робочих місцях; розробку та конструювання обладнання, що вилучає виділення пилу, газів та пари, інших шкідливих речовин у виробничих приміщеннях; забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до повітря виробничого середовища; улаштування систем вентиляції та кондиціювання; забезпечення захисту працюючих від шуму, ультра та інфразвуку, вібрації, різних видів випромінювання

Санітарний стан і контроль за ним у варильному цеху відбувається.

1. Відділення, в якому відбувається подрібнення зернопродуктів:

- стелю білити не рідше одного разу на квартал та стіни відділення подрібнення зернопродуктів очищати не рідше одного разу на тиждень;
- у міру накопичення борошняного пилу і забруднення очищати вальцові дробарки, солододробарки і бункери для подрібненого солоду.

2. Варильне відділення:

- у варильному відділенні забороняється зберігати сировину (солод, хміль, цукор тощо);
- при дезінфекції цеху слід проводити зовнішнє очищення варильних апаратів;
- після закінчення кожної варки промивати внутрішню поверхню заторних чанів, варильних котлів, фільтрувальних чанів і хмелевідбірного чану;
- при звільненні збірники промивних вод очищати, обполіскувати водою і дезінфікувати.
- один раз на добу промивати холодною і гарячою (80-85 °С) водою усі суслопроводи і шланги, які замінюють, якщо є необхідність, то пропарюють 15-20 хвилин. Очищення і дезінфекція проводиться не рідше 1 разу на тиждень;
- один раз на 2 тижні промивати гарячою (80-85 °С) водою і дезінфікувати шнеки і ящики для дробини після звільнення, солодову і хмельову дробину після промивання негайно видаляти з цеху в спеціально відведені збірники. ретельно промивати.

Для технології виробництва дотримання промислових санітарних правил є важливим. Варильне приміщення повинне бути світлим, підлога і стіни в ньому покриті плиткою, щоб була відстуність парів застосовується приточно-витяжна

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		
						63

система вентиляції, апарати обладнання контактами з витяжними трубами.

Для мікроорганізмів сприятливим поживним середовищем є охолоджене сусло. Вони потрапляють через повітря, трубопроводи або від персоналу. Тому обладнання міється після кожної операції. Гідроциклонні апарати миються після кожної варки. Пластинчаті теплообмінники кожний день промивають

гарячим (60 °С) 1% розчином лугу протягом 5 хв з наступним промиванням гарячою і холодною водою.

За допомогою розчину каустичної соди або H_2SO_4 з сумішшю дріжджів (150-200 г на 10 dm^3 дріжджів) з труб забирають пивний камінь [6].

Вимоги до робочого та санітарного одягу.

1. Працівник повинен мати спеціальний робочий одяг, взуття, волосся повинно бути зібрано під головний убір, борода і вуса повинні бути захищені (тобто повністю закриті).

2. Тільки в гардеробних кімнатах повинна здійснюватися зміна особистого одягу. Особистий одяг та спецодяг повинні зберігатися окремо.

Вимоги до миття та дезінфекції.

1. Відповідно до інструкцій на робочому місці на підприємстві повинна проводитись дезінфекція приміщень, обладнання, комунікацій, інвентарю.

2. Мають зберігатися належним чином, подалі від виробничих ділянок та приміщень, де зберігається готова продукція усі миючі, хімічні, дезінфікуючі речовини і матеріали, не призначені для продукту.

3. Якщо дезінфікуючі і миючі засоби використовуються для очистки поверхонь, контактуючих з харчовими продуктами, то вони повинні супроводжуватись відповідною документацією, яка дозволяє їх використання на підприємствах харчової промисловості в відповідності з інструкціями по мийці і дезінфекції, установлені на підставі рекомендацій виробника.

4. Документація щодо використання миючих і дезінфікуючих засобів: КД204-Р-005 «Реєстр вимог до складування та зберігання», і процедурою КД216-П-003 «Управління хімічними речовинами».

5. Графіками встановлюється періодичність миття й дезінфекції, які затверджуються на кожну ділянку.

6. У відповідності з графіками і розпорядженнями керівника підрозділу проводиться миття й зовнішня чистка обладнання, підлоги, стін.

Мета виконання санітарно-гігієнічних вимог до виробництва пива є боротьба з інфікуванням пива патогенною мікрофлорою. Цієї мети можна досягнути шляхом механізації технологічних процесів, дотриманням працівниками правил особистої гігієни.

Обов'язково необхідно приміщення розташовувати за технологічним процесом, ні в якому разі не допускати знаходження в одному приміщенні сировини з готовою продукцією. Приміщення, у яких виготовляють харчову продукцію, ізолюють від приміщень, у яких виготовляється технічна продукція.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
						64
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стіни виробничих приміщень слід фарбувати фарбами, які відповідають вимогам технічної естетики й санітарним нормам, котрі ставляться до харчових підприємств.

У виробничому приміщенні підлога має бути рівною. Підлога виробничих приміщень з мокрими процесами покривається керамічними плитками.

Біля зовнішніх стін будівель та споруд розміщують приміщення з надлишками тепла, а також виробництва із значним виділенням газів. Найбільша сторона цих приміщень повинна примикати до зовнішньої стіни будівлі чи споруди.

Дезінфекуючі засоби повинні мати високу бактерицидну активність, бути неотруйними, безбарвними, без запаху, добре розчинятися у воді. Ці засоби не повинні піддавати обладнання до корозії.

CIP (Cleaning In Place) – в перекладі з англійської мови це очищення на місці. CIP - це автоматична мийка й дезінфекція. Цей метод передбачає метод очищення внутрішніх поверхонь труб, судів, технологічного обладнання, фільтрів і відповідної арматури без розбирання. Задачею CIP є підготовка миючих розчинів потрібної концентрації, досягненні необхідної для них температури і автоматичної мийки обладнання.

Металеві трубопроводи слід промивати гарячою водою і пропарювати паром, а також періодично дезінфікувати.

Зовнішнє миття та дезінфекція поверхонь технологічного обладнання і виробничих площ. Ручне миття зовнішніх поверхонь обладнання і площ та дезінфекцію зовнішніх поверхонь технологічного обладнання і площ відноситься до зовнішнього миття та дезінфекції поверхонь технологічного обладнання і виробничих площ відносять.

Ручне миття проводять спеціальним інвентарем для миття та дезінфекції, відповідно до маркування, котрий зберігається в спеціальному відведеному місці. Місце зберігання ідентифіковано табличкою «ІНВЕНТАР».

Миття танків гарячої, холодної води здійснюється один раз на квартал 5 %-ним розчином ортофосфорної кислоти.

Миття 12 м³ накопичувальної ємності у відділенні хімводоочистки здійснюється один раз на квартал 5% розчином ортофосфорної кислоти.

У дробильному відділенні пил видаляють за допомогою вологого прибирання. Каналізаційні лотки та решітки промивають водою та дезінфікують 2 %-ним розчином хлорного вапна.

У машинному відділенні трубопроводи і обладнання дезінфікують 2,0% - 2,5% розчинами Анті-Герм SR C40 і Анті-Герм SR S15.

Поверхні миють щітками і дезінфікують 2 %-ним розчином хлорного вапна (2 дм³ основного розчину на 10 дм³ води). Інвентар дезінфікують після кожного прибирання 2 % розчином хлорного вапна (2 дм³ основного розчину на 10 дм³).

Генеральне прибирання в цеху здійснюється один раз на місяць згідно з графіком. Миття зовнішніх поверхонь обладнання і площ здійснюється щотижня.

Санітарно-гігієнічні вимоги до умов технологічного процесу та випуску пива сформовані у діючих "Санітарних правилах для підприємств пивоварної та безалкогольної промисловості" та ТУ 10-04-06-179-88.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Для вивезення сміття використовують спеціалізований транспорт, який забороняється використовувати для перевезення сировини і готової продукції.

Для збору і зберігання дробини обладнані збірники або ящики з водонепроникних матеріалів.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		66

9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО

9.1 Розрахунок витрати електроенергії

Для очистки і водопідготовки на підприємстві збудована власна станція. Вона має такі фільтри: піщані, вугільні, іонообмінні та мембранні. Вода на станцію поступає через систему централізованого водопостачання.

На підприємстві утворюються стічні води. Їх поділяють на три категорії: промислові, побутові та атмосферні.

У свою чергу промислові стічні води, поділяють на три групи:

1) Технологічна вода, яка утворилась внаслідок її використання в технологічних операціях, забруднена всіма речовинами, які використовуються в технологічних процесах даного виробництва.

2) Технічна вода, яка утворюється під час поверхневого охолодження технологічної апаратури та енергетичних агрегатів; головною відмінністю таких вод є, як правило, підвищена температура,

3) води із допоміжних цехів і цехів обслуговування (сховищ сировини та готової продукції, транспортування сировини і палива, котельних тощо), ці води забруднені різноманітними речовинами.

В залежності від концентрації та виду забруднювальних речовин у промислових стічних водах, а також від кількості цих вод відводять одним загальним потоком або кількома самостійними потоками.

Самостійні потоки складаються з:

- промислових стічних вод, які слабо забруднені і містять один або кілька видів забруднення,

- промислових стічних вод, які містять токсичні сполуки,

- стічні води, які мають кисле або лужне середовище,

- виробничі стічні води з неприємним запахом,

- дуже мінералізовані води,

Практично чисті води від допоміжних операцій, як правило, виводять окремим потоком або транспортують разом із зливовими (дощовими) водами.

Розрахунки витрат гарячої води

1. В заторному апараті питомі витрати води для затирання зернопродуктів складають $4 \text{ м}^3/\text{т}$, частково використовуються промивні води з попередніх варок. Води необхідно:

$$G_p = A_1 \times 4 = 81 \times 4 = 324 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де A_1 - добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період року.

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times A_2 \times 4 = 10,1 \times 8 \times 4 = 323,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де A_2 кількість варок за добу; A_3 – маса одного засипу

$$G_{\text{год}} = A_2 \times 4 = 8 \times 4 = 32 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = G_{\text{год}} \times 1000 / 1800 = 17,7 \text{ дм}^3/\text{с},$$

де 4 – нормативні витрати води на 1т зерно продуктів; 1000 – коефіцієнт перерахунку метрів кубічних в літри; 1800 – тривалість затирання,с.

2. При лужній обробці солодової дробини у фільтраційному апараті:

$$G_p = A_1 \times 4 = 81 \times 4 = 324 \text{ м}^3/\text{добу}$$

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк. 67
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times A_2 \times 4 = 8 \times 10,1 \times 4 = 323,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = G_{\text{доб}} \times 4/24 = 252,8 \times 4/24 = 53,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = G_{\text{год}} \times 1000/3600 = 15 \text{ дм}^3/\text{с},$$

3. Використання води для заливки сит фільтраційного апарата:

$$G_p = A_1 \times 1 = 81 \times 1 = 81 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times A_2 \times 1 = 10,1 \times 8 \times 1 = 80,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = A_2 \times 4/2 = 8 \times 4/2 = 16 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = G_{\text{год}} \times 1000/3600 = 16 \times 1000/3600 = 4,4 \text{ дм}^3/\text{с},$$

де 1 – об'єм під ситового простору фільтр-апарата на 1т зерно продуктів, що затираються, м³.

4. В процесі вилуження хмелевої дробини:

$$G_p = A_1 \times 0,5 = 81 \times 0,5 = 40,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times A_2 \times 0,5 = 10,1 \times 8 \times 0,5 = 40,4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = A_2 \times 0,5 = 8 \times 0,5 = 4 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = G_{\text{год}} \times 1000/3600 = 4 \times 1000/3600 = 1,1 \text{ дм}^3/\text{с}$$

де 0,5 – нормативні витрати води на 1т зерно продуктів, що затираються, м³.

5. Мийка обладнання:

$$G_p = A_1 \times 5 \times 2,5 \times 5 / A_2 \times 60 = 81 \times 5 \times 2,5 \times 5 / 8 \times 60 = 10,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times 5 \times 2,5 \times 5 / 60 = 10,1 \times 5 \times 2,5 \times 5 / 60 = 10,4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = 2,5 \times 5 \times 5 / 60 = 1,04 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = 2,5 \times 1000/3600 = 0,7 \text{ дм}^3/\text{с},$$

де 5 – тривалість миття обладнання, хв; 2,5 – нормативні витрати води на миття обладнання, м³/год; 5 – кількість апаратів, що піддаються мийці, шт.

6. Витрати води для миття суслпроводів:

$$G_p = A_1 \times 2,5 \times 10 / A_2 \times 60 = 81 \times 2,5 \times 10 / 8 \times 60 = 4,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times 2,5 \times 10 / 60 = 10,1 \times 2,5 \times 10 / 60 = 4,1 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = 2,5 \times 10 / 60 = 0,41 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = 0,41 \times 1000/3600 = 0,7 \text{ дм}^3/\text{с},$$

де 2,5 – нормативні витрати води на мийку, м³/год; 10 – тривалість промивання суслпроводів.

7. Розрахунок витрат холодної води при гідравлічному видаленні солодової дробини:

$$G_p = A_1 \times 4 = 81 \times 4 = 324 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times A_2 \times 4 = 7,9 \times 8 \times 4 = 323,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = A_2 \times 4 = 8 \times 4 = 32 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = G_{\text{год}} \times 1000/1800 = 32 \times 1000/1800 = 17,7 \text{ дм}^3/\text{с},$$

де 4 – нормативні витрати води на 1т зерно продуктів, що затираються, м³

8. Розрахунок витрат холодної води при гідравлічному видаленні хмелевої дробини:

$$G_p = A_1 \times 1 = 81 \times 1 = 81 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times A_2 \times 1 = 10,1 \times 8 \times 1 = 80,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = A_2 \times 1 = 8 \times 1 = 8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = 8 \times 1000/3600 = 2,2 \text{ дм}^3/\text{с}$$

де 1 – витрати води на 1т зерно продуктів, що затираються, м³

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк. 68
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Розрахунок витрат холодної води для мийки обладнання:

$$G_p = A_1 \times 5 \times 2,5 \times 5 / A_2 \times 60 = 81 \times 5 \times 2,5 \times 5 / 8 \times 60 = 10,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{доб}} = A_3 \times 5 \times 2,5 \times 5 / 60 = 10,1 \times 5 \times 2,5 \times 5 / 60 = 10,4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = 2,5 \times 5 \times 5 / 60 = 1,04 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = 2,5 \times 1000 / 3600 = 0,7 \text{ дм}^3/\text{с}$$

10. Розрахунок витрат холодної води для охолодження гарячого сусла:

Річні і добові витрати холодної води приймаються рівними аналогічним сумарним витратам гарячої води. $G_p = \Sigma G_p$

$$\Sigma G_p = 324 + 324 + 81 + 40,5 + 10,5 + 4,2 = 784,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{доб}} = \Sigma G_{\text{доб}}$$

$$\Sigma G_{\text{доб}} = 323,2 + 323,2 + 80,8 + 40,4 + 10,4 + 4,1 = 782,1 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{год}} = G_{\text{доб}} / A_3 \times 1,5 = 782,1 / 10,1 \times 1,5 = 51,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_c = G_{\text{год}} \times 1000 / 3600 = 51,6 \times 1000 / 3600 = 14,3 \text{ дм}^3/\text{с}$$

В табл. 9.1. наведені усі розрахунки витрат води

Таблиця 9.1 – Зведена таблиця витрат води

№ з/п	Технологічна стадія	Т-ра води, °С	Т-ра відпрацьованої води, °С	Витрати води за добу, м³	Джерело постачання і добова потреба, м³		Витрата води за годину, м³	Витрата води за с
					Водопровід	Зворотня		
1	Затирання зернопродуктів в заторному апараті	60	30	323	323	-	32	17,7
2	Вилужування солодової дробини	20	80	323	323	-	53,8	15
3	Заливка сит фільтрапарата	80	35	81	81	-	16	4,4
4	Вилуження хмелевої дробини	20	80	40,5	40,5		4	1,1
5	Миття обладнання	60	30	10,5	10,5	-	1,04	0,7
6	Миття суслопроводів	60	30	4,2	4,2	-	0,41	0,7

7	Разом	-	-	784,2	784,2	-	103,6	39,6
	Холодна вода							
8	Охолодження сула	5	85	784,2	784,2	-	51,6	14,3
9	Гідравлічне видалення солодової дробини	20	20	324	324	-	32	17,7
10	Гідравлічне видалення хмелевої дробини	20	20	81	81	-	8	2,2
11	Мийка обладнання	20	15	10,5	10,5	-	1,04	0,7
13	Всього	-	-	1200	1200	-	92,64	34,9

9.2 Розрахунки витрати пари

Варильне відділення являється основним споживачем пари при виробництві пива. Від сорту пива і від способу режиму затирання залежать витрати пари на одну варку. В основу розрахунку прийнятий відварний режим затирання [18].

Таблиця 9.2 - Вихідні дані для розрахунку витрат пари

Величина	Значення
Засип, g,кг	8100
Кількість варок за добу, n , одиниць	8
Питома теплоємність зернопродуктів, кДж/кг*К	1,42
Питома теплоємність води, кДж/кг*К	4,19
Температура гарячої води, t °С	56
Температура холодної води, t °С	20
Температура протеолітичної паузи, t °С	52
Температура мальтозної паузи, t °С	63

Температура оцукрення, t °C	72
ККД котла, η	0,95
Питома теплота пароутворення, r кДж/кг*К	2260
Об'єм гарячого сусла із 100 кг зернопродуктів, дм^3	693,6
Питома теплоємність сусла, C_c кДж/кг*К	3,69
Відносна густина сусла, ρ	1,038
Кількість випареної води під час охмелення сусла, z_1 %	15

Маса затору, кг:

$$G_3 = G_1 + G_1 * G_2$$

де G_1 - кількість перероблюваних зернопродуктів, кг;

G_2 - витрати води на затирання на 1 кг зернопродуктів, дм^3

$$G_3 = 8100 + 8100 * 4,5 = 44550 \text{ кг}$$

Середньозважена питома теплоємність, кДж/(кг*К), речовин зернопродуктів і води:

$$c_4 = c_1 * \frac{100 - W_3}{100} + c_2 * \frac{W_3}{100}$$

де c_1 – питома теплоємність сухих речовин зернопродуктів, кДж/(кг*К); c_2 – теплоємність води, кДж/(кг*К); W_3 - вологість перероблюваних зернопродуктів, %.

$$c_4 = 1,42 * \frac{100 - 5,6}{100} + 4,19 * \frac{5,6}{100} = 1,58 \text{ кДж/(кг * К)}$$

Теплоємність затору, кДж/(кг*К):

$$c_5 = \frac{c_4 * G_1 + (G_3 - G_1)c_2}{G_3}$$

$$c_3 = \frac{1,58 * 8100 + (44550 - 8100) * 4,19}{44550} = 3,71 \text{ кДж/(кг*К)}$$

На приготування сусла одної варки, виходячи з того, що температура води з водопроводу 20 °C , кількість зернопродуктів 8100 кг, витрати води 4,5 л/кг зернопродуктів, то витрати теплоти для нагрівання води для затирання, кДж:

$$Q' = c_2 * G_2 * G_1 (t_1 - t_2)$$

$$Q = 4,19 * 4,5 * 8100 * (52 - 20) = 4887216 \text{ кДж}$$

Витрати на підігрів до 52 °C затору складають :

$$Q_1 = 44550 * 3,71 * (52 - 47) = 826402 \text{ кДж.}$$

Витрати на підігрів до 63 °C затору складають :

$$Q_2 = 44550 * 3,71 * (63 - 52) = 1818085 \text{ кДж.}$$

Витрати на підігрів до 72 °C затору складають :

$$Q_3 = 44550 * 3,71 * (72 - 63) = 1487524 \text{ кДж.}$$

Витрати на підігрів до 78 °C затору складають :

$$Q_4 = 44550 * 3,71 * (78 - 72) = 991683 \text{ кДж.}$$

При площі фільтрації 38,2 м^2 і висоті підситового простору 0,012 м води для заповнення сит потрібно:

$$V = 38,2 \cdot 0,012 = 0,45 \text{ м}^3 = 450 \text{ кг води}$$

Витрата теплоти для підігріву води до 78°C:

$$Q_5 = 450 \cdot 4,19 \cdot (78 - 20) = 109359 \text{ кДж.}$$

На підігрів води для вилужування дробини витрачаємо :

$$Q_6 = 185 \cdot 4,19 \cdot (78 - 20) = 44958 \text{ кДж.}$$

Вихід сусла становить 693,6 дм³ з 1 т зернопродуктів, його питома теплоємність – 3,98 кДж/(кг·К), температура-94°C, густина - 1,04 кг/дм³.

Витрати теплоти на підігрівання сусла до кипіння становлять:

$$Q_7 = 693,6 \cdot 1,04 \cdot 3,98 \cdot (100 - 94) = 17219$$

У разі кип'ятіння сусла на протязі 1 год. та випаровування води 6 % витрати теплоти становлять:

$$Q_{\text{кип}} = Q_7 + Q_8 = 17219 + 94052 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{кип}} = Q_7 + Q_8 = 17219 + 94052 = 111271 \text{ кДж}$$

Добова потреба пари при 8 варках на добу становить :

$$111271 \cdot 8 = 890168 \text{ кДж.}$$

Загальні витрати теплоти становлять:

$$Q = Q' + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8$$

$$Q = 4887216 + 826402 + 1818085 + 1487524 + 991683 + 109359 + 44958 + 17219 + 94052 = 10276498 \text{ кДж}$$

Приймаємо тиск гріючої пари 0,3 МПа, її тепловміст – 2737 кДж/кг.

Витрата пари на варку становить:

$$\frac{10276498}{2737 - 4,19 \cdot 100} = 4433 \text{ кг.}$$

Добова витрата пари становить: 4433 * 8 = 35464 кг.

При використанні системи енергозбереження «FADUKO» при її відсутності витрати пари на кип'ятіння сусла з хмелем збільшуються на 36,6 %.

$$111271 \text{ кДж} - 100 \%$$

$$X \text{ кДж} - 36,6 \%$$

$$X = \frac{36,6 \cdot 111271}{100} = 40725 \text{ кДж;}$$

Тобто, витрати теплової енергії з системою енергозбереження зменшаться і становитимуть: 111640 - 40860 = 70780 кДж.

Сумарні витрати пари наведені в табл. 9.3.

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк. 72
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиці 9.3 – Сумарні витрати пари

Процес	Витрата тепла на одну варку, кДж	Витрата тепла при 8 варках на добу, кДж
1	2	3
Витрати пари: -на підігрів води для затирання -на підігрів затору до 52°C -на підігрів всього затору до 63 °C -на підігрів всього затору до 72 °C -на підігрів всього затору до 78 °C -на підігрів води для заливки сит -на підігрів води для вилужування дробини	4887216	39097728
	826402	6611216
	1818085	14544680
	1487524	11900192
	991683	7933464
	109359	874872
	44958	359664
Витрата пари на варку суслу з хмелем: - без системи енергозбереження - з системою енергозбереження	111271	890168
	40725	325800
Всього - без системи енергозбереження - з системою енергозбереження	10317223	82537784
	10276498	82211984

9.3 Розрахунки витрати холоду

У пластинчатому теплообміннику сусло охолоджується льодяною водою до 9-12 °C. При охолодження сусла (густина 1,047 кг/м³, питома теплоємність 3,69 кДж/ кг*К) від 100 °C в середньому до 10 °C необхідно відвести тепла за добу:

$$C_c = 48800 \cdot 1,047 \cdot 3,69 \cdot (100 - 10) = 16968185 \text{ кДж.}$$

9.4 Розрахунки витрат електроенергії

Витрату електроенергії на технологічні потреби приймаємо 364 кВт*год на кожні 1000 дал товарного пива. При випуску за добу 50420 дал пива (5 000 000/238 = 50420 дал) потреба в електроенергії складе: $364 \cdot 29411,765 / 1000 = 21008,4$ кВт*год, а при максимальній годинній витраті (12%) електроенергії витрачається:

$$21008,4 * 0,12 = 2521,008 \text{ кВт*год.}$$

За нормами технологічного проектування, витрата електроенергії на 1000 дал пива складає 364 кВт*год. Добова витрата електроенергії:

$$364 * 10000 / 320 = 11375 \text{ кВт*год.}$$

Максимальні погодинні витрати електроенергії приймають у розмірі 12 % від добової:

$$11375 * 0,12 = 1365 \text{ кВт*год.}$$

Витрати електроенергії на перекачування (води, технологічних середовищ, та ін.) агрегатом з відомою встановленою потужністю електродвигуна визначають за формулою:

$$E_{\text{доб}} = N * \tau, \text{ кВт*год.}$$

де: N – потужність, що споживається приводним електродвигуном, кВт; τ – кількість годин роботи агрегату за добу.

Витрати електроенергії приводом норії:

$$E_1 = 4 * 8 = 32 \text{ кВт*год.}$$

Витрати електроенергії приводом заторного апарата:

$$E_2 = 12 * 12 = 144 \text{ кВт*год.}$$

Витрати електроенергії приводом фільтраційного апарата:

$$E_3 = 8 * 24 = 192 \text{ кВт*год.}$$

Витрати електроенергії приводом сушварильного апарата:

$$E_4 = 14 * 8 = 112 \text{ кВт*год.}$$

9.5 Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю

На підставі продуктового розрахунку, користуючись нормами технологічного проектування проводять розрахунок витрат повітря на різних стадіях виробництва також . Повітря у варильному відділенні використовується на повітряно-ситовому сепараторі. За годину через сепаратор проходить 6,7 т зернової сировини, тобто витрати повітря складають $0,2 * 6,7 = 1,34 \text{ м}^3/\text{с}$.

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк. 74
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

У кваліфікаційній роботі обрані такі заходи енергозбереження:

Для інтенсифікації кип'ятіння передбачено динамічний спосіб за низького надлишкового тиску і температури 104-106 °С у сучасному сушварильному апараті з внутрішнім кип'ятильником. Його робота основана на фізичному принципі – після подачі сусла через кип'ятильник подальша циркуляція сусла відбувається самостійно завдяки підігріву сусла. При цьому відпадає необхідність установки циркуляційного насосу; сусло піддається меншому термічному навантаженню. Сусло циркулює від 20 до 30 разів на годину, що призводить до більш рівномірного його перемішування.

Таким чином вдається скоротити час кип'ятіння від 90 до 60 хв, завдяки чому витрати пари зменшуються на 30 %

В технологічній схемі використовується енергозберігаюча установка. При кип'ятінні сусла з хмелем випаровується вода. Вторинна пара поступає із сушварильного апарату надходить в кожухотрубний теплообмінник. З нижньої частини енергозберігаючої колони вода подається до кожухотрубного теплообмінника, в якому нагрівається вторинною парою, і далі повертається у верхню частину енергозберігаючої колони. Нагріта до температури 95-97 °С вода відцентровим насосом перекачується до пластинчастого теплообмінника, в якому підігріває сусло, що надходить в сушварильний апарат. Використання теплоти вторинної пари сушварильного апарату дозволяє заощадити витрати пари для кип'ятіння сусла з хмелем на 30 %.

В обраній технологічній схемі передбачається підкислення промивної води молочною кислотою до показників рН 3,0-5,0. В підготовлену воду додають 0,1-0,3 % за об. 40 %-го розчину молочної кислоти і досягають оптимального значення кислотності. Шляхом періодичного зрошення а також настоювання, дробину промивають такою водою, а друге сусло, яке отримали, спрямовують в основне сусло (або збирають останні порції окремо для подальшого використання). Таким чином кислотність повного набору сусла дорівнює таким показникам рН=5,2-5,8.

Такий спосіб дає можливість збільшити вихід екстракту на 0,5 %, прискорити процеси промивання дробини і зброджування сусла на 10-20 %.

11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Фундамент. Під стіни заливається фундамент із бетону глибиною 2,5 м і шириною 1,5 м. Під колони у варильному відділенні будують залізобетонні конструкції, стаканного типу.

Підлога. У варильному відділенні підлога має бути бетонною або викладена керамічною плиткою.

Перекриття. Перекриття споруди сталеві.

Стіни. Зовнішнє оздоблення цеху – під розмивку цегляної колодки Стіни самонесучі, товщиною 30 см. Утеплювач – пінобетон.. Внутрішнє оздоблення – панелі облицьовані глазурованою керамічною плиткою, водоемульсійна фарба. Стелі пофарбовані в світлі кольори. Застосовують білу плитку.

Покриття. Балки покриття - сталеві ферми Покриття рулони чотирьохшарові, утеплювача керамзитобетон..

Колонки - залізобетонні.

Перегородки – цегла або гіпсокартон за системою «Knauf»..

Ригелі. Ригелі – збірні залізобетонні з опорою плит на палки ригелів.

Сходи. Сходи залізобетонні і сталеві. Всі площадки та перекриття мають між собою сполучення за допомогою сходів.

Вікна. Використовується природне освітлення через вікна та люмінесцентні лампи.

Обладнання у технологічних приміщеннях устаноується з урахуванням послідовності, передбаченої у технологічній схемі виробництва пива [3].

Для легкого обслуговування, дотримання правил пожежної безпеки та санітарних норм в процесі експлуатації рекомендується розташовувати на відстані, які вказані в таблиці 11.1.

Таблиця 11.1. – Норми розміщення обладнання у варильному цеху

Обладнання	Відстань Від стіни до апарату, м	Відстань між обладнан- ням, м	Центральний прохід, м	Примітка
Варильні агрегати	0,4-0,8	1,0	1,5-1,8	-
Вірпул	0,8	0,6-1,0	1,8-2,0	-
Пластинчастий теплообмін- ник	0,8	0,8-1,0	1,5-2,0	-
Обладнання і арматура, розміщуються на висоті більше 1,8 м	-	-	-	Стационарні майданчики зі сходами і огорожен- ням. Висота огороження не менше 0,9 м
Майданчики, розміщені на висоті 0,5 м від пола, сходи до них і перехідні мостики	-	-	-	Огороження перилами висотою не менше 0,9 м суцільний борт знизу висотою не менше 0,15 м
Сходи	-	-	-	Ширина не менше 0,7 м при переносах важко- стей не менше 1,0 м. Крок сходів не більше 0,25 м. Ширина сходів не менше 0,12 м. Нахил сходини не більше 45°. Для облад- нання, яке рідко викори- стовується, припустимо 60° або драбина.

12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

В Україні у виробництві харчових продуктів спеціалізується більше 22 тисяч підприємств при цьому існує проблема недостатності полігонів, неефективного поводження з відходами та їх утилізація.

Зростання обсягів виробництва продовольства супроводжується зростанням екологічного навантаження на природне середовище через дію антропогенних, техногенних чинників та ресурсоспоживання.

Екологічна безпека при здійсненні промислового виробництва – це стан, за якого функціонування промислових підприємств прямо або опосередковано не призводить до погіршення якості навколишнього середовища, нанесення прямих або опосередкованих збитків населенню або державі, або підприємницьким структурам.

Забезпечення екологічної безпеки можливо у тому разі, коли здійснюватиметься управління екологічними ризиками протягом усього технологічного циклу виробництва продукції.

У процесі виробництва пива утворюється значний обсяг забруднених стічних вод, включаючи відбракований продукт і воду для промивки обладнання. При цьому стічні води містять токсичні речовини, і якщо не проводити очищення таких стоків, вони можуть завдати шкоду навколишньому середовищу завдяки високому вмісту органічних речовин.

Особливу небезпеку складають тверді відходи, які можуть містити: органічні речовини, включаючи дріжджі, відходи від процесів фільтрації та освітлення; гідрокарбонат, одержаний під час попереднього очищення води; шлак із очисних споруд стічних вод; небезпечні відходи, включаючи відпрацьоване масло і розчинники після технічного обслуговування та експлуатації обладнання.

Відпрацьовані залишки на дні цистерни і в трубах, а також відбраковане пиво утворюють значну кількість органічних відходів.

Для пакування у пивоварній промисловості використовується скло, алюміній, пластик, картон, поліетилентерефталат та целофанова плівка. Частина пакування виступає як зворотна тара, а інша – повинна утилізуватися [3].

Очищення стічних вод

До насосної станції, яка розташована безпосередньо біля барабанних решіток, з виробництва направляється стічна вода. Далі з цієї насосної станції стоки подаються на барабанні решітки.

На цій стадії очищення відсіваються тверді частинки, тому що решітка барабана має отвори величиною 1 мм, а очищена вода направляється у ємність для фільтрату 1. Частинки, які відсіялись потрапляють в контейнер, який розташований під барабанними решітками.

Після того як вода пройшла очистку на решітках, її відкачують насосами з ємностей фільтрату в первинні освітлювачі, в них зважені речовини, які не видалились на барабанних решітках, осідають.

Щоб процес осідання проходив якісно, освітлювачі забезпечені ламелами.

Освітлена вода далі подається в змішувач – усереднювач. Вода перевіряється на рН-метрі і датчику каламутності, які вбудовані у трубопровід відводу.

В мулонакопичувач для подальшого зневоднення та використання, насосами перекачується осад з первинних освітлювачів.

Для запобігання осадження зважених часток і перемішування вступників реагентів NaOH і/або HNO₃ для нейтралізації, усереднювач обладнаний двома мішалками.

Для нейтралізації стічної води використовують гідроксид натрію (NaOH) або азотну кислоту (HNO₃), нейтралізація здійснюється по контролеру рН.

В анаеробний реактор активного мулу, вода перекачується за допомогою насосної станції подачі стічних вод Biomar ASBx. Ця станція має два відцентрових насоса, кожен з яких має 100% пропускної спроможності і обладнаний перетворювачами частоти. В залежності від рівня води в усереднювачі, насоси регулюються.

Далі попередньо підготована в усереднювачі стічна вода перекачується в трубку обв'язку метантенка Biomar ASBx. Перед тим як подати воду в метантенк, її за допомогою системи інжекції пари нагрівають до температури 36°C. За допомогою анаеробного біологічного мулу у метантенку Biomar ASBx органічні забруднення в стічній воді перетворюються на біогаз. Він складається з метану(CH₄), вуглекислого газу(CO₂) і невеликої кількості сірководню(H₂S) та азоту(N₂).

Після того, як вода пройшла анаеробне очищення в ASBx-реакторі, вона подається у аераційну стабілізаційну ємність на післяаераційний щабель, для того щоб завершити анаеробну активність і стабілізувати мул для подальшої обробки.

За допомогою осадження у вторинних освітлювачах, куди перекачується стічна вода після аеробної стабілізації, біологічний мул відділяється від очищеної води.

Уповільнена швидкість потоку сприяє осадженню. Для збільшення ефектвної площі осадження вторинні освітлювачі забезпечені ламелями. Частинки мулу осаджуються в конічні воронки освітлювачів.

Для подальшої обробки в мулонакопичувач, а саме на зневоднення до декантатора, мул перекачується насосами з воронок. До мулу додається полімерний флокулянт, для кращого видалення вологи. Зневоднений до 20-27% мул (осад) відводиться далі на утилізацію [3].

Опис технологічної схеми очищення стічної води. За схемою, яку наведено нижче на рисунку 12.1, на підприємстві відбувається очищення стічних вод.

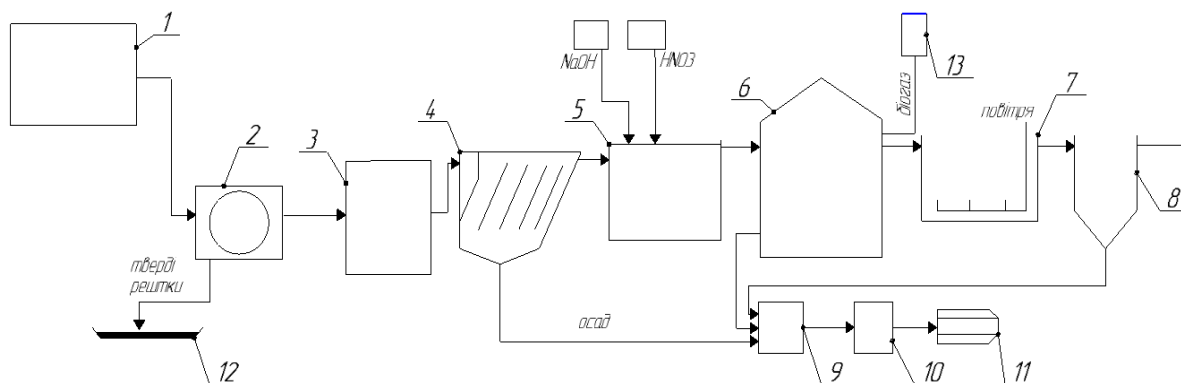


Рис.12.1. Схема очищення стічної води пивоварного виробництва: 1 – КНС; 2 – барабанна решітка; 3 – ємність для фільтрату; 4 – ламела-сепаратор; 5 – змішувач-усереднювач; 6 – метантенк; 7 – аеротенк; 8 – вторинний відстійник; 9 – накопичувач анаеробного активного мулу; 10 – накопичувач аеробного активного мулу; 11 – декантатор; 12 – контейнер; 13 – факел.

Аналіз та контроль промислових стоків. Для контролю за процесом очищення і для визначення ефективності кінцевого результату, беруть проби на всіх етапах очистки стічних вод пивоварного заводу. В таблиці 12.3 наведений план контролю промислових стоків.

Таблиця 12.3 — Контроль промислових стоків

Об'єкт аналізу	Точка відбору	Об'єм проби	Показники	Періодичність	Код методики
ВС*	Після усереднювача	Сер. проба 0,5 дм ³	ХСК _{заг}	1 раз на день	КНД 211.1.4.021-095
			ЛЖК		
			Сухий залишок		КНД 211.1.4.042-95
			Фосфати		МВВ 081/12-0005-01
			Амонійний азот		РД 118.02.3-90
			Завислі речовини		КНД 211.1.4.039-95
			БСК ₅	1 раз в тижд.	КНД 211.1.4.024-95
			pH	1 раз на добу	МВВ 081/12 0317-06
			осад		
			t, °C		
			дріжджі	1 раз в тижд.	МВВ 081/12 0311-06

BC	Метан-тенк (проба на рівні 4400)	Сер. проба 0,5 дм ³	ХСК _{заг}	1 раз на добу	КНД 211.1.4.021-095
			ХСК _{фільтрату}		
			Сухий залишок		КНД 211.1.4.042-95
			ЛЖК		
			pH		MBB 081/12-0311-06
			t, °C		
BC	Анаеробний відстійник	Сер. проба 0,5 дм ³	ХСК _{заг}	1 раз на добу	КНД 211.1.4.021-095
			Осад		
BC	Аеро-тенк	Сер. проба 0,5 дм ³	ХСК _{заг}	1 раз на добу	КНД 211.1.4.021-095
			ХСК _{фільтрату}		
			Сухий залишок		КНД 211.1.4.042-95
			Індекс мулу		
			Фосфати		MBB 081/12-0005-01
			Амоній		РД 118.02.3-90
			Кисень		
			pH		MBB 081/12-0311-06
			t, °C		
BC	Аеробний відстійник	Сер. пр. 1 дм ³	Осад	1 раз на добу	
BC	Після аеробного відстійника, скид в місто	Сер. проба 1 дм ³	ХСК _{загальний}	1 раз на добу	КНД 211.1.4.021-095
			Нітрити		КНД 211.1.4.023-95
			Фосфати		MBB 081/12-0005-01
			Амоній		РД 118.02.3-90
			pH		MBB 081/12-0311-06
			t, °C		
BC	Після аеробного відстійника, скид в місто	Сер. проба 2 дм ³	Завислі речовини	1 раз в тиждень	КНД 211.1.4.039-95
			pH		MBB 081/12-0311-06
			Сухий залишок		КНД 211.1.4.042-95
			ХСК _{загальний}		КНД 211.1.4.021-095
			ХСК _{фільтрату}		

13 ОХОРОНА ПРАЦІ
Закон України про охорону праці
Розділ 1
ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Розділ 2
ГАРАНТІЇ ПРАВ НА ОХОРОНУ ПРАЦІ

Стаття 5. Права на охорону праці під час укладання трудового договору.

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичними висновками йому протипоказана за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи.

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

Стаття 6. Права працівників на охорону праці під час роботи

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Працівник має право відмовитись від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участі представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особою з питань охорони праці, а також страхового експерта з охорони праці.

За період простою з причин, передбачених частиною Другою цієї статті, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не дотримується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і у разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, ділянки, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігаються місце роботи, а також середній заробіток [7].

Охорона праці у варильному відділенні пивзаводу.

На всіх технологічних процесах при приготуванні пивного суслу, проходять такі фізичні процеси, як перекачування гарячої рідини з одного апарата в інший, кип'ятіння нагрівання. Головними є тепловиділення, паровиділення, вологовиділення, також шум при подачі зернопродуктів.

Метрологічні умови (мікроклімат) – властивості повітря у виробничому приміщенні. Основні показники мікроклімату є температура повітря в приміщенні, °С; відносна вологість повітря, %; рухливість повітря, м/с; теплове випромінювання, Вт/м².

Ці показники нормуються за важкістю робіт, порою року та в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення.

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны” - це основні нормативні документи, що містять норми мікроклімату.

Для працюючих встановлені норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони, узгоджені Міністерством охорони здоров'я України 23.09.93 №5.05.07. – 737.

Таблиця 13.1 – Норми показників метрологічних умов у варильному відділенні у холодний період року

Назва приміщення	Назва професії	Категорія робіт	Холодний період року			Холодний період року		
			температура, °C	відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с	Температура, °C	відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Варильне відділення	Варильник харчової сировини і продуктів	Па	Оптимальна			Фактична		
			18-20	40-60	0,2	22	55	0,2

Таблиця 13.2 – Норми показників метрологічних умов у варильному відділенні у теплий період року

Назва приміщення	Назва професії	Категорія робіт	Теплий період року			Теплий період року		
			температура, °C	відносна вологість, %	швидкість руху, м/с	температура, °C	відносна вологість, %	швидкість руху, м/с
Варильне відділення	Варильник харчової сировини і продуктів	Па	Оптимальна			Фактична		
			21-23	40-60	0,3	30	58	0,3

Вібрації.

Механічні коливання від насосів створюють виникнення вібрацій, у процесі роботи та подачі суслу в апарат

Вплив цих вібрацій на організм людей буде різним, завдяки різним частотам коливань. Якщо частота коливань буде дорівнювати 0,7 Гц, то великого впливу на організм людина не відчує.

Достатньо висока вібрація відчувається у відділенні з подрібнювальними установками, де подрібнюється солод.

Для того, щоб захистити себе, потрібно одягати антивібраційні рукавиці та взуття.

Шум.

Хаотичне сполучення звуків різної частоти та інтенсивності називається шумом.

Встановлюють норму шуму на робочих місцях, для того щоб на протязі робочого дня а також на протязі багатьох років цей шум не вплинув на здоров'я організму працівника.

Значний шум утворюється під час перекачування суслу з одного апарату в інший, також шум створюють насоси й сусловарильний апарат. За ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» регламентуються допустимі рівні шуму на робочих місцях.

Для того, щоб захиститись від шуму, використовують такі методи:

- протишумові навушники, протишумові вкладиші, протишумові костюми, шлеми та каски;
- Апарати, які створюють шум, забезпечують засобами дистанційного керування і автоматичного контролю;
- Робочі місця розташовують раціонально.

Електробезпека.

Вся електротехніка, обладнання, апаратура і тощо повинні бути змонтовані на матеріалах, які мають негорючу основу

Електрощити, пускорегулювальні апарати та електродвигуни підлягають періодичному огляду і очищенню від пилу.

Тимчасові електромережі до експлуатації не допускаються

Пожежна безпека. Приміщення варильного цеху згідно з ОНТП 24-86 за пожежною небезпекою відноситься до категорії «Д», яка у холодному стані має негорючі речовин та матеріали.

Працівники, влаштовуючись на роботу та у процесі роботи мають ознайомитись з протипожежним інструктажем та пройти перевірку з питань пожежної безпеки.

Згідно з вимогами «Правил пожежної безпеки в Україні» у приміщеннях повинно бути декілька вогнегасників. Вони встановлені в помітних місцях з простим доступом до них, але розташовані вони повинні таким чином, щоб не створювати перешкод під час евакуації. Маркувальні написи на корпусі вогнегасника повинні добре прочитуватись.

У варильному цеху розміщені вогнегасники марки ВП – 3 (2 шт.), та ВВ – 2 (1 шт.).

Працівники повинні вміти користуватися вогнегасниками.

Евакуаційні виходи повинні бути в відкритому положенні і ні в якому разі нічим не заставлені.

У цеху забороняється:

- курити;
- користуватися відкритим вогнем;
- зберігати продукцію навалом;
- заставляти протипожежні евакуаційні проходи інвентарем та обладнанням;
- установлювати антресолі із горючих та важкогорючих матеріалів [13].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи був проведений літературний пошук енергоощадних технологій приготування пивного суслу, використання яких передбачають наступні технічні та технологічні рішення:

1. Транспортування зернопродуктів із сховища відбувається механічним транспортом (за допомогою норії та шнекового транспортеру).

2. Подрібнення солоду відбувається у дробарці мокрого помелу; для подрібнення ячменю використовується двох валкова дробарка.

3. Затирання солоду і несолодженої сировини (рисової січки) здійснюється одновідварним способом.

4. Фільтрування заторів передбачається на сучасному автоматизованому фільтраційному апараті.

5. Кип'ятіння суслу відбувається у сусловарильному апараті фірми «Shteinekker» з внутрішнім кип'ятильником і подвійним відбивним екраном. Обрано динамічний спосіб кип'ятіння суслу за низького надлишкового тиску, який дозволяє інтенсифікувати процеси, у тому числі видалення небажаних ароматичних речовин, зменшити концентрацію ДМС до нормативних значень (до 50 мкг/дм³) і скоротити час кип'ятіння від 90 до 60 хв.

6. Включення в технологічну схему енергоощадної установки дозволяє використати теплоту вторинної пари сусловарильного апарату для попереднього нагріву суслу, завдяки чому зменшити енерговитрати на 30 %.

7. Для охмелення суслу передбачено використання гранульованого гіркого та ароматичного хмелю.

8. Фільтрування заторів відбувається на сучасному фільтраційному апараті «Ziemann».

9. Освітлення пивного суслу здійснюють в гідроциклонному апараті «Вірпул», охолодження – в двохсекційному пластинчастому теплообміннику

В кваліфікаційній роботі приведені розрахунки продуктів, обладнання, енергетичні розрахунки і передбачено приготування наступних сортів пива: «Світле класичне» 11%, «Світле Київ» 12 % та «Темне класичне» 14 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Асортимент і біологічна цінність пива / А.Є. Мелетьєв, З.М. Романова, Г.А. Бартош, С.В. Тертиці // Харчова і переробна промисловість. – 2010. – № 1. – С. 23-25.
2. Вода питна. « Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною »: ДСанПіН 2.2.4-171-10. — [Чинний від 12.05.2010 р.]. — Зареєстровано в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. — (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).. – 38 с.
3. Гетун, Г.В. Основи проектування промислових будівель: навч. посіб./ Г.В. Гетун. — К.: Кондор, 2003. — 210 с.
4. Домарецький, В.А. Технологія солоду та пива: підруч. / В.А. Домарецький. – К.: ІНК ОС, 2004. – 426 с.
5. Ермолаєва, Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: учебник / Г.А. Ермолаєва, Р.А. Колчева – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. – 416с.
6. Запольський А.К. Основи екології / А.К.Запольський, А.І.Салюк // за ред. К.М. Ситника. – К.: Вища шк., 2001. – 358 с.
7. Закон України «Про охорону праці»: (офіц. текст: за станом на 21 листопада 2002 р.) / Верховна Рада України. – К.: Парламентське вид-во, 2002.
8. Куц А.М. Дипломне проектування: Методичні вказівки до виконання і захисту дипломного проекту студентами денної та заочної форм навчання спеціальності “Технологія продуктів бродіння і виноробства” напряму підготовки 6.0951701 “Харчові технології та інженерія” /Укл.: А.М. Куц, П.Л. Шиян, В.О. Маринченко, А.Є. Мелетьєв, М.В. Білько. – К.: НУХТ, 2010. – 53 с.
9. Кунце, В. Технология солода и пива: пер. з нем. /В. Кунце, Г. Мит. — СПб.: Профессия, 2009. — 1100 с.
10. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навч. / уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, В.І. Бабенко, О.І. Гашук, та ін. — К.: НУХТ, 2017. — 45с.
11. Методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності «Технології продуктів бродіння і виноробства» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц, та ін. — К.: НУХТ, 2012.— 67с. (№ 8116)
12. 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.
13. Основи охорони праці: підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене / К.Н.Ткачук, М.О.Халімовський, В.В.Зацарний та ін. // Під ред. К.Н. Ткачука. - Київ : Основа.-2011 - 480 с

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		87

14. Оптимізація технології приготування пива шляхом вдосконалення процесу приготування пивного сусла / З.М. Романова, В.М. Зубченко, М.О. Романов, О.С. Гушленко // Ukrainian Food Journal. – 2013. – № 2. – С. 7-9.
15. Пиво. Загальні технічні умови: ДСТУ 3888—15. – [Чинний від 2000-01-01]. –К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 2014 р. - 42 с. – (Національний стандарт України).
16. Рис. Технічні умови. ДСТУ 4965:2008. Видання офіційне. – К.:Держстандарт України, 2009.. – 11 с. – (Національний стандарт України).
17. Солод. Загальні технічні умови: ДСТУ 4282:2004 [Чинний від 01.12.07] – К.: Державний стандарт України ,2007 – 7с – (Національний стандарт України).
18. 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. — К.: НУХТ, 2007. — 256 с.
19. Хміль. Технічні умови ДСТУ 7067:2009. – [Чинний від 01.07.2011].- К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 31 с. – (Національний стандарт України).
20. Ячмінь. Загальні технічні умови. ДСТУ 3769 – 98. Видання офіційне. – К.:Держстандарт України, 1998. . – 17 с. – (Національний стандарт України).