

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

Директор ННІХТ

_____ О.В. Кочубей Литвиненко
(підпис)

« » червня 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ А.М. Куц
(підпис)

« » червня 2021 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 5,5 млн дал пива на рік з інтенсифікацією кип'ятіння суслу з хмелем з впровадженням новітніх енергоощадних технологій**

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ТБ-4-8

Рябцев Юрій Сергійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник

(підпис)

Мукоїд Роман Миколайович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

(підпис)

Рецензент

Карпович Інна Віталіївна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступень – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітньо-професійна програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології продуктів
бродіння та виноробства

_____ А.М. Куц

02 березня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

_____ Рябцеву Юрію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,5 млн дал пива на рік з інтенсифікацією кип'ятіння сусла з хмелем з впровадженням новітніх енергоощадних технологій

Керівник роботи Мукоїд Роман Миколайович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 08 квітня 2021 року № 236-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 31 травня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Сировина для виробництва пива: кукурудза, світлий, ячмінний, пшеничний та карамельний темний солода

4. Передбачити виробництво варочного відділу пивзаводу з впровадженням новітніх енергоощадних технологій

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація. 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 та рекомендації. 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 видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 02 березня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	26.04.21-08.05.21	Виконано
2.	Вибір і обґрунтування способів і режимів		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.21-14.05.21	Виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
6.	Розрахунки площ складських приміщень.		
	1-а атестація	15.05.21	Виконано
7.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.21-21.05.21	Виконано
8.	Оформлення креслень з планів та розрізів і погодження їх з консультантом		
9.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва	22.05.21-24.05.21	Виконано
10.	Заходи щодо забезпечення умов промсанітарії		
11.	Інженерні системи та енергетичне господарство		
12.	Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження		
13.	Будівельна частина	25.05.21-27.05.21	Виконано
14.	Екологічна частина		
15.	Охорона праці		
16.	Науково-дослідна робота (за наявності)		
17.	Оформлення пояснювальної записки	28.05.21-30.05.21	Виконано
	2-а атестація	31.05.21	Виконано
18.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.21-05.06.21	Виконано
19.	Попередній розгляд роботи на кафедрі		Виконано
20.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	06.06.21-08.06.21	Виконано
21.	Захист роботи в ЕК		

Здобувач

_____ **Ю.С. Рябцев**
 (підпис)

Керівник роботи

_____ **Р.М. Мукоїд**
 (підпис)

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі обґрунтована інтенсифікація кип'ятіння сусла з хмелем з можливістю зменшення енергетичних витрат при виробництві. У роботі наведено характеристику процесів кип'ятіння сусла з хмелем та їх інтенсифікації, що дозволить забезпечити менші витрати часу на випуск готового продукту, а також забезпечити менші витрати енергії. Обґрунтовані вимоги до солоду, ячмінного борошна, асортимент основного продукту - пива. Згідно завданню на проектування потужність пивоварного заводу 5,5 млн. дал на рік. Асортимент пива (у % до загального випуску): American Light Lager з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 10,0 %, 30 % від обсягу виробництва, Czech Dark Lager з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 13,0 %, 35 % від обсягу виробництва, Weizenbock з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 17,5 %, 35 % від обсягу виробництва.

Роботою було запропоновано використання попереднього нагріву сусла перед процесом кип'ятіння сусла з хмелем для забезпечення енергозбереження під час проведення процесу. Для цього були розглянуті варіанти теплообмінного та нагрівного обладнання.

Визначені оптимальні параметри процесу кип'ятіння сусла з хмелем. Виконані продуктові розрахунки та розроблена схема технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва.

Ключові слова: солод, пиво, сусло, хміль, кип'ятіння.

					АНОТАЦІЯ	Арк.
						1
Змн.З	Арк.	№ докум.№	Підпис	Дата		

ANNOTATION

The diploma work substantiates the intensification of boiling wort with hops. The paper describes the characteristics of hop boiling processes with hops and their intensification, which will allow for less time to produce the finished product, as well as lower energy costs. Grounded requirements for malt, barley flour, assortment of the main product - beer. According to the design task, the capacity of the brewery is 5,5 million a year. Beer range (in% to total output): American Light Lager with mass fraction of dry matter in the initial wort 10.0%, 30% of production volume, Czech Dark Lager with mass fraction of dry matter in the initial wort 13.0%, 35% of production, Weizenbock with a mass fraction of dry matter in the initial wort 17.5%, 35% of production.

The following raw materials were used for production: For Light lager: Light malt 70% and Corn 30%, for Dark lager: Dark caramel malt, Light malt 20%, Corn 20%, for Weizenbock: Barley malt 70%, Wheat malt 30%. The optimal parameters of the process of boiling the wort with hops are determined. The product calculations performed and the scheme of techno chemical and microbiological control of production was developed.

The paper proposed the use of preheating the wort before the process of boiling the wort with hops to ensure energy savings during the process. For this purpose, variants of heat exchange and heating equipment considered.

Keywords: malt, beer, wort, hops, boiling.

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

АННОТАЦИЯ

В квалификационной работе описана интенсификация кипячения сусла с хмелем с возможностью уменьшения энергетических затрат при производстве. В работе приведена характеристика процессов кипячения сусла с хмелем и их интенсификации, что позволит обеспечить меньшие затраты времени на выпуск готового продукта, а также обеспечить меньшие затраты энергии. Обоснованные требования к солоду, ячменной муки, ассортимент основного продукта - пива. Согласно заданию, на проектирование мощность пивоваренного завода 5,5 млн Дал в год. Ассортимент пива (в% к общему выпуску): American Light Lager с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 10,0%, 30% от объема производства, Czech Dark Lager с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 13,0%, 35% от объема производства, Weizenbock с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 17,5%, 35% объема производства.

Работой было предложено использование предварительного нагрева сусла перед процессом кипячения сусла с хмелем для обеспечения энергосбережения при проведении процесса. Для этого были рассмотрены варианты теплообменного и нагревательного оборудования.

Определены оптимальные параметры процесса кипячения сусла с хмелем. Выполнены продуктовые расчеты и разработана схема теххимического и микробиологического контроля производства.

Ключевые слова: солод, пиво, сусло, хмель, кипячения.

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	6
2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ.....	9
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	9
2.2 Принципова технологічна схема кип'ятіння сусла з хмелем.....	10
2.3 Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів.....	11
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	25
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	26
3.1 Характеристика проекрованої продукції.....	26
3.2 Характеристика сировини.....	32
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	44
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	45
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	45
4.2 Продуктові розрахунки.....	46
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	53
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	56
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	64
7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	65
8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ.....	73
9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО.....	76
9.1 Водопостачання та водовідведення.....	76
9.2 Розрахунки витрат пари.....	76
9.3 Розрахунки витрат холоду.....	78
9.4 Розрахунки витрат електроенергії.....	81
10. ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	83
11. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	85
12. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	86
13. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	87
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	95

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 5,5 млн дал пива на рік з інтенсифікацією кип'ятіння сусла з хмелем з впровадженням новітніх енергоощадних технологій		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Рябцев Ю.С.			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Мукоїд Р. М.				5	
Реценз.					Пояснювальна записка НУХТ ННІХТ, БПБВ, ТБ-4-8, 2021		
Н. Контр.							
Зав.каф		Куц А.М.					

ВСТУП

Процеси кип'ятіння сусла є одним за найважливіших процесів при виробництві пива. Під час кип'ятіння сусла з хмелем відбувається ароматизація хмелем та стабілізація його складу. Також, цей процес дає змогу упарювати сусло до встановленої концентрації. Відбувається екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивація ферментів, коагуляція білків та стерилізація сусла. Завдяки процесу кип'ятіння відбувається повна стерилізація сусла.

У кваліфікаційній роботі був розглянутий процес інтенсифікації кип'ятіння сусла с хмелем для такого сорту пива як American Light Lager, Czech Dark Lager та Weizenbock, що виготовляються із світлого і темного солоду.

Для зменшення енерговитрат у процесі кип'ятіння сусла з хмелем була розглянута можливість встановити зовнішній пластинчастий теплообмінник для попереднього нагрівання сусла до температури кипіння.

У порівнянні зі звичайним внутрішнім нагрівним елементом цей процес зберігає високомолекулярний азот і значно зменшує теплову напругу, що сприяє стабільності смаку пива, отриманого за цією технологією. Також, це дає змогу зменшити витрати електроенергії, що йде на нагрівання сусла внутрішнім ТЕНОм або виносним кип'ятильником, так як сусло доводиться до необхідної температури за рахунок підготовленого гарячого теплоносія, який був попередньо нагрітий до високих температур з більшим коефіцієнтом корисної дії.

Об'єм роботи становить – 96 сторінки та 4 аркуші формату А1.

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

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

Відповідно до структури обладнання управління підприємством існує велика кількість установ лінійного і функціонального управління, а також систем зв'язку і взаємодій. У структурі головного офісу компанії переважають основні філії та філії інфраструктури.

Згідно з українським законодавством, генеральний директор несе відповідальність за визначення функціональних вимог капітальних операцій в залежності від виду господарської діяльності.

Головний інженер, заступник генерального директора, головний бухгалтер, голова відділу взаємодій з персоналом тощо - відповідальні за ефективну роботу підрозділів, виробничих апаратів та цехів, а також інших структур підприємства.

Голови підрозділів, заступники директора та офісний персонал працює з понеділка по п'ятницю з 8⁰⁰ до 17⁰⁰. Начальники зміни, майстри та персонал який безпосередньо слідкує за протіканням процесу виробництва, працює у дві зміни на добу, по дванадцять годин кожна.

Основними виробничими підрозділами заводу є:

- відділення подрібнення сировини;
- варильне відділення;
- дріжджебродильне відділення;
- лабораторія;
- цехи розливу у скляну тару 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.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1.2 Режими роботи цеху

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

Основне виробництво працює безперервно у дві зміни по 12 годин. Цехи розливу працюють по 8 годин у дві зміни. 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)	8-30	17-15	13-00 – 13-30	8-15
2	Основні цехи, що працюють у дві зміни: 1 зміна 2 зміна	8-00 20-00	20-00 8-00	13-00 – 13-30 1-00 – 1-30	12-00 12-00
3	Цехи розливу: 1 зміна 2 зміна	7-00 15-00	15-00 23-00	12-00 – 12-30 20-00 – 20-30	8-00 8-00

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

Обсяг проектованої продукції наводиться в табл. 2.1

Таблиця 2.1— Асортимент і обсяг проектованої продукції

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на		Розливається у	
		рік, млн. дал	добу, тис. дал	Скляну пляшку місткістю 0,5 дм ³ . Млн дал	Кеги місткістю 40 л, млн дал
American Light Lager	30	1,65	6,653	1,00	0,65
Czech Dark Lager	35	1,925	7,762	1,5	0,425
Weizenbock	35	1,925	7,762	0	1,925
ВСЬОГО	100	5,5	22,177	2,50	3,00

2.2 Принципова технологічна схема процесу кип'ятіння сусла з хмелем

Принципово-технологічна схема процесу кип'ятіння сусла з хмелем наведена на рис. 2.1.

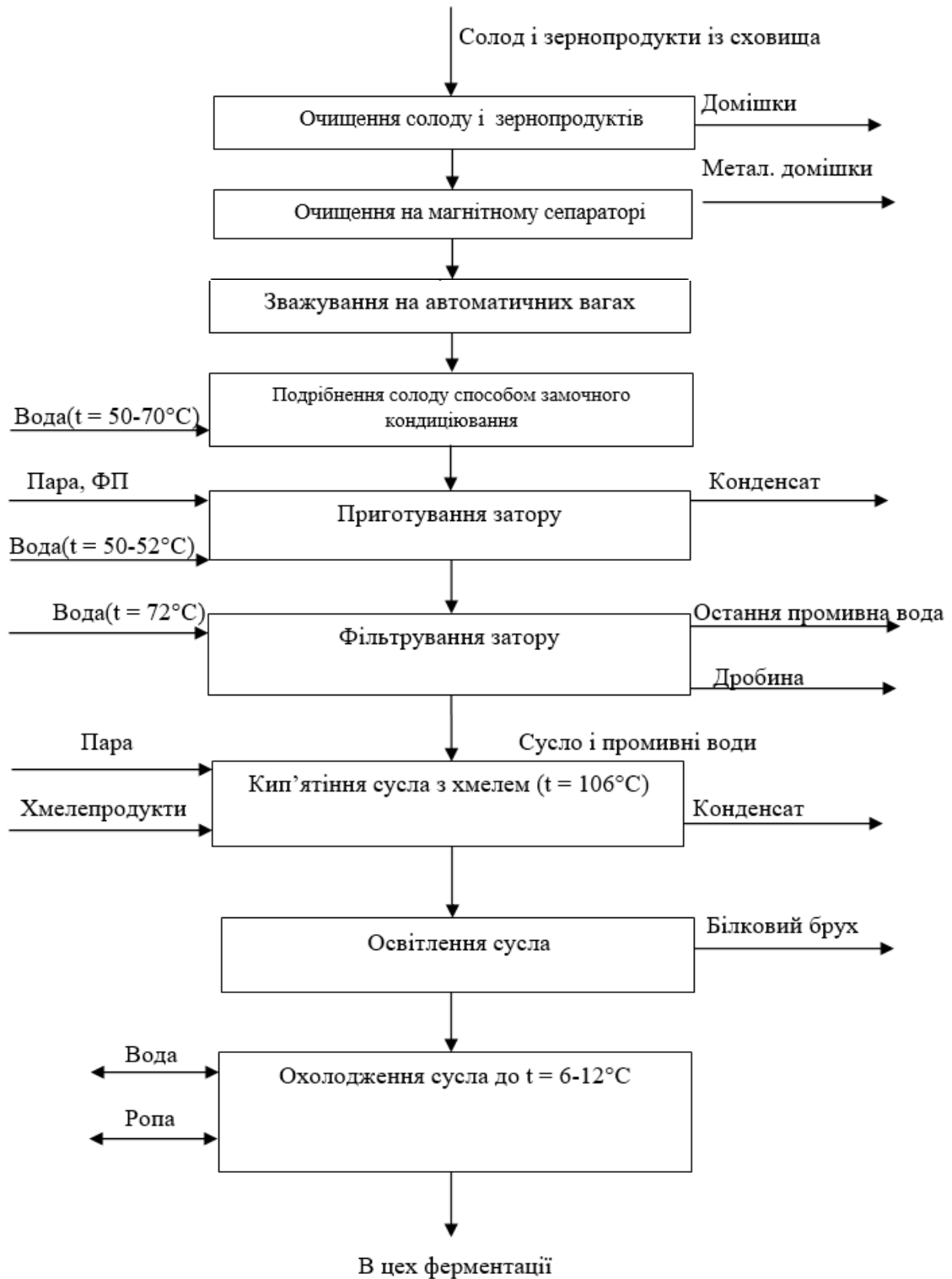


Рис. 2.1 – Принципово-технологічна схема процесу кип'ятіння сусла з хмелем

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2.3 Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів

2.3.1 Транспортування зернопродуктів

Існує три основні способи транспортування зернопродуктів: механічний, пневматичний та автомобільний. Якщо пивоварне відділення і склад зернопродуктів знаходяться на великій відстані одне від одного – використовують автомобільний вид транспортування. Механічний чи пневмотранспорт застосовується тоді, коли склад знаходиться в межах заводу.

Важливо заздалегідь прорахувати мінімальну протяжність транспортного шляху та їх вартість застосування, так як у всіх випадках необхідно переміщати велику кількість сипкого матеріалу.

Механічні засоби транспортування. Ці засоби переміщують матеріал механічним шляхом. Розрізняють:

- норії, чи елеватори для вертикального переміщення;
- шнекові транспортери;
- скребкові ланцюгові транспортери;
- стрічкові транспортери для горизонтального переміщення.

Норія. Працює норія наступним чином: стрічка з наповненими ячменем ковшами рухається з максимальною швидкістю 4 м / с (з солодом – 2,5 м / с). Ківш зачерпує транспортований матеріал з жолоба і піднімає його вгору, спорожняючи при повороті навколо верхнього ролика. Через випуск сипкий матеріал виходить назовні. Для транспортування солоду застосовують ланцюгові елеватори або стрічкові елеватори з ґратчастим приводом, котрий необхідний для того, щоб виключити сповзання стрічки через налипання вологого пророщеного матеріалу [2].

Найбільша перевага використання норії полягає в тому, що це є найбільш економним варіантом транспортування зернопродукту, і саме з цієї причини норії отримали масову поширеність на виробництвах. Вони є найбільш безпечними, простими в обслуговуванні, не потребують постійного догляду та сервісу.

До недоліків норії можна віднести те, що нижня частина норії (черевик) ніколи повністю не спорожняється. Це особливо негативно позначається, коли одним і тим же підйомником піднімають різні види сипучих матеріалів. Крім того, якщо проходить збій в електропостачанні, то норія під вагою наповнених ковшів почне рух у зворотний бік. У зв'язку з цим монтують спеціальний блокуючий пристрій [11].

					ВИБІР І ОБґРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шнековий транспортер. Найбільш поширеним засобом для горизонтальної транспортування ячменю і солоду до цих пір залишається шнековий транспортер.

До переваг шнекового транспортера відноситься те, що незважаючи на досить високе енергоспоживання, він є цілком рентабельним видом горизонтального (або з підйомом до 30 °) транспорту. Тому для переміщення на короткі відстані в солодовнях застосовують здебільшого саме шнекові транспортери.

Недоліком його є те, що між жолобом і гвинтом шнека завжди повинен залишатись зазор від 3 до 5 мм (інакше шнек зачіпатиме за жолоб), і тому повне спорожнення жолобу неможливо. Це особливо несприятливо позначається при транспортуванні солоду. Крім того, краю гвинта шнека з часом гостро заточуються і можуть пошкоджувати зерно, особливо при транспортуванні солоду [11].

Скрєбковий ланцюговий транспортер. Такий транспортер застосовується для горизонтального і нахиленого переміщення матеріалів. Він ще має назву «редлер».

Перевагами цього транспортеру є те, що він працює без утворення пилу і відрізняється низьким енергоспоживанням. Недоліком є те, що при виграді жолоб може спорожнюватись не повністю.

Стрічковий транспортер. Для стрічкових транспортерів характерні «дбайливість» при переміщенні матеріалу і низьке енергоспоживання. Подібні транспортери доцільні лише для переміщення великих обсягів матеріалу, так як вони займають відносно велику площу. Конструкція станції приймання і вивантаження матеріалу повинні виключати втрати сировини та пилоутворення. Вивантаження може бути організована в декількох точках.

Транспортна стрічка переважно виготовляється на тканинній основі і може бути плоскою або коритоподібний в залежності від переміщуваного матеріалу.

Коритоподібні стрічки характеризуються більшою продуктивністю в порівнянні з плоскими, так як можуть приймати більше матеріалу без його втрат [2].

Пневматичні засоби транспортування. Для переміщення безтарних сипучих матеріалів поряд з механічним транспортом на солодових і пивоварних підприємствах широко використовується пневматичне обладнання. У цих пристроях ячмінь або солод переміщуються по трубопроводах потужним повітряним потоком. Щоб підняти транспортується матеріал, потрібна швидкість повітря близько 11 м / с, однак щоб сировина переміщалося надійно, зазвичай застосовують значно більші швидкості потоку повітря – близько 20 м / с. Такий повітряний потік отримують за допомогою роторних пелюсткових повітродувок або вентиляторів високого тиску.

Переваги пневмотранспорту полягають у наступному:

- можна переміщати великі маси сировини;

					ВИБІР І ОБґРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

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

Однак слід зауважити, що в порівнянні з механічними транспортними засобами в даному випадку істотно зростає енергоспоживання.

У кваліфікаційній роботі передбачено використання механічного способу транспортування зернопродуктів, так як це є найбільш рентабельним видом транспортування сировини (через незначне енергоспоживання).

2.3.2 Подрібнення солоду

Головне завдання подрібнення солоду є створення сприятливих умов для дії середовища (води і ферментів) на дрібні фракції, і прискорення фізико-хімічних процесів, що забезпечує швидке розчинення речовин та перетворення нерозчинних сполук, таких як крохмаль, білки тощо за участі дії ферментів [11].

Кількість солоду, що застосовується для варіння, називається засипом.

Подрібнення – це процес механічного дроблення, при якому слід по мірі можливості зберегти оболонки для подальшого їх використання як фільтруючого матеріалу при фільтруванні затору.

При подрібненні слід враховувати ряд параметрів, але перш ніж дробити солод, засип зважують на вагах.

У дробарці солод подрібнюють на різні класи дрібності. За характером процесу розрізняють:

- дробарки сухого помелу;
- дробарки мокрого помелу;
- дробарки кондиційованого помелу.

Сухе подрібнення. На пивоварних підприємствах використовують дробарки для сухого подрібнення. У них сухий солод подрібнюється між попарно розташованими вальцями. За кількістю вальців розрізняють дробарки:

- шестивальцьові;
- п'ятивальцьові;
- чотирьох вальцьові;
- двовальцьові.

Шестивальцьові дробарки. Найбільш добре зарекомендували і найчастіше зустрічаються шестивальцьові дробарки.

Три пари вальців називаються відповідно:

- вальці для попереднього дроблення;
- вальці для відділення оболонок;
- вальці для отримання крупки.

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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

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

Борошно відводиться безпосередньо в бункер для помелу, так як її більше не подрібнюють. Оболонки розламуються на другій парі вальців, і при цьому намагаються можливо краще їх зберегти. На третій парі вальців подрібнюється крупка (до будь-яких розмірів).

Сучасні дробарки зазвичай працюють з істотно видозміненим компонуванням вальців при збільшеній площі сит.

Після вальців попереднього дроблення помел не повинен містити цілих зерен. Після вальців для половин оболонки крупка, що прилипла до оболонки, повинна бути розмелена, а самі оболонки не повинні отримувати сильних пошкоджень. Вальці для крупки повинні давати тонку крупку, а не борошно, так як вона може перешкоджати процесу фільтрування. [11]

П'ятивальцьові дробарки. П'ятивальцьова дробарка є різновидом шестивальцьової, у якої один валець виконує подвійну функцію.

Валець для попереднього дроблення одночасно працює як валець для оболонки. Решта виробничих операцій відповідають шестивальцьовій дробарці. За допомогою шести-і п'ятивальцьової дробарки можна отримати будь-який склад помелу шляхом відповідного налаштування дробарки.

Чотирьохвальцьові дробарки. Чотирьохвальцьові дробарки з двома парами розташованих один над одним вальців часто застосовуються на підприємствах середньої величини. Попередньо подрібнений на першій парі вальців помел розсортировується в проміжних ситах, і тільки груба складова частина дробиться на другій парі вальців.

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

Двохвальцьові дробарки. Двохвальцьові дробарки для сухого подрібнення зустрічаються лише на невеликих пивзаводах чи міні-пивоварнях ресторанного типу. Так як з одною парою вальців при сухому подрібненні неможливе подальше диференціювання помелу, то оптимального виходу екстракту отримати не вдається. Це не відноситься до двохвальцьових дробарок мокрого помелу або дробарок з замочним кондиціонуванням.

Кондиційоване подрібнення. Сухі оболонки дуже крихкі і легко руйнуються при подрібненні, але вони потрібні при фільтруванні затору як матеріал для створення фільтруючого шару. Для збереження оболонки у багатьох випадках перед сухим дробленням солод злегка зволожують. Цей процес називається кондиціонуванням.

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

Зволоження підвищує вологість в оболонках:

- на 1,2-1,5% при обробці паром;
- на 2,0-2,5% при використанні теплої води, тоді як вологість у серцевині зерна підвищується тільки на 0,3-0,5%.

Переваги даного методу полягають у тому, що:

- оболонки стають значно еластичнішою і краще зберігаються;
- обсяг оболонок збільшується на 10-20%; тому виходить більш пухкий шар, що фільтрує і досягається підвищена швидкість фільтрування затору;
- зростає вихід і кінцева ступінь зброджування;
- швидше досягається повнота оцукрювання, яка визначається за йодною пробі при затиранні [2].

Недоліком є лише деяке збільшення витрат на придбання та обслуговування обладнання, особливо це відноситься до необхідності більш частого очищення дробарок.

Замочне кондиціювання: при цьому способі солод загрузається в спеціальний бункер, де зволожується водою температурою 50-70°C протягом 30-60 сек. За такий короткий проміжок часу оболонки солоду поглинають 15 л води на 100 кг. Вологість оболонок стає 18-20%, вони стають повністю еластичними. Таке короткочасне кондиціювання вимагає примусового руху солоду, тому і використовують бункер і шлюзовий затвор. Після зволоження солод подрібнюється в дробарці, в якій змішується з водою, і далі подається на затирання.

Мокре подрібнення. М'яквинні оболонки при подрібненні солоду навіть у сприятливих умовах в тій чи іншій мірі пошкоджуються і не можуть при фільтрації повністю виконувати свою фільтруючу функцію. Але якщо солод перед подрібненням замочити, то оболонки, а також серцевина зерна поглинають вологу і стають еластичними. Тоді зерно легко відділяється від оболонки, яка при цьому майже не пошкоджується і тому може краще забезпечувати більш швидке фільтрування, а серцевина зерна подрібниться тонше і тому може краще використовуватися.

Дробарка мокрою помелу складається з корпусу солододробарки, над яким встановлено бункер з конічним випуском. У цьому бункері здійснюється зволоження солоду.

Найважливішою частиною дробарки для мокрою помелу є пара дробильних вальців з дуже вузьким зазором між ними (0,45 мм). Перед цими вальцями знаходиться розподільний валик. Затираємий матеріал збирається шнеком і підводиться до заторного насосу. Складна система зрошувальних і розпилювальних форсунок забезпечує замочування солоду, а також промивання установки [11].

У кваліфікаційній роботі передбачено подрібнення солоду способом замочного кондиціювання, оскільки при цьому способі вологість оболонок стає

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

18-20 %, вони стають повністю еластичними, не руйнуються при подрібненні, що є бажаним чинником для подальшого фільтрування затору.

2.3.3 Приготування затору

Затирання – найважливіший процес при виробництві сусла. При затирання помел і вода перемішуються (затираються), компоненти солоду переходять в розчин і стають екстрактивними речовинами. Отже, головна мета затирання – переведення у розчин якомога більше екстрактивних речовин і приготування сусла бажаного складу.

По виду підвищення температури розрізняють дві групи способів затирання:

- настійний спосіб (інфузійний);
- відварний спосіб (декокційний) [14].

При настійному способі весь затор при витримці пауз послідовно нагрівається до температури закінчення затирання, причому частини затору не кип'ятять.

При способі з відварками, температура підвищується завдяки тому, що частина затору (відварку) відокремлюють і кип'ятять. За зворотного перекачування до решти затору температура всього затору підвищується на наступний щабель температурної обробки.

Настійні способи. Простою групою серед способів затирання є настійні, тому що при застосуванні цих способів весь затір ніколи не розділяється. Нагрівання всього затору здійснюють поступово, з витриманням температурних пауз, необхідних для дії ферментів.

Для настійного способу затирання потрібна лише одна ємність, що обігрівається. Так як затор не перекачується, поглинання повітря мінімальне, що є позитивним чинником, оскільки кисень при затирання веде до окислення поліфенолів, а з ними – і до розмивання смаку і більш високої кольоровості готового пива.

При настійному способі велику роль відіграє ефект перемішування. Мішалка повинна мати можливість пристосовуватися до відповідної стадії процесу затирання завдяки електродвигуну приводу мішалки з перемиканням полюсів і двома швидкостями чи повинна бути можливість для плавного регулювання. При цьому зростає значення конструкції лопаті мішалки. Якщо при дотриманні пауз мішалку виключають, то збільшується час оцукрювання і фільтрування затору, а вихід екстракту погіршується, так як утворюється перепад температур, що погіршує перехід екстрактивних речовин в сусло і утруднює роботу ферментів.

Якщо переробляється дуже добре розчинений солод, то достатньо того, щоб температура послідовно піднімалася по наростаючій шкалі, оптимальна для дії амілаз температура підтримувалася близько 20 хв і після оцукрювання затор перекачувався б у фільтраційний апарат [11].

Це означає, що дуже добре розчинений солод можна затирати при 62 ° С, не побоюючись, що сусло буде містити занадто багато високомолекулярних β-

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

глюканів (проблема з фільтруванням) і при цьому не буде досягнуто бажану кількість вільного амінного азоту на рівні 200-220 мг / л. При високій температурі початку затирання вже не працюють пептидази, і тому вони більше не можуть утворювати амінокислот. З іншого боку, за допомогою термостійких протеїназ утворюються високомолекулярні піноутворюючі речовини. Перевага високої температури затирання і пов'язаної з нею тривалості затирання менше 1,5 год успішно використовується сьогодні на ряді пивоварних підприємств, коли у них в розпорядженні є дуже добре розчинений солод [11].

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

Відварки можна також робити між паузами від 35 до 50 ° С або між 50 і 64 ° С, але слід враховувати, що в цих випадках нерозчинні частини відварки менше осідають і тим самим досягається менший ефект. Особливим варіантом одновідварних способів є затирання з кип'ятінням всій густий частини затори: в цьому випадку затирають при 35 ° С і відбирають відстояну рідку частину затору, близько 20 %.

Всю решту густу частину затору нагрівають до кипіння при дотриманні необхідних температурних пауз і кип'ятять 30-40 хв. Потім частину, що залишилася затору розхолоджують до 65 ° С, при цьому за рахунок додавання рідкої частини затору утворюється мальтоза, потім затор нагрівають до температури оцукрювання і після оцукрювання затор перекачують у фільтраційний апарат [11].

Двохвідварні способи. Класичний двохвідварний спосіб починається з затирання при 50 ° С. Після спільної для всього затору короткої температурної паузи відбирається густий затор і після послідовного витримування необхідних коротких температурних пауз він нагрівається до кипіння, 15-20 хв кип'ятиться, і шляхом його примішування температура всього затору підвищується до 64 ° С і витримується пауза. Через короткий час відбирається вдруге густий затор і нагрівається до кипіння. Друга відварка кип'ятиться дещо менше, ніж перша, і з її допомогою загальний затор нагрівається приблизно до 75 ° С і перекачується в фільтраційний апарат. Двохвідварний спосіб займає близько 3-3,5 годин.

Трьохвідварний спосіб. При трьохвідварному способі підвищення температури відбувається між основними температурами затирання завдяки відбору відварок, їх кип'ятіння і з'єднанню відварки з рідкою частиною затору.

До цих основних температур відносяться:

35 ° С – температура початку затирання;

					ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

50 °С – білкова пауза / розщеплення гуммі-речовин;

64 °С – мальтозна пауза;

75 °С – пауза оцукрювання [11].

Так як основна частина затору при цьому способі дуже довго перебуває при основних температурах затирання, а густий затор дуже інтенсивно обробляється, трьозвідварний спосіб дає пиво з дуже сильно вираженим солодовим ароматом. Оскільки процес триває 5-6 год і при цьому споживається дуже багато енергії, то застосовують його дуже рідко і тільки для виготовлення спеціальних сортів темного пива [10].

Кваліфікаційною роботою передбачення використовування настійного та двовідварного способів затирання сусла для різних сортів пива, оскільки рецептура для кожного сорту передбачає використання різної зернової сировини. Враховуючи розбіжність між рецептурою, та використовуючи різні способи затирання сусла – можна досягти зменшення енерговитрат процесу та збільшення його ефективності.

2.3.4 Фільтрування затору

В кінці процесу затирання затор складається з суміші розчинених і нерозчинених у воді речовин.

Водний розчин екстрактивних речовин називається сусллом, а нерозчинену частину називають дробиною. Дробина в основному складається з оболонки, зародків і інших речовин, не розчинених при затиранні [11].

Для виробництва пива використовують тільки сусло, яке має бути відділене від дробини якомога ретельніше. Подібний процес розділення фаз називають фільтруванням затору. При фільтруванні затору екстракт повинен бути отриманий по можливості більш повно.

Фільтрування проводять на фільтр-апаратах та фільтрпресах різної конструкції. Фільтраційний апарат є найбільш старим і найбільш поширеним апаратом фільтрації, використовуваним при приготуванні пивного сусла. Фільтр-апарат складається з циліндричної ємності, на перфорованому подвійному дні якої знаходиться дробина і фільтрується сусло [11].

Фільтрування затору на фільтраційному апараті складається з таких операцій: підготовки фільтраційного апарата, заливання сит водою (15 хв), перекачування затору в фільтраційний апарат (20 хв), відстоювання затору (25-30 хв), пропускання кранів і повернення мутного сусла (10 хв), фільтрування першого сусла (90 хв), промивання дробини (120 хв), вивантаження дробини (25 хв).

Перевагами фільтраційного апарата є те, що після фільтрування отримуємо сусло високої якості. Недоліком є довготривалий процес фільтрування.

Режим роботи на фільтр-пресі: заповнення – 8 хв, перекачування – 3 хв, збір першого сусла – 15 хв, промивання дробини – 65 хв, випресовування

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

промивної води – 6 хв, розбирання фільтра – 1 хв, переміщення плит – 13 хв, складання фільтру – 1 хв. весь час роботи – 111 хв.

Перевагами фільтр-преса є висока швидкість фільтрування та економія простору для його розміщення порівняно з фільтр-апаратом. Недоліками такого обладнання закладену у трудоемкості процесу розбирання, розвантаження, та подальшої збірки для наступного фільтрування.

У кваліфікаційній роботі передбачено використання фільтр-пресу, завдяки його високій потужності, дешевизною обслуговування та компактними габаритами.

2.3.5 Вибір та обґрунтування обладнання для попереднього нагріву сусла.

Для підвищення ефективності проходження процесу кип'ятіння сусла з хмелем та зменшення енергетичних витрат виробництва на цій ділянці кваліфікаційною роботою розглянуто можливість попереднього нагріву сусла.

В класичній технології процесу нагрівання сусла відбувалось безпосередньо у сусловарильному апараті нагрівальними елементами. Ними виступали зміювики, розташовані безпосередньо у котлі, що насичувалися насиченою парою. Внутрішня нагрівна система передбачає собою збільшення об'єму апаратури, при цьому площа корисного простору не змінювалась. Ще одним варіантом внутрішнього обладнання для нагріву сусла виступав внутрішній кип'ятильник, однак високі затрати на електроенергію та коефіцієнт корисної дії даної установки лише збільшує кінцеву вартість готової продукції. Ще одним недоліком внутрішнього підігріву – ускладнення, або унеможливлення проведення дистанційної мийки СІР, до того ж, нагрівні елементи в основному вироблені з міді, що при контакті з каустичною содою можуть руйнуватись.

Для попереднього нагріву сусла існує виносні кип'ятильники, які підігрівали сусло на вході в сусловарильний апарат, але при роботі з таким обладнанням немає можливості циркуляції теплоносіїв, що підвищує вартість технології.

Основні переваги попереднього нагріву сусла:

- Зменшення енерговитрат від 68% до 80% за рахунок збереження теплової енергії, що йде на нагрів сусла, завдяки рециркуляції теплоносія;
- Мінімум 3,6% нагрітої пари йде на відновлення теплової енергії для попереднього нагрівання сусла;
- Якщо кількість нагрітої пари перевищує необхідне значення - надлишок енергії, що відновлюється, може бути використаний для СІР або нагрівання води;
- Зменшення витрат виробництва, що знизить вартість готового продукту;
- Проста система з кількома рухомими частинами та відсутністю високого тиску / температури;
- Зменшує забруднення від кипіння сусла [19].

Для попереднього нагріву сусла розглянемо таке можливе теплообмінне обладнання типу рідина-рідина для можливості рециркуляції теплоносія:

					ВИБІР І ОБґРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплообмінник типу “Труба в трубі”. Теплообмінник типу “Труба в трубі” являє собою декілька з’єднаних між собою послідовно трубчастих елементів, які утворені двома концентрично розташованими трубами. Продукт, в нашому випадку – сусло, рухається по внутрішніх трубах, теплоносій – протитечею по зовнішній. Завдяки невеликим поперечним перерізам трубного простору швидкість проходження теплоносіїв збільшується, і сягає близько 1 – 1,5 м/с. Таким чином це дозволяє отримувати високий коефіцієнт теплопередачі, збільшувати теплове навантаження на одиницю маси апарату, порівняно з іншими теплообмінниками. Також, зменшується шанс відкладного забруднення через високу швидкість потоку, а можливість мийки за допомогою СІР-технології – зрощується. Цей теплообмінник має можливість працювати за невеликих витрат теплоносія, та має високий коефіцієнт теплообміну. Головним недоліком цього обладнання є його габарити – для ефективного забезпечення теплообміну необхідно виконувати його з декількох секцій. До цього недоліку іносять коштовність апарату.

Спіральний теплообмінник. Спіральний теплообмінник складається з двох металевих листів, які загнуті між собою спіралью, та утворюють два ізольованих між собою каналів. Основна перевага даного теплообмінника – висока швидкість проходження потоку (1-2 м/с), а також його компактні розміри. Однак, таке обладнання не може працювати за надвисоких тисках (не більше 10 атм.), а його ефективність у пивоварному виробництві є недостатньою.

Кожухотрубний теплообмінник. Кожухотрубний теплообмінник є одним з найпоширеніших апаратів для виконання теплопередачі у пивоварному виробництві. Вони складаються з кожуха (або корпусу), і приварених до нього трубних решіток. Серидовище в даному типу теплообмінника спрямовується протитоком, при цьому середовище, що нагрівається спрямовують згори, а теплоносій – знизу. Даний тип теплообмінника покзує свою ефективність при роботі з теплоносіями, різниця температур яких не перевищує 50 °С. Якщо те значення перевищує допустиме число – можлива деформація обладнання.

Недоліками даного типу є трудомістке обслуговування, а також унеможливлення миття, так як підвищується відступуйного забруднення у середині кожуха.

Пластинчастий теплообмінник. У пластинчастих теплообмінниках поверхня теплообміну утворюється гофрованими паралельними пластинами, за допомогою яких створюється система вузьких каналів завширшки 3-6 мм з хвилястими стінками. Рідини, між якими відбувається теплообмін, рухаються у каналах між сусідніми пластинами, омиваючи протилежні бічні сторони кожної пластини.

Завдяки високим швидкостям переміщення теплоносіїв у середині апарату досягається високі коефіцієнти теплопередачі при малих гідравлічних опорах. Таке обладнання легко піддається розборці та миттю, а також зменшенню використання теплоносія, та можливість її постійної рециркуляції. Головним

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

недоліком даного типу конструкції – унеможливлення роботи при надвисоких тисках.

При використанні системи накопичення енергії сусло обережно нагрівається до температури кипіння за допомогою зовнішнього пластинчастого теплообмінника. Порівняно зі звичайним внутрішнім котлом, цей процес захищає високомолекулярний азот з позитивним піноутворенням і значно зменшує теплову напругу, що сприяє стабільності смаку пива, виробленого за цією технікою.

2.3.6 Кип'ятіння сусла з хмелем

Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його складу та ароматизація хмелем. Кип'ятінням досягають упарювання сусла до встановленої концентрації, екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивації ферментів, коагуляції білків та стерилізації сусла [11].

Норма внесення хмелю в сусло при його кип'ятінні коливається в широких межах і залежить від типу пива, складу води.

Інтенсивність хмельової гіркоти й довгочасність смакового відчуття цієї гіркоти значною мірою залежить від способу й часу внесення хмелю в сусло.

При отриманні пива важливими компонентами хмелю є хмельові смоли і гіркі речовини хмелю, хмельова олія, дубильні речовини хмелю. Хмельові смоли або гіркі речовини хмелю – важливі для приготування пива хмельові компоненти, так як вони надають пиву гіркий смак, - кислоти – у холодному суслі майже не розчиняються. В киплячому суслі структура α -кислот витримує перебудову, яка називається ізомеризацією. Ізомеризовані сполуки, що виникли, мають значно більшу розчинність, ніж вихідні α -кислоти [12].

Ізомеризація, а також вихід гіркоти у готову продукцію залежить від факторів:

1) Природи ізогумулонів. Різні складові частини α -кислот мають різну ступінь ізомеризації, кращий вихід ізогумулому дає когумулону. При використанні сортів та екстрактів хмелю з високим вмістом когумулому пиво набуває більшої гіркоти.

2) Тривалість кип'ятіння. З підвищенням тривалості кип'ятіння підвищується вихід ізогумулому. Більша частина α -кислот на початку кип'ятіння ізомеризується і вихід із підвищенням тривалості кип'ятіння збільшується все повільніше. Впродовж наступних 60 хм проведення технологічної операції більша частина гірких речовин ізомеризується

3) показник рН. Ізомеризація у процесі прямо-пропорційна показнику рН сусла, тому при вищих показниках рН ізомеризація відбувається

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

активніше, ає при низькому показнику органолептично гіркота у готовій продукції відчувається більш м'ягше та більш вирявненим.

4) Можливістю інтенсифікацією процесу. При більш високих температурах вихід гірких речовин значно підвищується.

5) Швидкість екстракції хмелю. Найчастіше використовують дрібне подрібнення хмелю для пришвидшення екстракції у сусло [13].

Від значення рН сусла залежить як саме буде проходити процес кип'ятіння:

- гарна коагуляція білково-дубильних комплексних сполук при рН 5,2;
- менше підвищення кольорності сусла при низьких значеннях рН;
- тонка і більш благородна гіркота хмелю при понижених значеннях рН;
- підвищена чутливість мікроорганізмів до більш низьких значень рН.

Недоліком при понижених значеннях рН є гірше використання гірких речовин хмелю, із-за чого його витрати мають бути більшими. Бажано перед закінченням кип'ятіння підкислити сусло до рН 5,0-5,1.

У кваліфікаційній роботі передбачено застосування гранульованого хмелю та способу кип'ятіння за низького надлишкового тиску з попередній нагрівом сусла у пластинчастому теплообміннику.

2.3.7 Освітлення та охолодження сусла

Суспензії гарячого сусла слід видаляти, тому що для подальшого виробництва пива вони не тільки не потрібні, але й шкодять якості. Суспензії гарячого сусла:

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

Суспензія гарячого сусла – це суспензія, яка утворюється в процесі кип'ятіння сусла з хмелем. Ця дисперсна система являє собою грубий осад, що в подальшому може перешкоджати рівномірному проходженню технологічного процесу. Цей осад складається на 50-60% з білкових речовин, 20-30% - поліфенолів, 15-20% - хмельових смол. Склад суспензії також включає в собі незначну кількість мінеральних речовин (2-3%) та мінеральних речовин (1-2%). Норма суспензії у суслі складає близько 600-800 мг/дм³, коли як після освітлення

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

не має перевищувати 100-200 мг/дм³. Головною метою освітлення сусла – зведення кількості суспензії у суслі до нуля.

Видалення суспензій гарячого сусла здійснювалося раніше з допомогою холодильної тарілки або відстійного чана, а сьогодні більшою частиною за допомогою вірпула, а іноді також центрифуги (сепаратора) або шляхом фільтрування.

Холодильна тарілка. Холодильна тарілка є «класичним» апаратом для видалення суспензій гарячого сусла (білкового відстою). Це плоска відкрита посудина, в яку зливається сусло шаром висотою 15-25 см. Протягом 0,5-2 годин, коли сусло знаходиться в холодильній тарілці, суспензії осідають і тим краще, чим тонше рівень сусла в тарілці. Раніше сусло у тарілці залишали на всю ніч. Білковий відстій від холодильних тарілок містить ще велику кількість сусла, крім того, ця частина сусла в значній мірі інфікована. Тому білковий відстій після холодильних тарілок вимагає додаткової обробки. Таке обладнання вимагає трудомістких робіт, та має великий шанс контамінації, тому до роботи з таким обладнанням допускають лише кваліфікованих спеціалістів. Від технології холодної тарілки відмовляються багато новітніх пивоварень, однак і на досі використовують на пивзаводах великої потужності, наприклад, Carlsberg Ukraine [10].

Апарат типу “Вірпул”. “Вірпул” являє собою закриту циліндричну ємність з плоским днищем і ухилом в 1% до випуску.

Співвідношення «діаметр “вірпула”: висота сусла» може складати від 1: 1 до 5: 1, але в даний час вважають за краще співвідношення 3:1. “Вірпул” ізолюваний зовні від охолодження. Дно “вірпула” з так званої чашкою для збору суспензій – заглибленням у центрі чана, не дає переваг, крім того чашка для збору суспензій знижує ефект “вірпула”, так як вона перешкоджає утворенню прикордонного шару сусла.

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

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

Під камерно-барабанними відцентровими сепараторам розуміють пристрої, в яких відцентрові сили, що використовуються для розділу середовищ, діють у просторі (камерах) обертових барабанів. При цьому сусло змушене протікати

через ряд барабанів, вкладених один в один, причому більш важкі суспензії затримуються на стінках барабанів і потім видаляються.

Під тарілчато-барабанними відцентровими сепараторами розуміють машини з одним барабаном, який обладнаний конічними вставками (тарілками), що служать для скорочення часу осадження; вони оснащені пристроями для самостійного вивантаження суспензій і відображають сучасний рівень розвитку техніки.

Ці сепаратори випускаються з числом оборотів барабана від 2500 до 10000 об / хв. при його діаметрі до 800 мм. Діаметр барабана і можливе число оборотів

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

завжди взаємозв'язані і не можуть довільно збільшуватися, оскільки зростаюча відцентрова сила висуває дуже високі вимоги до міцності сталі на розрив, що і обмежує їх можливості. [10]

На сьогоднішній день сепаратори використовують на підприємствах великих обсягів, такі як “Оболонь” та ”Carlsberg Ukraine”

У кваліфікаційній роботі передбачено використання апарату типу “Вірпул” для максимально можливого видалення суспензії із сусла, оскільки цей апарат має переваги в продуктивності та ефективності роботи.

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Зернопродукти із зерносховища подають через стрічковий транспортер 1 на норію 2, звідки шнековим транспортером 3 транспортують в бункер світлого солоду 5, бункер карамельного солоду 4 і бункер для кукурудзи 6, а потім - на автоматичні ваги 8, де відбувається зважування зернопродуктів і несолодженої сировини. Далі зернопродукти і несолоджена сировина подається на повітряно-ситовому сепараторі 7 зернопродукти очищають від зернових домішок і направляють до магнітного сепаратора 11, де видаляють магнітні домішки. Далі вже очищені зернопродукти зважують на автоматичних вагах 8 і направляють в бункер очищеного солоду 12.

Після чого іде процес подрібнення зернопродуктів у дробарці замочного кондиціювання 13. Далі, насосом 14, подрібнені зернопродукти поступають у заторний апарат 15, де відбувається затирання зернопродуктів. Насосом 14 затір поступає на фільтрування, яке відбувається на фільтр-пресі 16. Дробина, що виділяється під час фільтрування надходить до бункера дробини 17, а промивні води поступають у збірник промивних вод 18. Після фільтрації сусло надходить у збірник сусла 19, звідки далі йде у теплообмінник 20, для попереднього підігріву сусла, після - на кип'ятіння сусла з хмелем у сусловарильному апараті 21. Сусло циркулює через хмелевий бачок 22, тим самим відбувається охмелення сусла. При цьому, йде циркуляція теплової енергії за рахунок надходження пари до конденсатора 27, після чого конденсат збирається в акумуляторі теплової енергії 28. З акумулятору гаряча вода поступає у пластинчастий теплообмінник 20, закінчуючи цикл енергозбереження процесу. Охмелене сусло освітлюється у гідроциклонному апараті 23, де відбувається осадження білкового осаду, який надходить у збірник білкового бруху 24. Охолодження сусла відбувається на пластинчастому теплообміннику 20. Далі сусло надходить на бродіння.

					ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ КИП'ЯТІННЯ СУСЛА З ХМЕЛЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проектованої продукції

Рецептура проектованих сортів пива наведена у табл. 3.1

Таблиця 3.1 — Рецептатура проектованих сортів пива

Сорт пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрата зернопродуктів на 1 дал.		Гіркота сусла, г/дал	Примітка
		Найменування зернопродукту	%		
American Light Lager	10	Солод світлий	70	0,70	Світле
		Кукурудза	30		
Czech Dark Lager	13	Солод світлий	20	0,95	Темне
		Солод карамельний темний	60		
Weizenbock	17,5	Солод світлий	70	0,82	Світле
		Солод Пшеничний	30		

Фізико-хімічні показники пива наведені у табл. 3.2 [6].

Таблиця 3.2 — Фізико-хімічні показники пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковом у суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Кольоровість, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
Світле	8,0...20,0	2,0...6,0	1,2...5,0	0,2...1,8	0,30...0,35
Темне	9,0...23,0	2,4...7,0	1,3...5,5	Більше 4,0	0,30...0,33
Пшеничне світле пиво	10,0...15,0	2,5...5,0	1,5...3,2	0,4...3,0	0,40...0,45

В пиві органолептично оцінюють прозорість, колір, смак, аромат, хмelloву гіркоту, насиченість діоксидом вуглецю, піноутворення та піностійкість пива. Максимальна дегустаційна оцінка — 25 балів, яка складається з оцінки прозорості — 3, кольору — 3, смаку — 5, хмelloвої гіркоти — 5, аромату — 4 і піностійкості — 5.

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Дегустаційна оцінка світлого пива наведена в табл. 3.3, а загальна — в табл. 3.4 [6].

Таблиця 3.3 — Характеристика та бальна оцінка органолептики пива

Назва показника якості	Органолептична характеристика пива	Бал	Оцінка	Примітка
1	2	3	4	5
Прозорість	Прозоре з блиском, без зависів	3	відмінно	
	Прозоре без блиску, поодинокі дрібні зависи (пилоподібні)	2	добре	
	Слабо опалесцює	1	задовільно	
	Сильно опалесцює	0	незадовільно	знімають з дегустації як нестандартне
Колір	Відповідає типу пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типу пива	3	відмінно	
	Відповідає типу пива на середньому рівні	2	добре	
	Відповідає типу пива, максимально допустимий для даного сорту	1	задовільно	
	Не відповідає типу пива, світліше або темніше від встановленого стандартного рівня	0	незадовільно	

Продовження табл 3.3

Аромат	Відмінний аромат, що відповідає даному типу пива чистий, свіжий, чітко виражений	4	відмінно	
	Добрий аромат, що відповідає типу пива, але недостатньо виражений	3	добре	
	В ароматі помітні сторонні відтінки: злегка сирний, фруктовий, дуже виражений солодовий	2	задовільно	
	Виражені сторонні тони в ароматі: фруктовий, кислуватий, дріжджовий, молодого пива та ін.	1	незадовільно	
Смак	Відмінний без сторонніх присмаків, гармонійний смак, що відповідає даному типу пива	5	відмінно	
	Добрий, чистий смак, який відповідає даному типу пива, але не дуже гармонійний	4	добре	
	Не дуже чистий смак, незрілий присмак молодого пива, карамельний смак, пустий, слабо виражений	3	задовільно	
	Пустий смак і сторонній присмак: дріжджовий, фруктовий гострий, кислуватий	2	незадовільно	
Хмельова гіркота	Чисто хмельова, м'яка, врівноважена, що відповідає типу пива	5	відмінно	

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

	Чисто хмельова, не дуже врівноважена, злегка залишкова, грубувата	4	добре	
	Хмельова, груба, залишкова або слабка, що не відповідає даному сорту пива	3	задовільно	
	Не хмельова, груба	2	незадовільно	
	Густа, стійка, компактна піна заввишки не менше 40 мм, стійкістю не менше 4 хв. при значному та уповільненому виділенні бульбашок газу	5	відмінно	
Піна та насиченість діоксидом вуглецю	Компактна стійка піна заввишки не менше 30 мм, стійкістю не менше 3 хв. при незначному і швидко зникаючому виділенні бульбашок газу	4	добре	
	Піна заввишки не менше 20 мм, стійкістю не менше 2 хв.	3	задовільно	
	Піна заввишки не менше 10 мм, стійкістю не менше 1 хв.	2	незадовільно	
	Без піни		незадовільно	знімають з дегустації як нестандартне

Таблиця 3.4— Загальна оцінка якості пива

Оцінка	Загальний бал
відмінно	22-25
добре	19-21
задовільно	13-18
незадовільно	12 і менше

Органолептичні і фізико-хімічні показники якості пива вказані в табл. 3.5-3.6 [6].

Таблиця 3.5 — Органолептичні показники якості пива.

Назва показника	Характеристика показника					
	Фільтроване пиво			Нефільтроване пиво: освітлене, неосвітлене		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемн	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень не властивих пиву. Для пшеничного пива допустима опалесценція			непрозора піниста рідина або прозора з опалесценцією без сторонніх включень, не властивих пиву. Допустима наявність дріжджового осаду та часточок білково-дубильних сполук		
Смак	Чистий, зброджений, солодовий, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без	Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з хмельовою	Чистий, зброджений, солодовий з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, з при-смаком дріжджів, без	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або солоду, з присмаком дріжджів, з хмельовою	Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з присмаком дріжджів,
	Для пшеничного пива властивий пряний присмак.					
Аромат	Чистий, зброджений, хмельовий без сторонніх запахів			Чистий, зброджений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів.		
				Допустимий слабкий дріжджовий аромат		
Для пшеничного пива властивий пряний (фенольний) аромат						

Таблиця 3.6 Фізико-хімічні показники сорту пива.

Показник	Сорт пива	
	Світле, 11%	Темне 12%
Вміст спирту, % м., не менше	2,0 – 6,0	2,8 – 6,0
Масова частка СР у початковому суслі, % не менше	8,0 – 20,0	11,0 – 20,0
Вміст CO ₂ , %м., не менше	0,30 – 0,35	0,30 – 0,33
Кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³ пива	1,3 – 5,0	1,5 – 5,5
Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	0,4-1,8	4,0 – 8,0 і більше

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

3.2 Характеристика сировини

Основна сировина, яка використовується у виробництві пива, включає ячмінний солод, солодовий ячмінь, хміль ароматичний та в гранулах. Вода також відіграє велику роль на якості готового продукту.

У процесі виробництва пива використовуються допоміжні матеріали, затверджені нормативною документацією.

- молочна кислота згідно з ДСТУ 4621: 2006; [14]

- ферментні препарати: амілосубтилін G10x за ГОСТ 5911, амілосубтилін G20x згідно з ТУ U 64-20100488-006, протосубтилін G20x згідно з чинною нормативною документацією та інші ферментні препарати, дозволені органами охорони здоров'я України, що використовуються для виробництва пива; а також ферментні препарати;

- хміль пресований, гранульований відповідно до ДСТУ 4098.2 – 2002 [7];

- ячмінне борошно за ГОСТ 6292 -93;

Дріжджі низового чи верхового бродіння. У пивоварінні використовують 776 дріжджових рас - середньоферментуючі, F-породи швидко і високоброджуючі. Дріжджі верхового бродіння використовують для виробництва темних або спеціальних сортів пива [13].

Гранульований хміль. Гранулювання хмелю використовують для зменшення витрат на транспортування та зберігання сировини. Хміль подрібнюють до дрібнодисперсійного стану, після чого гранулюють під тиском, утворюючи гранули сировини. Використання гранульованого хмелю майже не відрізняється від звичайного, окрім зручності у технологічному процесі [7].

Екстракти хмелю. Під екстракцією розуміють вилучення окремих складових з твердої речовини за допомогою відповідних розчинників. В ролі розчинника при виробництві хмельових екстрактів сьогодні використовують рідкий CO₂ чи етанол. Ці два розчинника добре підходять для екстракції хмелю, так як повністю розчиняють хмельові смоли і масла.

Впливає на інтенсивність кипіння суслу не тільки температура нагрівальної пари, а й форма теплообмінної поверхні та розміри апарата. Тому останнім часом з'явилися апарати з похилим дном, для кип'ятіння під тиском та ін. Велике значення має форма теплообмінної поверхні. Вона повинна забезпечити добре перемішування суслу за рахунок конвекційних потоків, які супроводжують інтенсивне кипіння. Це стимулює не тільки швидке утворення бруху, а й впливає на краще екстрагування хмельових речовин [2].

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Органолептичні та фізико-хімічні показники світлого солоду згідно ДСТУ 4282:2004 наведено в табл. 3,7-3,8 [6].

Таблиця 3.7 - Органолептичні показники світлого солоду

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

Таблиця 3.8 Фізико-хімічні показники солоду

Назва показника	Норми для світлого солоду			Темного
	Високої якості	1 класу	2 класу	
Прохід через сито (2,2×20 мм), %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	0,3
Мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
Склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
Темних, не більше	Не дозволено	Не дозволен о	4,0	10,0

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Продовження табл. 3.8

Вологість, %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелу, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75-0,70	0,69-0,65	0,64-0,55	–
Тривалість оцукрення, хв., не більше	10,0	15,0	25,0	–
Лабораторне сусло:				
Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	Не більше 0,18	Не більше 0,23	Не більше 0,40	0,49-1,40
Або в одиницях ЕВС	Не більше 3,2	Не більше 4,0	Не більше 6,6	8

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Продовження табл. 3.8

Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесенція	–
Кінцева ступінь зброджування, %	79-81	75-78	74-70	–

Технологічна вода має відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4].

Таблиця 3.9 - Хімічні показники води для пива

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

Продовження табл. 3.9

6	Лужність загальна, мг-екв/дм ³	0,5...1,5	Сліди	0,5...6,5
7	Співвідношення Са до лужності (показник лужності) не менше	1,0	1,0	1,0
8	Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,1	0,1	0,3
10	Сульфати, мг/дм ³ , не більше	150	150	200
11	Нітрати, мг/дм ³ , не більше	25	25	45
12	Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,05	0,05	0,1
13	Сірководень, мг/дм ³ , не більше	0	0	0
14	Алюміній, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	0,5
15	Цинк, мг/дм ³ , не більше	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
16	Мідь, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	1,0
17	Окислюваність, мг О ₂ /дм ³ , не більше	2,0	2,0	4,0

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18	Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	500	200	1000
19	Кисень, мг/дм ³ , не більше	-	0,1	-
20	Хлор та хлорофелен	-	Відсутні	-
21	Температура	-	Аналогічні температурі пива	-

Мікробіологічні показники технологічної води для пива згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 зазначені у табл. 3.10 [4].

Таблиця 3.10 Мікробіологічні показники технологічної води для пива

№ з/п	Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показник а
		За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
1	Загальна кількість бактерій в 1 см ³ води, не більше	100	20	100
2	Бактерії кишкової групи:	0	0	0
	В 10 см ³ води, не більше	3	0	3
	В 10 см ³ води, не більше			

Вода повинна бути без запаху при 20°C та при нагріванні її до 60°C, а також при підкисленні до рН 3. Вода не має мати сторонніх присмаків при 20°C. Колір води від безбарвного до слабо-жовтого – до 10 градусів за платино-кобальтовою або імітуючою шкалою. Технологічна вода повинна бути прозорою. Каламутність води повинна бути не більшою за 1 мг/дм за стандартною шкалою [4].

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Обмежувальні норми якості хмелю гранульованого згідно ДСТУ 4098.2-2002 зазначені у табл. 3.11[7].

Таблиця 3.11 **Обмежувальні норми якості хмелю гранульованого.**

Назва показника	Норма
Колір	Від світлозеленого до зеленого на поверхні гранул і на їх зламі
Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині	Не менше 2,5
Вологість, %	Не більше 10,0 Не менше 7,0
Запах	Чисто хмелевий
Вміст нехмельових домішок	Не допускається
Наявність плісняви	Не допускається

Таблиця 3.12 — **Основні характеристики сировини**

Сировина, %	Вологість, %	Екстрактивність, % СР
Солод світлий ячмінний	5	79
Солод карамельний	6	72
Солод пшеничний	5	74
Кукурудза	13	78

Органолетичні і фізико-хімічні показники якості світлого, карамельного і темного солодів за ДСТУ 4282:2004 вказані в табл. 3.13, 3.14 і 3.15 [8].

Таблиця 3.13 — Органолептичні показники світлого і темного 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-
Запах	Солодовий, більш концентрований у темного солоду. Не дозволено: кислий, запах плісняви та інші не властиві солодовому
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній

Таблиця 3.14 — Фізико-хімічні показники карамельного і паленого солоду.

Назва показника	Норма для типів солоду		
	карамельного		паленого
	I класу	II класу	
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	5,0	6,0	6,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, %, не менше	75,0	70,0	70,0
Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0	—
Масова частка смітної домішки, %, не більше	0,5	0,5	0,5
Колір (величина Лінтнера – Ln), не менше	20,0	20,0	100,0

Таблиця 3.15 — Фізико-хімічні показники світлого і темного солоду

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

Обов'язковою сировиною у пиво-безалкогольному виробництві є вода. Для її характеристики спочатку наводять вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [4].

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Показники вмісту токсичних елементів, N-нітрозамінів, мікотоксинів та допустимі рівні радіонуклідів у солоді вказані у табл. 3.16-3.17 [8].

Таблиця 3.16 — Вміст токсичних елементів, N-нітрозамінів та мікотоксинів у солоді пивоварному ячмінному.

Найменування показника	Допустимі рівні, не більше, мг/кг	Метод визначення
Миш'як	0,2	Згідно ДСТУ 4089
Мідь	10,0	ДСТУ ISO 6778-2003
Свинець	0,5	ДСТУ ISO 11885-2005
адмій	0,1	ДСТУ ISO 11885-2005
Цинк	50,0	ДСТУ ISO 10301-2004
N-нітрозаміни	0,015	Згідно з ДСанПін 4.4.2.030
Мікотоксини: Афлатоксин В ₁	0,005	Згідно з рекомендаціями № 2273, № 4082, № 3942
Ртуть	0,03	ДСТУ ISO 11885-2005

Таблиця 3.17 – Допустимі рівні радіонуклідів у солоді пивоварному ячмінному.

Показники	Допустимі рівні	Метод контролювання
¹³⁷ Cs	50	Згідно з ДСТУ 3240
⁹⁰ Sr	30	Згідно з ДСТУ 3240

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Характеристика допоміжних матеріалів вказана у табл. 3.18

Таблиця 3.18 — Характеристика допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Характеристика	Нормативна документація
Пляшки скляні	Видуваються зі скла вітчизняного виробництва	ТУУ 6-002096 51.1 27-97
Етикетка поліпропіленова	Надрукована на поліпропіленовій стрічці і зберігається у вигляді бухти по 15000-20000 шт.	ТУУ 22.1-16476839-001-04
Етикетка і кольєретка	Для пляшок надруковані на папері густиною 70-80 г/дм ²	ТУУ 21.2-20625995001-2002

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Потужність пивоварного заводу становить 5,5 млн дал пива на рік. Асортимент пива (у % до загального випуску): American Light Lager — 30, Czech Dark Lager — 35, Weizenbock — 35.

Рецептура проєктованих сортів пива наведена в табл. 2.1.

Основні характеристики сировини для виробництва пива наведені в табл. 4.1.

Середньозважені втрати на основних стадіях виробництва пива зазначені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 — Втрати на стадіях виробництва пива

Втрати	Пиво з масовою часткою початкового суслу		
	American Light Lager, 10%	Czech Dark Lager, 13%	Weizenbock, 17,5%
Екстракту: з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	2,2	2,2	2,2
під час охолодження, на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого суслу	5,6	6,4	7,3
У цеху бродіння, % від об'єму холодного суслу	2,4	2,2	2,5
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива,	2,3	2,4	2,6
в тому числі під час фільтрування	1,1	1,1	1,1
При розливі, % до об'єму фільтрованого пива	2,5	2,5	2,5
Загальні видимі по рідкій фазі, % від об'єму гарячого суслу	10,2	10,8	11,9
Виправний брак	2,0	2,0	2,0

4.2 Продуктові розрахунки

American Light Lager. У 100 кг вихідної сировини знаходиться 70 кг світлого ячмінного солоду та 30 кг кукурудзи. Під час полірування солоду втрати складають 0,1% або $70 \cdot 0,001 = 0,07$ кг. На подрібнення солоду поступає

$$70 - 0,07 = 69,93 \text{ кг.}$$

При вологості солоду 5% та кукурудзи 13% кількість сухих речовин в заторі становитиме:

$$\text{у солоді — } 69,93 \cdot (1 - 0,05) = 66,43 \text{ кг;}$$

$$\text{у кукурудзі — } 30 \cdot (1 - 0,13) = 26,1 \text{ кг.}$$

$$\text{Усього сухих речовин в сировині } 66,43 + 26,1 = 92,53 \text{ кг.}$$

Приймаємо екстрактивність солоду 79%, а кукурудзи — 78% від маси сухих речовин. Вміст екстрактивних речовин у сировині становитиме:

$$\text{у солоді — } 66,43 \cdot 0,79 = 52,48 \text{ кг;}$$

$$\text{у кукурудзі — } 26,1 \cdot 0,78 = 25,32 \text{ кг.}$$

$$\text{Усього екстрактивних речовин міститься } 52,48 + 25,32 = 77,8 \text{ кг.}$$

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

$$77,8 \cdot (1 - 0,022) = 76,09 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$92,53 - 76,09 = 16,44 \text{ кг.}$$

Czech Dark Lager.

У 100 кг вихідної сировини знаходиться 20 кг світлого ячмінного солоду, 60 кг карамельного та 20 кг кукурудзи. Під час полірування світлого солоду втрати складають 0,1% або $20 \cdot 0,001 = 0,02$ кг. На подрібнення солоду поступає

$$20 - 0,02 = 19,98 \text{ кг.}$$

Карамельний солод не полірується.

При вологості світлого солоду 5%, карамельного 6% та кукурудзи 13% кількість сухих речовин в заторі становитиме:

$$\text{у світлому солоді — } 19,98 \cdot (1 - 0,05) = 18,98 \text{ кг;}$$

$$\text{у карамельному солоді — } 60 \cdot (1 - 0,06) = 56,4 \text{ кг;}$$

$$\text{у кукурудзі — } 20 \cdot (1 - 0,13) = 17,4 \text{ кг.}$$

$$\text{Усього сухих речовин в сировині } 18,98 + 56,4 + 17,4 = 92,78 \text{ кг.}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Приймаємо екстрактивність світлого солоду 79%, карамельного солоду — 72%, а кукурудзи — 78% від маси сухих речовин. Вміст екстрактивних речовин у сировині становитиме:

у світлому солоді — $18,98 \cdot 0,79 = 14,99$ кг;

у карамельному солоді — $56,4 \cdot 0,72 = 40,61$ кг;

у кукурудзі — $17,4 \cdot 0,78 = 13,57$ кг.

Усього екстрактивних речовин міститься $14,99 + 40,61 + 13,57 = 69,17$ кг.

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

$69,17 \cdot (1 - 0,022) = 67,65$ кг.

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$92,78 - 67,65 = 25,13$ кг.

Weizenbock. У 100 кг вихідної сировини знаходиться 70 кг світлого ячмінного солоду та 30 кг пшеничного солоду. Під час полірування ячмінного солоду втрати складають 0,1% або $70 \cdot 0,001 = 0,07$ кг. Під час полірування пшеничного солоду втрати складають $30 \cdot 0,001 = 0,03$ кг.

На подрібнення солоду поступає

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

пшеничного — $30 - 0,03 = 29,97$ кг.

При вологості обох солодів 5% кількість сухих речовин в заторі становитиме:

у світлому солоді — $69,93 \cdot (1 - 0,05) = 66,43$ кг;

у пшеничному солоді — $29,97 \cdot (1 - 0,05) = 28,47$ кг.

Усього сухих речовин в сировині $66,43 + 28,47 = 94,9$ кг.

Приймаємо екстрактивність світлого солоду 79%, а пшеничного — 74% від маси сухих речовин. Вміст екстрактивних речовин у сировині становитиме:

у солоді — $66,43 \cdot 0,79 = 52,48$ кг;

у кукурудзі — $28,47 \cdot 0,74 = 21,07$ кг.

Усього екстрактивних речовин міститься $52,48 + 21,07 = 73,55$ кг.

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

$73,55 \cdot (1 - 0,022) = 72,01$ кг.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$94,9 - 78,45 = 16,45 \text{ кг.}$$

Визначення проміжних продуктів

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

American Light Lager — 76,09 кг;

Czech Dark Lager — 67,65 кг;

Weizenbock — 78,45 кг.

При встановленій концентрації сусла American Light Lager 10%, Czech Dark Lager 13% і Weizenbock 17,5% із одержаної кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

American Light Lager — $(76,09 \cdot 100) / 10 = 760,9$ кг;

Czech Dark Lager — $(67,65 \cdot 100) / 13 = 520,38$ кг;

Weizenbock — $(78,45 \cdot 100) / 17,5 = 448,29$ кг.

Відносна густина сусла American Light Lager — 1,03021, Czech Dark Lager — 1,02678, Weizenbock — 1,03117. Об'єм сусла складає:

American Light Lager — $760,9 / 1,03021 = 738,59$ дм³;

Czech Dark Lager — $520,38 / 1,02678 = 506,81$ дм³;

Weizenbock — $448,29 / 1,03117 = 434,74$ дм³.

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

American Light Lager — $738,59 \cdot 1,04 = 768,13$ дм³;

Czech Dark Lager — $506,81 \cdot 1,04 = 527,08$ дм³;

Weizenbock — $434,74 \cdot 1,04 = 452,13$ дм³.

Холодне сусло. Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на замочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для American Light Lager — 5,6%, для Czech Dark Lager — 6,4% і для Weizenbock — 7,3% від об'єму гарячого сусла.

Таким чином, об'єм холодного сусла складає:

American Light Lager — $768,13 \cdot (1 - 0,056) = 725,11$ дм³;

Czech Dark Lager — $527,08 \cdot (1 - 0,064) = 493,35$ дм³;

Weizenbock — $452,13 \cdot (1 - 0,073) = 419,12$ дм³.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фільтроване пиво. Втрати у бродильному цеху і цеху фільтрації складають до об'єму пива: American Light Lager — 2,4%, Czech Dark Lager — 2,2%, Weizenbock — 2,5%. За таких втрат кількість фільтрованого пива складає:

$$\text{American Light Lager} — 725,11 \cdot (1 - 0,024) = 707,71 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Czech Dark Lager} — 493,35 \cdot (1 - 0,022) = 482,50 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Weizenbock} — 419,12 \cdot (1 - 0,025) = 408,64 \text{ дм}^3.$$

Товарне пиво. Втрати товарного пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі в пляшки складають 2,5% для всіх найменувань пива. Кількість товарного пива буде:

$$\text{American Light Lager} — 707,71 \cdot (1 - 0,025) = 690,02 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Czech Dark Lager} — 483,5 \cdot (1 - 0,025) = 470,44 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Weizenbock} — 408,64 \cdot (1 - 0,025) = 398,42 \text{ дм}^3.$$

Сумарні видимі втрати по рідкій фазі:

$$\text{American Light Lager} — 768,13 - 690,02 = 78,11 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Czech Dark Lager} — 527,08 - 470,44 = 56,64 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Weizenbock} — 452,13 - 398,42 = 53,71 \text{ дм}^3.$$

або у % до об'єму гарячого сусла:

$$\text{American Light Lager} — 78,11 \cdot 100 / 768,13 = 10,17\%;$$

$$\text{Czech Dark Lager} — 56,64 \cdot 100 / 527,08 = 10,75\%;$$

$$\text{Weizenbock} — 53,71 \cdot 100 / 452,13 = 11,88\%.$$

Визначення витрати хмелю та молочної кислоти

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

American Light Lager. На 1 дал необхідно 0,32 г α -кислоти, а на 73,86 дал — 23,64 г або 0,02364 кг. Вихід гірких речовин складає 31%, отже, на 100% необхідно — 0,08 кг α -кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно $0,04 \cdot 100 / 9 = 0,44$ кг на 1 дал сусла і хмелевого екстракту — $0,04 \cdot 100 / 51,9 = 0,08$ кг на 1 дал сусла.

Czech Dark Lager. На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 50,68 дал — 10,14 г або 0,01014 кг. Вихід гірких речовин складає 31%, отже, на 100% необхідно — 0,03 кг α -кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$0,015 \cdot 100/9 = 0,17$ кг на 1 дал сусла і хмельового екстракту — $0,015 \cdot 100/51,9 = 0,03$ кг на 1 дал сусла.

Weizenbock. На 1 дал необхідно 0,32 г α -кислоти, а на 43,47 дал — 13,91 г або 0,01391 кг. Вихід гірких речовин складає 31%, отже, на 100% необхідно — 0,04 кг α -кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно $0,02 \cdot 100/9 = 0,22$ кг на 1 дал сусла і хмельового екстракту — $0,02 \cdot 100/51,9 = 0,04$ кг на 1 дал сусла.

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

Визначення кількості відходів

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86% при варці сусла пива:

American Light Lager — $16,44 \cdot 7,14 = 117,38$ кг;

Czech Dark Lager — $25,13 \cdot 7,14 = 179,43$ кг;

Weizenbock — $16,45 \cdot 7,14 = 117,45$ кг.

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

Надлишкові дріжджі. Витрати дріжджів з вологістю 86% на 10 дал пива складають 1,53 дм³.

Половину надлишкових дріжджів використовуються як засівні, решта є відходом. Кількість дріжджів, яка йде на відходи, складає:

American Light Lager — $690,02 \cdot 0,01 = 6,9$ дм³;

Czech Dark Lager — $470,44 \cdot 0,01 = 4,7$ дм³;

Weizenbock — $398,42 \cdot 0,01 = 3,98$ дм³.

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

American Light Lager — $725,11 \cdot 1,03021 = 747,02$ кг;

Czech Dark Lager — $493,35 \cdot 1,02678 = 506,56$ кг;

Weizenbock — $419,12 \cdot 1,03117 = 432,18$ кг.

У ньому міститься сухих речовин:

American Light Lager — $747,02 \cdot 0,10 = 44,7$ кг;

Czech Dark Lager — $506,56 \cdot 0,13 = 65,85$ кг;

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Weizenbock — $432,18 \cdot 0,175 = 75,63$ кг.

При дійсному ступені зброджування American Light Lager утворюється 50% діоксиду вуглецю, Czech Dark Lager — 48%, Weizenbock — 53%:

American Light Lager — $44,7 \cdot 0,5(176/342) = 11,5$ кг;

Czech Dark Lager — $65,85 \cdot 0,48(176/342) = 16,27$ кг;

Weizenbock — $75,63 \cdot 0,53(176/342) = 20,63$ кг.

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

American Light Lager — $747,02 \cdot 0,035 = 2,61$ кг;

Czech Dark Lager — $506,56 \cdot 0,035 = 1,77$ кг;

Weizenbock — $432,18 \cdot 0,035 = 1,51$ кг.

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

American Light Lager — $11,5 - 2,61 = 8,89$ кг;

Czech Dark Lager — $16,27 - 1,77 = 14,5$ кг;

Weizenbock — $20,63 - 1,51 = 19,12$ кг.

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

American Light Lager — $8,89 \cdot 1,832 = 16,29 \text{ м}^3$;

Czech Dark Lager — $14,5 \cdot 1,832 = 26,56 \text{ м}^3$;

Weizenbock — $19,12 \cdot 1,832 = 35,03 \text{ м}^3$.

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

American Light Lager — $11500/69 = 166,7$ кг;

Czech Dark Lager — $16270/47,04 = 345,88$ кг;

Weizenbock — $20630/39,84 = 517,82$ кг.

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

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Отримана кількість продуктів на 1 дал пива та річний випуск продукції зведена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 — Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукти	American Light Lager			Czech Dark Lager				Weizenbock	
	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 1,65 млн. дал	на 100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 1,925 млн. дал	на 10 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 1,925 млн. дал
Зернова сировина, кг:									
світлий солод	70	1,01	1673000	20	0,43	818125	70	1,76	3382225
карамельний солод	—	—	—	60	1,28	2456300	—	—	—
пшеничний солод	—	—	—	—	—	—	30	0,75	1449525
кукурудза	30	0,44	718000	20	0,43	818125	—	—	—
Усього, кг	100	1,45	2391000	100	2,126	4092550	100	2,51	4831750
Інші види сировини									
Хміль:									
гранульований	30,4	0,44	730000	8,0	0,17	327250	8,76	0,22	423500
екстракт	5,52	0,08	132000	1,41	0,03	57750	1,59	0,04	77000
Молочна кислота 100 %-ва	0,08		132000	0,08		154000	0,08		154000
Проміжні продукти, дм ³									
гаряче сусло	768,1	11,13	18364500	527,1	11,21	21579250	452,1	11,35	21848750
холодне сусло	725,1	10,51	17341500	493,3	10,49	20193250	419,1	10,52	20251000
фільтроване пиво	707,7	10,26	16929000	482,5	10,26	19750500	408,6	10,25	19731250
товарне пиво	690,0	10,0	16500000	470,4	10,0	19250000	398,4	10,0	19250000

Продовження табл. 4.2

Відходи:									
пивна дробина, кг	117,4	1,70	2805000	179,4	3,81	7334250	117,5	2,95	5678750
відстій сепараторний, кг	1,75	0,025	41250	1,75	0,037	71225	1,75	0,044	84700
надлишкові дріжджі, дм ³	6,90	0,1	165000	4,70	0,099	190575	3,98	0,099	190575
діоксид вуглецю, кг	8,89	0,129	212850	14,50	0,308	592900	19,12	0,48	924000
відходи від полірування, кг	0,07	0,001	1650	0,02	0,0004	770	0,10	0,002	3850

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Пляшки. Приймаємо, що пиво розливається в пляшки місткістю 0,5 дм³.
необхідна кількість пляшок:

$$N_{\text{пл.заг}} = \frac{Q \cdot 100}{V(100 - K_6)} = \frac{5500000 \cdot 100}{0,5(100 - 3,09)} = 11350737 = 11,35 \text{ млн. шт.},$$

де K_6 — бій пляшок при зберіганні, митті та розливі, %.

$$N_{\text{пл.нов}} = \frac{Q \cdot (K_n + K_6)}{V \cdot 100} = \frac{5500000 \cdot (5 + 3,09)}{0,5 \cdot 100} = 889900 \sim 890 \text{ тис. шт.},$$

де K_n — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %.

$$N_{\text{пл.об}} = \frac{Q}{V \cdot n} = \frac{5500000}{0,5 \cdot 40} = 275 \text{ тис. шт.},$$

де n — кількість обертів пляшок у рік.

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

$$\frac{11,35}{20(1 - 0,02)} = 0,579 \text{ млн. або } 57,9 \text{ тис. шт.}$$

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

$$\frac{57,9 \cdot (100 - 90)}{100} = 5,79 \text{ тис. шт.}$$

Необхідність в ящиках при 40 оборотах пляшок на рік складає:

$$\frac{11,35}{40 \cdot 20} = 0,0142 \text{ млн. або } 1,42 \text{ тис. шт.}$$

Кронен-пробки і етикетки. За нормами витрат на 1 дал пива необхідно
104,5 % кронен-пробки і 103 % етикеток від кількості пляшок готової
продукції і в середньому 20,9 етикеток, що необхідно на річний випуск
продукції:

кронен-пробок — $11,35 \cdot 1,045 = 11,86$ млн. шт.;

етикеток — $11,35 \cdot 1,03 = 11,69$ млн. шт.

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

$$11,35 \cdot 1100 = 1248,5 \text{ кг.}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Клей декстрин для наклейки етикеток на пляшки. На наклеювання етикеток на пляшки місткістю 0,5 дм³ витрачають 5,5 г на 1 дал пива. На річний випуск пива в пляшках місткістю 0,5 дм³ необхідно декстрину:

$$11,35 \cdot 0,275 / 1000 = 3121 \text{ кг.}$$

Кількість тари та допоміжних матеріалів наведена в табл. 3.3.

Таблиця 4.3 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Тара і допоміжні матеріали	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	добу	рік
Пляшки, млн. шт.:		
загальна кількість	0,0329	11,35
нові	0,0026	0,89
оборотні	0,0008	0,275
Ящики, млн. шт.:		
загальна кількість	0,0017	0,579
нові	0,00017	0,0579
оборотні	0,00004	0,0142
Кронен-пробки, млн. шт.	0,0343	11,86
Етикетки, млн. шт.	0,0339	11,69
Каустична сода, кг	3,62	1248,5
Клей декстрин, кг	9,05	3121

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Потужність заводу (Q) складає 5 500 000 дал пива на рік. Із них 1 650 000 дал — American Light Lager і по 1 925 000 дал Czech Dark Lager та Weizenbock.

Варильне відділення працює 2 зміни на добу, 28,5 діб на місяць та 323 днів на рік (з урахуванням 36 год/міс на дезінфекцію та профілактичний ремонт).

Річна витрата зернопродуктів розраховується виходячи з того, що на 1 дал товарного пива витрачається зернової сировини:

American Light Lager — 1,45 кг;

Czech Dark Lager — 2,13 кг;

Weizenbock — 2,51 кг.

Отже, отримаємо:

American Light Lager — $G_{\text{річн}} = 1650000 \cdot 1,45 = 2392500$ кг;

Czech Dark Lager — $G_{\text{річн}} = 1925000 \cdot 2,13 = 4100250$ кг;

Weizenbock — $G_{\text{річн}} = 1925000 \cdot 2,51 = 4831750$ кг;

Разом — $G_{\text{річн}} = 2392500 + 4100250 + 4831750 = 11324500$ кг.

Добова витрата зернопродуктів розраховується виходячи з того, що випуск продукції в найбільш напружений квартал приймається рівним 30 % від річного. При роботі варильного відділення 28,5 діб в місяць добова витрата зернопродуктів складає:

$$G_{\text{доб}} \frac{G_{\text{річн}} \cdot 0,3}{28,5 \cdot 30} = \frac{11324500 \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 39735 \text{ кг} \sim 39,7 \text{ т.}$$

За добовою переробкою зернопродуктів підбираємо варильний агрегат. Уточнений одноразовий засип складає:

$$Q_{\text{од}} = \frac{G_{\text{доб}}}{Z} = \frac{39,7}{5,4} = 7,3 \text{ т,}$$

де Z — оборотність варильного агрегату.

Обираємо однопорядковий шестиапаратний варильний агрегат із засипом 5,5 т на один порядок, що дозволяє переробляти 39,7 т зернопродуктів за добу.

Далі розраховуємо транспортне обладнання — норію для солоду та кукурудзи.

Приймаємо, що норія для відпуску солоду та кукурудзи з зерносховища працює щоденно протягом 3 годин. Тоді її продуктивність повинна бути не менше:

$$Q_{\text{норії}} = \frac{G_{\text{доб}}}{\tau} = \frac{39,7}{3} = 13,2 \text{ т/год,}$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

де τ — час роботи норії.

Приймаємо до встановлення 1 норію *НЗ-20*, потужністю 20 т/год по «важкому зерну» або $20 \cdot \frac{0,53}{0,75} = 14,1$ т/год по солоду.

Для подачі зерна до норії приймаємо *стрічковий транспортер 4025-40*. Продуктивність транспортеру складає:

$$Q_{\text{тр}} = 155 \cdot B^2 \cdot v \cdot \rho,$$

де B — ширина стрічки (0,2 м);

v — швидкість стрічки (1,25 м/с);

ρ — насипна густина, т/м.

$$Q_{\text{тр}} = 155 \cdot 0,4^2 \cdot 1,25 \cdot 0,53 = 16,4 \text{ т/год.}$$

Ваги автоматичні для зважування солоду і кукурудзи повинні мати таку ж потужність, як і норія. Приймаємо до встановлення автоматичні ваги марки *Д-100-3* продуктивністю 8-24 т/год.

Бункери виробничого запасу зернопродуктів мають поміщати їх добовий запас, тобто 39,7 т. Об'єм добового запасу солоду розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{доб.сол}} = \frac{G_{\text{доб}}}{0,53} \cdot 1,1 = \frac{39,7}{0,53} \cdot 1,1 = 82,4 \text{ м}^3.$$

де 0,53 — об'ємна маса товарного солоду.

Обираємо 3 бункери окремо для кожного виду солоду об'ємом по 30 м³ кожен.

Геометричні розміри бункера для солоду при стороні квадрату $a = 2,5$ м і куті відкосу $\alpha = 30^\circ$ будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \text{tg } 30^\circ \cdot 2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,5774 \cdot 2 = 0,82 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \cdot h_1 = \frac{30}{2,5^2} - \frac{1}{3} \cdot 0,82 = 3,7 \text{ м,}$$

де V — це об'єм бункера для солоду, 3 м³.

Повітряно-ситовий сепаратор розраховуємо, виходячи з того, що на одну варку потрібно 5,5 т зернопродуктів. Отже, його продуктивність повинна бути $5,5/1,5 = 3,7$ т/год. Обираємо апарат *ЗСМ-5* продуктивністю 4,1 т/год.

Норія для підіймання очищеного солоду повинна мати потужність не менше повітряно-ситового сепаратора, тобто не менше 3,7 т/год. Тому

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

обираємо норію для зерна *НЗ-10*, потужністю 10 т/год по «важкому зерну» або $3 \cdot \frac{0,53}{0,75} = 7,1$ т/год по солоду.

Перед подрібненням зернопродукти звільняються від металічних домішок на *магнітному сепараторі*. Приймаємо одну магнітну лінію типу *БКМ2-3*.

Бункер для очищеного солоду повинен вміщувати не менш як півгодинний запас потужності повітряно-ситового сепаратора, тобто не менш як 1,85 т.

Отже, об'єм його повинен бути:

$$V_{\text{б.оч.сол}} = \frac{1,85}{0,53} \cdot 1,1 = 3,8 \text{ м}^3.$$

Приймаємо 3 бункери окремо для кожного виду солоду об'ємом по 4 м³ кожен.

Геометричні розміри бункера для очищеного солоду при $a = 2$ м будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \text{tg } 30^\circ = 0,62 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{4}{2^2} - \frac{1}{3} \cdot 0,62 = 0,42 \text{ м.}$$

Ваги автоматичні для очищеного солоду на одну варку повинні мати потужність не менш як 1,5 т/год. Обираємо автоматичні ваги марки *Д-100-3* продуктивністю 8-24 т/год.

Дробарки. Дробарки повинні забезпечити подрібнення зерна на одну варку за 1,5-2 години.

Продуктивність солододробарки:

$$Q_{\text{др}} = \frac{Q_{\text{од}}}{\tau} = \frac{7,3}{1,5} = 5 \text{ т/год.}$$

Приймаємо 1 дробарку кондиційованого подрібнення *БД6-ВДА* продуктивністю 6 т/год для кожного типу солоду.

Продуктивність станку для подрібнення кукурудзи:

$$Q_{\text{вальц}} = \frac{Q_{\text{од}} \cdot 0,25}{\tau} = \frac{7,3 \cdot 0,25}{1,5} = 1,2 \text{ т/год.}$$

Приймаємо *валковий станок ВМП* продуктивністю $80 \cdot 0,5/24 = 1,7$ т/год.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Збірник промивних вод. Місткість збірника промивних вод, що отримуються при промиванні дробини, розраховують на 3 варки з урахуванням того, що на кожну тону зернопродуктів необхідно 2,4 м³:

$$V_{зб} = Q_{од} \cdot 3 \cdot 2,4 = 7,3 \cdot 3 \cdot 2,4 = 52,6 \text{ м}^3.$$

Приймаємо два однакових горизонтальних циліндричних збірника місткістю 30 м³. При діаметрі 2 м довжина збірника складатиме:

$$l = \frac{V_{зб} \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{30 \cdot 4}{3,14 \cdot 2^2} = 9,5 \text{ м.}$$

Заторний насос. Відповідно до режиму затирання заторна маса із заторного котла повинна перекачуватись за 20 хвилин. Із кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3,0-3,5 дм³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 5242 кг зернопродуктів відповідно:

$$V_{зат.маси} = 3974 \cdot 3,2 = 12717 \text{ дм}^3 = 12,7 \text{ м}^3.$$

Потрібна потужність насоса:

$$Q_{зат.нас} = \frac{V_{зат.маси} \cdot 60}{\tau} = \frac{12,7 \cdot 60}{20} = 38,1 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо насос відцентровий марки ФГ 29/40 з подачею 40 м³/год.

Насос для мутного суслу підбираємо за умови, що кількість мутного суслу, що вертається на фільтраційний апарат, складає 10% від загального об'єму заторної маси, а процес повернення відбувається всього за 10 хвилин. Тоді продуктивність складе:

$$Q_{мут.сус.нас} = 12,7 \cdot 0,1 \cdot \frac{60}{10} = 7,6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо до встановлення насос відцентровий консольного типу К8/18 з подачею 8 м³/год.

Приймаємо Заторний апарат ВКЗ-1,5 фірми "Schulz" місткістю 1500 кг;

Суловий насос. Подача охмеленого суслу в гідроциклонний апарат триває 20 хв. Найбільший об'єм суслу одержується при виробництві пива Weizenbock. Об'єм суслу визначаємо за пропорцією:

2,51 кг – 1,14 дал гарячого суслу;

1500 кг – x дал гарячого суслу.

$$x = \frac{1500 \cdot 1,14}{2,51} = 6,81 \text{ м}^3.$$

Подача сулового насосу:

$$Q_{сус.нас} = \frac{6,81 \cdot 60}{20} = 20,43 \text{ м}^3/\text{год.}$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Приймаємо насос відцентровий консольного типу КМ65-50-160 з подачею 25 м³/год.

Приймаємо Фільтр-прес ФП-400/21 фірми “Schulz” місткістю 10,6 м³;

Насос для вилучення дробини. Для зручності перекачування дробина розбавляється водою у співвідношенні 1:4, і процес її передачі в збірник триває 15 хв. Маса дробини з однієї варки:

2,13 кг – 3,81 кг дробини;

1500 кг – x кг дробини.

$$X = \frac{1500 \cdot 3,81}{2,13} = 2683,1 \text{ кг.}$$

Об’єм дробини, що направляється в збірник:

$$V_{\text{др}} = 2683,1 \cdot 4 = 10,7 \text{ м}^3.$$

Потужність насосу:

$$Q_{\text{нас}} = \frac{10,7 \cdot 60}{15} = 42,8 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо насос відцентровий марки ФГ 57,7/9,5 з подачею 50 м³/год.

Бункер для дробини повинен вміщувати дробину з однієї варки. При діаметрі бункера 4 м його висота складе:

$$H = \frac{V_{\text{др}} \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{10,7 \cdot 4}{3,14 \cdot 4^2} = 0,85 \text{ м.}$$

Збірник розраховують на дводобовий запас дробини:

$$V_{\text{зб.др}} = 10,7 \cdot 2 \cdot 5,4 = 115,6 \text{ м}^3.$$

Приймаємо Суловарильний апарат ВСЦ-1,5А фірми “Schulz” місткістю 11,65 м³;

Характеристика обраного технологічного та допоміжного обладнання наведена в таблиці 5.1.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Таблиця 5.1 — Характеристика технологічного та допоміжного обладнання

№	Номер позиції на апаратурно-технологічній схемі	Назва, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика обладнання	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год	Примітка
1	1	Норія НЗ-3	1	Продуктивність технічна по зерну, т/год, не менше 3. Максимальна висота підйому, м, 10. Частота обертання барабану, об/хв., не більше 74. Швидкість стрічки, м/с, 1,6. Крок ковшів, мм, 250. Ширина стрічки, мм, 125.	0,75	3	Bonfiglioli, Італія
2	2	Шнековий транспортер 4025-20	1	Ширина шнеку, мм, 200. Діаметр привідного барабану, мм, 250. Швидкість руху шнеку, м/с, 1,25. Продуктивність, 125 м ³ /год.			Viplast, Україна
3	8	Ваги автоматичні Д-20	1	Межа зважування, кг, 15-20. Продуктивність, т/год, 1,44-6,01. Об'єм ковша, м ³ , 0,044. Габаритні розміри, мм, 900×750×800. Маса, кг, 155.	—		Техно ваги, Україна
4	3	Бункер виробничого запасу зернопродуктів	3	Місткість, м ³ , 3. Висота пірамідальної частини, м, 0,82. Висота прямокутної частини, м, 0,12.	—	—	Україна

Продовження табл. 5.1

5	6	Повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-5	1	Продуктивність по товарному ячменю, т/год, 4,1. Витрата повітря на аспірацію, м ³ /хв, 3500. Частота обертів двигуна, об./хв, 1450. Габаритні розміри, мм, 2755×1200×2500. Маса, кг, 900.	1,1	1,5	Україна
6	7	Магнітний сепаратор БКМ2-3	1	Кількість магнітних ліній, шт., 2. Довжина однієї лінії, мм, 300. Кількість магнітів, шт., 24. Габаритні розміри, мм, 470×320×600. Маса, кг, 27.			UKRMS, Україна
7	9	Бункер для очищеного солоду	1	Місткість, м ³ , 2. Висота пірамідальної частини, м, 0,62. Висота прямокутної частини, м, 0,11.	—	—	Україна
8	10	Дробарка RM-W	1	Продуктивність, т/год, 1,7. Габаритні розміри, мм, 1400×1400×6000. Маса, кг, 650.	17	1,5	Rubble Master, Польща
9	10	Станок валковий ВМП 18,5×40	1	Кількість електродвигунів, шт., 2. Маса станку без двигунів, кг, 1000.	10	1,5	Україна
10	12	Заторний апарат ВКЗ-1,5	2	Місткість, м ³ , 9. Площа поверхні нагріву, м ² , 7,3. Внутрішній діаметр, мм, 2500. Діаметр із шаром теплоізоляції, мм, 2700. Висота, мм: циліндричної частини – 1200, кришки – 1410, сферичного днища – 1000. Частота обертання, об./хв: мішалки – 41,5, електродвигуна – 1500.	3	8	Україна

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Продовження табл.5.1

11	17	Суловарильний апарат ВСЦ-1,5А	1	Місткість, м ³ , 11,65. Площа поверхні нагріву, м ² , 8,75. Внутрішній діаметр, мм, 2900. Діаметр із шаром теплоізоляції, мм, 3070. Висота, мм: циліндричної частини – 1200, кришки – 1435, сферичного днища – 1020. Частота обертання, об./хв: мішалки – 41,5, електродвигуна – 1500.	3	8	Schulz, Україна
12	14	Фільтр-Прес ФП-400/21	2	Місткість, м ³ , 10,6. Внутрішній діаметр, мм, 3150. Діаметр із шаром теплоізоляції, мм, 3356. Висота, мм: циліндричної частини – 1365, кришки – 1655. Частота обертання, об./хв: мішалки – 11,6, електродвигуна – 915.	2,2	8	Schulz, Україна
13	16	Збірник	1	Місткість, м ³ , 6. Діаметр, м, 2. Довжина, м, 1,9.	—	—	Schulz, Україна
14	11	Насос відцентровий ФГ29/40	1	Подача, м ³ /год, 40. Напір, м, 35. Кількість обертів двигуна, об./хв, 3000.	11		Україна
15	11	Насос відцентровий К8/18	1	Подача, м ³ /год, 8. Напір, м, 18. Кількість обертів двигуна, об./хв, 3000.	1,5		Україна
16	11	Насос відцентровий КМ65-50-160	1	Подача, м ³ /год, 25. Напір, м, 32. Кількість обертів двигуна, об./хв, 3000.	5,5		Україна
17	11	Насос відцентровий ФГ57,7/9,5	5	Подача, м ³ /год, 50. Напір, м, 10. Кількість обертів двигуна, об./хв, 3000. Габаритні розміри, мм, 985×310×225. Маса, кг, 94.	4		Україна

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

6. РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Вихідними даними для розрахунків площі складських приміщень є результати розрахунку продуктів.

Площа складу для сировини та допоміжних матеріалів визначається за формулою:

$$S = \frac{M \cdot n \cdot k}{\tau \cdot m},$$

де M — річна кількість сировини та матеріалів;

n — норма запасу сировини, міс.;

k — коефіцієнт використання площі;

τ — кількість місяців роботи заводу в рік, міс.;

m — питоме навантаження на 1 м² площі, кг.

Склад хмелю:

$$S_{\text{хм}} = \frac{1747500 \cdot 1 \cdot 1,5}{11,3 \cdot 1000} = 231,9 \text{ м}^2.$$

Склад несолодженої сировини:

$$S_{\text{несол}} = \frac{1536125 \cdot 3 \cdot 0,5}{11,3 \cdot 1500} = 135,9 \text{ м}^2.$$

					РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

7. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Метою технохімічного контролю гарантія якості. Це роблять за допомогою зняття параметрів з речовин, які задіяні у виробництві як при потраплянні їх на виробництво, так і в самому процесі. Лабораторія стежить за тим, щоб продукти, які задіяні у виробництві були екологічно чисті та безпечні для здоров'я людини.

Заводська лабораторія призначена для управління якістю продукції. Приміщення центральної лабораторії розміщене на першому поверсі, біля цеху пивовиробництва. Тут проводять основні аналізи по оцінці якості сировини, допоміжних матеріалів, пива, а також мікробіологічний контроль.

Основні робочі реактиви лабораторії - це йод, луг, кислота, а також буферні розчини для рН-метрів. Відбір проб на пиво, сусло і допоміжні матеріали здійснюються згідно нормативної документації. Щоб управляти якістю продукції в лабораторії проводять дегустацію, вдосконалюють і освоюють нові методи проведення аналізів, вживають заходи щодо поліпшення колоїдної стійкості пива.

Метою технохімічного контролю гарантія якості. Це роблять за допомогою зняття параметрів з речовин, які задіяні у виробництві як при потраплянні їх на виробництво, так і в самому процесі. Лабораторія стежить за тим, щоб продукти, які задіяні у виробництві були екологічно чисті та безпечні для здоров'я людини [12].

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Схема технохімічного і мікробіологічного контролю технологічних процесів наведена в табл. 7.1 [12].

Таблиця 7.1 **Схема технохімічного контролю технологічних процесів**

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Показник, що контролюється	Метод контролю	Норма або техноло-гічні показники	Періодич-ність відбору проб	Відпові-дальний за аналіз
1	2	3	4	5	6	7
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Органо-лептично	Однорідна зернова маса, без плісняви	В день надходжен-ня на завод	Хімік
		Колір		Відповідає виду солоду		
		Смак і запах		Солодовий		
	В середній пробі від партії	Прохід крізь сито (2,2x20) мм, %, не більше	Ваговий метод	3,0		
		Масова частка смітних домішок, %, не більше		0,3		
		Масова частка вологи, %	Метод прискоро-реного сушіння	4-6		
Ячмінь	В кожній пробі	Колір	Органо-лептично	Від світло-жовтого до жовтого	Під час приймання	Хімік
		Масова частка вологи, %, не більше	Метод прискоро-реного сушіння	15		
		Смітні домішки, %, не більше	Ваговий метод	1,0		
		Зараженість	Візуально	Не допускається		

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7	
	В середній пробі	Екстрактивність, %, не менше	Конгресивний метод	76			
Кукурудза	В кожній пробі	Масова частка вологи, %, не більше	Метод прискореного сушіння	15	Під час приймання	Хімік	
		Смітні домішки, %, не більше	Ваговий метод	1,0			
		Зараженість	Візуально	Не допускається			
Хміль гранульований	В середній пробі	Масова частка вологи, %	Метод прискореного сушіння	7-10	Під час приймання	Хімік	
		Масова частка α -кислот, %, не менше	Поляриметричний метод	2,5			
Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Запах, бали, не більше	Органолептично	2	Кожен день	Хімік	
		Смак, бали, не більше		2			
		Прозорість		Прозора			
		Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	Комплексометрично	2-4			
		Окислюваність, мг О ₂ /дм ³ , не більше	Перманганатом	0,2			
		Загальна лужність, мг-екв/дм ³	Реакція з соляною кислотою при індикаторі	0,5-1,5			
		КМАФам, КУО/1 см ³ , не більше	Мікроскопіювання	100			Мікробіолог
		Колі-індекс в 1 дм ³ , не більше	Мікроскопіювання	3			
		Колі-титр, см ³ , не більше	Мікроскопіювання	300			

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Подрібнення солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %:	Ваговий метод		Не рідше 1 разу на декаду	Хімік
		лузга		15-18		
		крупка дрібна		30-35		
		крупка крупна		18-22		
		борошно		25-35		
Приготування затору	Заторний апарат	pH затору	pH-метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Хімік
Гаряче сусло	Сусло-варильна лінія	pH сусла	pH-метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Хімік
		Колір, см ³ 0,1 моль/дм ³ р-ну йоду на 100 см ³ води	Порівняння з розчином йоду	Світле – 0,36-0,63; темне – 9-10		

Метрологічне забезпечення технологічного процесу вказано в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Метрологічне забезпечення технологічного процесу

№	Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умови)	Межі вимірювання		Клас точності, допустимі похибки
1	Визначення густини сусла	Ареометри загального призначення АОМ – 2 ГОСТ 1848-71 та інші забезпечуючі вимірювальні прилади за вказаними метрологічними параметрами	1160...1240 кг/м ³		0,001 кг/м ³
2	Визначення pH сусла	pH-метри загального призначення ДСТУ 9021:2020 Метрологія. pH-метри та іоніметри лабораторні.	4...9		0,01
3	Повний аналіз молодого та фільтрованого пива	Багатофункціональний прилад для вимірювання складу рідини Anton Paar ДСТУ ГОСТ 8.368:2009 ГСИ. Плотномері радіоізотопні рідких середовищ і пульп.	Колір	0...100 ЕВС	±0,02 %
			Вміст спирту	0...18 % об	
			Вміст сухих речовин	0...40 %	
4	Визначення температури	Спиртові термометри по ГОСТ 27554-87 та інші	0...50 °C		±1°C

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Методи визначення показників якості

Метод визначення миючих розчинів після проведення СІР. Суть методу. Метод полягає у виявленні залишкових миючих розчинів після проведення СІР. Проведення аналізу. 1. За допомогою фенолфталеїну (тільки після СІР лужними розчинами). В колбу Ерленмеєра налити приблизно 10 см³ останньої промивної води після проведення СІР, додати декілька крапель фенолфталеїну. Якщо розчин забарвився у рожевий колір, то є залишок розчину лугу. При цьому необхідно провести додаткове ополіскування водою.

2. За допомогою лакмусових смужок. Беремо 2 колби. В одну колбу наливаємо контрольний зразок (звичайна вода), в іншу останню промивну воду після проведення СІР. Опускаємо в обидві колби лакмусову смужку, після чого дивимося забарвлення. Якщо колір відрізняється, то необхідно провести додаткове ополіскування водою.

Метод визначення вмісту діоксиду вуглецю в потоці пива. Сутність методу. Датчик вмісту CO₂ розроблений по закону Генрі, що застосовується для рівноважного стану газу і рідини у замкненому просторі. Згідно цього закону, кількість газу, розчиненого у рідині при визначеній температурі, прямо пропорційна тиску на поверхні рідини.

Постійна температура досягається при протіканні рідини через вимірювальну камеру датчика вмісту CO₂.

Рівноважний тиск досягається шляхом використання електролізу у вимірювальній камері. Значення CO₂ визначається за допомогою логарифмічної лінійки.

Принцип роботи.

- Прикріпити комплект шлангів до задньої частини датчика вимірювання вмісту CO₂.
- Потягнути ручку до себе (під впливом тиску зразок потече у вимірювальну камеру, а ручка буде знаходитись у положенні, для відбору проб).
- Задати бажану швидкість потоку за допомогою дросельного клапану.
- Почекати, поки вимірювальна камера заповниться зразком, не випускаючи вуглекислий газ чи піну.
- Повільно та плавно повернути ручку зворотному напрямку (тепер ручка буде в положенні для визначення).
- Прочитати покази манометра і температури після стабілізації цих значень.
- Обчислити значення CO₂ за допомогою логарифмічної лінійки. Показники рівні % масовому.

Визначення масової частки сухих речовин в початковому суслі за допомогою аналізатора пива «Антон Паар». Суть методу. Метод полягає у вимірюванні в кожній пробі відносної густини та об'ємної частки спирту, а всі

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

інші параметри розраховуються на основі цих двох базових вимірювань. Також за допомогою приладу можна визначити показник рН та колір в пробі.

Підготування до роботи. Вмикаємо прилади в такій послідовності:

- 1) SP-1м
- 2) DMA- 5000
- 3) Alcoalyzer Plus (тільки після повного тестування DMA-5000)
- 4) Принтер

- Прогрівати прилад протягом 1 години.
- Витягнути електрод вимірювання рН з розчину КСІ, промити дистильованою водою і вставити у вимірювальне гніздо.
- Налити у вимірювальні кювети дистильовану воду та 10%-ий розчин спирту для проведення перевірки роботи приладу.

Для аналізу пива з комбітанків пробу фільтрують через фільтр з кізельгуром. При аналізі готового пива пробу звільняють від вуглекислоти і фільтрують через паперовий фільтр.

Проведення випробувань. Досліджувані проби налити в кювети 8-10 мм нижче верхнього краю, розмістити до магазину пробовідбірника та натиснути кнопку «START».

Прилад автоматично відбирає досліджувану пробу, вимірює та роздруковує на приктері результати аналізу кожної проби.

Остання кювета в касеті повинна бути заповнена дистильованою водою (60°C).

Вимірювання вмісту розчинного кисню в потоці. Сутність методу. Визначення вмісту розчинного кисню за допомогою електро-хімічних датчиків, а саме киснеміра DIGOX 5, в постійному потоці пива.

Метод вимірювання, що використовується в роботі DIGOX 5, заснований на амперметричному розміщенні трьох електродів, які оснащені потенціометром.

Між вимірювальним електродом і протиелектродом встановлюється різниця потенціалів.

Струм, який вимірюється між цими електродами є результатом редукції кисню на поверхні вимірювального електрода. Виміряна сила струму прямопропорційна концентрації кисню. Контрольний електрод стабілізує вимірювану напругу.

Проведення випробування.

- Перед проведенням вимірювання злити пиво з крану в кількості не менше 3 літрів;
- Приєднати до пробовідбірного крану прилад за допомогою трубки із спеціальним затискачем;
- Відкрити кран;
- Ввімкнути прилад кнопкою «on/off». Прилад самостійно перевірить свою готовність до роботи і автоматично переключиться в режим вимірювання;

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

- Відрегулювати швидкість потоку (Flow) до значення 10 l/h (дані про швидкість потоку відображені в правому верхньому вікні екрану приладу);
- Регулювання рівня потоку здійснюється за допомогою регулятора, який
 - розміщений з лівого боку приладу;
 - Протягом пропускання пива через вимірювальний блок приладу у лівому верхньому вікні екрану відображається зміна температури. Результат вимірювання отримуємо, коли значення температури стабілізується. Результат виражається в мг/л розчинного кисню;
- Вимкнути прилад шляхом утримування деякий час (3-5 секунд) кнопки «on/off»;
- Від'єднати прилад від крану;
- Обов'язково промити прилад водою після вимірювання.

Аналіз та контроль стоків на очисних спорудах

Проба з аеротенку:

- рН і температура;
- наливається вода в конус на 1л для відстоювання і залишається на 30 хв. Після відстоювання знаходять індекс мулу:

$$IM = \text{кількість мулу} / C3;$$

- сухий залишок (перед аналізом потрібно зважити попередньо висушений фільтр, і через нього профільтрувати 50 мл води; потім висушити фільтр і зважити);

$$C3 = (\text{маса фільтру з залишком} - \text{маса фільтра}) / 50 * 1000.$$

Оптимальне значення $C3 = 4,0$; якщо більше, то мул потрібно починати видаляти в керований мулозбірник.

Проба з метанового реактору:

- рН і температура;
- визначення летючих жирних кислот (ЛЖК). Для цього необхідно відфільтрувати 20 мл води. Потім титрують до значення $pH = 5$ сірчаною кислотою 0,05 н.

$$TAC = \text{кількість кислоти, що пішло на титрування} * 250;$$

Після цього титруємо до $pH = 4,4$ і знаходимо VFA:

$$VFA = ((\text{кількість кислоти, що пішло на титрування} * 1,66) - 0,15) * 500.$$

$$ЛЖК = VFA / TAC.$$

Якщо $ЛЖК > 0,3$ потрібно припинити подачу води в метановий реактор, так як мікроорганізми не справляються з даною водою.

Проба з усереднювала:

- рН і температура;
- визначення летючих жирних кислот (ЛЖК);
- візуально визначаємо осад, наливши воду в конус на 1 л для відстоювання.

Проба з анаеробного тонкошарового відстійника:

- візуальне визначення осаду (не повинно бути).

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Проба з місця виходу в місто:

- рН і температура;
- ХСК-тест;

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

8. ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ

До роботи на підприємстві допускаються працівники, які в обов'язковому порядку пройшли медичний огляд відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України від 23.07.2002 № 280 «Щодо організації проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів працівників окремих професій, виробництв і організацій, діяльність яких пов'язана з обслуговуванням населення і може призвести до поширення інфекційних хвороб». Кожен співробітник повинен мати медичну книжку, куди регулярно заносяться результати медичних оглядів. Медичні книжки зберігаються в медпункті підприємства. Відповідальність за планування, організацію і контроль за проведенням медичних оглядів покладається на інженера з охорони праці та медсестру підприємства. Працівники, які не пройшли санітарної книжки, до роботи не допускаються [17].

Вимоги до використання засобів індивідуального захисту, робочого та санітарного одягу.

- На робоче місце працівник повинен приходити в спеціальному одязі, взутті, волосся повинен бути зібраний під головний убір, борода і вуса повинні бути захищені (тобто повністю закриті).

- Зміна особистої одягу повинна здійснюватися в гардеробних. Особистий одяг та спецодяг повинні зберігатися окремо. Приміщення для зміни одягу повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечувати безпосередній доступ персоналу, без необхідності виходу в будь-які зовнішні зони, до відповідних області виробництва. Шапки персоналу для особистих речей повинні регулярно перевірятися в ході внутрішніх аудитів, санітарних комісій і аудитів, на наявність сторонніх речей.

Вимоги до миття та дезінфекції.

- На підприємстві повинна проводитись дезінфекція приміщень, обладнання, комунікацій, інвентарю відповідно до інструкцій на робочому місці.

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

- Всі миючі і дезінфікуючі засоби, які використовуються для очистки поверхонь, контактуючих з харчовими продуктами, 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.

- Управління миючими і дезінфікуючими засобами відбувається у відповідності з документами: КД204-Р-005 «Реєстр вимог до складування та зберігання», і процедурою КД216-П-003 «Управління хімічними речовинами».

- Періодичність мийки і дезінфекції встановлюється графіками, які затверджують на кожну ділянку.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Концентрація дезінфікуючих засобів повинна контролюватися для підтвердження того, що фактична концентрація відповідає концентрації вказаній на етикетці.
- Програми СІР мийки обладнання, комунікацій встановлює відповідальний персонал. Оператори не мають права на зміну програм.
- Мийка і зовнішня чистка обладнання, підлоги, стін проводиться у відповідності з графіками і розпорядженнями керівника підрозділу.

На підприємстві дотримання санітарних правил має важливе значення для технології бродильних виробництв, так як порушення санітарного режиму приводить до інфікування сировини, напівфабрикатів і готової продукції бактеріями і грибами, що призводить до псування продукції. Санітарно-гігієнічні вимоги до виробництва пива в основному направлені на боротьбу з інфікуванням пива патогенною мікрофлорою. Цього можна досягнути шляхом механізації технологічних процесів, дотримання працівниками правил особистої гігієни.

Виробничі приміщення слід розташовувати за технологічним процесом, не припускаючи зустрічі готової харчової продукції з сировиною. Приміщення, в яких виготовляють харчову продукцію, ізолюють від приміщень, в яких виготовляється технічна продукція.

Внутрішня поверхня стін, стелі, несучих конструкцій, дверей, підлоги виробничих приміщень, а також внутрішня поверхня стін силосів та бункерів, вбудованих у виробничі будівлі, повинна бути, як правило, без виступів, западин, поясків і дозволяти легко виконувати їх очищення. Висота вбудованих приміщень повинна відповідати висоті поверху [17].

Стіни виробничих приміщень повинні бути пофарбовані фарбами, що відповідають вимогам технічної естетики і санітарним нормам, які ставляться до харчових підприємств.

Підлога повинна мати рівне покриття, причому в приміщенні із виділенням пилу має бути передбачене зручне прибирання. Підлога виробничих приміщень з мокрими процесами покривається керамічними плитками. Вона також повинна бути стійкою до припустимих в процесі виробництва робіт механічного, теплового або хімічного впливу.

Приміщення з надлишками явного тепла, а також виробництва із значним виділенням газів, пари і пилу слід, як правило, розміщувати біля зовнішніх стін будівель та споруд. Найбільша сторона цих приміщень повинна примикати до зовнішньої стіни будівлі чи споруди. Для розташування таких приміщень потрібно передбачити одноповерхові будівлі.

Сучасні мийні засоби розчиняють або підвищують розчинність забруднень у воді, змочують очищені поверхні зниженням поверхневого натягу, емульгують жири, перешкоджають осадженню звільнених часточок забруднень і полегшують змивання забруднень водою, містять добавки проти корозії і мають бактерицидні властивості [17].

Застосовувані для дезінфекції засоби повинні мати високу бактерицидну активність, бути неотруйними, безбарвними, без запаху, добре розчинятися у

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

воді, не кородувати апаратуру, при зберіганні не втрачати активності, розчиняти пивний камінь.

CIP (Cleaning In Place) – це автоматична мийка і дезінфекція. Миття і дезінфекція проводиться шляхом ополіскування, мийки прямолінійним чи циркуляційним потоками лугу, кислот і дезінфікуючих речовин з подальшим повним видаленням їх і ополіскуванням водою. Задача CIP складає підготовку миючих розчинів потрібної концентрації, досягненні необхідної для них температури і автоматичної мийки обладнання.

CIP миття цеху пивовиробництва здійснюється за допомогою комп'ютерних програм, згідно з визначеними рецептами в автоматичному режимі. Через кожні 8-10 варок проводиться CIP сушловарильного апарату. У разі використання заторного фільтрпреса ще достатньо високі витрати на миття рам і пластин. Тому рекомендується проводити повне його очищення та дезінфекцію кожного тижня. При цьому перед обробкою лугом і після неї промивання необхідно проводити розбризкуванням води під високим тиском. Солодову і хмелеву дробину після промивання необхідно вилучати в спеціально обладнані збірники. Шнеки, ящики для дробини після звільнення промивають, 1 раз в тиждень пропарюють і дезінфікують.

Металеві пивопроводи промивають гарячою водою і пропарюють паром, а також періодично дезінфікують.

Після кожної варки гідроциклонні апарати ретельно миють. Пластинчаті теплообмінники кожний день промиваються гарячим (60 °C) 1% розчином лугу протягом 5 хв з наступним промиванням гарячою і холодною водою.

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО

9.1 Водопостачання та водовідведення

9.1.1 Розрахунки витрат гарячої води

У варильному відділенні гаряча вода використовується на затирання зернопродуктів, заливання фільтраційного апарату, вилужування пивної дробини та миття обладнання.

Витрати води на затирання 39,7 т зернопродуктів розраховують за формулою:

$$V_{ГВ1} = G_{доб} \cdot N_{ГВ} = 39,7 \cdot 4 = 158,8 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де $N_{ГВ}$ – норма витрати гарячої води на операцію, $\text{м}^3/\text{т}$.

Витрати води на заливання фільтр-пресу:

$$V_{ГВ2} = S \cdot h \cdot z \cdot n = 37,5 \cdot 0,014 \cdot 5,4 \cdot 2 = 5,67 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де S – площа фільтрації, м^2 ;

h – висота підситового простору, м;

z – оборотність варильного агрегату;

n – кількість фільтраційних апаратів.

Витрати води на вилужування пивної дробини:

$$V_{ГВ3} = V_{ГВ1} = 158,8 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Витрати води на миття обладнання варильного цеху:

$$V_{ГВ5} = \frac{3,2 \cdot 5500000}{323 \cdot 1000} = 54,5 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Витрати води на промивання суслопроводу:

$$V_{ГВ6} = \frac{3,9 \cdot 5500000}{323 \cdot 1000} = 66,4 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Витрати води на миття бункерів:

$$V_{ГВ7} = \frac{0,7 \cdot 5500000}{323 \cdot 1000} = 11,9 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Таблиця 9.1 – Витрати гарячої води

Назва операції	Температура води	Витрати води, $\text{м}^3/\text{добу}$
Затирання зернопродуктів	60	158,8
Заливання фільтр-пресу	80	5,7
Вилужування солодової дробини	80	158,8
Миття фільтрчану	60	23,8

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Миття обладнання	60	54,5
Промивання суслопроводів	60	66,4
Миття бункерів	60	11,9
Всього		479,9

9.1.2 Розрахунки витрат холодної води

Холодна вода у варильному відділенні використовується на видалення дробини, охолодження сусла та миття обладнання.

Витрати води на розбавлення пивної дробини:

$$V_{ХВ1} = V_{ГВ1} = 158,8 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Витрати води на видалення хмелевої дробини:

$$V_{ХВ2} = 39,7 \cdot 1 = 39,7 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Витрати води на охолодження сусла:

$$V_{ХВ3} = \frac{50 \cdot 90 \cdot 1 \cdot 7,3}{60} = 547,5 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Витрати води на миття обладнання:

$$V_{ХВ4} = \frac{3,2 \cdot 5500000}{323 \cdot 1000} = 54,5 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Витрати води на промивання суслопроводу:

$$V_{ГВ6} = \frac{3,9 \cdot 5500000}{323 \cdot 1000} = 66,4 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Таблиця 9.2 — Витрати гарячої води

Назва операції	Витрати води, м ³ /добу
Розбавлення пивної дробини	158,8
Видалення хмелевої дробини	39,7
Охолодження сусла	547,5
Миття обладнання	54,5
Промивання суслопроводів	66,4
Всього	866,9

9.2 Розрахунки витрат пари

У варильному відділенні пара використовується для приготування затору, кип'ятіння сусла з хмелем, підігрівання води, пропарювання суслопроводів.

Витрати пари на затирання залежать від прийнятого способу затирання. У даному кваліфікаційній роботі було обрано двовідварний спосіб затирання із засипом 5,5 т зернопродуктів. При гідромодулі 1:4 маса затору складе:

$$m_3 = 5500 + 5500 \cdot 4 = 27500 \text{ кг.}$$

Маса води:

$$m_b = 27500 - 5500 = 22000 \text{ кг.}$$

При теплоємності зернопродуктів 1,7 кДж/кг·К та води 4,19 кДж/кг·К питома теплоємність заторної маси становить:

$$C_3 = \frac{5500 \cdot 1,7 + 22000 \cdot 4,19}{5500 + 22000} = 3,7 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на підігрівання затору до 63 °С:

$$Q_1 = \frac{11000 \cdot 3,7 \cdot (63 - 52)}{0,95} = 471263 \text{ кДж.}$$

При цьому за добу:

$$M_1 = 471263 \cdot 5,4 = 2544821 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на підігрівання до 72 °С:

$$Q_2 = \frac{11000 \cdot 3,7 \cdot (72 - 63)}{0,95} = 385579 \text{ кДж.}$$

При цьому за добу:

$$M_2 = 385579 \cdot 5,4 = 2082126 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на підігрівання до кипіння:

$$Q_3 = \frac{11000 \cdot 3,7 \cdot (100 - 72)}{0,95} = 1199579 \text{ кДж.}$$

При цьому за добу:

$$M_3 = 1199579 \cdot 5,4 = 6477726 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на кип'ятіння відварки протягом 30 хв з урахуванням випаровування 5 % води та питомої теплоємності пароутворення 2260 кДж/кг:

$$Q_4 = \frac{11000 \cdot (30/60) \cdot 2260 \cdot 0,05}{0,95} = 654210 \text{ кДж.}$$

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

При цьому за добу:

$$M_4 = 654210 \cdot 5,4 = 3532737 \text{ кДж.}$$

Маса відварки після кип'ятіння:

$$11000 - \frac{11000 \cdot 0,05 \cdot 30}{60} = 10725 \text{ кг.}$$

Витрати тепла на підігрівання другої відварки (1/3 затору) до 72 °С:

$$Q_5 = \frac{9117 \cdot 3,7 \cdot (72 - 65)}{0,95} = 248558 \text{ кДж.}$$

При цьому за добу:

$$M_5 = 248558 \cdot 5,4 = 1342214 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на підігрівання до 100 °С:

$$Q_6 = \frac{9117 \cdot 3,7 \cdot (100 - 72)}{0,95} = 994233 \text{ кДж.}$$

При цьому за добу:

$$M_6 = 994233 \cdot 5,4 = 5368857 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на кип'ятіння другої відварки:

$$Q_7 = \frac{9117 \cdot (30/60) \cdot 2260 \cdot 0,05}{0,95} = 542222 \text{ кДж.}$$

При цьому за добу:

$$M_7 = 542222 \cdot 5,4 = 2927996 \text{ кДж.}$$

З однієї варки одержується 31212,5 дм³ гарячого сусла. У процесі кип'ятіння сусла з хмелем випаровується 15% води. Тоді початковий об'єм сусла:

$$V_{г.с} = \frac{31212,5 \cdot 100}{100 - 15} = 36720,6 \text{ дм}^3.$$

Маса сусла в котлі при відносній густині 1,03117 кг/дм³:

$$36720,6 \cdot 1,03117 = 37865,2 \text{ кг.}$$

Витрати пари на підігрівання сусла від 65 до 100 °С:

$$Q_8 = \frac{37865,2 \cdot 3,98 \cdot (100 - 65)}{0,95} = 5552229 \text{ кДж.}$$

При цьому за добу:

$$M_8 = 5552229 \cdot 5,4 = 29982039 \text{ кДж.}$$

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Таблиця 9.3 — Витрати тепла

Назва операції	Витрати тепла, кДж/добу
Підігрів першої відварки з 52 до 63 °С	2544821
Підігрів першої відварки з 63 до 72 °С	2082126
Підігрів першої відварки з 72 до 100 °С	6477726
Кип'ятіння першої відварки	3532737
Підігрів другої відварки з 65 до 72 °С	1342214
Підігрів другої відварки з 72 до 100 °С	5368857
Кип'ятіння другої відварки	2927996
Кип'ятіння сусла з хмелем	29982039
Підігрівання води для заливання сит фільтраційного апарату	3733290
Підігрівання води для вилужування солодової дробини	8462124
Всього	66453930

9.3 Розрахунки витрат холоду

У варильному відділенні холод необхідний для охолодження гарячого сусла.

Об'єм гарячого сусла по кожному сорту пива, з однієї варки:

$$V_1 = \frac{5500 \cdot 1,113}{1,45} = 4221,7 \text{ дм}^3,$$

$$V_2 = \frac{5500 \cdot 1,121}{2,13} = 2894,6 \text{ дм}^3,$$

$$V_3 = \frac{5500 \cdot 1,135}{2,51} = 2487,1 \text{ дм}^3.$$

Загальний об'єм сусла, який охолоджується за добу:

$$V_{г.с} = (4221,7 \cdot 0,3 + 2894,6 \cdot 0,35 + 2487,1 \cdot 0,35) \cdot 5,4 \cdot 10 \\ = 170105,7 \text{ дм}^3/\text{добу}.$$

Середня екстрактивність початкового сусла:

$$E_{ср} = 10 \cdot 0,3 + 13 \cdot 0,35 + 17,5 \cdot 0,35 = 13,7\%.$$

Середньозважена питома теплоємність сусла:

$$c_{ср} = c_c \left(\frac{E_{ср}}{100} \right) + c_v \left(1 - \frac{E_{ср}}{100} \right),$$

де c_c – питома теплоємність сухих речовин сусла, кДж/кг·К;

c_v – питома теплоємність води, кДж/кг·К.

$$c_{ср} = 1,42 \left(\frac{13,7}{100} \right) + 4,19 \left(1 - \frac{13,7}{100} \right) = 3,81 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}.$$

Кількість тепла, що відводиться за добу:

$$Q = 170105,7 \cdot 1,0556 \cdot 3,81 \cdot (35 - 10) = 17103431 \text{ кДж}.$$

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

9.4 Розрахунки витрат електроенергії

У табл. 9.4 наведені показники витрат електроенергії.

Таблиця 9.4 — Витрати електроенергії

Найменування обладнання	Кількість обладнання, шт.	Паспортна потужність електро-двигуна, кВт		Коефіцієнт використання	Кількість одно-часно працюючого обладнання, шт.	Кількість годин роботи за добу	Витрати електро-енергії за добу, кВт/добу
		один	заг.				
Норія для зернопродуктів	1	4	4	0,8	1	3	9,6
Ваги автоматичні	3	1,4	2,8	0,8	1	3	3,4
Повітряно-ситовий сепаратор	1	1,1	1,1	0,8	1	1,5	1,3
Норія для солоду	1	1,1	1,1	0,8	1	3	2,6
Дробарка	1	26,2	78,6	0,8	1	1,5	31,4
Станок валковий	1	39	39	0,8	1	1,5	46,8
Заторний апарат	2	7,5	15	0,8	2	8	96
Сусловарильний апарат	1	7,5	15	0,8	2	8	96
Фільтраційний апарат	1	4	8	0,8	2	8	51,2
Насос ФГ29/40	1	11	11	0,8	1	1,8	15,8
Насос К8/18	1	1,5	1,5	0,8	1	1	1,2
Насос КМ65-50-160	1	5,5	5,5	0,8	1	1,8	7,9
Насос ФГ57,7/9,5	1	4	4	0,8	1	1,35	4,3
Всього		114	187				367,5

10. ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Необхідність переходу до якісно нового рівня ресурсоспоживання виступає об'єктивною і незаперечною умовою підвищення ефективності суспільного виробництва. Ця проблема є надзвичайно складною, оскільки потребує комплексного вирішення на всіх рівнях господарювання. Актуальність підвищення ресурсоефективності вітчизняної економіки зумовлюється високим рівнем ресурсо- та енергоємності продукції національного виробництва, яка внаслідок цього втрачає свої конкурентні позиції на зовнішньому та внутрішньому ринках; неефективним природокористуванням, а також нагромадженням суттєвих екологічних проблем

Основні цілі енерго- та ресурсозбереження виробництва:

- Зменшення виуглецевого вибросу в навколишнє середовище, переведення цього показника до нуля
- Суттєве зменшення витрат підготовленої та технічної води на всіх ділянках виробництва
- Забезпечення охорони праці на виробництві для доведення ризику травмувань робітників до нульового показника
- Унеможливлення відбраковки готової продукції через неякісну сировину та допоміжні матеріали, тим самим зменшити головний відсоток витрат виробництва

Основними заходами щодо забезпечення енергощадності виробництва є забезпечення зменшення зайвих витрат різної типу енергії на критичних ділянках виробничих процесів. Таким чином, на всьому технологічному обладнанні встановлена вимірювальна апаратура, що дозволяє у реальному часі відслідковувати фізичні показники процесів. Наприклад, на всіх варочних лініях впродовж всього технологічного процесу відслідковується такі показники як: рівень продукту у танку, тиск, температура, вологість, тощо. Завдяки постійному відслідковуванню фізичних показників оператор має змогу попередити небажані розходи енергії або сировини-продукту, а також керувати процесом більш точно.

Ще однією можливістю зменшити витрати виробництва – запровадження тестових та новітніх розробок інженерних систем. Всі трубопроводи, по яким проходить нагріта сировина чи продукт є ізольовані, а для безпосередніх процесів розроблені технологічні рішення для підвищення коефіцієнту корисної дії.

Кваліфікаційною роботою передбачено використання попереднього нагріву сусла, що суттєво зменшить витрати електроенергії на нагрів у середині суслотоварильного апарату внутрішнім кип'ятильником

Для підвищення ефективності проходження процесу кип'ятіння сусла з хмелем та зменшення енергетичних витрат виробництва на цій ділянці кваліфікаційною роботою розглянуто можливість попереднього нагріву сусла.

Для попереднього нагріву сусла існує виносні кип'ятильники, які підігрівають сусло на вході в суслотоварильний апарат, але при роботі з таким

					ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнанням на має можливості циркуляції теплоносіїв, що підвищує вартість технології.

Загальні розрахунки зменшення енерговитрат з впровадженням попереднього нагріву сусла:

$$E = M \times C_p \times (T_2 - T_1), \text{ де}$$

E – Енергія, що йде на нагрів сусла;

M – маса сусла;

C_p – теплоємність сусла;

Розрахунок енерговитрат без використання попереднього нагріву:

$$M = 1000 \text{ Гл};$$

$$T_1 = 75^\circ \text{ C};$$

$$T_2 = 100^\circ \text{ C, тоді:}$$

$$E = 100\,000 \times 4,0 \times (100 - 75) = 10\,000\,000 \text{ кДж} = 10000 \text{ МДж};$$

Розрахунок енерговитрат з використанням попереднього нагріву сусла до 92° C :

$$M = 1000 \text{ Гл};$$

$$T_1 = 92^\circ \text{ C};$$

$$T_2 = 100^\circ \text{ C, тоді:}$$

$$E = 100\,000 \times 4,0 \times (100 - 92) = 3\,200\,000 \text{ кДж} = 3200 \text{ МДж};$$

$$\text{Коефіцієнт енергозбереження} = \frac{10000 \text{ МДж} - 3200 \text{ МДж}}{10000 \text{ МДж}} = 68\%;$$

$$\text{Заощадження нагрітої пари} = \frac{6800000 \text{ кДж}}{2133 \text{ кДж / кг}} = 3188 \text{ кг};$$

Отже, при використанні технології попереднього нагріву сусла, витрати на підтримання температури процесу зменшуються на 68%. [20]

					ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Кваліфікаційною роботою розглянуто варильний цех заводу потужністю 5,5 млн. дал на рік.

Будівельна характеристика варильного цеху:

Найменування – варильний цех;

Кількість поверхів – 5 шт;

Висота поверхів – 4,6 м;

Сітка колон - 6х6 м;

Матеріал фундаменту – Пальовий;

Матеріал стін – Панелі типу “Сендвіч”;

Матеріал колон – нержавіюча сталь AISI 430;

Матеріал покриття – Сталеві форми; панелі типу “Сендвіч”;

Матеріал перегородок – Гіпсокартон за системою «Knauf»;

Гіпсокартон Knauf стіновий - це листовий матеріал, широко застосовуваний при вирівнюванні стін, пристрої перегородок, сендвіч-панелей, підвісних стель. Так само гіпсокартон використовують при зведенні декоративних конструкцій або обшивці стелі для вирівнювання поверхні.

Варильний цех має такі зміжні приміщення дл персоналу:

- Кабінет майстру цеху;
- Чоловіча роздягальна, душ, туалет;
- Жіноча роздягальна, душ, туалет;
- Механічний цех;
- Вентиляційна кімната;

					БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Відходи виробництва

У таблиці 12.1 наведений перелік відходів виробництва.

Таблиця 12.1 — Перелік відходів виробництва

№ п/п	Найменування відходу	Підрозділ де утворюється	Клас небезпеки	Спосіб знешкодження
1	2	3	4	5
Відходи виробництва				
1	Пивна дробина	цех пивовиробництва	4	реалізація
2	Зерновий пил	цех пивовиробництва	4	осадження
3	Білковий брух	цех пивовиробництва	3	реалізація
4	Відпрацьована вода	цех пивовиробництва	2	водопідготовка
5	Відпрацьована пара	цех пивовиробництва	1	Викид в атмосферу

Загальні положення управління скидами

- Водопостачання виробництва здійснюється з міської водопровідної мережі.
- Технічна експлуатація систем водопостачання та каналізації здійснюється згідно із Законами України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», «Про охорону навколишнього середовища», Водним кодексом України та іншими нормативними і керівними документами.
- Виробництво скидає побутово-виробничі стічні води в міську каналізаційну мережу.
- Дощові та талі води підприємство скидає в міський дощовий колектор. Має договір з ПАТ «АК «Київводоканал» на приймання додаткового об'єму стічних вод в період дощів та сніготанення.
- Відповідальними за якість стічних вод, скинутих в міські каналізаційні мережі є керівники підрозділів виробництва, керівник підприємства та менеджер з охорони навколишнього середовища.
- Відповідальність за експлуатацію обладнання очисних споруд несуть оператори очисних споруд та майстер, за ефективну роботу очисних споруд несе фахівець з водопідготовки та очисних споруд.

Характеристика відходів, стічних вод і викидів

Відходами пивоварного виробництва суцільно є: зернові відходи, білковий осад. Це в основному відходи, які утворюються при очищенні і сортуванні зерна на елеваторі. В процесі сортування ячменю відокремлюють щуплі зерна (3 сорт), які для виробництва солоду не використовуються і їх реалізують на інші заводи [1].

Найбільші викиди в атмосферу (зерновий пил) мають цехи: елеватор, солодовня, варильний цех. При роботі холодильно-компресорної станції можливі викиди аміаку, через незначні нещільності в арматурних з'єднаннях. Також існують викиди від роботи котельні. Але треба відзначити, що це найсучасніша котельня і що викиди від роботи такої котельні надзвичайно малі.

Ливневі і виробничі стоки відводяться в міську каналізаційну систему. Лужні стоки після миття тари і обладнання направляються на станцію нейтралізації, після доведення рН до граничних норм 6.5-8.5 і перевірки лабораторією на рН, сухий залишок сульфату, хлориду, показники записуються в спеціальний журнал, після чого дозволяється скидати в колектор міської каналізації. Для очищення ливневих вод існують спеціальні очисні споруди на території заводу. Вони представляють собою трьох камерну споруду, у якій в кожній камері в нижній частині стінки встановлена сітка для видалення великих забруднень (каміння, ганчірки, папір та ін.) По мірі забруднення сітки чистять. Відповідно з проектом завод має 8 глибоководних свердловин, які постачають воду на виробництво продукції [1].

Усі свердловини мають санітарні зони, огорожені згідно з вимогами санепідемстанції.

Якість води, яка поступає для виробництва пива, перевіряє промислова лабораторія заводу, згідно з ГОСТом 2874-82. Воду перевіряють на:

- рН – 6-9;
- залізо – 0.3 мг/дм³;
- марганець – 0.1 мг/дм³;
- мідь – 1 мг/дм³;
- сухий залишок – 100 мг/дм³;
- хлориди – 350 мг/дм³;
- сульфати – 500 мг/дм³;
- цинк – 5 мг/дм³;
- поліфосфати – 3.5 мг/дм³.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водоспоживання пивзаводу здійснюється за рахунок підземних вод сема нського, середньоюрського водоносних горизонтів за допомогою 8 діючих артезіанських скважин.

До стічних вод на заводі також відносяться води після миття приміщень та обладнання. Стоки після миття обладнання і приміщень мають невелике забруднення, вони скидаються спочатку в колектор, а потім в міську каналізацію.

Новобудова або реконструкція цехів, заміна обладнання (проекти) узгоджуються відділом екологічної експертизи Державного управління охорони навколишнього середовища.

Після приготування сусла, як відходи залишається шротина (дробина). До її складу входять білки, крохмаль, жири та клітковина. Дробину використовують переважно на корм для худоби. Розроблено технологію вирощування мікроорганізмів для виготовлення кормових дріжджів чи ферментів.

Після кип'ятіння затору з хмелем утворюється осад хмелевої шротини, яка має високу кормову якість, але через гіркий присмак для корму тварин не використовується. Інколи її пропонують спалювати в котельні. Подібна проблема постає і щодо утилізації білкового осаду, що утворюється після перероблення хмелевого сусла [1].

Заходи щодо охорони навколишнього середовища

На пивзаводах охорона навколишнього природного середовища здійснюється відповідно закону від 25 червня 1991 року, а також закону "Про охорону атмосферного повітря" 1992 року та 1995 р.

Екологічна служба на більшості заводів розділена на три складові частини, що підпорядковуються головному екологу. Працівниками заводу контролюється і ведеться облік по забрудненню атмосферного повітря зерновим пилом, аміаком, і іншим а також викиди в каналізаційні системи та виведення на полігон виробничого та побутового сміття. На викиди забруднювачів і тверді відходи щорічно отримуються ліміти в Державному управлінні по охороні навколишнього середовища та узгоджується графіком ГДК на рік.

Зерновий пил очищують на 48 проектних аспіраційних системах. Зерновий пил (> 10, 5 г/рік) має властивість швидко перегнивати (як в природних умовах) і не завдає шкоди людині.

Ливневі і виробничі стоки відводяться в каналізаційну систему.

Бруд, сміття, макулатура, тверді та сипучі матеріали збираються у мішки у спеціально відведеному на це місці, та вивозяться адміністративно-господарчим відділом заводу.

Реконструкція цеху, заміна обладнання погоджується (проекти) з відділом екологічної експертизи Держуправління охорони навколишнього

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

природного середовища. За перевищення лімітів викидів, скидів додатково оплачується, згідно тарифних коефіцієнтів законодавства.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

13. ОХОРОНА ПРАЦІ

При виникненні нещасного випадку в терміновому порядку проводиться розслідування, а всі обставини негайно доводяться до відома співробітників на підприємствах з метою попередження виникнення подібних випадків надалі. Сумлінне впровадження політики з охорони праці - запорука того, що для кожного співробітника буде створено безпечні й здорові робоче місце.

Безпечний рух. Безпечне пересування співробітників виробництва, підрядних організацій, відвідувачів в підрозділах виробництва і логістики є важливим питанням в запобіганні травматизму. Як результат оцінки ризиків та застосування позитивного досвіду групи. У підрозділах логістики на всіх заводах були встановлені додаткові сигнальні вогні, а також дзеркала для безпечного руху транспорту і персоналу в зонах мінімального огляду. Крім того, нанесена розмітка пішохідних зон і встановлені додаткові огорожі, додана додаткова візуалізація на транспорт навантажувачів для їх кращої видимості, а також запроваджено ряд інших ініціатив, спрямованих на безпечне рух співробітників. Для запобігання відвідування працівниками підрядних організацій виробничих майданчиків без засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і спеціальних світловідбивних жилетів, а також без супроводу відповідальної особи, що є обов'язковою умовою, на всіх заводах був встановлений чіткий перелік доступів на виробництво. Для нагадування правил, що стосуються форми одягу для співробітників виробництва, біля входу в кожен цех розміщені приклади правильного носіння і зовнішнього вигляду ЗІЗ при виконанні робіт в конкретному підрозділі.

Сертифікація системи з Охорони праці (на відповідність вимогам стандарту OHSAS 18001) OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Advisory Services (OHSAS) - «Система менеджменту професійної безпеки та здоров'я»). Метою впровадження вимог стандарту в рамках організації є:

- Розробка, впровадження, підтримка і поліпшення системи управління охорони праці;
- Мінімізація ризиків виникнення нещасних випадків, аварій і аварійних ситуацій на виробництві;
- Впровадження процедури, що забезпечує скорочення ризиків для здоров'я і безпеки працівників, компаній підрядних організацій, клієнтів і громадськості;
- Підтвердження відповідності встановленої політиці в галузі охорони праці;
- Сертифікація системи менеджменту охорони праці зовнішніми організаціями;
- Регулярна самооцінка і декларація відповідності справжнім вимогам стандарту;
- Комунікація своєї відповідності вимогам стандарту для зацікавлених сторін.

Навчання з охорони праці. Значне місце в поліпшенні системи охорони праці займає процес навчання співробітників. Належна кваліфікація і обізнаність співробітників з питань охорони праці зменшує ризик отримати

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

травми або професійне захворювання. Тому одним із пріоритетів в зменшенні травматизму є підвищення рівня обізнаності співробітників в питаннях охорони праці. Для всіх працівників проводиться планове навчання з охорони праці, яке передбачено вимогами законодавства. Обсяг навчання залежить від рівня відповідальності і посади, займаної співробітником.

Закон України «Про охорону праці». Був прийнятий від 21 листопада 2002 року. Цей закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень – метеорологічні умови внутрішнього середовища цих приміщень, які визначаються діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості, швидкості руху повітря і теплового випромінювання.

Для операторської норми мікроклімату мають відповідати оптимальним умовам, а для приміщення, де розміщені апарати – допустимим. Допустимі норми мікроклімату застосовуються для приміщень, де теплові надлишки перевищують 23 Дж/(м³*с), це виробничі цехи та дільниці [2].

Склад повітря робочої зони

Загазованість повітря – це присутність у повітрі робочої зони шкідливих газів та парів. Загазованість не нормується для варильного відділення, оскільки там немає обладнання, яке б виділяло шкідливі гази та пари.

Запиленість повітря – це присутність у повітрі робочої зони пилу, тобто дуже подрібнених частинок твердої речовини, які можуть мати різну форму та розміри.

Запиленість не нормується для варильного відділення, оскільки там немає обладнання, яке б виділяло пил.

Природне та штучне освітлення

Освітлення – це освітлення приміщень світлом неба (природним або денним світлом), яке проникає крізь світлові отвори в зовнішніх загороджувальних конструкціях [2].

Природне освітлення

Природне освітлення виробничих приміщень світлом неба, особливо прямим сонячним світлом, може здійснюватися через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах або через ліхтарі (аераційні, зенітні, що встановлені на покритті виробничих будівель).

Природне освітлення поділяється на:

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Бічне одностороннє та двостороннє.
2. Верхнє, коли ліхтарі та світлові прорізи знаходяться в покритті або в стінах під ним.
3. Комбіноване, коли сполучається бічне і верхнє освітлення.

Природне освітлення, згідно з вимогами СНиП II-4-79 “Природне та штучне освітлення. Норми проектування” передбачають в приміщеннях з постійним перебуванням людей.

Штучне освітлення

Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Розрізняють такі системи штучного освітлення: загальну, місцеву та комбіновану.

Система загального освітлення призначається для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне освітлення встановлюють в цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності на всій площі приміщення, при великій щільності робочих місць. Загальне локалізоване освітлення встановлюється на поточних лініях, при виконанні робіт, різноманітних за характером, на певних робочих місцях, при наявності стаціонарного затемнюючого обладнання та якщо треба створити спрямованість світлового потоку.

Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним та переносним (для тимчасового збільшення освітленості окремих місць або зміни напрямку світлового потоку при огляді, контролі параметрів, ремонті).

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його передбачають для робіт I-VII розрядів точності за зоровими параметрами та коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різких тіней [2].

Заходи щодо захисту від шуму і вібрації

Одним із найбільших розповсюджених негативних факторів, які впливають на людину, являється шум. Він завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини.

Основними напрямками боротьби з шумом на виробництві є розробка і впровадження заходів технічного характеру, які виключали б причини генерування шуму; виведення персоналу із зон з високим рівнем шуму за рахунок впровадження дистанційного управління; впровадження фізіологічно обґрунтованих режимів праці і відпочинку; застосування індивідуальних захисних засобів [2].

Виробничий шум

Шум – безладне сполучення великої кількості звуків різноманітної сили та частоти. Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються за ГОСТ 12.1.003 – 91 “Шум. Общие требования безопасности”. Цей стандарт

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

також встановлює класифікацію шуму, вимоги до шумових характеристик і до захисту від шуму на робочих місцях.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянута технологія інтенсифікація кип'ятіння сусла з хмелем із запровадженням технології попереднього нагріву сусла. Розглянуті основні способи і режими проходження процесу, розрахунки варильного цеху для трьох сортів пива, енергетичні розрахунки зменшення енерговитрат виробництва завдяки запровадженню енергоощадних технологій.

Кваліфікаційною роботою передбачено використання теплообмінника для попереднього нагріву сусла перед задачею у суслотоварильний апарат. Після проведення аналізу переваг та недоліків теплообмінного обладнання, було запроваджено встановлення теплообмінника пластинчастого типу. Спосіб попереднього нагріву сусла має ряд переваг перед кип'ятінням з внутрішнім нагрівим елементом:

- Можливість збереження від 68 до 80 відсотків теплової енергії, що йде на нагрів сусла за допомогою технології рециркуляції теплоносія
- Можливість встановити в будь-якій ділянці цеху
- Пристосований до обсягу суслотоварильного котла;
- Температура сусла на виході з теплообмінника може точно встановлюватися;
- Оператори цеху можуть точно контролювати температуру заданного сусла, та змінювати її перед внесенням у виробничий танк
- Можливість встановлювати необхідні режими роботи

Не зважаючи на всі переваги, є низка недоліків використання данного обладнання:

- Для запровадження додаткового обладнання при будівництві цеху будуть необхідні додаткові ресурси
- Великий розмір та стаціонарне встановлення (за можливості необхідно переобладнати на транспортні колеса)
- При високих швидкостях потоку сусла виникають дотичні напруження;

Таким чином, встановлення додаткового теплообмінника для попереднього нагріву сусла може буди коштовною інвестицією, яка в подальшому буде зберігати необхідну кількість електроенергії при технологічному процесі.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Апостолюк С.О. Джигирей В.С. Промислова екологія: навч. посіб. Вінниця: Знання, 2012. 430 с.
2. Гетун Г.В. Основи проектування промислових підприємств. Київ: Кондор, 2003. 210 с.
3. Домарецький В.А., Остапчук М.В., Українець А.І. Технологія харчових продуктів: підруч. Київ: НУХТ, 2015. 576 с.
4. ДСанПін 2.2.4-171-10. Вода питна. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною. [Чинний від 2010-12-01]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747.
5. ДСТУ 3139:2015. Пивоваріння. Терміни та визначення понять. [Чинний від 01-03-2017]. Держспоживстандарт України, 2015. 15 с.
6. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 17 с.
7. ДСТУ 4098.1-2002. Хміль ароматичний. Технічні умови. [Чинний від 2003-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 16 с.
8. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
9. ДСТУ 4658:2019. Солод пивоварний пшеничний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2020-01-03] Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 30 с.
10. Кунце В. Технология солода и пива. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 912 с.
11. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: Конспект лекцій з дисц. «Загальні технології харчової промисловості» для студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». Київ: НУХТ, 2011. 156 с.
12. Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. Вінниця: Нова книга, 2007. 392 с.
13. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах / Мелетьєв В.А. та ін. Київ: Вища школа, 2007. 256 с.
14. Технологія солоду, пива і безалкогольних напоїв: метод. рек. до вивч. дисципліни та виконання лаб. практик. для студ. напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» ден. і заоч. форм навч. / уклад.: В.М. Кошова, А.М. Куц, Р.М. Мукоїд. Київ: НУХТ, 2016. 108 с.
15. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах / Мелетьєв А.Є. та ін. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

16. Фізико-хімічні методи обробки сировини та продуктів харчування / Соколенко А.І. та ін. Київ, 2000. 350 с.
17. Чабанова О.В., Трахтенберг І.М., Коршун М.М. Гігієна праці та виборча санітарія. / за ред. І.М. Трахтенберга. Київ, 2015. 50 с.
18. JETSTAR. A comprehensive and energy efficient wort boiling technology. URL: https://www.gea.com/en/binaries/jetstar-boiling-technology-brochure_tcml1-63879.pdf (дата звернення 18.05.2021)
19. John Palmer. How to Brew: Everything You Need To Know To Brew Beer Right The First Time. *Brewers Publications*. 3-rd edition. 2012. 400 p.
20. JAMES LUDFORD-BROOKS Craft beer: Does it need to cost the Earth? URL: <https://www.beca.com/ignite-your-thinking/ignite-your-thinking/june-2019/craft-beer-does-it-need-to-cost-the-earth> (дата звернення 08.05.2021)
21. Evaporation & Wort Boiling IBD/BFBI Midlands Section Engineering Symposium on Heat Transfer and Refrigeration Burton-on-Trent – Jan 2014. URL: <https://www.briggsplc.com/wp-content/uploads/technical-papers/EvaporationWort-Boiling-JAN-2014-Briggs.pdf> (дата звернення 15.05.2021)
22. John Hancock. Energy Minimisation, recovery and Re-use within brewhouse. Joint IBD Midlands section. *BFBI Annual engineer symposium*. 2018. URL: <https://www.briggsplc.com/wp-content/uploads/technical-papers/IBD-BFBI-2018FEB15-Briggs.pdf> (дата звернення 11.05.2021)