

**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 2020 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ А.М. Куц
(підпис)

« » червня 2020 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 7,0 млн дал на рік з впровадженням інноваційних способів кип'ятіння сусла з хмелепродуктами**

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

Харевич Яна Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

Керівник Кошова Валентина Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

Здобувач _____ (підпис)

Київ – 2020 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 2020 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ ЗДОБУВАЧУ

Харевич Яні Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 7,0 млн дал на рік з впровадженням інноваційних способів кип'ятіння суслу з хмелепродуктами

Керівник проекту Кошова Валентина Миколаївна, к.т.н., професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 16 березня 2020 року №245-КС

2. Строк подання студентом проекту

01 червня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Потужність підприємства 7,0 млн. дал на рік. Асортимент пива: «Львівське світле» — 80%, «Львівське 1715» — 10 %, «Львівське Різдвяне» — 12,0%

4. Сировина, що використовується для виробництва пива: солод ячмінний світлий та карамельний; житній ферментований солод; ячмінь. Продуктові розрахунки виконують на 1 дал пива.

5. 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 виробництва пива. 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. Додатки.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Плани і розрізи – 2 аркуші

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

7. Дата видачі завдання 02 березня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	27.04.20-08.05.20	Виконано
2.	Вибір і обґрунтування способів і режимів		
3.	Характеристика проєктованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.20-14.05.20	Виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
6.	Розрахунки площ складських приміщень.		
	1-а атестація	15.05.20	
7.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.20-21.05.20	Виконано
8.	Оформлення креслень з планів та розрізів і погодження їх з консультантом		
9.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва	22.05.20-24.05.20	Виконано
10.	Заходи щодо забезпечення умов промсанітарії		
11.	Інженерні системи та енергетичне господарство		
12.	Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження		
13.	Будівельна частина	25.05.20-27.05.20	Виконано
14.	Екологічна частина		
15.	Охорона праці		
16.	Оформлення пояснювальної записки	28.05.20-30.05.20	Виконано
	2-а атестація	31.05.20	
17.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.20-06.06.20	Виконано
18.	Попередній розгляд проєкту на кафедрі		Виконано
19.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	07.06.20-10.06.20	Виконано
20.	Захист проєкту в ЕК		

Здобувач

(підпис)

Я.М. Харевич

Керівник роботи

(підпис)

В.М. Кошова

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційного проекту «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 7,0 млн дал на рік з впровадженням інноваційних способів кип'ятіння сусла з хмелепродуктами».

Метою роботи є дослідження процесів при приготування пивного сусла. У роботі запропоновано виробництво 3-х сортів пива: «Львівське світле» 11,0%, «Львівське 1715» 11,0 %, «Львівське Різвяне» 12,0%. Дипломним проектом передбачено використання кондиційованого подрібнення солодженої сировини та сухий помел для несолодженої сировини; затирання зернопродуктів відбуватиметься двохвідварним способом; для фільтрування затору передбачено використання фільтр-апарату; процес охмелення сусла проходитиме у сусловарильному апараті з внутрішнім кип'ятильником, з подальшим освітленням сусла у гідроциклонному апараті.

В якості інноваційної технології запропоновано використання установки для стріппінгу пивного охмеленого сусла, що дозволить відігнати небажані леткі сполуки, які негативно впливають на якість готового пива. Також це дозволить знизити енерговитрати при кип'ятінні сусла з хмелепродуктами.

Проект включає продуктивні розрахунки, розрахунки та підбір технологічного обладнання, розробку заходів щодо технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва пива, будівельну та екологічну частини, охорону праці на підприємстві, заходи щодо промсанітарії, інженерні системи на підприємстві та заходи щодо енерго- та ресурсозбереження.

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

Текстову частину проекту викладено на 75 аркушах пояснювальної записки формату А4 .

Графічна частина на листах формату А1 – 4 листів

1. Апаратурно-технологічна схема – 1 лист
2. Плани і розрізи – 2 листи
3. Демонстраційний плакат – 1 лист

АННОТАЦИЯ

Тема квалификационного проекта «Проект варочного отделения пивзавода мощностью 7,0 млн дал в год с использованием инновационных способов кипячения сусла с хмелепродукты».

Целью работы является исследование процессов при приготовления пивного сусла. В работе предложено производство 3-х сортов пива: «Львовское светлое» 11,0%, «Львовское 1715» 11,0%, «Львовское Рождественское» 12,0%. Дипломным проектом предусмотрено использование кондиционированного измельчения солодженной сырьевой смеси и сухой помол для несоложенного сырья; затирання зерно-продуктов будет происходить двухвидварным способом; для фильтрации затора предусмотрено использование фильтр-аппарата; процесс охмеленного сусла проходит в суслотварочном аппарате с внутренним кипячением, с последующим осветлением сусла в гидроциклонном аппарате.

В качестве инновационной технологии предложено использование установки для стриппинга пивного охмеленного сусла, что позволит отогнать нежелательные летучие соединения, которые негативно влияют на качество готового пива. Также это позволит снизить энергозатраты при кипячении сусла с хмелепродукты.

Проект включает продуктовые расчеты, расчеты и подбор технологического оборудования, разработку мер по технико-химическому и микробиологическому контролю производства пива, строительную и экологическую части, охрану труда на предприятии, мероприятия по промсанитарии, инженерные системы на предприятии и меры по энерго- и ресурсосбережению.

Ключевые слова: пивное сусло, кипячение сусла, хмелепродукты, стриппинг, летучие соединения.

Текстовую часть проекта изложены на 75 листах пояснительной записки формата А4.

Графическая часть на листах формата А1 - 4 листов

1. Аппаратурно-технологическая схема - 1 лист
2. Планы и разрезы - 2 листа
3. Демонстрационный плакат - 1 лист

ANNOTATION

The topic of the qualification project is "The project of the brewing department of the brewery with a capacity of 7.0 million dal per year with the introduction of innovative methods of boiling wort with hop products."

The aim of the work is to study the processes of brewing wort. The paper proposes the production of 3 types of beer: "Lviv Light" 11.0%, "Lviv 1715" 11.0%, "Lviv Christmas" 12.0%. The diploma project envisages the use of conditioned grinding of malted raw materials and dry grinding for unsweetened raw materials; mashing of grain products will be two-boiled; the use of a filter device is provided for filtering the mash; the process of hop hopping takes place in a wort brewing machine with an internal boiler, followed by clarification of the wort in a hydrocyclone machine.

As an innovative technology, it is proposed to use an installation for stripping beer hop wort, which will drive away unwanted volatile compounds that adversely affect the quality of the finished beer. It will also reduce energy consumption when boiling wort with hops.

The work includes product calculations, calculations and selection of technological equipment, development of measures for technochemical and microbiological control of beer production, construction and environmental parts, labor protection at the enterprise, measures for industrial sanitation, engineering systems at the enterprise and measures for energy. and resource conservation.

Key words: beer wort, wort boiling, hop products, stripping, volatile compounds.

The text part of the project is presented on 75 sheets of an explanatory note in A4 format.

Graphic part on sheets of A1 format - 4 sheets

1. Hardware and technological scheme - 1 sheet
2. Plans and cuts - 2 sheets
3. Demonstration poster - 1 sheet

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	9
2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ.....	10
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	10
2.2 Принципова технологічна схема виробництва.....	11
2.3 Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів.....	12
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.....	28
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	34
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	36
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	36
4.2 Продуктові розрахунки.....	38
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	44
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	52
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	53
7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	54
8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ.....	
9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО.....	
9.1 Водопостачання та водовідведення.....	
9.2 Розрахунки витрат пари.....	
9.3 Розрахунки витрат електроенергії.....	
10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	
11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	
12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	
13 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 7,0 млн дал на рік з впровадженням інноваційних способів кип'ятіння сусла з хмелепродуктами		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Харевич Я.М			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Кошова В. М.			К	П	7 75
<i>Н.контро-</i>					Кафедра БПБВ, 2020		
<i>Затверд.</i>		Куц А. М.					

ПОЯСНЮВАЛЬНА
ЗАПИСКА

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

Для пивоварного підприємства потрібні кваліфіковані працівники, а також генеральний директор, головний інженер, головний технолог та головний бухгалтер. Так як до складу технологічної лінії входить складне обладнання передбачений персонал для обслуговування цього обладнання.

Генеральний директор, згідно зі статутом підприємства і законодавством України, повинен виконувати функціональні обов'язки по здійсненню керівництва усіма видами діяльності підприємства.

Головний інженер, заступник генерального директора, головний бухгалтер організують роботу і ефективну взаємодію виробничих одиниць, цехів і інших структурних підрозділів підприємства, направляють їх діяльність на досягнення високих темпів розвитку і удосконалення виробництва з метою цілковитого забезпечення населення відповідними видами продукції, постійного зростання продуктивності праці, ефективності виробництва і якості продукції на основі впровадження нової техніки і прогресивної технології, виробництва і управління, удосконалення господарського механізму; забезпечує виконання господарських договорів згідно обумовлених і якісних показників; програми оновлення та удосконалення асортименту, підвищення якості продукції, освоєння нових видів продукції; плану капітального будівництва, усіх зобов'язань перед держбюджетом, постачальниками, замовниками та банками; виконання рішень конференції акціонерів та інше.

До основних відділень пивоварного заводу відносяться:

- варильне відділення;
- бродильне відділення;
- цех розливу.

До допоміжних відділень відносяться:

- ремонтна майстерня;
- цех водопідготовки;
- насосна станція;
- цех утилізації діоксиду вуглецю;
- електростанція.

Також на заводі є обслуговуючі підрозділи такі як, склад сировини, допоміжних матеріалів та тари і очисні споруди.

Режим роботи підприємства 3-змінний:

- I зміна з 7-30 до 15-00 год;
- II зміна з 15-00 до 23-00 год;
- III зміна з 23-00 до 7-30 год.

Працівники адміністративного корпусу, головний технолог, головний інженер, а також начальники цехів працюють 5 днів на тиждень по 8 годин.

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

2 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ

ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

2.2 Асортимент проектованої продукції

Для вионання дипломного проекту було обрано сорти пива, які набувають широкої популярності в нашій країні. Обрані сорти мають особливий незабутній смак та унікальні за своєю рецептурою.

Дипломним проектом передбачено випуск пива «Львівське світле» з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11%, «Львівське 1715» з масовою часткою сухих речовин 11% та «Львівське Різдвяне» з масовою часткою сухих речовин 12%. Продуктивність заводу становить 7 млн дал на рік.

Асортимент та обсяг проектованої продукції наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. — Асортимент і обсяг проектованої продукції

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на		Розливається у
		рік, млн. дал	добу, тис. дал	скляна тара
				млн. дал
Львівське світле	80	5,6	19,60	5,6
Львівське 1715	10	0,7	2,45	0,7
Львівське Різдвяне	10	0,7	2,45	0,7
ВСЬОГО	100	7,0	24,60	7,0

2.2 Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла

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

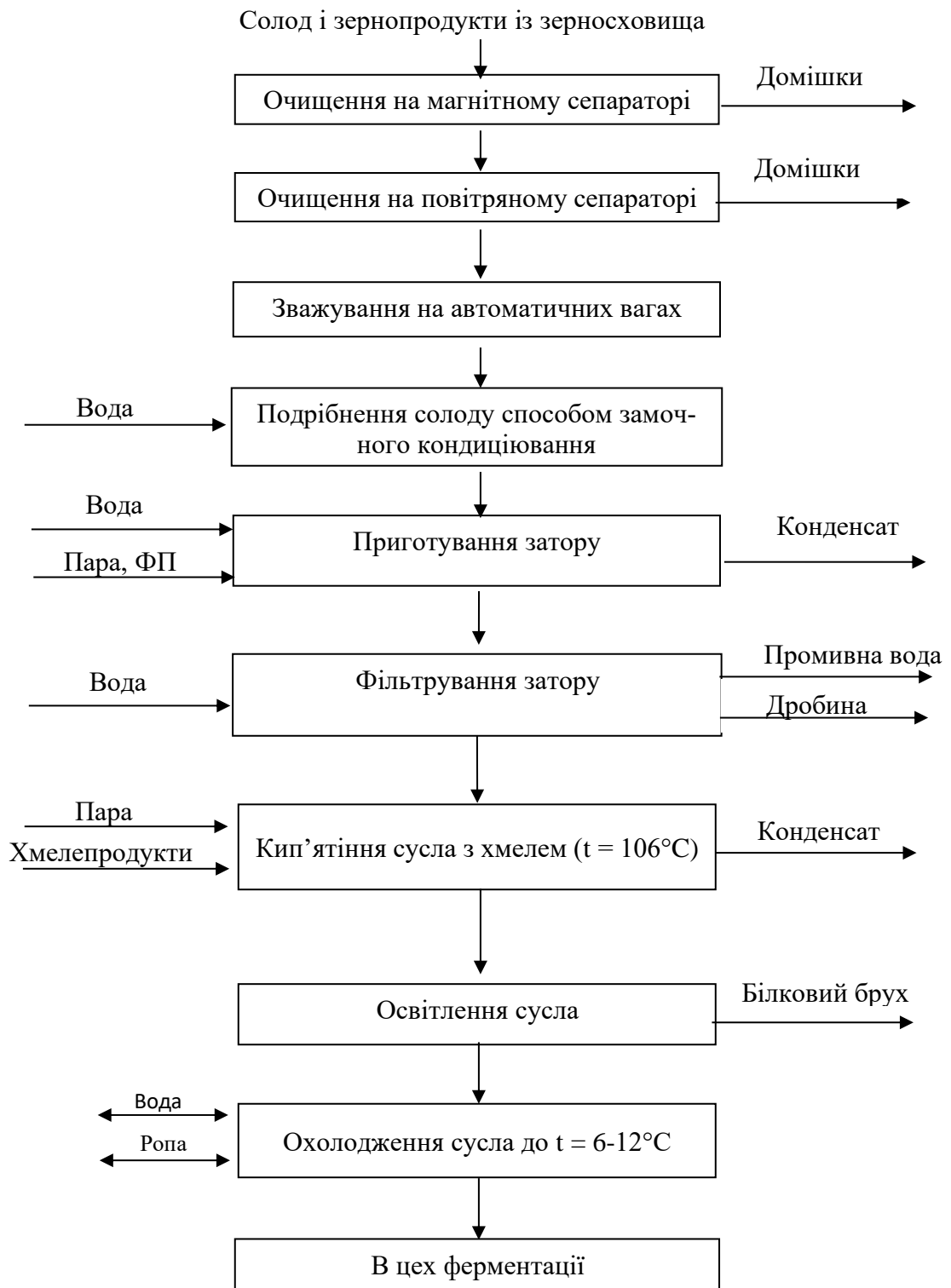


Рис.2.1. Принципово-технологічна схема приготування пивного сусла

					ПРИНЦИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2.3 Аналіз і обґрунтування способів і режимів

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

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

Транспортування зернопродуктів

Для транспортування зернопродуктів зі складу існує три способи: автомобільний, пневмотранспорт і механічний. Автомобільний транспорт застосовується у тому випадку, якщо зернохословище і пивоварне підприємство знаходяться на великій відстані один від одного. Механічний чи пневмотранспорт застосовується тоді, коли склад знаходиться в межах заводу.

Оскільки в усіх випадках потрібно переміщати достатньо велику кількість сипкого матеріалу, важливо передбачити мінімальну довжину транспортних шляхів і застосування транспортних засобів належної вартості[8].

Розрізняють такі механічні транспортні засоби:

- норії, або елеватори для вертикального переміщення;
- шнекові транспортери;
- стрічкові транспортери для горизонтального переміщення [9].

Норія. Для транспортування зернопродуктів широко застосовується норія, яка працює норія наступним чином: стрічка з наповненими ячменем ковшами рухається з максимальною швидкістю 4 м/с (з солодом – 2,5 м/с). Ківш зачерпує транспортований матеріал з жолоба і піднімає його вгору, спорожняючи при повороті навколо верхнього ролика. Через випуск сипкий матеріал виходить назовні. Для транспортування солоду застосовують ланцюгові елеватори або стрічкові елеватори з гратчастим приводом, котрий необхідний для того, щоб виключити сповзання стрічки через налипання вологого пророщеного матеріалу [8].

Переваги норії полягають в тому, що це найбільш рентабельний транспортний засіб (у зв'язку з невеликим енергоспоживанням), і саме тому норії отримали широке поширення. Їх легко обслуговувати, вони безпечні в експлуатації і потребують мінімального догляду та ремонту [8].

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 [8].

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

Шнеки бувають кількох конструкцій:

					АНАЛІЗ І ОБґРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- з простим суцільним гвинтом;
- з стрічковим гвинтом і відкритою внутрішньою частиною;
- з перетинчастим стрічковим гвинтом, виконаним у вигляді взаємно змішаних півдуг;
- лопатеві з роздільними гвинтовими лопатями [8].

До переваг шнекового транспортера відноситься те, що незважаючи на високе енергоспоживання, він є рентабельним видом горизонтального транспорту. Тому для переміщення на короткі відстані в солодовнях застосовують саме їх.

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 [8,12].

Скребоквий ланцюговий транспортер. Такий транспортер застосовується для горизонтального і нахилоного переміщення матеріалів. Перевагами цього транспортеру є те, що він працює без утворення пилу і відрізняється низьким енергоспоживанням. Недоліком є те, що при виврузці жолоб може спорожнюватись не повністю [12].

Стрічковий транспортер. Стрічкові транспортери характеризуються обережністю при переміщенні матеріалу і низьким енергоспоживанням. 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 організоване в декількох точках [8,12].

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 [8,12].

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 переміщалася надійно, зазвичай застосовують значно більші швидкості потоку повітря – близько 20м/с. Такий повітряний потік отримують за допомогою роторних пелюсткових повітродувок або вентиляторів високого тиску [16].

Переваги пневмотранспорту полягають у наступному:

- можна переміщати великі маси сировини;
- потреба в площах невелика;
- в установці не залишається залишків;

					АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- пневмотрубопроводи можна робити вигнутими;
- немає небезпеки спалаху.

При порівнянні механічних та пневматичних засобів транспортування солоду можна зауважити, що в останньому випадку значно зростає енергоспоживання [23].

Подрібнення зернопродуктів

Перед подрібненням солод та несолоджену сировину потрібно очистити від органічних та неорганічних домішок, а також від пилу. Для цього в кваліфікаційній роботі передбачено використання повітряно-ситового та магнітного сепараторів. Також перед подрібнення зернопродукти обов'язково зважують на автоматичних вагах.

Метою подрібнення солоду є створення оптимальних умов для дії ферментів солоду на фракції помелу, а також прискорення фізичних і біохімічних процесів, які забезпечують швидше розчинення компонентів солоду та ферментативне перетворення нерозчинних сполук у розчинні [16].

За характером процесу розрізняють такі типи дробарок:

- дробарки сухого помелу;
- дробарки мокрого помелу;
- дробарки кондиційованого помелу [8].

Сухе подрібнення. Класичним методом подрібнення солоду є сухе подрібнення на дробарках сухого помелу. У них сухий солод подрібнюється між попарно розташованими вальцями. Такі дробарки розділяють за кількістю вальців на двох-, чотирьох-, п'яти- та шестивальцеві дробарки [8].

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

Три пари вальців називаються відповідно:

- вальці для попереднього дроблення;
- вальці для відділення оболонок ;
- вальці для отримання крупки [12].

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 [12].

П'ятивальцеві дробарки. П'ятивальцева дробарка є різновидом шестивальцевої, у якої один валець виконує подвійну функцію [12].

Валець для попереднього дроблення одночасно працює і як валець для оболонок. Решта виробничих операцій відповідають шестивальцевій дробарці. За допомогою шести- і п'ятивальцевої дробарки можна отримати будь-який склад помелу шляхом відповідного налаштування дробарки [12].

Чотирьохвальцеві дробарки з двома парами розташованих один над одним вальців часто застосовуються на підприємствах середньої величини. Попередньо подрібнений на першій парі вальців помел розсортовується в

					АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

проміжних ситах, і тільки груба складова частина дробиться на другій парі вальців [12].

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 [12].

Двохвальцеві 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 двохвальцевих дробарок мокрою помелу або дробарок з замочним кондиціонуванням [12].

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 оболонок у багатьох випадках перед сухим подрібненням солод злегка зволожують. Цей процес називається кондиціонуванням [12].

При кондиційованому сухому подрібненні солод зволожується за 1 -2 хв перед подрібненням з допомогою насиченої пари або води при температурі 30-35 °С [12].

Зволоження підвищує вологість в оболонках:

- на 1,2-1,5% при обробці парою;
- на 2,0-2,5% при використанні теплої води, тоді як вологість у серцевині зерна підвищується тільки на 0,3-0,5% [12].

Переваги даного методу полягають у тому, що:

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

Недоліком є лише деяке збільшення витрат на придбання та обслуговування обладнання, особливо це відноситься до необхідності більш частого очищення дробарок. [12]

Замочне кондиціонування. При цьому способі солод загрузається в спеціальний бункер, де зволожується водою температурою 50-70 °С протягом 30-60 секунд. За такий короткий проміжок часу оболонки солоду поглинають 15 л води на 100 кг. Вологість оболонок стає 18-20%, вони стають повністю еластичними. Таке короткочасне кондиціонування вимагає примусового руху солоду, тому для цього використовують бункер і шлюзовий затвор. Після зволоження солод подрібнюється в дробарці, в якій змішується з водою, і далі подається на затирання [8].

Мокре подрібнення. М'які оболонки при подрібненні солоду навіть у сприятливих умовах в тій чи іншій мірі пошкоджуються і не можуть при

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [12].

При мокрому подрібненні солод безпосередньо перед подрібненням на 10-30 хв замочують у воді температура якої 12-50 °С. Для отримання солоду з вологістю 30% при більш високих температурах замочування потрібно відповідно коротша тривалість замочування. Вода після замочування спускається в каналізацію або використовується при затиранні [16].

Для подрібнення замоченого солоду використовують двохвальцеві дробарки. Вальці діаметром 400 мм обертаються з однаковою швидкістю (400об/хв). Використання різних швидкостей вальців або їх конічне виконання не дають помітних переваг. Вальці через виготовляють з хромонікелевої сталі зі спеціальним рифленням для забезпечення надійного втягування солоду в робочий зазор вальців (0,35-0,40 мм) [16].

Затирання

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. [12]

По виду підвищення температури розрізняють дві групи способів затирання:

- настійний спосіб (інфузійний);
- відварний спосіб (декокційний) [8].

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 [8].

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 [12].

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 [12].

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

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

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 затруднює роботу ферментів [12].

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.

Це означає, що дуже добре розчинений солод можна затирати при 62 ° С, не боючись, що сусло буде містити занадто багато високомолекулярних β-глюканів, які в подальшому можуть затруднювати фільтрування і при цьому не буде досягнуто бажану кількість вільного амінного азоту на рівні 200-220 мг/дм³. При високій температурі початку затирання вже не працюють пептидази, і тому вони більше не можуть утворювати амінокислот. З іншого боку, за допомогою термостійких протейназ 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 [12].

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 [12].

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 [12].

Двохвідварні способи. Класичний двухвідварний спосіб починається з затирання при 50 ° С. Після короткої температурної паузи для всього затору відбирається густа частина і після послідовного витримування необхідних температурних пауз він нагрівається до кипіння, 15-20 хв кип'ятиться, і шляхом додавання до іншої частини затору підвищують температуру всієї заторної маси до 64 °С і витримується пауза. Через короткий час відбирається вдруге густий затір і нагрівається

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

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 [12].

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;
- 50 °С – білкова пауза/розщеплення гуммі-речовин;
- 64 °С – мальтозна пауза;
- 75 °С – пауза оцукрювання [12].

Так як основна частина затору при цьому способі дуже довго перебуває при основних температурах затирання, а густий затор дуже інтенсивно обробляється, трьохвідварний 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 [12].

Фільтрування затору

В кінці затирання затір складається з суміші розчинених і нерозчинених у воді речовин. Рідку частину називають сушлом, а нерозчинену — дробиною. До її складу входять зародки, оболонки зерна та інші речовини, які не розчинилися при затиранні.

Для виробництва пива використовують тільки сушло, 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 [12].

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 сушло [8].

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 фільтр-апарата є висока якість отриманого сусла, а недоліком — тривалий процес фільтрації.

На відміну від фільтр-апарата при використанні фільтр-преса застосовується інший принцип отримання сусла. В фільтраційному апараті є лише один фільтраційний шар дробини товщиною 30-60 см, тоді як в фільтр-пресі весь затір розподіляється на декількох однакових вертикально розташованих фільтраційних шарах, товщина яких становить 6-7 см, що відповідає розміру рами.

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Ці рами обмежені з обох сторін серветками фільтр-преса, через які проникає сушло, тоді як дробина залишається в рамах. Замість природного фільтра з оболонки в цьому випадку застосовується штучний тканинний фільтр [16].

Режим роботи на фільтр-пресі: заповнення – 8 хв, перекачування – 3 хв, збір першого сусла – 15 хв, промивання дробини – 65 хв, випресовування 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 площі для його розміщення порівняно з фільтр-апаратом. Недоліком є нижча якість сусла після фільтрування.

Кип'ятіння сусла з хмелем

Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його складу, розчинення та перетворення компонентів хмелю, стерилізація сусла, коагуляція білкових та дубильних речовин. Кип'ятінням досягають упарювання сусла до встановленої концентрації, екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивації ферментів, коагуляції білків та стерилізації сусла [8].

При кип'ятінні сусла відбувається ряд наступних важливих процесів:

- розчинення і перетворення компонентів хмелю;
- утворення і коагуляція конгломератів білкових і дубильних речовин;
- випарювання води;
- стерилізація сусла;
- руйнування всіх ферментів;
- підвищення кольоровості сусла;
- підвищення кислотності сусла;
- утворення редуруючих речовин;
- випаровування небажаних ароматичних речовин [12].

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

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

Необхідно враховувати, що гіркі речовини, які додаються і їх гіркота не в повному обсязі переходять в готове пиво - вони частково втрачаються в процесі виробництва [12].

Важливо відзначити ще одну обставину: внесення гіркі речовини хмелю тільки частково переходять в пиво. При цьому вихід гірких речовин хмелю залежить від технології (тривалості кип'ятіння, величини тиску, рН тощо) і змінюється в загальному випадку від 25 до 35% по відношенню до обсягу виробленого пива. Для точного дозування хмелю вихід гірких речовин слід визначити на виробництві експериментальним шляхом [12].

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

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

Для проведення процесу кип'ятіння сусла є два варіанти:

- суловарильний апарат знаходиться під невеликим надлишковим тиском, вторинна пара відводиться через перепускний клапан; перевагою цього варіанту є підвищена температура вторинної пари;
- сусло в апараті кип'ятиться без тиску, вторинна пара відводиться також без надлишкового тиску, але всередині виносного кип'ятильника сусло кипить при підвищеному тиску, відповідному температурі кипіння 102-104°C [14].

Надлишковий тиск при застосуванні першого способу досягається за допомогою:

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

Суловарильні апарати поділяються за способом обігріву на:

- суловарильні апарати з прямим обігрівом;
- суловарильні апарати з паровим обігрівом;
- суловарильні апарати з обігрівом гарячою водою [12].

На сьогодні найбільш поширеними є суловарильні апарати з паровим обігрівом, який може здійснюватися як за допомогою парової сорочки, так і за допомогою внутрішнього кип'ятильника, який являє собою систему труб всередині який циркулює теплоносій.

Кип'ятіння сусла за допомогою гарячої води є більш дорогавартісним, адже діаметр труб кип'ятильника має бути більшим, бо вода є менш активною в порівнянні з паром, тобто на обігрів цих труб затратиметься значно більше енергії.

Суть кип'ятінні за низького надлишкового тиску полягає у тому, що за цих умов біохімічні процеси протікають значно швидше. Нагрівання сусла при цьому відбувається за допомогою виносного або внутрішнього кип'ятильника. В результаті сусло кип'ятять 50-60 хв при температурі 102-104 °С. Ступінь випаровування надлишкової вологи при цьому методі становить близько 5-6%. Кип'ятіння виконують одним з двох шляхів:

- в розташованому поза межами апарата виносному кип'ятильник, через який прокачують сусло;
- у внутрішньому кип'ятильнику, при використанні якого сусло нагрівається в суловарильному апараті [12].

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

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Освітлення сусла

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

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

Метою освітлення сусла є повне видалення суспензії гарячого сусла.

Відділення білкового бруху на сьогодні здійснюється переважно за допомогою гідроциклонного апарату типу «Вірпул». В минулому для цього використовувалися холодильні тарілки та відстійні апарати.

Холодильна тарілка. Холодильна тарілка є «класичним» апаратом для видалення суспензій гарячого сусла (білкового відстою), яка являє собою плоску відкрити посудину, в яку зливається сусло шаром висотою 15-25 см. Протягом 30-120 хвилин суспензії осідають, причому варто зауважити, що цей процес відбувається краще тоді, коли шар сусла в тарілці є тонким. У роботі холодильних тарілок є два великі недоліки. Перший полягає в тому, що після освітлення в білковому осаді ще міститься велика кількість сусла. Тому білковий «брух» підлягає обробці. Другим недоліком є те, що холодильні тарілки є відкритими, тому сусло після освітлення буде в значній мірі інфіковане контамінантною мікрофлорою та потребуватиме додаткової обробки перед охолодженням та зброджуванням. Також процес освітлення сусла на холодильних тарілках є дуже трудомістким, тому зараз цей спосіб не використовують.

«Вірпул». Гідроциклонний апарат типу «Вірпул» являє собою закрити 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» ізольований зовні від охолодження. Дно апарату з так званої чашою для збору суспензій – заглибленням у центрі апарату, не дає переваг, крім того чаша для збору суспензій знижує ефект роботи «Вірпула». До того ж ця чаша заважає необхідному стіканню сусла з утворенням сухого конуса суспензій [12].

Впуск сусла здійснюють тангенціально, причому часто він проводиться через два отвори [8].

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 [12].

Так як барабани після кожної варки повинні розбиратися і митися, для освітлення сусла їх тепер майже не застосовують.

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Під тарілчато-барабаними 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 [12].

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 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 [12].

Стриппінг

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

- промивання інертним газом або паром;
- зниження тиску;
- кип'ятіння [12.]

При зниженні тиску вода закипає і починає випаровуватися, внаслідок чого виникають бульбашки пари, які дають можливість летким компонентам перейти в газоподібний стан з їх подальшим відбиранням. Цей процес власне і називають стриппінг.

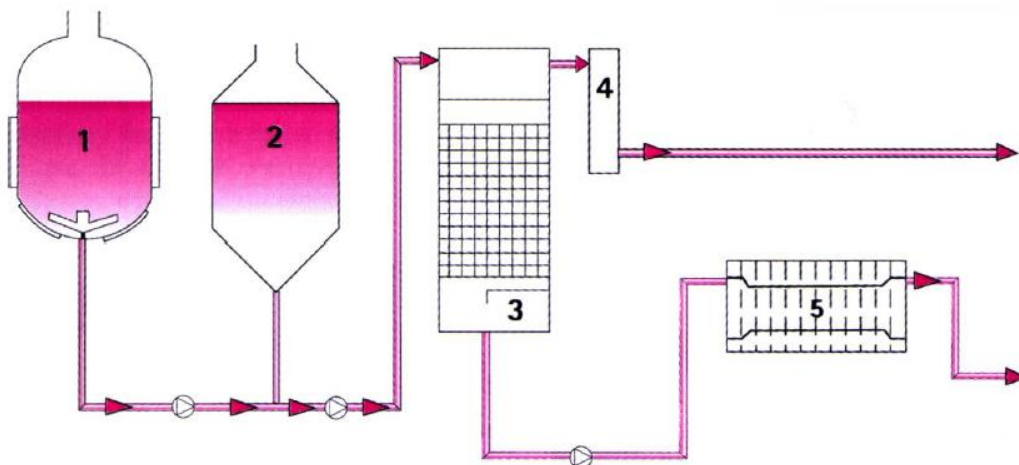


Рис. 2.2. Система для стриппінгу суслу: 1 — сушварильний апарат; 2 — гідроциклонний апарат; 3 — колона для стриппінгу; 4 — конденсатор; 5 — двосекційний пластинчастий теплообмінник

Система для стриппінгу (рис.2.2) складається з сушварильного апарату (1), вірпула (2), стриппінг-колони (3) з пристроєм для конденсації летких речовин (4) і теплообмінника (5). Після досягнення температури кипіння сусло витримують при 100 °С протягом 30-50 хв при слабкому перемішуванні, а потім перекачують в «Вірпул» [12].

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Після паузи для осадження білкових суспензій починається стріппінг сусла в стріппінг- колоні (рис.2.3).

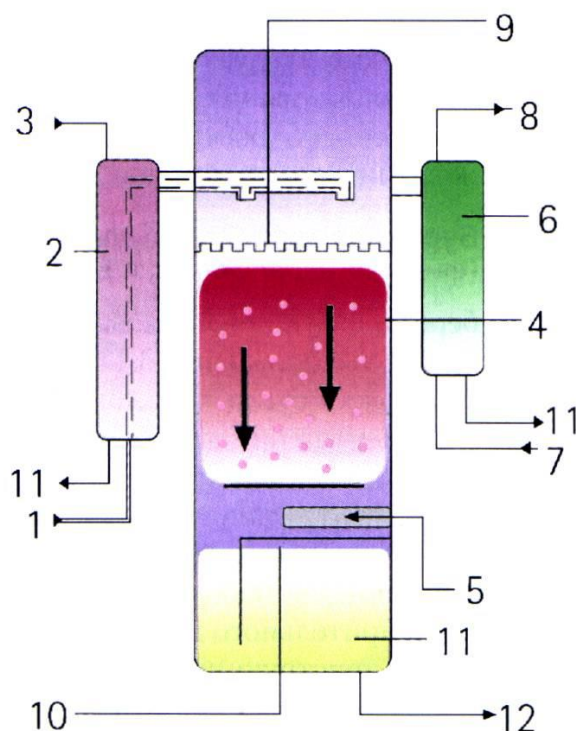


Рис. 2.3. Стріппінг-колони: 1 - сусло з «Вірпула»; 2 - теплообмінник для попереднього нагріву; 3 - подача пари; 4 - робоча область колони з насадками Рашига; 5 - пар для стріппінгу; 6 - пристрій для конденсації; 7 - подача холодної води; 8 - вихід холодної води; 9 - вихід конденсату; 10 - вихід сусла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

Сусло з «Вірпула» (1) нагрівається (інколи цей процес може не виконуватися) в теплообміннику (2) паром і через розподільний пристрій подається в стріппінг-колону. Сусло протікає по ній зверху вниз через безліч металевих насадок особливої форми (кільця Рашига) (4), які попередньо були нагріті паром для стріппінгу (5). Пар, піднімаючись від низу до верху, утворює в колоні величезну площу поверхні для масообміну між фазами, яка і призводить до випаровування вільного диметилсульфіду та інших летких речовин. На виході з колони пар з леткими домішками сусла конденсується холодною водою (7) в пристрої для конденсації (6). Сусло, вільне від летких сполук, відкачується з нижньої частини колони і подається на охолодження (10) [12].

Техніко-економічний аналіз прийнятих проектних рішень:

- При транспортуванні зернопродуктів у ва застосовується механічний транспорт, що дозволяє транспортувати зернопродукти з нижнього поверху будівлі на верхній при мінімальних втратах;
- Встановлюємо магнітний та повітряно-ситовий сепаратори для очистки зернопродуктів від домішок, феромагнітних домішок та

пилу, що дозволяє отримати якісний помел при подальшій їх переробці;

- Для подрібнення солоду застосовується дробарка кондиційованого помелу, при якому оболонка зерна залишається майже непошкодженою, що дозволяє поліпшити фільтрування затору та підвищити вихід екстракту, що є економічно доцільним; для подрібнення несолоджені сировини рекомендовано використовувати дробарку сухого помелу;
- При затиранні подрібнених зернопродуктів застосовується двовідварний спосіб, оскільки він є найбільш поширеним і дає змогу переробляти солод різної якості;
- Для підтримання оптимального значення рН рекомендовано використання молочної кислоти;
- Для фільтрації затору рекомендовано застосовувати фільтраційний апарат Hurrmann;
- При освітленні сусла запропоновано використовувати гідроциклонний апарат гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-16;
- Для відгонки небажаних летких сполук, таких як диметилсульфід, запропоновано використовувати стріпінг колону.
- Для охолодження сусла передбачено використання двосекційного пластинчастого теплообмінника.

					АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Із зерноскладу зернопродукти за допомогою стрічкового транспортеру 1, норії 2 та шнека 3 подаються на автоматичні ваги 4, звідки поступають у бункер добового запасу для солоду світлого ячмінного 5, карамельного 6, житнього ферментованого 7 та несолоджених зернопродуктів 8. Із бункера добового запасу солод направляється на очищення на повітряно-ситовому сепараторі 9, магнітному сепараторі 10, після чого знову зважують на автоматичних вагах 4. Далі солоджена сировина поступає на подрібнення у дробарку кондиційованого помелу 11.3 дробарки подрібнений солод надходить у заторний апарат 13. Несолоджені зернопродукти поступають на автоматичні ваги 4, і після зважування направляються у заторний апарат 13. Після затирання каламутне сусло подають відцентровим насосом 14 на фільтрування у фільтрапарат 15, дробину після фільтрування направляють у збірник 16, а звідти на реалізацію, останню промивну воду направляють у збірник промивної води 17, після чого - на приготування наступного затору. Відфільтроване сусло направляють у сусловарильний апарат 18. Хміль гранульований та хмелекстракт подаються зі збірників 21 та 22 відповідно. Після закінчення кип'ятіння сусла з хмелем сусло, за допомогою відцентрового насоса 13 направляють на освітлення в апарат для освітлення сусла 19. Після освітлення сусло перекачується насосом 13 до стріппінг-колони 26 для відгонки летких сполук, далі сусло охолоджують у двосекційному пластинчастому теплообміннику 20 і направляють у цех ферментації, а леткі домішки після відгонки з стріппінг-колони 26 конденсуються у конденсаторі 27 та направляються на утилізацію.

					ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2. – Фізико-хімічні показники якості пива

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

Гранично допустима концентрація важких металів та миш'яку вказані у таблиці 3.3 [4].

Таблиця 3.3. – ГДК на важкі метали та миш'як

Назва елемента	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Метод випробування
1	2	3
Ртуть	0,005	Згідно з ГОСТ 26927
Залізо	15,0	Згідно з ГОСТ 26928
Миш'як	0,2	Згідно з ГОСТ 26930
Мідь	5,0	Згідно з ГОСТ 26931
Свинець	0,3	Згідно з ГОСТ 26932
Кадмій	0,03	Згідно з ГОСТ 26933

1	2	3	4
Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	500	200	1000
Кисень, мг/дм ³ , не більше	—	0,1	—
Хлор та хлорфеноли	—	—	—

Таблиця 3.5. – Мікробіологічні показники якості технологічної води

№ п/п	Назва показника	Оптимальні значення		Граничні значення
		За класичною технологією	Для розбавлення високогустинного пива	
1	2	3	4	5
1	Загальна кількість бактерій в 1 см ³ води, не більше	100	20	100
2	Бактерії кишкової групи: В 100 см ³ води, не більше	0	0	0
	В 1000 см ³ води, не більше	3	0	3

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

Таблиця 3.6. – Показники якості ячменю

Показники	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують для пивоваріння	
	1 класу	2 класу
	2	3
Колір	Світложовтий або жовтий	Світложовтий, жовтий або сірвато-жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	Не регламентується	
Маса 1000 зерен, грам, не менше	40,0	38,0
Масова частка білка, %, не більше	11,0	11,5
Смітна домішка, %, не більше	1,0	2,0
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	85,0	70,0

Закінчення таблиці 3.7

1	2	3	4
Масова частка вологи, % не більше	4,0	5,0	5,8
Масова частка екстракту у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	80,0	78,5	76,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0 – 1,5	1,6 – 2,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, % не більше	10,5	11,0	11,5
Число Кольбаха, %	39 – 41	37 – 41	—
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75 – 0,70	0,69 – 0,65	0,64 – 0,55
Тривалість оцукрювання, хв., не більше	10	15	25
Лабораторне сусло: <ul style="list-style-type: none"> • колір, см3 розчину йоду концентрованого 0,1 моль/дм3 на 100 см3 води або в одиницях ЕВС • кислотність, см3 розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм3 на 100 см3 • Прозорість (візуально) • Кінцева ступінь зброджування, % 	Не більше 0,18 Не більше 3,2 0,9 – 1,1 Прозоре 79 – 81 1,45 – 1,54	Не більше 0,23 Не більше 4,0 0,9 – 1,2 Прозоре 75 – 78 1,55 – 1,60	Не більше 0,40 Не більше 6,6 0,9 – 1,3 Дозволена незначна опалесценція 74 – 70 1,61 – 1,78
В'язкість, МПа·с за 20 °С	1,45 – 1,54	1,55 – 1,60	1,61 – 1,78

Показники якості карамельного солоду наведені в таблицях 3.9 – 3.10 [5].

Закінчення таблиці 3.15

1	2	3
Визначення наявності барію	Не допускається	Не нормується
Визначення наявності ціаністо-водневої кислоти	Витримує випробування на відсутність	
Визначення наявності фероціанідів	Витримує випробування на відсутність	
Визначення наявності вільної сірчаної кислоти	Витримує випробування на відсутність	

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

Таблиця 4.3. – Втрати на стадіях виробництва пива

Втрати	Пиво з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі, %		
	11-% Львівське світле	11-% Львівське 1715	12-% Львівське Різдвяне
Солоду під час очищення, % мас. від солоду, що надійшов у варильне відділення	0,1	0,1	0,1
Екстракту в пивній дробині, % мас до маси зернопродуктів	1,75	1,75	2,2
Втрати з рідкою фазою за нормами становлять у цеху ферментації	8,3	8,3	9,2
Втрати при фільтрації, % до об'єму готового пива	1,3	1,3	1,4
При розливі, % до об'єму відфільтрованого пива у пляшки	1,4	1,4	1,7
Втрати під час пастеризації пива, % до об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2	2,2

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

в житньому ферментативному солоді — $9,96 \cdot (1-0,06) = 9,36$ кг.

Всього кількість СР в сировині, що поступає на подрібнення:

$66,03+19+9,36 = 94,39$ кг.

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

зі світлим солодом — $66,03 \cdot 0,76 = 50,18$ кг;

з карамельним солодом — $19 \cdot 0,72 = 13,68$ кг;

з карамельним солодом — $9,36 \cdot 0,6 = 5,16$ кг.

Всього в сировині міститься — $50,18+13,68+5,16 = 69,02$ кг.

З врахуванням 1,75 % втрат екстрактивних речовин в дробині в сушло їх переходить $69,02 \cdot (1-0,0175) = 67,81$ кг.

В дробині залишається сухих речовин:

$94,39 - 67,81 = 26,58$ кг.

Визначення проміжних продуктів

Вихідними даними для розрахунку кількості проміжних продуктів є величини початкової концентрації сусла і об'ємних втрат по стадіям виробництва пива (табл. 4.3).

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

Львівське світле — 69,39 кг;

Львівське 1715 — 70,44 кг;

Львівське Різдвяне — 67,81 кг.

При встановленій початковій концентрації сусла 11 % для Львівського світлого, 11,5 % Львівського 1715 і 11,6 % для Львівського Різдвяне пива із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

Львівське світле — $(69,39 \cdot 100) / 11 = 630,81$ кг;

Львівське 1715 — $(70,44 \cdot 100) / 11,5 = 612,52$ кг;

Львівське різдвяне — $(67,81 \cdot 100) / 11,6 = 584,57$ кг.

Об'єм сусла при 20 °С за відносної густини сусла Львівське світле — 1,0331, Львівське 1715 — 1,0442 і Львівське Різдвяне — 1,0526:

Львівське світле — $630,81 / 1,0331 = 610,60$ дм³;

Львівське 1715 — $612,52 / 1,0442 = 586,59$ дм³;

Львівське Різдвяне — $584,57 / 1,0526 = 555,36$ дм³.

Об'єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 [21] рази дорівнює:

Львівське світле — $610,60 \cdot 1,04 = 635,02$ дм³;

Львівське 1715 — $586,59 \cdot 1,04 = 610,05$ дм³

Львівське Різдвяне — $555,36 \cdot 1,04 = 577,57$ дм³.

Втрати гарячого сусла на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації, приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Львівське світле — 8,3 %, для Львівське різдвяне — 9,2 %, для Львівське 1715 — 8,3 % від об'єму гарячого сусла, приведенного до об'єму при 20 °С.

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

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

Львівське світле — $635,02 \cdot (1 - 0,083) = 582,31 \text{ дм}^3$;

Львівське 1715 — $610,05 \cdot (1 - 0,083) = 559,42 \text{ дм}^3$;

Львівське Різдвяне — $577,57 \cdot (1 - 0,092) = 524,43 \text{ дм}^3$.

Фільтроване пиво. Витрати при фільтрації становлять до об'єму пива: Львівського світлого — 1,3 %, Львівського 1715 — 1,3% і Львівського Різдвяного — 1,4 % (табл. ____). За таких втрат кількість фільтрованого пива:

Львівське світле — $582,31 \cdot (1 - 0,013) = 574,74 \text{ дм}^3$;

Львівське 1715 — $559,42 \cdot (1 - 0,013) = 552,15 \text{ дм}^3$;

Львівське Різдвяне — $524,43 \cdot (1 - 0,014) = 517,09 \text{ дм}^3$.

Товарне пиво. Втрати товарного пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі у пляшки становлять для всіх найменувань пива 1,4 %, при розливі у кеги — 0,5 %. За умови, що Львівського світлого пива розливається в пляшки — 4,48 млн. дал, в кеги — 1,12 млн. дал, що в процентному співвідношенні складає від загальної кількості Українського світлого пива 4,2 млн. дал відповідно 80 % і 20 %. В цьому випадку середньозважені втрати Львівського світлого пива становлять:

$80 \cdot 0,014 + 20 \cdot 0,005 = 1,22 \%$.

Отже, кількість товарного пива буде:

Львівське світле — $574,74 \cdot (1 - 0,0122) = 567,73 \text{ дм}^3$;

Львівське 1715 — $552,15 \cdot (1 - 0,014) = 544,42 \text{ дм}^3$;

Львівське Різдвяне — $517,09 \cdot (1 - 0,014) = 509,85 \text{ дм}^3$.

Визначення витрат хмелепродуктів і молочної кислоти

Хмелепродукти. За рецептурою прийнято використовувати 50 % гранульованого хмелю з вмістом α -кислоти 9 % і 50 % хмелевого екстракту з вмістом α -кислоти 51,9 % [13]. За встановленими нормами їх витрати на 1 дал пива будуть:

1) *Львівське світле.* На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 61,060 дал — 12,21 г або 0,01221 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % необхідно — 0,04 кг α -кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно $0,02 \cdot 100 / 9 = 0,22 \text{ кг}$ на 1 дал сусла і хмелевого екстракту — $100 \cdot 0,02 / 51,9 = 0,04 \text{ кг}$ на 1 дал сусла.

2) *Львівське 1715.* На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 55,536 дал — 11,11 г або 0,01111 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % потрібно — 0,036 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю потрібно $0,018 \cdot 100 / 9 = 0,20 \text{ кг}$, а хмелевого екстракту $0,018 \cdot 100 / 51,9 = 0,035 \text{ кг}$.

3) *Львівське Різдвяне.* На 1 дал необхідно 0,32 г α -кислоти, а на 58,659 дал — 18,77 г або 0,01877 кг. Так, як вихід гірких речовин 31 %, то на 100 % необхідно 0,06 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю необхідно $0,03 \cdot 100 / 9 = 0,33 \text{ кг}$, а хмелевого екстракту — $0,03 \cdot 100 / 51,9 = 0,058 \text{ кг}$.

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

Визначення кількості відходів

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Львівське світле — $18,32 \cdot 1,832 = 33,56$ м³;

Львівське 1715 — $17,15 \cdot 1,832 = 31,42$ м³;

Львівське Різдяне — $20,23 \cdot 1,832 = 37,06$ м³.

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

Львівське світле — $18320/56,77 = 322,70$ г;

Львівське 1715 — $17150/54,44 = 315,03$ г;

Львівське Різдяне — $20230/50,99 = 396,74$ г.

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

Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Таблиця 4.4. – Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Назва продукту	Львівське світле			Львівське 1715			Львівське Різдяне		
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	4,48 млн. дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	0,7 млн. дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	0,7 млн. дал
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зернова сировина, кг:									
світлий солод	90	1,58	7078400	100	1,84	1288000	70	1,37	959000
карамельний солод	—	—	—	—	—	—	20	0,39	273000
житній	—	—	—	—	—	—	10	0,19	133000
ферментований солод									
ячмінне борошно	10	0,18	806400	—	—	—	—	—	—
Всього, кг	100	1,76	7884800	100	1,84	1288000	100	1,95	1365000

Закінчення таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інші види сировини, кг	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Хмелепродукти: гранульований екстракт хмельовий		0,22 0,04	985600 179200		0,20 0,035	140000 24500		0,33 0,058	231000 40600
Молочна кислота 100 %-ва	0,08		6313,2	0,08		1028,66	0,08		1098,25
Проміжні продукти, дм ³ :									
гаряче сусло	635,02	11,19	50131200	610,05	11,21	7847000	577,57	11,33	7931000
холодне сусло	582,31	10,26	45964800	559,42	10,27	7189000	524,43	10,28	7196000
фільтроване пиво	574,74	10,12	45337600	552,15	10,14	7098000	517,09	10,14	7098000
товарне пиво	567,73	10,00	44800000	544,42	10,00	7000000	509,85	10,00	7000000
Відходи:									
пивна дробина, кг	171,29	3,02	13529600	170,64	3,13	2191000	189,78	3,72	2604000
відстій білковий, кг	1,75	0,03	134400	1,75	0,03	21000	1,75	0,03	21000
надлишкові дріжджі, дм ³	5,68	0,1	448000	5,44	0,1	70000	5,1	0,1	70000
діоксид вуглецю, відходи від полірування, кг	18,32	0,32	1433600	17,15	0,32	224000	20,23	0,4	280000
	0,09	0,002	8960	0,1	0,002	1400	0,08	0,002	1400

ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ

Арк.

43

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Пляшки. Необхідна кількість пляшок визначають за формулами:

$$N_{\text{пл.заг}} = Q \cdot 100 / (V(100 - K_6)) \text{ шт.};$$

$$N_{\text{пл.нов}} = Q \cdot (K_n + K_6) / (100V) \text{ шт.};$$

$$N_{\text{пл.об}} = Q / (Vn) \text{ шт.},$$

де $N_{\text{пл.заг}}$, $N_{\text{пл.нов}}$, $N_{\text{пл.об}}$ — необхідна кількість пляшок відповідно загальна, нових і зворотних, шт.; Q — річний випуск продукції в пляшках, дм^3 ; $V=0,5$ — місткість пляшки, дм^3 ; $K_6=3,09$ — бій пляшок при зберіганні, митті і розливі, %; $K_n=5$ — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %; $n=40$ — кількість обертів пляшок в рік.

За умови, що 7000000 млн. дал пива розливають в пляшки місткістю 0,5 дм^3 , отже, потрібна кількість пляшок місткістю 0,5 дм^3 :

$$N_{\text{пл.заг}} = 7000000 \cdot 100 / 0,5(100 - 3,09) = 14,5 \text{ млн. пляшок};$$

$$N_{\text{пл.нов}} = 7000000 \cdot (5 + 3,09) / (100 \cdot 0,5) = 12,1 \text{ млн. пляшок};$$

$$N_{\text{пл.об}} = 7000000 / (0,5 \cdot 40) = 350000 \text{ пляшок}.$$

Ящики. В стандартні ящики укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм^3 . Для укладання всієї продукції з урахуванням 2 % зносу необхідно ящиків для пляшок:

$$14,5 / (20 \cdot 0,98) = 0,74 \text{ млн. ящиків}.$$

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

$$0,74 \cdot (100 - 90) / 100 = 0,074 \text{ млн. шт.}$$

Необхідність в ящиках при 40 оборотах на рік складає пляшок

$$14,5 / (40 \cdot 20) = 0,018125 \text{ млн. шт. або } 18125 \text{ шт.}$$

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

$$\text{кронен-пробок } 14,5 \cdot 1,045 = 15,16 \text{ млн. шт.};$$

$$\text{етикеток } 14,5 \cdot 1,03 = 14,94 \text{ млн. шт.}$$

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

$$14,5 \cdot 1100 = 15950 \text{ кг.}$$

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

$$14,5 \cdot 0,275 / 1000 = 3988 \text{ кг};$$

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

					РОЗРАХУНКИ ВИТРАТ ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 4.5 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Тара і допоміжні матеріали	Кількість допоміжних матеріалів та тари	
	добу	рік
Скляні пляшки, млн. пляшок:		
загальна кількість	0,04	14,5
нові	0,03	12,1
оборотні	0,0009	0,35
Ящики, млн. ящиків:		
загальна кількість	0,0021	0,74
нові	0,00021	0,074
оборотні	0,00005	0,018
Кронен-пробки, млн. шт. : на скляні пляшки	0,042	15,16
Етикетки, млн. шт.: на скляні пляшки	0,041	14,94
Каустична сода, кг	0,000044	0,016
Клей декстрин, кг: скляні пляшки	10,92	3988

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок та підбір обладнання здійснюється за допомогою спеціальної літератури [21; 23].

Річна потужність заводу — 7 млн дал/рік (Q)

Рецептура проєктованих сортів пива:

- Львівське світле (11%): 90 % — солод світлий; 10% — ячмінне борошно. Витрати зернопродуктів становлять 1,76 кг/дал.
- Львівське 1715 (11%): 100% солод світлий. Витрати зернопродуктів 1,84 кг/дал.
- Львівське Різвяне (12%): 70 % солод світлий; 20% солод карамельний; 10% житній ферментований солод. Витрати зернопродуктів 1,95 кг/дал.

Загальна річна потреба у зернопродуктах:

$$G=q \cdot Q$$

Для пива Львівське світле (11%):

$$G = 1.76 \cdot 5\,600\,000 = 9\,856\,000 \text{ кг} = 9\,856 \text{ т}$$

Для пива Львівське 1715 (11%):

$$G = 1.84 \cdot 700\,000 = 1\,288\,000 \text{ кг} = 1\,288 \text{ т}$$

Для пива Львівське Різвяне (12%):

$$G = 1.95 \cdot 700\,000 = 1\,365\,000 \text{ кг} = 1\,365 \text{ т}$$

Добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період року складає:

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

Де G_p — річна переробка зернопродуктів, т;

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

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

$$G = \frac{12509 \cdot 0.3}{28.5 \cdot 3} = 43,9 \text{ т} = 44 \frac{\text{т}}{\text{добу}}$$

Підбираємо 1 чотирьохпаратний агрегат із кількістю варок на добу 7. Засип на 1 варку:

$$44/7=6,3 \text{ т}$$

Норія для солоду. Норія для відпуску солоду з зерносховища працює кожен день протягом 4,5 год. Тоді продуктивність її повинна бути не менше $44/4,5=9,7 \text{ т/год}$

Підбираємо норію – Т-206 (одинарна), продуктивністю 20 т/год. Потужність електродвигуна – 1,5 кВт; висота подачі – 14,5 м; число обертів – 1,17 об/с; число обертів електродвигуна – 2,67 об/с; діаметр диску – 400 мм; швидкість руху – 1,48 м/с; діаметр труби – 220 мм.

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

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

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

Бункери виробничого запасу зернопродуктів

Відповідно до норм технологічного проектування загальна кількість бункерів повинна дорівнювати добовому запасу зернопродуктів, тобто 44 т. Розрахунок обладнання ведеться для різних сортів пива, тому виходячи з розрахунку продуктів потрібно розрахувати об'єм добового запасу солоду для кожного з сортів проєктованого пива [16].

Об'єм бункера добового запасу світлого солоду:

$$V_{\text{доб.св.сол}} = \frac{44 \cdot 1}{0,53} \cdot 1,1 = 91,3 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу карамельного солоду:

$$V_{\text{доб.св.сол}} = \frac{44 \cdot 0,2}{0,53} \cdot 1,1 = 18,3 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу житнього ферментованого солоду:

$$V_{\text{доб.св.сол}} = \frac{44 \cdot 0,1}{0,53} \cdot 1,1 = 9,1 \text{ м}^3$$

Об'єм бункера добового запасу ячменю:

$$V_{\text{доб.св.сол}} = \frac{44 \cdot 0,15}{0,53} \cdot 1,1 = 13,7 \text{ м}^3$$

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

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

- Висота пірамідальної частини:

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

- Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{100}{4^2} - \frac{1}{3} \cdot 1,63 = 5,7 \text{ м}$$

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

- Висота пірамідальної частини:

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

- Висота прямокутної частини:

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$h = \frac{20}{2^2} - \frac{1}{3} \cdot 0,82 = 4,73 \text{ м}$$

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

- Висота пірамідальної частини:

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

- Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{10}{2^2} - \frac{1}{3} \cdot 0,82 = 2,22 \text{ м}$$

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

- Висота пірамідальної частини:

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

- Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{15}{2^2} - \frac{1}{3} \cdot 1,63 = 3,47 \text{ м}$$

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

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

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

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

Обираємо дробарку кондиційованого подрібнення марки Нуртманн Millstar потужністю 8 т/год.

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

$$Q_{\text{дроб.с.п.}} = \frac{10 - 0,1}{1,5} = 6,6 \text{ т/год}$$

Приймаємо дробарку сухого помелу потужністю 7 т/год.

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

Фільтраційний апарат. Приймаємо 1 апарат Нуртманн засипом на 10,0 т. Габаритні розміри: діаметр 5400 мм.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

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

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

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

$$2,4 \cdot 10 = 24 \text{ м}^3.$$

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

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

Збірник для сусла на виході з фільтр-апарата повинен мати таку ж місткість, як і суловарильний апарат. Тому приймаємо збірник об'ємом 50 м^3 . Приймаємо такі розміри, мм: висота — 4600, діаметр — 3000.

Насос для перекачування затору. Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3 – 3,5 дм³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 10 т зернопродуктів відповідно $10000 \cdot 3,5 = 350 \text{ м}^3$.

Приймаємо шерстеренчастий насос марки Vater pass з подачею до 250 м³/год і тиском до 16 бар. Маса насоса 475 кг.

Насос мутного сусла. Потужність насосу мутного сусла:

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

Насос для перекачування сусла. Відповідно до режиму варки сусла з хмелем перекачка охмеленого сусла із суловарильного апарату йде на протязі 30 хвилин. Об'єм сусла, відповідно до продуктового розрахунку складає 600 л на 100 кг зернопродуктів. Отже, із однієї варки отримуємо сусла:

$$V_{\text{сус}} = 6000 \cdot \frac{600}{100} = 36000 \text{ л}$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$Q_{\text{сусл.нас}} = 36000 \cdot \frac{60}{30} = 72000 \text{ л/год}$$

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

Гідроциклонний апарат. Для підпору Вірпула знаходимо його повний об'єм, м³:

$$V = V_{\text{зат}} \cdot K$$

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ				

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

$$V=6,0 \cdot 10/0,8=75 \text{ м}^3$$

Приймаємо гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-16 продуктивністю 732 м³/год, повний об'єм 90 м³. Діаметр — 5700 мм, висота — 2500 мм.

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

$$D = \sqrt[3]{\frac{18}{0.942}} = 2.7 \text{ м}$$

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

$$H = 1,2 \cdot 2,7 = 3,3 \text{ м}$$

Специфікація технологічного обладнання наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. – Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	№ п. на апар. техн. схемі	Найменування, тип обладнання	Кількість, шт	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна, кВт	Трив. роботи ел.двиг. год/добу	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1		Норія НГЦ-50	1	Потужність – 50 т/год; висота норії не більше 40 м; ширина стрічки 300 мм; крок ковшів 180 мм; швидкість головки 405 кг	3,2	4,5	–
2		Шнек	1	Продуктивність 12 т/год	–	4,5	–
3		Ваги автоматичні ДН-500	2	Продуктивність – 20-60 т/год, величина порції – 300-500 кг	–	–	–
4		Бункер для світлого солоду	1	Об'єм 100 м ³ , сторона а=4 м, h ₁ =1,63 м, h=5,7м	–	–	AISI 18/8
5		Бункер для карамельного солоду	1	Об'єм 20 м ³ , сторона а=2 м, h ₁ =0,82 м, h=4,73м	–	–	AISI 18/8
6		Бункер для житнього ферметованого солоду	1	Об'єм 10 м ³ , сторона а=2 м, h ₁ =0,82 м, h=2,22 м	–	–	AISI 18/8

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Продовження табл.5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
7		Бункер ячменю	1	Об'єм 15 м ³ , сторона a=2 м, h ₁ =0,82 м, h=3,74м	–	–	AISI 18/8
8		Повітряно-сито- вий сепаратор ЗСМ-10	1	Продуктивність 8,3 т/год, габаритні розміри 2700×2790×2670	1,1	10	Механічний завод СВТП «Механік»
9		Електро-магніт- ний сепаратор	1	Продуктивність 4-6 т/год, габаритні розміри барабана 800×800	1,3	10	Механічний завод СВТП «Механік»
10		Дробарка конди- ційованого по- мелу	1	Потужність 8 т/год	10	7	Німеччина
11		Дробарка сухого помелу	1	Потужність 5 т/год	10	7	Німеччина
12		Шестиренчастий насос	1	Подача до 250 м ³ /год, тиск до 16 бар	–	–	Механічний завод СВТП «Механік»
13		Заторний апарат ВКЗ-5	2	Місткість 33 м ³ , площа поверхні нагріву 20,8 м ² , діаметр 4800 мм, висота циліндричної частини 1210 мм, кри- шки 2500 мм, сферич- ного днища 1060 мм	32,5	11	–
14		Фільтр-апарат	1	Діаметр 5400 мм	–	–	Німеччина
15		Бункер дробини	1	Засипом на 6,0 т. габаритні розміри, мм: довжина — 15000, ширина — 2400, висота — 2300	–	–	Німеччина
16		Насос мутного сусла	1	Продуктивність 25 м ³ /год			Валдайський завод

								Арк.
								51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ			

Закінчення табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
17		Збірник промивних вод	1	Довжина 3500 мм, діаметр 3000 мм, об'єм — 24 м ³	—	—	—
18		Сушварильний апарат	1	Місткість 45,6 м ³ , площа поверхні нагріву 47,2 м ² , діаметр 5200 мм, висота циліндричної частини 970 мм, кришки 2690 мм, сферичного днища 1870 мм, маса апарата 20000 кг, робоча маса 58000 кг	7,5	10	Німеччина
19		Гідроциклонний апарат	1	Продуктивність 790 м ³ /год, повний об'єм 90 м ³ , діаметр 5700 мм, висота 2500 мм	—	—	Німеччина
20		Збірник білкового бруху	1	Об'єм 18 м ³ , діаметр 2700 мм, висота 330 мм, висота циліндричної частини 1200 мм	—	—	—

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Склад солоду і несолодженої сировини. Склад розраховується на дво-місячний запас при умові зберігання солоду і зерна в мішках. Навантаження на 1м² площі приймається 1200 кг. З врахуванням проходів і обслуговування площа збільшується на 50 %;

$$S = \frac{M_{кр} \cdot 2}{11,33 \cdot 1,2} \cdot 1,5,$$

де $M_{кр}$ – річна потреба заводу в солоді і несолодженій сировині, т.

$$S = \frac{(7078,4+806,4+1288+959+273+133) \cdot 2}{11,33 \cdot 1,2} \cdot 1,5 = 2325,2 \text{ м}^2.$$

Склад хмелю. Склад хмелю повинен вмщати річний запас і визначається із розрахунку 400 кг хмелю на 1м², з врахуванням 50 % вільної площі для переміщення електропогрузчика.

$$S_x = \frac{985600+179200+140000+24500+231000+40600}{400} \cdot 1,5 = 600,4 \text{ м}^2.$$

У варильному відділенні має зберігатися запас хмеле продуктів на 3 доби. Тоу у варильному відділенні площа складу для хмелепродуктів становить 6,3 м².

Склад готової продукції. Площу складу нових пляшок розраховуємо за формулою:

$$S = \frac{Q_{пл} \cdot K_k \cdot K_{уб} \cdot K_{пр}}{3 \cdot 100n},$$

де $Q_{пл}$ – річний випуск пляшкового пива, дал; $K_{кв}$ – частина річного випуску пляшкового пива, що розливається протягом найнапруженішого кварталу; $K_{уб}$ – убиль пляшок протягом місяця, %; $K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує вільну площу складу на проходи для обслуговування; n – кількість ящиків, що складається на 1м² площі складу, шт.

Розрахунок ведемо, якщо $Q_{пл} = 5,6$ млн. дал. Для відшкодування опали пляшок по нормах потрібно 8,4% місячного випуску продукції. При штабелюванні ящиків у 8 рядів на 1м² розміщується 40 ящиків, а для обслуговування залишено 25 % вільної площі складу.

$$S = \frac{7000000 \cdot 0,3 \cdot 8,4 \cdot 1,25}{3 \cdot 100 \cdot 40} = 1837,5 \text{ м}^2.$$

Склад оборотних пляшок розраховуємо за формулою:

$$S = \frac{Q_{пл} \cdot K_{кв} \cdot K_{зап} \cdot K_б \cdot K_{пр}}{3 \cdot K_{дн} \cdot n}$$

$$S = \frac{7000000 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 1,034 \cdot 1,25}{3 \cdot 21 \cdot 40} = 2154,2 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції розраховуємо за формулою:

$$S = \frac{Q_{пл} \cdot K_{кв} \cdot K_{зап} \cdot K_{пр}}{3 \cdot K_{дн} \cdot n}$$

$$S = \frac{7000000 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 1,25}{3 \cdot 21 \cdot 40} = 2083,3 \text{ м}^2.$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ					54

Закінчення таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Приготування затору	Заторний апарат	pH затору	pH-метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Хімік
Фільтрування затору	Фільтраційний апарат	Концентрація сухих речовин у промивній воді	рефрактометр	Не більше 0,5		
Гаряче сусло	Сусліварильна лінія	pH сусла	pH-метром	5,4-5,6		
		Оцукрювання	Проба на йод	Відсутність темного забарвлення		
		Колір, см ³ 0,1 моль/ дм ³ р-ну I ₂ на 100см ³ води	Порівняння з розчином йоду	Світле – 0,36-0,63, Темне – 9-10		

Метрологічне забезпечення на підприємстві наведено в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Метрологічне забезпечення на підприємстві

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

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ

Основна роль в технології бродильного виробництва належить мікроорганізмам. Дотримання санітарних умов має важливе значення для бродильних технологій, так як порушення санітарного режиму приводить до інфікування сировини, напівфабрикатів і готової продукції контамінуючою мікрофлорою, 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, правильної організації профілактичних заходів. Механізація виробничих процесів, дотримання робітниками правил особистої гігієни та правильна організація профілактичних заходів дозволять уникнути зараження пива сторонніми мікроорганізмами.

Приміщення для приготування сусла – має бути світлим, підлога і стіни покриті плиткою, для відсутності парів має бути передбачена протиточно-втяжна система вентиляції. Підлога в усіх приміщеннях повинна бути з рівною поверхнею, без щілин і вибоїн, зручною для очищення та миття та бути обладнана дренажною та очисною системами, які повинні забезпечувати повне вилучення стоків та промивних вод на будь-якій ділянці.

На підприємствах повинні підтримуватись оптимальні параметри мікроклімату - температура, відносна вологість, швидкість руху повітря з урахуванням кліматичної зони, періоду року і важкості робіт.

Гідроциклонний апарат звільнюють від залишків сусла і білка та промивають холодною водою на протязі 5-10 хвилин. Дезінфекцію внутрішньої поверхні гідроциклонних апаратів проводять не рідше одного разу на тиждень апаратів дезінфекційними засобами і обполіскують гарячою температура якої 70-90 °С водою. Після миття у «Вірпулі» забороняється наявність води.

Трубопроводи між гідроциклонними апаратами, декантерами та холодильними апаратами після кожного спуску білкового бруху промивають, очищають та пропарюють, дезінфекцію проводять не рідше одного разу на тиждень.

Сусловарильний та фільтрувальний апарати перед кожною варкою та після її закінчення очищають та промивають. Всі сусло проводи промивають холодною водою, пропарюють на протязі 15-20 хвилин та вдруге промивають холодною водою після кожного перекачування сусла.

Солодову дробину після промивання відбирають в спеціально обладнаний збірник. Шнеки та ящики для дробини після їх звільнення промивають, один раз на тиждень обов'язково пропарюють і дезінфікують.

Пивний камінь по мірі необхідності забирають з труб розчином каустичної соди або H_2SO_4 з сумішшю дріжджів (150-200 г на 10 dm^3 дріжджів).

Дрібний інвентар (стакани для сусла, вимірювальні циліндри) до і після застосування промивають і зберігають у спеціальній шафі.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Миття і стерилізація обладнання відбувається з використанням установки СІП. Вона включає в себе:

- збірник для азотної кислоти,
- збірник для холодної води,
- збірник для розчину теплої каустику 2%,
- збірник для гарячої води,
- збірник для розчину гарячого каустику 2%,
- збірник для регенованого каустику.

Установка СІП має вхідний і вихідний потоки, які під'єднані до кожного вузла і працює в автономному режимі. Кількість миючих розчинів і тривалість миття кожним розчином встановлена в робочому рецепті згідно технологічного регламенту. Для ретельного вимивання ємності оснащені миючими головками, які крім створення суцільної плівки на внутрішній поверхні ємності забезпечують економію миючого засобу.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО

9.1 Водопостачання та водовідведення

Для розрахунків використовується методика наведену в [17].

Витрати гарячої води. В технологічному процесі гаряча вода використовується для затирання зернопродуктів, для промивання дробини, для миття обладнання.

Витрати гарячої води для затирання зернопродуктів визначається із наступних умов. Максимальна кількість води потрібна для приготування світлого пива (11 %). Концентрація першого сусла - 15-16 %.

При затиранні 100 кг зернопродуктів в сусло переходить 71,69 кг екстрактивних речовин. Для одержання сусла заданої концентрації потрібно води:
 $30 / 60 \cdot 4 \cdot 24,6 = 49,2 \text{ м}^3$.

При приготуванні 7 варок на добу на одному 6 тонному варильному агрегаті, води на головний залив потрібно:

$$7 \cdot 6 \cdot 4 = 168 \text{ м}^3.$$

Витрата води на вилужування солодової дробини в фільтраційному апараті:

$$6 \cdot 7 = 42 \text{ м}^3,$$

де 6 т - засип варильного агрегату;

7 - кількість оборотів варильних агрегатів.

Витрати води для заливки сит фільтраційного апарата визначається за об'ємом підситового простору. У фільтраційному апараті площа фільтрації 53,6 м², а висота підситового простору 0,012 м. При цьому добова витрата води:

$$53,6 \cdot 0,012 \cdot 7 = 4,50 \text{ м}^3.$$

Витрата води для миття обладнання варильного відділення визначається із умов п'ятихвилинного промивання кожного із апаратів із витратою 2,5 м³/год на 1 т перероблених зернопродуктів. У варильному відділенні промиваються 8 апаратів. Для їх промивки потрібно гарячої води на добу:

$$24,6 \cdot 2,5 \cdot 5/60 \cdot 8 = 41 \text{ м}^3.$$

Витрати води для промивання суслопровода прийемо з умови, що суслопровід промивається після кожної варки протягом 10 хв з витратою води 2,5 м³/год на 1 т зернопродуктів:

$$2,5 \cdot 10/60 \cdot 24,6 = 10,25 \text{ м}^3.$$

Витрати води на інші технологічні потреби. Добові витрати води на інші потреби приймаємо рівними 0,4 м³ на 1 т перероблюваних зернопродуктів, тобто

$$0,4 \cdot 24,6 = 9,84 \text{ м}^3.$$

Розрахунок витрати холодної води. Холодна вода витрачається на розбавлення пивної дробини перед тим як вона йде на перекачку до бункеру, охолодження сусла у водяній секції, миття підлоги у виробничих приміщеннях.

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Витрати води на розбавлення пивної дробини. Добові витрати вираховуються з умов, що по нормам проектування на видалення пивної дробини використовується 4 м^3 на 1 т зерно продуктів, що затираються:

$$4 \cdot 24,6 = 98,4 \text{ м}^3.$$

Витрати води на охолодження пивного сусла. Для прийнятого асортименту об'єм гарячого сусла на 100 кг зернопродуктів буде становити: $1,76 \cdot 0,5 \cdot 6023,5 + 1,84 \cdot 0,35 \cdot 4810,2 + 1,95 \cdot 0,15 \cdot 2109,6 = 4702 \text{ дм}^3$

або з максимальної кількості зернопродуктів отримують сусла: $26400 \cdot 4702 / 100 = 1241328 \text{ дм}^3$, або $1241,4 \text{ м}^3$.

Холодної води для охолодження необхідно:

$$1241,4 \cdot 3,96 \cdot (90-60) / (4,1868 \cdot (35-20)) = 2348,3 \text{ м}^3,$$

де $3,96$ і $4,1868$ теплоємності сусла і води, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

Отже, всього за добу використовується

- гарячої води:
 $49,2 + 42 + 4,5 + 41 + 10,25 + 9,84 = 156,79 \text{ м}^3$;
- холодної води:
 $98,4 + 2348,3 = 2446,7 \text{ м}^3$.

9.2 Розрахунки витрат пари

Витрати тепла для підігрівання води для затирання. В заторний апарат поступає зерно:

$$6000 \cdot 0,3 = 1800 \text{ кг.}$$

При температурі холодної води $12 \text{ }^\circ\text{C}$ в зимовий період року витрати тепла на підігрів води становить:

$$1800 \cdot 4 \cdot (56 - 12) \cdot 4,18 = 1324224 \text{ кДж.}$$

Знаходимо кількість заторної маси:

$$1800 + 1800 \cdot 4 = 9000 \text{ кг.}$$

Витрати теплоти на підігрівання води для додавання в затір і всього затору:

Після кип'ятіння затору в нього додається вода і 9000 кг солоду. Вода додається в кількості 4 л на 1 кг солоду:

$$4 \cdot 9000 = 36000 \text{ кг.}$$

Маса затору:

$$9000 + 36000 = 45000 \text{ кг.}$$

Витрати тепла на підігрів води:

$$4,18 \cdot 45000 \cdot (35-12) = 4326300 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на підігрів затору:

$$45000 \cdot 3,63 \cdot (72-62) = 1633500 \text{ кДж.}$$

Розрахунок теплоти для підігрівання густої частини затору до кипіння. З загальної кількості затору відкачується $0,4\%$ рідкої частини затору:

$$45000 \cdot 0,4 = 18000 \text{ кг.}$$

Густа частина затору:

$$45000 \cdot 0,6 = 27000 \text{ кг.}$$

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Отже витрати тепла:

$$27000 \cdot 3,63 \cdot (100 - 72) = 2744280 \text{ кДж.}$$

Для кип'ятіння густої частини затору:

$$27000 \cdot 0,05 \cdot (30/60) \cdot 2259,2 = 1524960 \text{ кДж.}$$

В результаті випаровується води:

$$27000 \cdot 0,05 \cdot (30/60) = 675 \text{ кг.}$$

Маса затору після кипіння:

$$27000 - 675 = 26325 \text{ кг.}$$

Витрати тепла на підігрів всього затору:

$$(1633500 + 18000 + 1524960) / 0,95 = 3343642 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на підігрівання води для заливки сит фільтраційного апарату — при площі фільтрації 53,6 і висоті підситового простору 0,012 м води для заливки сит потрібно:

$$53,6 \cdot 0,012 = 0,6432, \text{ або } 643,2 \text{ кг, а тепла для підігріву води:}$$

$$4,18 \cdot 643,2 \cdot (80 - 12) = 182823,2 \text{ кДж.}$$

Витрати тепла на пивну дробину:

$$6000 \cdot 4 \cdot 4,18 \cdot (80 - 12) = 6821760 \text{ кДж.}$$

Визначаємо яку кількість теплоти, що виділяється з сусловарильного апарату з водяною парою, можна використати повторно:

$$Q = h \cdot G,$$

де h - питома ентальпія вторинної пари, кДж/кг; G - кількість води, випаруваної з апарату, кг, яку розраховують за формулою:

$$G = V \cdot n \cdot d,$$

де V - об'єм суслу в сусловарильному апараті, дм^3 ;

n - частка випаровуваної води; d - відносна густина води.

Знаходимо об'єм суслу в сусловарильному апараті:

$$V = E \cdot G / 0,96 \cdot e \cdot d,$$

де E - екстрактивні речовини засипу, %;

G - кількість води, що випаровується з сусловарильного апарату, кг; 0,96 - зменшення об'єму суслу внаслідок охолодження;

e - екстрактивність суслу, %; d - відносна густина суслу.

$$V = (71 \cdot 6000) / (0,96 \cdot 10,9 \cdot 1,04375) = 39005 \text{ дм}^3.$$

Кількість води, що випаровується з сусловарильного апарату:

$$G = 39005 \cdot 0,06 \cdot 1 = 2341 \text{ кг.}$$

Кількість теплоти, яку можна використати повторно:

$$Q = ((2674,5 - 418,7) + (100 - 70)) \cdot 2341 = 534939 \text{ кДж, тоді кількість води,}$$

яку можна підігріти, використовуючи цю теплоту. Приймаємо, що витрати теплоти 20%, тобто $K=0,8$:

$$X = Q / c (t_2 - t_1) \cdot K = 534939 / 4,18(70 - 15) \cdot 0,8 = 35549 \text{ кг.}$$

Витрати тепла при приготування пивного суслу наведені в таблиці 9.1.

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Таблиця 9.1 – Витрати тепла для приготування сусла

На підігрів води для затирання зернопродуктів	1324224 кДж
Витрати тепла на підігрів всього затору	3343642 кДж
На підігрів води для заливки сит фільтраційного апарата	182823,2 кДж
На пивну дробину	6821760 кДж
Кількість теплоти, яку можна використати повторно	534939 кДж

9.3 Розрахунки витрат електроенергії

За нормами технологічного проектування питома витрата електроенергії на 1000 дал пива дорівнює 445 кВт · год, тоді добова витрата електроенергії складає:

$$445 \cdot 26400 = 1174800 \text{ (кВт} \cdot \text{год/добу),}$$

де 26400 - добова кількість пива, тис. Дал

Максимальну погодинну витрати електроенергії приймають у розмірі 12 % від добової:

$$1174800 \cdot 0,12 = 140976 \text{ (кВт} \cdot \text{год/год).}$$

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

$$E \text{ доб} = N \cdot \tau \cdot n, \text{ кВт} \cdot \text{год(1.12)}$$

де, N- потужність, що споживається приводним електродвигуном, кВт;
 τ -кількість годин роботи агрегату за добу; n -кількість апаратів, шт.

Витрати електроенергії з приводом норії:

$$E = 3,5 \cdot 4,5 \cdot 1 = 15,75 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом шнека:

$$E = 1 \cdot 4,5 \cdot 1 = 4,5 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом повітряно-ситового сепаратора:

$$E = 1,1 \cdot 10 \cdot 1 = 11 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом магнітного сепаратора:

$$E = 1,3 \cdot 10 \cdot 1 = 13 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом дробарки:

$$E = 62 \cdot 7,5 \cdot 1 = 465 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати енергії приводом з валкової дробарки:

$$E = 42 \cdot 4 \cdot 1 = 168 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом заторного апарата:

$$E = 15 \cdot 6 \cdot 2 = 180 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Витрати електроенергії з приводом фільтраційного апарату:

$$E = 22,2 \cdot 10 \cdot 2 = 444 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом заторного насоса:

$$E = 7,5 \cdot 4 \cdot 4 = 180 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом насосу каламутного сушла:

$$E = 5,5 \cdot 1 \cdot 4 = 22 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом насоса для вивантаження дробини:

$$E = 2,6 \cdot 2,5 \cdot 2 = 13 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії з приводом насоса для перекачування сушла:

$$E = 11 \cdot 0,8 \cdot 4 = 35,2 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Разом витрати електроенергії складають:

$$15,75 + 4,5 + 11 + 13 + 465 + 168 + 180 + 444 + 1800 + 22 + 13 + 35,2 = 1\,491,45 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Варильне відділення пивоварного заводу потребує найбільших затрат енергії. Серед усіх процесів, які проходять тут можна виділити процес кип'ятіння сусла з хмелепродуктами. Це є найбільш енергоємною стадією протягом усього циклу приготування пивного сусла. На нього приходиться близько 40 % загальної витрати енергії, яку використовує підприємство. Це свідчить про те, що саме цей процес потребує вдосконалення у плані витрат теплової енергії.

Під час кип'ятіння сусла утворюється водяна пара, яка має назву вторинна пара. Якщо вторинну пару випускати у навколишнє середовище, то специфічний запах відчуватиметься на досить широкій місцевості.

Саме тому на пивоварних підприємствах впроваджують системи енергозбереження, які допомагають запобігти надходженню вторинної пари в навколишнє середовище.

Системи енергозбереження при кип'ятінні сусла:

- *Конденсація вторинної пари.* Для цього використовують найчастіше кожухотрубні теплообмінники. При використанні конденсату вторинної пари з 1 гл вторинної пари отримують до 8 гл гарячої води, температура якої становить 80 °С. Це забезпечує часткове повернення теплової енергії у виробництво.
- *Компресія вторинної пари.* Отримана вторинна пара має температуру близько 100 °С, тому вже не може використовуватися для повторного обігріву сусловарильного апарату, але вторинну пару можна стиснути за допомогою надлишкового тиску. В цьому випадку її температура підвищиться до 108 °С і її можна буде повторно використовувати для обігріву сусловарильного апарату.
- *Кип'ятіння за надлишкового тиску з накопиченням теплової енергії.* Для цього використовується вертикально розташований теплоізолюваний збірник (енерготанк). Його застосування дозволяє знизити витрати первинної теплової енергії при приготуванні пивного сусла до 60 %, та при його нагріванні — до 75%.

Також знизити енергоспоживання можна за рахунок зменшення тривалості роботи сусловарильного апарату. В дипломному проекті передбачено використання колони для стріппінгу, що дозволить знизити споживання енергії при кип'ятінні шляхом скорочення часу кип'ятіння сусла з хмелепродуктами.

Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище можна досягти за рахунок комплексної переробки відходів пивоварного виробництва.

Напрямки ресурсозбереження:

- поетапне зниження викидів в атмосферу;
- раціональне використання водних ресурсів;
- максимально можлива переробка виробничих відходів.

										Арк.
										65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ					

Для цього на підприємствах застосовують:

- повторне використання води при митті обладнання та тари для розливу;
- повторне використання вторинної пари.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Питання охорони природи представлені в Конституції України та інших законодавчих актах. Законом заборонено вводити в експлуатацію підприємства, якщо вони не забезпечені відповідними очисними спорудами. Закон зобов'язує підприємства здійснювати наукову розробку та впровадження в практику безвідходних або маловідходних технологій, вживати всіх необхідних заходів щодо запобігання забруднення повітряного середовища і водних ресурсів.

Охорона навколишнього середовища - це заходи, що забезпечують оптимальне функціонування фізичних, хімічних та біологічних параметрів природних і антропогенних систем, в яких протікає праця, побут і відпочинок людей. Позитивне функціонування таких систем можливе тільки при умові повного залучення в природний кругообіг продуктів виробництва і життєдіяльності людей [17].

При виробництві пива утворюються відходи і вторинні продукти, які повинні бути видалені чи утилізовані.

Стічні води. В ході технологічного процесу в воду потрапляють різноманітні речовини в завислому чи розчиненому стані. Тому на підприємстві можуть встановлюватись споруди для очистки стічних вод:

- споруди для аеробної очистки стічних вод – басейни з активним мулом, спеціальні реактори, реактори з іммобілізованою біомасою;
- установки для анаеробного очищення стічних вод;
- очищення стоків з використанням змішувальних і розділювальних басейнів.

Пивна дробина. Пивну дробину використовують як цінну кормову добавку для відгодівлі тварин. Її можна реалізувати в сирому вигляді, або сушити чи консервувати для підвищення терміну зберігання. При використанні гранульованого хмелю хмелева дробина відсутня, а мішки з фольги, в який поставляють гранули, потрапляють у відходи, іноді їх частково повертають постачальнику [8].

Білковий відстій осаджується у гідроциклонному апараті типу «Вірпул», і є цінною добавкою до корму для тварин. Білковий брух використовують на корм худобі як самостійно, так і змішаним з пивною дробиною. Смак білкового осаду гіркий, тому останній спосіб є найдоцільнішим.

Викиди з варильного цеху. При кип'ятінні сусла випаровується вода, яка містить леткі компоненти сусла і хмелю. Тому біля підприємства може відчуватися запах. При використанні конденсатора вторинної пари ці викиди суттєво зменшуються, а із застосуванням компресії вторинної пари вони майже повністю припиняються.

Пил. При прийманні солоду, його транспортуванні і подрібненні (при використанні сухого подрібнення) утворюється пил, який окрім загрози вибуху є забруднювачем на виробництві. Він повинен видалятися шляхом аспірації, відділення і утилізації. Його очищують на пилефільтрах. Пил містить багато

										Арк.
										68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

технічної документації і орієнтовного переліку питань первинного інструктажу.

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху або ділянки, узгоджується зі службою охорони праці і затверджується керівником підприємства [18].

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

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

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

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників загальної спеціальності. Обсяг і зміст інструктажу визначається в кожному окремому випадку залежно від обставин, що викликали необхідність його проведення.

Цільовий інструктаж фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт. Перевірка знань здійснюється усним опитуванням або за допомогою технічних засобів навчання, а також перевіркою навичок виконання робіт відповідно вимог безпеки [18].

Оформляються первинний, повторний та позаплановий інструктажі, стажування та допуск до роботи реєстрацією в спеціальному журналі. При цьому обов'язкові підписи як інструктували, так і інструктує. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівнику зразок інструкції про охорону праці за його професією або вивісити її на робочому місці.

До обслуговування технологічного та допоміжного обладнання відділення допускаються особи старші за 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робітники під час обслуговування обладнання повинні бути одягнені в спецодяг та мати належні засоби індивідуального захисту працівників. В аварійних ситуаціях потрібно негайно вимкнути устаткування, повідомити адміністрацію та вжити відповідних заходів для ліквідації аварії. До роботи з діоксидом сірки допускаються лише працівники з належним рівнем підготовки, та в протигазі [18].

Мікроклімат виробничих приміщень - це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у робочій зоні. Параметри мікроклімату: температура повітря t , °C; відносна вологість ϕ , %; швидкість руху повітря v , м/с.

Параметри мікроклімату нормуються залежно від наступних факторів: періоду року; категорії важкості робіт по фізичному навантаженню; виду робочого місця [17].

Запиленість повітря. Залежно від ступеня токсичності, фізико-хімічних властивостей, шляхів проникнення в організм, санітарні норми встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК), не більше 6 мг/м³ шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень, перевищення яких не припустиме [17, 18].

Шум. Одним із найбільш розповсюджених негативних факторів, які впливають на людину, є шум. Він завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини [17].

В останній час спостерігається тенденція до постійного збільшення шуму на виробництві внаслідок зростання потужностей технологічного обладнання. Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються за ДСН 3.3.6.037-99.

Вібрації. Іншим небезпечним фактором є вібрація, яка не тільки погіршує самопочуття працюючих і знижує продуктивність праці, а й може призвести до серйозних патологічних змін організму людини. Комплексна механізація і автоматизація підприємства є радикальним способом позбавлення людини від шкідливого впливу вібрації. Гігієнічне нормування вібрації передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкості, м/с. ДСН 3.3.6.039-99, є основним документом, який визначає гігієнічні норми вібрації. За способом передачі на людину розрізняють локальну та загальну вібрацію.

Джерелом вібрації в умовах, що розглядаються в проекті, є таке обладнання: повітряно-ситовий сепаратор, обладнання переміщення зернопродуктів, дробарки [18].

Освітлення. Освітлення на робочих місцях регламентується ДНБ В 2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [18].

Освітленість робочих місць здійснюється штучним світлом. Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне.

Система загального освітлення призначається для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою.

Електробезпека. Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму слід застосовувати засоби та способи захисту, передбачені

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правила техніки безпеки електроулаштування споживачів» [17].

Пожежна безпека. Пожежна безпека забезпечується системою попередження пожежі, системою протипожежного захисту і організаційно-технічними заходами. Всі приміщення і технологічні установки забезпечуються первинними засобами пожежогасіння (вуглекислотні вогнегасники, внутрішні пожежні крани з комплектом обладнання, щити з лопатами та інше [18].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційною роботою передбачено:

- кондиційоване подрібнення солоду, що дозволить зберегти зернові оболонки;
- затирання зернопродуктів двохвідварним способом, що дозволяє переробляти різний за якістю солод;
- фільтрування затору на фільтраційному апараті, що дозволяє отримувати сусло високої якості;
- кип'ятіння сусла з хмелепродуктами проходить у суслотварильному апараті з внутрішнім кип'ятильником;
- для освітлення сусла передбачено застосування гідроциклонного апарату типу «Вірпул»;
- застосування стріппінгової колони дозволить зменшити вміст легких сполук у суслі, що покращить смакові якості готового пива, а також зменшить енергозатрати за рахунок зменшення тривалості часу кип'ятіння сусла з хмелепродуктами;
- для охолодження сусла передбачається використання двосекційного пластинчастого теплообмінника.

Кваліфікаційною роботою передбачено виготовлення таких сортів пива:

- «Львівське світле» з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі 11,0%;
- «Львівське 1715» з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі 11,0 %;
- «Львівське Різдвяне» з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі 12,0%.

У роботі виконаний продуктивний розрахунок, розрахунок та підбір технологічного обладнання, розрахунок складських приміщень. Передбачено заходи, щодо захисту навколишнього середовища та охорони праці на підприємстві.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. — [Чинний від 12.05.2010 р.]. — Зареєстровано в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. — (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).
2. Гранули хмелю. Технічні умови: ДСТУ 7028:2009. - [Чинний від 2009-01-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2009. — 22 с. — (Національний стандарт України).
3. Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови ДСТУ 4621:2006. — [Чинний від 2008-03-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 23 с. — (Національний стандарт України).
4. Пиво. Загальні технічні умови: ДСТУ 3888:2015. — [Чинний від 2015-05-28]. — К.: Держспоживстандарт України, 2015. — 21 с. — (Національний стандарт України).
5. Солод ржаної сухої. Технические условия: ГОСТ 29272-92. — 22 с.
6. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови: ДСТУ 4282:2004. — [Чинний від 2004-1-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 14 с. — (Національний стандарт України).
7. Ячмінь. Технологічні вимоги: ДСТУ 3769-98. — [Чинний від 1999-01-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 1998. — 11 с. — (Національний стандарт України).
8. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.А. Домарецький.— К.: ІНК ОС, 2004. — 426 с.
9. Ермолаева, Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: учеб. для нач. проф. образования / Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. — М.: ИПРО, Изд. центр «Академия», 2000. — 416 с.
10. Запольський, А.К. Основи екології: підруч. / А.К. Запольський, А.І. Салюк. За ред. К.М. Ситника. — К.: Вища шк., 2001. — 358 с.
11. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. // за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. — К.: НУХТ, 2012. — 487 с.
12. Кунце В. Технология солода и пива: пер. с. нем./ Кунце В. , Мит Г. — СПб: «Профессия», 2001. — 912 с.
13. Курсове і дипломне проектування : методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П. Л. Шиян, В. Л. Прибильський, А. М. Куц та ін. — Київ : НУХТ, 2012. — 67 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

14. Куц А. Технологія бродильних виробництв: конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / А. Куц, В. Кошова. – Київ : НУХТ, 2011. – 156 с.
15. Методичні рекомендації до виконання «Архітектурно-будівельного розділу» дипломного проекту (роботи) для студентів за напрямами підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», 6.051401 «Біотехнологія», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 6.050604 «Енергомашинобудування» денної та заочної форм навчання/ Уклад.: Г.Р. Ашмаріна – К.: НУХТ, 2013. – 214 с.
16. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс ; пер. с нем. – Санкт-Петербург : Профессия, 2007. – 640 с.
17. Основи охорони праці: підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. та ін.; за ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. — К.: Основа, 2006. – 448 с.
18. Охорона праці в галузі: Метод. вказівки до вивч. дисципліни та викон. контрол. роботи для студентів напряму 0917 «Харчова технологія та інженерія» та 0906 «Хімічна технологія та інженерія» ден. та заоч. форм навчання / уклад. М.П. Гандзюк, М.П. Купчик, В.С. Гуць. – К.: НУХТ, 2001. – 36 с.
19. Програма переддипломної практики здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання: [Електронний ресурс]/ уклад. А.М. Куц, В.М. Кошова, В.Л. Прибильський, М.В. Білько, Т.О. Мудрак. — К.:НУХТ, 2019. — 27 с.
20. Проектування підприємств галузі з основами САПР: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, З.М. Романова, М.В. Карпутіна. – К.: НУХТ, 2015. – 80 с.
21. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 № 2695-ХІІ. Відомості Верховної Ради України – 1992. – № 49. – ст. 669.
22. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін. // під ред. А.Є. Мелетьєва. — К.: НУХТ, 2007. — 256 с.
23. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підручник / А.Є. Мелетьєв, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова; за ред. А.Є. Мелетьєва. – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 392 с.
24. Федоренко, Б.Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли. / Б.Н. Федоренко. – СПб: Профессия, 2009. – 1000 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		