

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » лютого 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » лютого 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

із спеціальності 181 «Харчові технології»
(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект відділення приготування пивного сусла з
впровадженням інноваційної технології затирання пивзаводу
потужністю 10 млн дал пива на рік**

Виконав: здобувач 3 курсу,

групи ЗТБ-3-1ск

Гонтарук Анастасія Ігорівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Карпутіна Маггарита Віталіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Рецензент

Харгелія Дарія Дмитрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

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

_____ Анастасія ГОНТАРУК
підпис

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства

_____ Анатолій КУЦ

20 вересня 2021 року

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

_____ Гонтарук Анастасії Ігорівни _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект відділення приготування пивного сусла з впровадженням інноваційної технології затирання пивзаводу потужністю 10 млн дал пива на рік

Керівник роботи Карпугіна Маргарита Віталіївна, к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання студентом роботи 31 січня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Сировина для виробництва пивного сусла: рисова січка, світлий и карамельний солод.

4. Передбачити виробництво пивного сусла з використанням інноваційної технології затирання.

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

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Плани і розрізи – 2 аркуші

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 20 вересня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

Анастасія ГОНТАРУК

Керівник роботи, доцент

Маргарита КАРПУТІНА

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційною роботою обґрунтовано приготування пивного сусла з впровадженням інноваційної технології затирання пивзаводу потужністю 10 млн дал пива на рік.

У відділенні приготування сусла передбачено:

- суше подрібнення зернопродуктів на молотковій дробарці;
- застосування настійного способу приготування затору з використанням молочної кислоти для регулювання рН затору;
- використання молочної кислоти на стадії приготування затору;
- фільтрування сусла на фільтр-пресі.

Обрані режими дозволяють інтенсифікувати процес затирання зернопродуктів та покращити якість напівпродукту – пивного сусла.

Також у кваліфікаційній роботі прийнято такі технологічні рішення: транспортування зернопродуктів із сховища відбувається механічним транспортом (норія, стрічковий транспортер); подрібнення солоду та несоложених матеріалів здійснюється молотковою дробарці, яка забезпечує необхідний склад помелу; при кип'ятінні сусла з хмелем використовується суслотварильний апарат з внутрішнім кип'ятильником, що дає змогу скоротити тривалість процесу; хміль використовують у вигляді хмельового екстракту, що дає змогу не передбачати встановлення окремого обладнання – хмелевідділювача, як при використанні шишкового хмелю.

В пояснювальній записці наведені технологічні та енергетичні розрахунки, виконаний підбір технологічного обладнання та обрана схема технологічного контролю виробництва.

Ключові слова: сусло, зернопродукти, хміль, затирання, дробина, молочна кислота.

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

АННОТАЦИЯ

Квалификационной работой обосновано приготовление пивного сусла с внедрением инновационной технологии затирки пивзавода мощностью 10 млн. дал пива в год.

В отделении приготовления сусла предусмотрено:

- сухое измельчение зернопродуктов на молотковой дробилке;
- применение настоящего метода приготовления пробки с использованием молочной кислоты для регулирования рН затора;
- внедрение молочной кислоты на стадии приготовления пробки;
- фильтрование сусла в фильтр-прессе.

Выбранные режимы позволяют интенсифицировать процесс затирки зернопродуктов и улучшить качество пивного сусла.

Также в квалификационной работе приняты следующие технологические решения: транспортировка зернопродуктов из хранилища происходит механическим транспортом (нория, ленточный транспортер); измельчение солода и несоложенных материалов производится молотковой дробилке, обеспечивающей необходимый состав помола; при кипячении сусла с хмелем используется суловарительный аппарат с внутренним кипятильником, дающий возможность сократить продолжительность в процесса; хмель используют в виде хмелевого экстракта, который позволяет не предусматривать установку отдельного оборудования – хмелеотделителя, как при использовании шишечного хмеля.

В пояснительной записке приводятся технологические и энергетические расчеты, выполнен подбор технологического оборудования и выбрана схема технологического контроля производства.

Ключевые слова: сусло, зернопродукты, хмель, затираание, дробина, молочная кислота.

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

SUMMARY

The qualifying work substantiates the preparation of beer wort with the introduction of innovative technology for grouting a brewery with a capacity of 10 million decalitres of beer per year.

The wort preparation section provides:

- dry grinding of grain products on a hammer crusher;
- applying a strong cork preparation method using lactic acid to adjust the pH of the mash;
- the introduction of lactic acid at the stage of cork preparation;
- filtering the wort in a filter press.

The selected modes allow intensifying the process of grouting grain products and improving the quality of beer wort.

Also in the qualifying work, the following technological solutions were adopted: grain products are transported from the storage by mechanical transport (elevator, belt conveyor); the grinding of malt and unmalted materials is carried out by a hammer mill, which provides the necessary grinding composition; when boiling the wort with hops, a wort apparatus with an internal boiler is used, which makes it possible to reduce the duration of the process; when using cone hops.

The explanatory note contains technological and energy calculations, the selection of technological equipment is made and the scheme of technological control of production is selected.

Key words: wort, grain products, hops, mashing, pellets, lactic

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

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	8
1	СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	9
	1.1 Структура підприємства	9
2	ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ТА РЕЖИМІВ ОТРИМАННЯ	10
	2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції	10
	2.2 Принципова технологічна схема	11
	2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва... ..	12
	2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	27
3	ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	29
	3.1 Характеристика проектованої продукції	29
	3.2 Характеристика сировини	32
	3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	39
4	ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	43
5	РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	52
6	РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	63
7	ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	64
8	ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	67
9	ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	71
10	ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	79
11	БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	81
12	ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	85
13	ОХОРОНА ПРАЦІ	88
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	91
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	92

					Проект відділення приготування пивного суслу з впровадженням інноваційної технології затирання пивзаводу потужністю 10 млн дал пива на рік							
Зм.	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА			Літера	Аркуш	Аркушів		
Розроб.		Гонтарук А.І.						К	Р	7	1	
Перев.		Карпугіна М.В.						НУХТ ННІХТ ЗТБ-3-1ск				
Н. контр.												
Затв.		Квц А.М.										

ВСТУП

У більшості країн світу улюбленим напоєм вважається традиційне пиво. З цієї причини хмільний напій користується стабільно високим споживчим попитом протягом усього року.

Приготування сусла є одним з основних технологічних етапів у виробництві пива.

Найважливішим технологічним процесом приготування сусла є перетворення ферментативних компонентів солоду і його заміників (ячмінь, пшениця, рис, кукурудза, сорго та інші зернові культури) в розчинний екстракт.

Приготування пивного сусла починається з затирання, тобто змішування помелу солоду з водою, і подальшої обробки цієї суміші: оцукрювання, фільтрації сусла, кип'ятіння сусла з хмелем та освітлення та охолодження сусла.

Усі ферментативні процеси при затиранні та оцукрювання протікають у водному середовищі. Тому вимоги до хімічного складу води, що йде на затирання, мають бути особливо строгими. На дію ферментів негативно впливають карбонати та бікарбонати – солі вугільної кислоти. Вони пов'язують фосфати солоду та знижують кислотність затору. Для усунення шкідливого впливу карбонатів застосовують воду певної жорсткості або підкислюють воду при затиранні молочною кислотою. При підкисленні карбонати переходять у лактати (солі молочної кислоти) і кислотність води підвищується. Отже параметри та особливості процесу затирання є одними з основних факторів отримання якісного сусла.

Для пивоваріння характерні високі обсяги споживання високоякісної води. Пиво більш ніж на 90% складається з води. Пивоварні заводи використовують воду не тільки для приготування пива, але і для нагрівання, охолодження, мийки виробничого обладнання та посуду для розливу, прибирання виробничих ділянок, миття транспортних засобів, а також у санітарно-побутових цілях.

Витрата енергії при виробництві пива, зокрема у варильному відділенні підприємства складає значну частку виробничих витрат, і тому для їх мінімізації потрібно як можна більш раціональне використання енергії та ресурсів (води, теплової енергії, стисненого повітря і т.п.).

Використаний у проекті настійний спосіб приготування напівтемного та темного пива є більш енергоощадним у порівнянні з відварними способами. Його суть та переваги безумовні.

Пояснювальна записка виконана на 93 сторінки формату А4, графічна частина – 3 аркуші формату А1

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

При роботі було використано 18 літературних джерел.

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

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

Виготовлення пива проходить декілька етапів: отримання солоду відбувається в солодовій дільниці; приготування сусла - у варочному відділі; зброжування і видержку пива проводять у бродильно-лагерному відділі; оброблюють пиво у фільтрувальній дільниці; розливають в цехах розливу пива.

Крім основних на підприємстві існують допоміжні дільниці, які призначені для обслуговування, ремонту основних фондів, забезпечення запчастинами для ремонту устаткування, різними видами енергії, лабораторія призначена для постійного аналізу якості продукції і вирощування дріжджів як основного компонента у виготовленні пива. Також існують обслуговуючі господарства, що виконують роботи, які забезпечують необхідні умови для нормального перебігу основних і допоміжних процесів. Для зберігання матеріальних цінностей на заводі є складські приміщення: зерносклад, склад готової продукції також транспортна і тарна дільниця.

Загальну структуру утворює сукупність всіх виробничих, невиробничих та управлінських підрозділів підприємства. Управлінські підрозділи є також і функціональними, що виконують окрему функцію управління. До функціональних підрозділів відносяться: планово-виробничий відділ, відділ заробітної плати, відділ кадрів, відділ збуту і постачання, бухгалтерія, відділи головного механіка і головного пивовара. Всі організаційні підрозділи функціонують за принципами збалансованої взаємодії для досягнення єдиного результату від діяльності підприємства в цілому.

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

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА

2.1 Асортимент проекрованої продукції

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

У проекті обрані наступні сорти пива.

Світле пастеризоване класичне пиво «Ячмінний колос», яке характеризується поєднанням м'якого та ніжного смаку з тонким ароматом ячменю і приємною хмільною гіркотою.

Користується попитом у споживачів також напівтемне пиво «Авторське» та темне «Диканські вечори», яке є пастеризованим пивом преміум-класу, зварене за оригінальною рецептурою. Пиво «Диканські вечори» має солодкуватий присмак з вираженим ароматом карамельного солоду. Його особливістю є помірна хмільна гірчинка, яку обов'язково відчують та схвалять шанувальники темних сортів пива. Це пиво було одним з найвідоміших та найулюбленіших серед споживачів минулого століття не тільки в Україні, але і в країнах ближнього зарубіжжя.

Рецептури та обсяг виробництва проектованих сортів пива світлого «Ячмінний колос», напівтемного «Авторське» та темного «Диканські вечори» наведені у *табл. 2.1. і 2.2*

Таблиця 2.1 — Рецептура проектованих сортів пива

Сорт пива	Сировина				
	Солод світлий,%	Солод темний,%	Солод карамельний,%	Рисова січка, %	Хміль, г/дал
Ячмінний колос 11%	80	-	-	20	45
Авторське 13%	81	-	9,5	9,5	45
Диканські вечори 15%	50	42	8	-	25

Таблиця 2.2 — Обсяг виробництва проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості	Річне виробництво, млн. дал/рік
Ячмінний колос 11%	70	7
Авторське 13%	10	1
Диканські вечори 15%	20	2
Разом	100	10

чотиривалкові та шестивалкові. В них солод та несолоджені зернопродукти подрібнюються між двома попарно розташованими валками[2,8].

Шестивалкові дробарки

Найчастіше використовуються шестивалкові дробарки, які складаються з трьох пар валків:

валки для попереднього подрібнення;

валки для відділення оболонки;

валки для отримання крупки.

Між ними підвішений набір вібросит, вони розділяють помел на 3 частини: лушпиння, крупка, тонка крупка і борошно.

Продуктивність таких установок складає до 14 т/год, для солоду грубого помелу, який призначений для фільтрування на фільтраційному апараті [2,8].

Чотиривалкові дробарки

Чотири валкові дробарки з двома парами вальків часто використовуються на підприємствах середньої потужності.

Солод потрапляє на першу пару валків, проходячи через які, виходить грубий помел, який складається: 30% лушпиння і крупки, що прилипла, 50% крупки, 20% борошна.

За допомогою проміжних вібросит, тонко подрібнена крупка і борошно потрапляють у бункер для помелу. Лушпиння вивільняється від прилиплої крупки на другій парі вальців. Після проходження наступної стадії помелу, останній складається приблизно з 20 % лушпиння, 50 % крупки, 30 % борошна [2,8].

Двохвалкові дробарки

Двохвалкові дробарки для сухого подрібнення зустрічаються лише на невеликих пивоварних заводах і міні-пивоварнях ресторанного типу. Так як з однієї пари валків при сухому подрібненні неможлива подальша диференціація помелу, тому отримати оптимальний вихід екстракту неможливо. Це не відноситься до двовалкових дробарок мокрого помелу, і кондиційованого подрібнення.

Валкові дробарки мають ряд переваг:

простота конструкції;

компактність;

надійність в експлуатації.

Однак вони мають низьку продуктивність і великі питомі витрати електроенергії (18-26 кВт·год/т) [2,8].

Молоткові дробарки

Молоткові дробарки для сухого подрібнення працюють за принципом ударної дії робочих органів — молотків на зерно. Молоткові дробарки застосовуються паралельно з фільтр-пресом, на якому фільтрування проводять через серветки з поліпропілена з тонкими порами, про товщині шару дробини 4 см. В такому випадку можна відмовитись від оболонки як фільтрувального матеріалу і тонко подрібнювати помел на молотковій дробарці. Подрібнення на молотковій дробарці забезпечує такий склад помелу: оболонки — 15 %, крупна

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

крупка — 11-25 %, дрібна крупка — 10-30 %, борошно — 30-32 %. Питомі витрати електроенергії знаходяться в межах 6-14 кВт·год/т. Перевагою таких дробарок є простота конструкції, висока продуктивність за невеликої потреби електроенергії і наявність аспіраторів, які входять до конструкції машини.

Сухе подрібнення солоду і зернопродуктів здійснюють на мотковій або вальцевих дробарках, без попереднього зволоження.

При *мокрому подрібненні* відбувається зволоження солоду водою з температурою 30-50 °С протягом 15-30 хв, у процесі зволоження оболонка зволожується до 20-22 % і не руйнується при подрібненні, вона стає еластичною, ендосперм легко відділяється від оболонок. Затор утворюється пухкий, процес фільтрування протікає швидко і його тривалість менша, але недоліком є те, що підвищуються витрати екстракту.

При *кондиційованому подрібненні* солод контактує з водою протягом 50-60 с при температурі 50-70 °С. За такий короткий проміжок часу збільшити вологість можуть лише оболонки. Зволожені до 20-22 % вини стають більш еластичними. Таке короткочасне кондиціювання вимагає примусового переміщення зерно продуктів. Для цього використовуються шахти для кондиціювання або шлюзові заслінки.

При подрібненні оболонки утворюють рихлий фільтрувальний шар, що підвищує швидкість фільтрування, але недоліком є збільшення затрат на обладнання і, до того ж, доводиться часто проводити чищення валків [2,8].

Кваліфікаційною роботою передбачене сухе подрібнення на молотковій дробарці, яке забезпечує оптимальну подрібненість оболонок, при невеликих затратах електроенергії, що є дуже важливим, адже дробильне відділення є одним із найбільших споживачів енергії на пивзаводі, а також сприяє найкращій екстракції сухих речовин солоду і несолоджених матеріалів, а при фільтруванні на фільтр-пресі дає високий вихід екстракту, що також використовується у проекті.

2.3.2 Способи приготування пивного сусла

Метою затирання є переведення у розчин максимальної кількості екстрактивних речовин зернопродуктів і одержання пивного сусла бажаного складу. На перших стадіях затирання у розчин переходять речовини, які не потребують участі ферментів (цукри, розчини білків і продукти їх гідролізу, гіркі речовини оболонок, полі феноли, мінеральні солі, ферменти), тобто відбуваються фізичні процеси. А найважливішу частину процесу становлять біохімічні процеси. Під час проведення затирання необхідно створити оптимальні умови для дії ферментів, тому витримувати затор при температурах оптимальних для дії цитолітичних, протеолітичних та амілолітичних ферментів. Під час затирання в затор задають: молочну кислоту (для буферизації та пониження рН затору); хлорид кальцію (джерело кальцію для живлення дріжджів і покращення дії амілолітичних ферментів, іони кальцію зв'язують і осаджують оксалати і фосфати); ферментні препарати (ферментний препарат термостабільної бактеріальної α -амілази, оцукрююча глюкоамілаза (або

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		14

амілоглюкозидаза), ферментний препарат, який розщеплює β-глюкани і пентозани.

Молочна кислота. Використовується для підкислення затору з розрахунку 0,08 кг 100% молочної кислоти на 100 кг зернової сировини, або 0,2% 40% молочної кислоти до маси зернової сировини.

У кваліфікаційній роботі для інтенсифікації процесу затирання обрано додаткові компоненти такі, як молочна кислота та хлорид кальцію у складі затору у рекомендованих кількостях [8].

Для приготування затору використовують настійні і відварні способи [2,8].

Настійний спосіб затирання.

Настійний спосіб затирання застосовують при переробці високоякісного солоду довгого пророщування з високою амілолітичною здатністю, тому що вже при початку затирання амілази під впливом високих температур частково інактивуються, солод короткого пророщування за цих умов не оцукрився б.

У заторний апарат поступає вода. Підігріта до такої температури, щоб початкова температура при змішуванні води із солодом була 40 °С, набирають половину розрахункової кількості води, а потім – одночасно подрібнений солод і залишок води після перемішування. Затор витримують 30 хв при температурі 40 °С. При перемішуванні його підігрівають до 52 °С зі швидкістю 1°С за 1 хвилину і для ефективної дії пептидаз при цій температурі роблять паузу на 30 хв. Далі масу підігрівають до 63 °С (мальтозна пауза), витримують 30 хв, потім – до 72 °С і витримують до кінцевого оцукрювання, яке визначають по пробі з йодом. Оцукрений затір нагрівають до 76 -78 °С і перекачують на фільтрування.

Затор приготований настійним способом, багатший на амілолітичні і протеолітичні ферменти, тобто в суслі міститься більше мальтози і амінокислот, але при переробці солоду з недостатнім ступенем розчинення вихід екстракту завжди нижчий, бо у твердих частинках помелу солоду з його кінчиків залишається значна кількість не оцукреного крохмалю, що є причиною збільшення втрат екстракту.

Сусло приготоване настійним способом має світліший колір і не такий повний смак, як при відварному. Пиво з цього сусла зброджується більш глибоко, оскільки в ньому мало декстринів й застосовується при верховому бродінні [5,6].

Відварні способи затирання

Одновідварний спосіб полягає в тому, що в заторний апарат набирають ½ усєї води, яку витрачають на один затор, нагрівають її до такої температури, щоб після внесення солоду температура затору сягла 50-52 °С, вмикають мішалку і одночасно подають солод і решту води. Витримують 30 хв, потім при вимкненій мішалці спускають у відварний апарат ½ густої маси – це і є відвар. Масу перемішують, підігрівають до 62-63 °С, витримують 20 хв, далі її підвищують до 70-72 °С і витримують 15 хв для оцукрювання крохмалю, після оцукрення масу нагрівають до кипіння і кип'ячать 20 хв. Прокип'ячену частину затору перекачують при працюючих мішалках до основного затору. Температура

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		15

всієї маси підвищується до 70 °С, затір витримують у спокої 30 хв, потім підігрівують до 77-78 °С і перекачують на фільтрування.

Дводварний спосіб. У заторний апарат набирають $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$ води, необхідної для приготування затору, вмикають мішалку, засипають подрібнений солод, додають решту води. Температура досягає 50-52 °С, витримують 15-30 хв. Далі у відварний апарат спускають близько $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$ густої заторної маси, підігрівують її до 63 °С при постійному перемішуванні, залишають у спокої на 20-30 хв, відвар підігрівують до 70 °С, витримують 30 хв для оцукрювання. Потім масу відвару швидко нагрівають до кипіння, кип'ятять протягом 15-30 хв. цю частину відвару називають першим відваром, який при працюючих мішалках перекачують у основний затор. Після змішування температура маси встановлюється у межах 60-62 °С, яка є оптимальною для дії амілази, витримують 10-15 хв, $\frac{1}{3}$ заторної маси перекачують у відварний апарат, нагрівають до кипіння і протягом 5-20 хв залежно від якості солоду та сорту пива кип'ятять.

Цю частину повільно повертають, температура затору встановлюється у межах 70 °С, залишають у спокої на 30 хв, при повному оцукренні масу нагрівають до 77-78 °С і перекачують на фільтрування.

Тривідварний спосіб. Солод і воду змішують так як у двох попередніх, але температуру води задають таку, щоб при змішуванні із зернопродуктами становила 35 - 37 °С , після ретельного перемішування $\frac{1}{3}$ затору відбирають у відварний апарат і нагрівають до кипіння з паузами: 5-10 хв при 50 °С, 20-30 хв — при 63 °С, до оцукрювання — при 70 °С. Тривалість кип'ятіння відвару залежить від сорту пива, потім відвар повільно перекачують у заторний апарат (52-53 °С протягом 15 хв) відбирають $\frac{1}{3}$ густої частини у відварний апарат. Другий відвар повільно нагрівають до 70 °С для оцукрювання, а потім швидко до кипіння і кип'ятять 15-20 хв. Повернення другого відвару до затору підвищує його температуру до 63-68 °С, для більшого оцукрення його витримують при цій температурі протягом 20 хв. Для третього відбирають лише рідку частину затору, для чого вмикають мішалку і дають дробині осісти, потім $\frac{1}{3}$ частину рідкої фази спускають у відварний апарат і кип'ятять протягом 10-20 хв, а потім повертають у заторний апарат. Після закінчення перемішування температура всього відвару встановлюється на рівні 70 °С. Після 30 хв витримки перевіряють повноту оцукрювання, підігрівують до 76-78 °С і передають на фільтрування [5,6].

Затирання солоду з рисом

Із несолодженої зернової сировини найбільш складним для переробки є рис. Зерна рисового крохмалю дуже великі і тверді. В теплій воді зерна набухають дуже повільно. Для їх клейстеризація потрібно підняти температуру до 75-80 °С і вище. Крім того, рисовий крохмаль дуже сильно набухає при клейстеризації — значно більше, ніж і інших зерно продуктів і тому клейстер легко може пригоріти.

Надто густий затор може вивести з ладу мішалку. Тому при використанні рису як несолодженої сировини для приготування затору, доцільно використовувати

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

термостійкі ферментні препарати, та затирати за спеціальною схемою, адаптованою саме для використання рису.

Існують сорти рису, які клейстеризуються при температурі вище 80 °С. Тому потрібно нагрівати рисовий затор до 85-90 °С, клейстеризувати його і потім знову охолодити до 70-75 °С, щоб протягом короткого проміжку часу провести оцукрювання при додаванні солодового затору. Проте в цей спосіб має недоліки: дуже важко змішати солодовий затор з густим рисовим. Завжди краще, якщо є можливість змішати рисовий затор перед його клейстеризацією з частиною солодового затору.

Ще одна можливість полягає в тому, щоб рисовий затор з 10-20 % солодового затору повільно нагрівають до температури вище 80 °С, щоб клейстеризуючий крохмаль розріджувався активною α -амілазою солоду. Надійним методом є додавання термостабільної α -амілази бактеріального походження, яка зберігає свою активність при температурі вище 80 °С.

Вихідний продукт — дрібна рисова січка; вона повинна затиратися при гідромодулі не менше ніж 5 гл води на 100 кг рисової січки. У рису вихід екстракту приблизно на 2 % вище ніж у солоду, що повинно враховуватися при розрахунку маси засипу [5,6].

Затирання з рисом — варіант 1.

Рис затирають з 10-20 % солодової частини засипу при температурі 50 °С і витримують 10-15 хв. Щоб затор не був надто густим гідромодуль складають приблизно 1:4. Температуру повільно піднімають до 72-75 °С і витримують 10 хв.

Далі температуру протягом 15-20 хв підвищують до 85 °С, рисовий крохмаль при цьому клейстеризується і розріджується. Затор із несолодженої сировини доводять до кипіння і кип'ятять протягом 30-40 хв.

В момент початку кип'ятіння затору із несолодженої сировини, починають окремо затирати солод при температурі 50 °С (білкова пауза). Затор із несолодженої сировини при постійному перемішуванні повільно перекачують у солодовий затор. Температура об'єданого затору становить 63 °С (мальтозна пауза). Після 15-хвилинної паузи густий затор відбирають, нагрівають до кипіння і кип'ятять протягом 15 хв. Шляхом повернення цього затору температура загального затору підвищується до 74 °С (оцукрення). Після оцукрення загальний затор нагрівають до 78 °С і перекачують на фільтр-прес [5,6].

Затирання з рисом — варіант 2

Рис затирають і клейстеризують при 85-90 °С. В'язкість затору після клейстеризації не повинна бути надто високою, так як затор буде густим, внаслідок чого будуть утворюватись комки і пригорання, внаслідок чого можуть виникнути труднощі при оцукрюванні. Тому рис необхідно затирати з гідромодулем як мінімум 1:5.

Гарячий рисовий затор змішують з більш холодним солодовим затором (20 % від маси солоду), початок затирання якого проходить при 30-50 °С, при цьому отримують температуру суміші 72-75 °С. При 72-75 °С витримують паузу 20-30

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

хв; клейстеризований рисовий крохмаль розріджується активними ферментами солоду.

Розріджений рисовий затор нагрівають до кипіння і кип'ятять 30-40 хв. На початку кип'ятіння рисового затору решту солоду затирають при 50 °С. Рисовий затор при постійному перемішуванні перекачують у солодовий затор, температура становить 63 °С. Після 15 хвилинної паузи відбирають густий затор і кип'ятять 15 хв. Шляхом повернення цього затору температура загального затору підвищується до 74°С. Після оцукрювання загальний затор нагрівають до 78 °С і перекачують на фільтр-прес[5,6].

Кваліфікаційною роботою передбачено застосування настійного способу приготування затору з використанням солоду високої якості для темного сорту пива. Перевагами цього способу є значне

зменшення енерговитрат порівняно із відварними способами та легке контролювання процесу. Сусло отримане настійним способом містить мало декстринів тому воно зброджується глибше.

Для світлого і напівтемного пива доцільно використовувати перший варіант затирання з рисом. Адже при використанні настійного або відварних способів можуть виникнути труднощі при затиранні, оскільки ці методи не адаптовані до особливостей розварювання рисової січки.

2.3.3 Фільтрування затору

Одержана у результаті оцукрювання маса містить тверду фазу – нерозчинні часточки подрібненого солоду і ячменю (дробина) та рідку фазу – водний розчин екстрактивних речовин (сусло) розділення цих двох фаз на сусло і дробину здійснюють у фільтраційних апаратах або фільтрпресах.

Фільтрування на фільтраційному апараті

Фільтрування сусла у даному апараті проводять через шар дробини завтовшки 30-40 см, який утворюється при нетривалому відстоюванні заторної маси. В процесі відстоювання останньої у нижній частині фільтраційного апарата нагромаджується осад із грубих, із пружними властивостями часточок, а у верхній – розміщуються дрібніші часточки затору. Таким чином, фільтрування затору ґрунтується на природному стіканні рідкої фази по звивистих капілярних каналах із різною площиною перетину й різної довжини.

Фільтрування затору в 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).

У промитий фільтраційний апарат щільно укладають фільтраційні сита й обполіскують його гарячою водою. Потім закривають крани фільтраційної батареї і перевіряють щільність закриття люка для дробини. Вмикають розпушувач фільтраційного апарата і із заторного апарата перекачують затор.

Звільнений заторний апарат обполіскують водою і промивну воду направляють у фільтраційний апарат.

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

Розпушувач вимикають, затір залишають у спокої на 25-30 хв для формування фільтруючого шару. При перекачуванні затору в підситовий простір у трубки фільтраційної батареї потрапляють часточки дробини. Для їх видалення створюють вихровий рух, швидко відкриваючи й закриваючи по одному або попарно крани фільтраційної батареї. Мутне сусло, що витікає при пропусканні кранів і на початку фільтрування, насосом повертають у фільтраційний апарат, а коли з кранів потече прозоре сусло, його направляють у сусловарильний апарат. Тривалість фільтрувального циклу складає 3,5-4 години[2,5].

Фільтрування на фільтр-пресі

Фільтр-прес складається з поперемінно слідуєчих один за іншим мембранно-камерних модулів і решітчастих поліпропіленових плит розміром 2,0×1,8 м, які мають низьку теплопровідність.

Мембранно-камерні модулі складаються з тонких (близько 1 см) плит з ребрами, які покриті з двох сторін мембранами. Плити через шлангові з'єднання зв'язані з розподільчим трубопроводом подачі стисненого повітря. Таким шляхом в заданий час між тонкими плитами і пластмасовими мембранами нагнітається стиснене повітря. Оскільки мембрани еластичні, вони розтягуються і давлять з двох сторін на дробину, тим самим осушуючи її. В нижній частині фільтра через модулі і всі решітчасті плити проходить широкий канал, який слугує для подачі затору, а пізніше-води для промивки дробини.

Дякуючи нижньому підводу і відводу затору і сусла досягається витіснення повітря при заповненні фільтра і забезпечує мінімальне поглинання кисню. Швидкість фільтрування 90 гл за год.

Перше мутне сусло повертається в фільтр-прес. При досягненні мутності сусла 30-32 од. ЕВС починається відбір основного сусла. Потім до апарату подається промивна вода (280 гл), яка вилучає із дробини залишок екстрактивних речовин. Перші промивні води надходять в сусловарильний апарат, а останні, з вмістом сухих речовин близько 2,5% — в заторний апарат. Дробина вивантажується з фільтр-преса і подається у силос дробини.

Перевагами використання фільтр-преса є:

- час фільтрування складає 1,5-2 години;
- фільтр-прес дає прозоре сусло з невеликою мутністю, що досягається внаслідок використання щільних фільтрувальних серветок і тонкого помелу;
- зменшення контакту сусла з киснем;
- для подрібнення використовують молоткові дробарки оскільки немає необхідності використання оболонок як фільтруючого шару[2,5,6].

У кваліфікаційній роботі є доцільним використання фільтр-преса, оскільки для подрібнення солоду і рису використовується молоткова дробарка, яка дає тонкий помел, фільтрування якого на фільтраційному апараті не можливе.

2.3.4 Кип'ятіння сусла з хмелем

Після фільтрування затору отримують прозоре і гомогенне сусло з максимально можливим вмістом екстракту, яке кип'ятять на протязі 1-2 годин з

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМИ Виробництва	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		19

додаванням хмелю. Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його хімічного складу шляхом інактивації ферментів, стерилізація, доведення сухих речовин до потрібної концентрації, тобто видалення надлишкової води шляхом випаровування, збагачення сусла хмельовими речовинами та коагуляція нестійких білкових речовин.

Кип'ятіння сусла проводять у сусловарильному апараті, який обладнаний внутрішнім кип'ятильником з примусовою і природною циркуляцією.

Хміль є найдорожчою сировиною для виготовлення пива, але його цінні речовини використовуються не повністю. Якість хмелю помітно знижується внаслідок природного старіння залежно від умов зберігання.

Норму внесення хмелю в сусло при його кип'ятінні залежить від ряду факторів. Перш за все залежить від типу пива. Світле пиво завжди охмеляють сильніше ніж темне.

Охмелення сусла може здійснюватися трьома різновидами хмелю:

- натуральними шишками хмелю;
- гранульованим хмелем;
- хмелевими екстрактами [2,5,6].

Використання шишок хмелю

Незважаючи на тенденцію скорочення використання шишкового хмелю, на деяких пивоварнях світу все ще продовжують використовувати натуральний хміль.

Якщо використовують хміль у шишках, то для видалення хмелевої дробини сусло потрібно перекачувати через хмелевідокремлювач, що призводить до збільшення тривалості процесу та втрат сусла. Тому перед внесенням хміль дуже тонко перемелюють, а відокремлення дрібних часточок хмелевої дробини відбувається на вірпулі. В сучасних умовах, завдяки тому що гіркі і ароматичні речовини переходять в сусло в невеликій кількості, шишки хмелю в природному вигляді не застосовують [2,6].

Використання гранульованого хмелю

Цей тип хмелепродуктів використовується як для того, щоб спростити процес їх використання, так і з метою забезпечення досягнення певної гіркоти пива. Гранульований хміль реалізується в мішках з фольги зоповнених інертним газом. Гранулювання хмелю дає змогу зберегти його важливі компоненти. Для цього хміль розмелюють, а потім формують у гранули. У вигляді гранул хміль знаходиться а сипкому стані, що полегшує його використання. Розрізняють три види гранул:

- гранули (типу 90);
- гранули-концентрат (тип 45);
- ізомеризовані гранули.

Гранули (типу 90)

При виробництві гранул типу 90 з 100 кг хмелю-сирцю отримують 90 кг порошку, що зберігає всі найважливіші компоненти хмелю.

Виробництво хмельових гранул типу 90. Шишки хмелю спочатку висушують повітрям з температурою 20-25 °С, потім теплим повітрям з

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМУ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		20

температурою 40-50 °С досушують до вологості 7-9 % і подрібнюють на порошок з розміром частинок 1-5 мм. Цей порошок перемішують і гранулюють. Спресовані гранули набувають циліндричної форми. У ході цього процесу відбувається нагрівання хмелю, у зв'язку з чим може знадобитися відведення тепла. Тому необхідно стежити, щоб температура не перевищувала 50 °С. У заключній стадії гранули охолоджують і герметично упаковують. Упаковку наповнюють діоксином вуглецю або азотом, що необхідно для збереження якості компонентів хмелю[2].

Гранули - концентрат (тип 45)

Для виробництва гранул (тип 45), збагачених лупуліном, враховують те, що загальні смоли і хмелеві масла знаходяться в лупулінових зернах розміром близько 0,15 мм. Завдання полягає в тому, щоб вилучити ці зерна від шишки і частково відокремити їх від листя і стержнів.

При проведенні механічної обробки лупулінові зерна повинні бути твердими. Тому подрібнення і просіювання проводять при дуже низьких температурах, переважно при -35 °С. Гранули в порівнянні з шишковим хмелем збільшують вихід гірких речовин приблизно на 10 %. Це пов'язано з прискореним розподілом компонентів гранул у сушло варильному апараті, через що прискорюється екстракція та ізомеризація.

Вирішальною умовою для збереження гранул, чутливих до наявності кисню, є застосування герметичної упаковки. Щоб досягти вмісту залишкового кисню нижче 0,5 % об., упаковку заповнюють інертним газом[2].

Ізомеризований гранульований хміль

Ізомеризація α -кислот може досягатися шляхом додавання оксиду магнію. Такий гранульований хміль вигідніший порівняно із звичайним, так як після ізомеризації :

збільшується вихід ізо- α -кислот;

скорочується час кип'ятіння;

скорочуються витрати хмелю і енергоресурсів.

ізомеризовані гранули не вимагають зберігання при зниженій температурі.

Ізомеризовані гранули виробляють аналогічно гранулам типу 45, але з певними відмінностями: перед гранулюванням додається оксид магнію, який, як каталізатор, сприяє ізомеризації α -кислот. Після пакування гранул у фольгу і картонні ящики, вони зберігаються у термокамері при температурі близько 50 °С для забезпечення повної ізомеризації[2,8].

Використання хмелевих екстрактів

Під екстракцією розуміють вилучення окремих складових частин з твердої речовини за допомогою відповідних розчинників. Як розчинник при виробництві хмелевих екстрактів використовують переважно рідкий CO₂ або етиловий спирт. Обидва згадані розчинника добре підходять саме для екстракції хмелю, так як повністю розчиняють хмелеві смоли та олії[2,8].

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Екстракція хмелю етиловим спиртом

Екстракція хмелю етиловим спиртом здійснюється безперервним способом, при цьому звичайний товарний хміль направляється в сепаратори важких і металевих домішок і потім змішується шнеками з 90 % етиловим спиртом. Хмелево-спиртова суміш перекачується на дробарку мокрого помелу і потрапляє в безперервний екстрактор. Спирт збагачується компонентами хмелю.

Хмелево-спиртова суміш випарюється на багатоступінчатій випарній установці, де перетворюється у концентрат хмелю.

Наступна стадія обробки полягає у зниженні вмісту спирту і розділення на екстракт смол і екстракт розчинний у гарячій воді. На заключній стадії процесу спирт видаляється за допомогою водяної пари. Цей процес відбувається у вакуумі, при цьому в екстракті залишається більше хмелевої олії і ізомеризується невелика кількість α -кислоти [2,8,17].

Екстракція хмелю рідким діоксидом вуглецю

Компоненти хмелю можна перевести в розчин за допомогою рідкого CO_2 . Так як CO_2 за нормальних умов знаходиться в газоподібному стані, його необхідно зріджувати.

Екстракцію хмелю рідким CO_2 проводять при температурі близько 20°C і тиску близько 7 МПа. При цьому в екстракційній ємності рідкий CO_2 збагачується компонентами хмелю. У другій ємності CO_2 випаровується і залишається нелеткий хмельовий екстракт.

Н 1 кг хмелю потрібно близько 20 кг рідкого CO_2 . Оскільки продукт при використанні даного методу виходить дуже чистим, то близько третини збору врожаю хмелю переробляється в екстракт саме цим методом [2,8,17].

Ізомеризований екстракт хмелю.

Екстракт хмелю можна ізомеризувати. Завдяки попередньо проведеній ізомеризації ізомеризований хмелевий екстракт можна вносити на різних стадіях виробництва пива. Це дозволяє збільшити ступінь використання гірких речовин хмелю до 95 %, тоді як при використанні натурального хмелю чи гранул можна використати лише 25-30 %, оскільки в процесі кип'ятіння проміжні продукти осаджуються. Для транспортування і зберігання ізомеризованого хмелевого екстракту потрібні незначні затрати, він може зберігатися в закритому вигляді протягом двох років без втрати якості.

Після розведення його легко дозувати для досягнення необхідної гіркоти в пиві.

Перед застосуванням високу в'язкість хмелевого екстракту потрібно зменшити нагрівши його до $40-50^\circ\text{C}$. Банку з хмелевим препаратом пробивають у декількох місцях і опускають у сусло варильний апарат, де хміль легко вимивається із ємності.

Завдяки застосуванню гомогенних хмелепродуктів можна отримати ряд переваг в порівнянні з використанням шишок хмелю:

отримання рівномірної гіркоти пива;

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		22

хмелепродукти можна зберігати практично необмежений час, завдяки цьому можна управляти запасами хмелю, отриманими в сприятливі для врожаю роки;

одночасно зростає незалежність від великого коливання цін на ринку хмелю;

можна підвищити вихід гірких речовин;

хмелепродукти вимагають менших витрат на їх транспортування і зберігання;

завдяки застосуванню хмелепродуктів стають непотрібними хмелевідокремлювачі;

хмелепродукти можна дозувати автоматично.

Кінець кип'ятіння сусла з хмелем визначають за такими показниками:

контроль прозорості сусла;

йодна проба на оцукрення;

вихід сусла;

екстрактивність гарячого охмеленого сусла.

Сусло повинно мати стандартний для даного сорту пива вміст екстракту, гіркоти, бути прозорим з блиском і містити швидко осідаючі пластівці білків[2,17].

Для досягнення гіркоти світлого та напівтемного пива до 14-18 од. гіркоти та для темного — 6-10 од. гіркоти, для кваліфікаційної роботи раціональним є використання хмелевого екстракту. Оскільки він має ряд переваг порівняно з застосуванням інших видів хмелепродуктів, основним є збільшення ступеню використання гірких речовин хмелю до 95%, що дає можливість зменшити норму його внесення в сусло. А також хмелеві екстракти прості у застосуванні, та не вимагають використання додаткового обладнання для відділення хмелевої дробини.

2.3.5 Освітлення та охолодження пивного сусла

Метою охолодження та освітлення сусла є зниження температури, насичення його киснем повітря й осадження завислих часточок. Залежно від методів бродіння (низове, верхове) сусло охолоджують до 6–7 °С або 14–16°С.

Видалення завислих частинок гарячого сусла відбувається за допомогою відстійного апарата, вірпула або сепаратора [2,5].

Освітлення сусла у відстійному апараті

Осадження грубих завислих частинок відбувається в період попереднього охолодження на аерації сусла. Апарат являє собою циліндричний резервуар із сорочкою, плоским трохи похилим дном і сферичною кришкою. На кришці апарата вмонтована витяжна труба для виділення утвореної пари й оглядовий люк. Під витяжною трубою закріплено розподільний конус, який розподіляє сусло, що закачується в апарат на дрібні струмені. З метою його охолодження всередині апарата встановлено секцію, по якій тече холодна вода. У днищі апарата закріплено плаваючу трубу і розміщено три пробкові фланцеві крани: для спускання сусла, відстою і промивних вод. За допомогою поплавкового спускного клапана вилучається тільки верхній шар охолодженого сусла. Аерацію

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

сусла здійснюється шляхом введення в нього стерильного повітря, що проходить знепліднюючий фільтр і направляється через барботери, встановлені всередині апарату на різній висоті. Охолоджувальна секція починає працювати до надходження сусла в апарат.

Гаряче сусло вводиться через патрубок, потім надходить на вершину розподільного конуса, і розтікаючись по його поверхні, тонкими струменями надходить в апарат. Таким чином гаряче сусло охолоджується і насичується повітрям.

Сусло, заповнюючи апарат, змушує спливати вільний кінець стягу вальної труби, в результаті чого відкривається отвір для випускання верхнього, найбільш освітленого його шару. Шар сусла у відстійному апараті не перевищує 0,9 м.

Змонтоване в апараті похиле дно сприяє видаленню відстою і промивних вод. Період охолодження у відстійному апараті 120 хв, температура гарячого сусла знижується до 55 °С. Осад видаляють з апарата. Після промивання апарат знову готовий до роботи.

Відстійні апарати, на сьогоднішній день устаріли, і в промисловості майже не використовуються [2,5].

Освітлення сусла у вірпулі

Вірпул являє собою циліндр із конічною кришкою і плоским дном. Гаряче сусло вводять в апарат у вигляді струменя тангенційно зі швидкістю 15–20 м/с, завдяки чому відбувається обертання його всередині апарата. Завислі часточки сусла під дією гідродинамічних сил збираються в центрі днища, де утворюється конус осаду. Після освітлення сусла (приблизно через 20 хв) його при температурі 90–95 °С відкачують насосом, відкриваючи спочатку кран патрубка, а потім у міру зниження рівня – крани патрубків, що розташовані в нижній частині апарату. На боковій поверхні апарата розміщені люк і покажчик рівня сусла. Мутне сусло видаляють насосом, відкриваючи кран патрубка. Осад розмивають водою і видаляють відкриттям крану патрубка[2,5].

Освітлення у сепараторі

Основним робочим органом є барабан, у якому сусло освітлюється під дією відцентрової сили. Барабан складається з основи, кришки, нижнього вставкотримача, циліндричних вставок, верхнього вставкотримача і зтяжного кільця. Барабан надітий на конусну частину валу і зтягнутий запобіжною гайкою.

Приймально-відвідний пристрій сепаратора складається з підвідної та центральної труб, напірного диска і відвідної труби з краном. Сусло подається у сепаратор по підвідній і центральній трубах і надходить у першу камеру, де за допомогою ребер нижнього та верхнього вставкотримачів починає обертатися. Важчі часточки осідають на стінах камери під дією відцентрової сили. Частково освітлене сусло надходить у другу, а потім — в третю і четверту камери, звільняючись від дрібних часточок, які осідають у вигляді кільцевого осаду на вставках.

Потік освітленого сусла, проходячи основу барабана і рухаючись зовнішніми каналами верхнього вставкотримача до осі обертання барабана,

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

надходить у камеру, де обертається разом із барабаном. Відокремлена від осаду рідина під тиском своєї маси через отвір направляється у приймальник, а з нього виводиться через патрубок. Після цих операцій барабан розбирають і вручну видаляють осад.

Сусло надходить у сепаратор по центральній постачальній трубі у внутрішню порожнину тарілко тримача і далі у шламовий простір барабана, де під дією відцентрової сили найбільші і найважчі часточки вихідного сусла відкидаються у грязьовий простір, а освітлене сусло відтісняється до центру барабану і зовнішніми каналами тарілотримача направляється у напірну камеру, де захоплюється напірним диском і виводиться з барабану.

Освітлене сусло рухається, поки повністю не заповниться грязьовий простір осадом, після чого припиняється постачання вихідного продукту і за допомогою двоклапанного механізму рідина зливається у приймальник. Після цього осад вивантажується у приймальник шламу[2,5].

Охолодження сусла в теплообмінниках

Для швидкого охолодження сусла використовують виключно пластинчасті теплообмінники (пластинчасті холодильники). У них сусло охолоджується більш холодною водою, передача тепла здійснюється при цьому через тонкі пластини з нержавіючої сталі.

Пластинчастий теплообмінник складається з великого числа тонких металевих пластин, розташованих паралельно, при цьому вузькі проміжки між пластинами служать для чергування потоків сусла і холодної води. Для отримання хорошої теплопередачі застосовують:

- дуже тонкі металеві пластини;
- гофровані пластини для створення турбулентності;
- мінімальні відстані між пластинами;
- подачу сусла та холодної води в протиток;
- часті зміни напрямку потоку.

Пластинчастий холодильник складається з:
станини із затискним пристроєм;
сполучних пластин ;
пластин для теплообміну [2,5].

Принцип роботи пластинчатого теплообмінника

У пластинчастому теплообміннику гаряче сусло з температурою 98-95°C охолоджується холодною водою до температури початку бродіння 6-8°C; при цьому холодна вода нагрівається до необхідної температури, яку ми можемо регулювати за допомогою об'ємної витрати води.

При цьому відбувається теплообмін між гарячим суслим і холодною водою. Для теплопередачі має значення:

- товщина стінки;
- матеріал стінки;
- коефіцієнт теплопровідності.

Відомо, що сталь проводить тепло краще, ніж нержавіюча сталь.

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

На межі між рідинами і стінкою утворюється шар, в якому температура зростає або знижується, наближаючись до температури другої рідини.

Для теплопередачі через стінку мають значення також:

коефіцієнт тепловіддачі від рідини до стінки;

теплопровідність стінки;

коефіцієнт тепловіддачі від стінки до рідини.

Охолодження суслу може здійснюватися в одно- або двосекційному теплообміннику [2,5].

Двосекційний теплообмінник

Охолодження в двосекційному теплообміннику було досі звичайним способом, використовуваним на пивоварному виробництві.

В одній секції попереднього охолоджене сусло віддає своє тепло холодній технологічній воді. У той час як сусло охолоджується до температури на 3–4 °С вище температури води, що охолоджує, вода нагрівається до 80–88 °С. У другій секції охолоджене сусло охолоджується крижаною водою з температурою 1–2 °С до необхідної температури початку бродіння. Крижана вода при цьому трохи нагрівається, але її температура залишається нижче, ніж температура технологічної води, так що її можна направити назад в холодильник для отримання крижаної води [16].

Односекційний теплообмінник

Сучасна тенденція розвитку техніки полягає у все більшому поширенні способу охолодження суслу в одну стадію.

Тут попередньо охолоджена до 1–2 °С крижана вода нагрівається в пластинчастому холодильнику до 80–88 °С, тоді як гаряче сусло охолоджується з 95–98 °С до температури початку бродіння. Використовувана крижана вода повинна замінюватися свіжою вод провідною водою.

Споживання холоду при охолодженні в дві стадії менше, ніж в одну, але для нього потрібно більший розхід води. Проте багато пивоварних підприємств віддають перевагу охолодженню суслу в одну стадію, так як апарати для цього мають простішу конструкцію, дешевші і характеризуються нижчими експлуатаційними витратами [16].

Переваги пластинчастого холодильника

- Пластинчастий холодильник вимагає невеликої площі для розміщення;
- він легко очищається і сумісний з системами безрозбірної мийки (CIP);
- сусло затримується в холодильнику на дуже короткий час ;
- немає небезпеки контамінації, так як його миють при високій температурі.

У кваліфікаційній роботі передбачено використання односекційний пластинчастий теплообмінник, який має простішу конструкцію порівняно з двосекційним, дешевший і характеризується нижчими експлуатаційними витратами.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМУ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Для освітлення пивного сусла після стадій кип'ятіння сусла з хмелем передбачено використання вірпула, який забезпечує швидке та якісне осадження завислих частинок сусла. Для охолодження сусла передбачено використання односекційного пластинчастого

теплообмінника, оскільки його використання забезпечує економію води, а сам апарат простіший у використанні та має менші експлуатаційні витрати [16].

Аерація сусла

Відомо, що дріжджі для розмноження потребують кисень. Відсутність аерації негативно впливає на швидкість бродіння і розмноження дріжджів.

Аерація холодного сусла для насичення дріжджів киснем — єдиний випадок, під час всього виробництва пива, коли цілеспрямовано здійснюється подача кисню. Цей кисень засвоюється дріжджами за декілька годин і не шкодить якості сусла [5,6].

Загальний висновок

Проаналізувавши всі стадії приготування пивного сусла, кваліфікаційною роботою передбачено: сухе подрібнення на молотковій дробарці, яке забезпечує оптимальну подрібненість оболонки при невеликих затратах електроенергії; застосування настійного способу приготування затору з використанням солоду високої якості для темного сорту пива. Для світлого і напівтемного пива доцільно використовувати перший варіант затирання з рисом; для фільтрування передбачено використання фільтр-преса, оскільки для подрібнення солоду і рису використовується молоткова дробарка, яка дає тонкий помел, фільтрування якого на фільтраційному апараті не можливе.

Для досягнення гіркоти світлого та напівтемного пива до 6–10 од. гіркоти та 14–18 од. для темного, у кваліфікаційній роботі раціональним є використання хмелевого екстракту. Оскільки він має ряд переваг порівняно з застосуванням інших видів хмелепродуктів, основним є збільшення ступеню використання гірких речовин хмелю до 95%, що дає можливість зменшити норму його внесення в сусло.

2.4. ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Попередньо очищені зернопродукти від сміттєвих та металевих домішок за допомогою норії подаються до бункерів добового запасу світлого солоду 1 та бункера добового запасу карамельного солоду 2. Світлий та карамельний солод подрібнюють на молотковій дробарці 3. Подрібнений солод зважують на автоматичних вагах 4 та подають у бункери меленого світлого солоду 5 та меленого карамельного солоду 6. З метою мінімізації поглинання кисню під час затирання, змішування помелу з водою відбувається у передзаторному апараті 7. Далі заторна маса за допомогою відцентрового насоса 21 перекачується у заторний апарат 9, де відбувається затирання солоду настійним способом для приготування темного пива.

Приготування затору з використанням меленої рисової січки здійснюють у заторно-відварному апараті 8, де проходить попередня клейстеризація крохмальних зерен рису, та відварювання рисового затору з частиною солодового затору. Витримування всіх пауз для проходження процесу

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		27

ферментації здійснюють у заторному апараті 9. Після повного оцукрення, затор перекачується насосом 21 на фільтрпрес 12, де відбувається відділення сусла від солодової та рисової дробини. Після відділення сусла дробину промивають водою з температурою 78°C, яка надходить із збірника промивної води 14. Перші промивні води надходять до буферної ємності 15, і з'єднуються із суслom. Останні промивні води із вмістом екстрактивних речовин 0,8-1% надходять до заторного апарату 9 і використовуються для приготування затору. Після закінчення фільтрування, пакети фільтра розбирають і дробину вивантажують у збірник дробини 13.

З буферної ємності 15 сусло перекачують насосом 21 у сусловарильний апарат 17, де відбувається охмелення пивного сусла. Кип'ятіння триває протягом 1,5-2 год, через 15 хв від початку кип'ятіння вносять ізомеризований хмелевий препарат. По закінченню кип'ятіння готове сусло тангенціально направляють у вірпул 18 за допомогою насосу 21, де відбувається розділення фаз: густої — білкового осаду, який надходить до збірника білкового брухту 19 і рідкої — освітленого сусла, яке подають на охолодження насосом 21 до односекційного пластинчастого теплообмінника 20, де його температура знижується до температури бродіння —12°C. Після охолодження сусло аерують і подають на бродіння.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМУ Виробництва	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Відповідно до товарної номенклатури зовнішньоекономічної діяльності алкогольні напої зазначаються у відповідних товарних позиціях, у які, зокрема, включається пиво солодове, що є алкогольним напоєм, отриманим в результаті зброджування розчину (сусла), приготовленого із осолоджененого ячменю чи пшениці, води та хмелю.

При цьому спеціальне законодавство України, що регулює виробництво, обіг та оподаткування акцизним збором алкогольних напоїв, не поширюється на пиво солодове, оскільки в чинному законодавстві України термін "алкогольні напої" визначається (вживається) виключно в такому значенні: продукти, одержані шляхом спиртового бродіння цукромістких матеріалів або виготовлені на основі харчових спиртів із вмістом спирту етилового понад 1,2 відсотка об'ємних одиниць, що належать до товарних груп Гармонізованої системи опису та кодування товарів під кодами 2204, 2205, 2206, 2208 (абзац шостий ст. 1 Закону № 481/95-ВР) [11]. Пиво до цих товарних груп не належить і відповідно не є алкогольним напоєм.

Якість пива контролюють за органолептичними і фізико-хімічними показниками. Органолептичні властивості пива і відповідність його певному виду визначають за 25-баловою шкалою. Загальна кількість балів при оцінці "відмінно" – 22 –25; "добре" – 19 –21; "задовільно" – 13–18.

Загальні технічні умови стандарту на пиво (ДСТУ 3888-2015) передбачають виробництво пива трьох типів: світле, напівтемне, темне. Пиво за способом оброблення поділяють на фільтроване і нефільтроване, а фільтроване пиво – на пастеризоване та непастеризоване, нефільтроване – на освітлене і неосвітлене.

Основні органолептичні та фізико-хімічні показники якості фільтрованого пива згідно ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови» наведені в таблицях. 3.1 і 3.2. [2].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 3.1 — Органолептичні показники пива

Назва показника	Характеристика показника		
	Світле	Темне	Напівтемне
1	2	3	4
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина без осаду та сторонніх включень.		
Смак	Солодовий та хмелевий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива.	Повний солодовий смак, із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива.	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів та присмаків.		
Піноутворення	<p>Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8% до 11,5%: Висота піни, не менше, мм – 20,0 Піностійкість не менше, хв – 2,0</p> <p>Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 12,0 до 20,0%: Висота піни, не менше, мм – 30,0 Піностійкість не менше, хв – 2,0</p>		

Таблиця 3.2 — Фізико-хімічні показники проєктованих сортів пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Кольоровість, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %	Стійкість, діб
Світле	8,0-23,0	2,0-7,2	1,3-5,0	0,4-1,8	0,30-0,35	90
Напівтемне	10,0-23,0	2,6-7,2	1,9-5,0	1,9-3,9	0,30-0,35	90
Темне	11,0-23,0	2,8-7,0	1,5-5,5	4,0-8,0 і більше	0,30-0,33	90

Рецептури та обсяг виробництва проєктованих сортів пива світлого «Ячмінний колос», напівтемного «Авторське» та темного «Диканські вечори» наведені у табл. 3.3. і 3.4

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк.
						30
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 — Рецептура проєктованих сортів пива

Сорт пива	Сировина				
	Солод світлий,%	Солод темний,%	Солод карамельний,%	Рисова січка, %	Хміль, г/дал
Ячмінний колос 11%	80	-	-	20	45
Авторське 13%	81	-	9,5	9,5	45
Диканські вечори 15%	50	42	8	-	25

Таблиця 3.4 — Обсяг виробництва проєктованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості	Річне виробництво, млн. дал/рік
Ячмінний колос 11%	70	7
Авторське 13%	10	1
Диканські вечори 15%	20	2
Разом	100	10

При порушенні технології виробництва та зберігання продукції у пиві можуть виникнути певні дефекти.

Дефект зовнішнього вигляду – помутніння пива може бути різного характеру.

Кристалічний помутніння легко ідентифікувати шляхом мікроскопіровакція по наявності кристалів щавлевокислого кальцію, що випадають на дно і мають форму октаєдрів. Дефект можна легко усунути фільтруванням.

Білкові помутніння виникають при використанні солоду з підвищеним вмістом білків, а також при порушенні режимів затирання і кип'ятіння суслу з хмелем. Крім білків, вміст яких в пиві дуже незначно, в освіті каламуті можуть брати участь поліпептиди, поліфеноли та інші сполуки. Розрізняють зворотні і незворотні білкові помутніння.

Металобілкова каламуті – результат коагулювання білків при зіткненні пива з незахищеним металом обладнання - оловом, залізом, міддю. При цьому спотворюються смак і колір пива.

Клейстерний (декстриновий) мут буває в пиві, приготованому на суслі з недосолодженого затору, якщо промивка дробини велася дуже гарячою водою.

Причиною смоляної каламуті є хмелеві смоли й віск, які при різкому охолодженні або струсі утворюють крапельки, адсорбуючі на своїй поверхні білки та інші речовини.

Бактеріально-дріжджове помутніння – найбільш часто зустрічається як дефект пива. Його можуть викликати дикі дріжджі, що розвиваються при підвищених температурах зберігання і наявності в пиві незбродженого екстракту. Вміст у пиві надлишку кисню зумовлює розвиток аеробних мікроорганізмів, особливо оцтовокислих і молочнокислих бактерій, в результаті чого пиво не тільки сильно каламутніє, а й прокисає. Ретельне фільтрування суслу і пива, обмеження доступу повітря при розливі, дотримання санітарно-

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

гігієнічних вимог у процесі вироблення, зберігання при низькій температурі – основні заходи попередження дріжджової та бактеріальної опалесценції [5,6].

3.2 Характеристика сировини

Основною сировиною для виробництва будь якого сорту пива є солод, хміль, вода та дріжджі, а уже відповідно із сортовими особливостями використовують різні її види.

Характеристика солоду (світлого, темного і карамельного)

Основні показники, за якими відрізняються якість світлого, темного і карамельного солодів – це аромат, смак і колір.

Органолептичні та фізико-хімічні показники світлого та темного солодів наведені в *табл. 2.5 і 2.7*. Органолептичні та фізико-хімічні показники карамельного солоду наведені в *табл. 3.5 і 3.6* відповідно до ДСТУ 4282:2004 «Солод пивоварний ячмінний. Технічні умови».[2,13]

Таблиця 3.5— Органолептичні показники світлого та темного солодів

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

Таблиця 3.6 — Органолептичні показники карамельного солоду

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

Таблиця 3.7 — Фізико-хімічні показники світлого і темного солоду

Найменування показника	Норми для різних типів солоду			
	світлого			темного
	високої якості	I класу	II класу	
1	2	3	4	5
Прохід через сито 2,2×20мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка сміттєвих домішок, %, не більше	Не допуск.	0,3	0,5	0,3

Продовження табл. 3.7

1	2	3	4	5
Кількість зерен, %:				
- мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
- скловидних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
- темних, не більше	Не допускається		4,0	10,0
Масова частка вологи,(вологість) %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого і грубого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Тривалість оцукрювання, хвилин, не більше	10	15	25	-
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-
Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду(число Кольбаха), %	39-41	37-41	-	-
Розчинний азот в солоді (на сухій основі), %	0,75-0,7	0,69-0,65	0,64-0,55	
Лабораторне сусло: Колір, см3 розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм3 на 100 см3 води, не більше або в одиницях ЕВС, не більше	0,18 3,2	0,23 4,0	0,40 6,6	0,49-1,40 8-20
Кислотність, см3 розчину гідроксиду натрію концентрацією 1моль/дм3 на 100 см3 сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	-
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція	-
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція	-
Кінцевий ступінь зброджування, %	79-81	75-78	74-70	-
В'язкість, МПа·с за 20°C	1,45-1,54	1,55-1,6	1,611,78	-

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 3.8 — Фізико-хімічні показники карамельного солоду

Назва показника	Норма для солоду	
	I класу	II класу
Масова частка вологи, (вологість, %, не більше	5,0	6,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, %, не менше	75,0	70,0
Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	0,5	0,5
Колір, не менше	20,0	20,0

Характеристика води

Вода у пивоварному виробництві використовується на всіх стадіях. Взагалі, для всіх цих процесів використовується звичайна питна вода, лише для розбавлення пивного суслу – спеціально підготовлена вода для пивоваріння, для мийки обладнання – технічна вода. Хімічні та мікробіологічні показники води наведені у табл. 3.9 та 3.10 відповідно СанПиН 2.2.4-171-10. [1].

Таблиця 3.9—Хімічний склад технологічної води для пивоваріння

№ з/п	Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
		За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
1	2	3	4	5
1	Водневий показник (рН)	6,0...7,0	6,0...7,0	6,0...9,0
2	Жорсткість води загальна, ммоль/дм ³	2,4...4	Не більше 2	Не більше 7,0
3	Кальцій, ммоль/дм ³	2...4	Не більше 2, для запобігання помутнінню	Кальцій та магній в сумі не більше 7,0
4	Магній, ммоль/дм ³	Сліди	Сліди	-
5	Співвідношення кальцію до магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
5	Співвідношення кальцію до магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
6	Лужність загальна, ммоль/дм ³	0,5...1,5	Сліди	0,5...6,5
7	Співвідношення кальцію до лужності (показник лужності), не менше	1,0	1,0	1,0
8	Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,1	0,1	0,3

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк.
						34
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 3.9

1	2	3	4	5
9	Хлориди, мг/дм ³ , не більше	70	70	150
10	Сульфати, мг/дм ³ , не більше	150	150	200
11	Нітрати, мг/дм ³ , не більше	25	25	45
12	Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,05	0,05	0,1
13	Сірководень, мг/дм ³ , не більше	0	0	0
14	Алюміній, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	0,5
15	Цинк, мг/дм ³	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
16	Мідь, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	1,0
17	Окиснюваність, мг О ₂ /дм ³ , не більше	2,0	2,0	4,0
18	Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	500	200	1000
19	Кисень, мг/дм ³ , не більше	-	0,1	-
20	Хлор та хлорфеноли	-	Відсутні	-
21	Температура	-	Аналогічна температурі пив	-

Таблиця 3.10 — Мікробіологічні показники технологічної води для пивоваріння

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

Характеристика хмелю

Хміль – традиційна і найбільш дорога сировина пивоварного виробництва. Основний інгредієнт хмелю – альфа-кислоти, які надають пиву приємну неповторну гіркуватість. Хміль надає напою особливий неповторний запах і специфічний смак. Сучасне виробництво допускає можливість додавання гранульованого хмелю для пива. Його виготовляють з різних видів рослини, і

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк. 35
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

якість пива безпосередньо пов'язана з тим, якому сорту надано перевагу. Крім того, хміль виконує ще кілька функцій:

- захищає пиво від скисання протягом 2-3 місяців;
- вирівнює солодкість солоду в суслі й визначає смакові якості сорту;
- освітлює готове пиво й підвищує стійкість піни;
- завдяки ефірним оліям перешкоджає окисленню пива.

Крім основних властивостей, хміль робить піну більш стійкою, а це важливо, оскільки піна не просто надає пиву краси, а й змушує краще розкриватися його ароматний букет. Пивний хміль виконує функцію стабілізатора й освітлювача. Хміль для пива також є натуральним антисептиком, який знижує активність бактерій й не дозволяє суслу прокиснути. Розрізняють 2 види хмелю: гіркий та ароматичний.

Органолептичні та фізико-хімічні показники хмелю гіркого та хмелю наведені в табл. 3.11 і 3.12. відповідно до ДСТУ 4098.1: 2002. ДСТУ 4098.2 «Хміль ароматичний. Технічні умови.» та ДСТУ 4097.1:2002. ДСТУ 4097.2 – 2002 «Хміль гіркий. Технічні умови.»[17].

Таблиця 3.11 - Органолептичні показники хмелю ароматичного та гіркого.

Показники	Норми якості ароматичного та гіркого хмелю		
	I сорт	II сорт	III сорт
Колір	Від світло-жовтого до золотисто-зеленого, зелений	Жовто-зелений і зелено-жовтий без коричневих відтінків	Зеленувато-жовтий з коричневим відтінком, темно-жовтий без блиску.
	Дозволено шишки з почервонілими кінчиками пелюсток.		Дозволено шишки з з коричневими пля-мами.
Запах	Чисто хмельовий		
	Добре відчутний, ніжний	Відчутний, приємний	Дозволений різкий і слабовідчутний
Масова частка альфа-кислоти, % у СР, не менше	3,5 – 6,0	3,0 – 5,0	2,5 – 4,0
Ушкодженість шкідникам, %	5	15	25

Таблиця 3.12 - Фізико-хімічні показники хмелю гіркого та ароматичного

Показники	Норма для ароматичного	Норма для гіркого
1	2	3
Масова частка альфа-кислоти, % у СР, не менше	2,5	4,0
Масова частка хмельових домішок, %, не більше	5,0	6,0
Масова частка води, %, не більше не менше	12,0	12,0
	8,0	8,0

Продовження табл. 3.12

1	2	3
Масова частка насіння, %, не більше	3,0	4,0
Масова частка золи, % у СР, не більше	13,0	13,0
Вміст не хмельових домішок	Не дозволено	Не дозволено
Масова частка пелюсток, відокремлених від домішок, %, не більше	20,0	25,0
Наявність плісняви	Не дозволено	Не дозволено
Масова частка токсичних елементів, %, не більше:		
Свинець	0,0	10,0
Кадмій	0,5	0,5
Ртуть	0,1	0,1
Миш'як	0,5	0,5

Органолептичні та фізико-хімічні показники CO₂-екстракту хмелю наведені в табл. 3.13 і 3.14, що відповідає вимогам ТУ 10-04-06-06-86.

Таблиця 3.13 — Органолептичні показники CO₂-екстракту хмелю

№ з/п	Назва показника	Характеристика і норми
1	Зовнішній вигляд	Густий сироп
2	Колір	Від темно-зеленого до темно-зеленого з коричневим відтінком
3	Запах	Хмельовий

Таблиця 3.14 – Фізико-хімічні показники екстракту хмелю

№ з/п	Назва показника	Характеристика і норми
1	Кондуктометричний показник гіркоти, %	12,0+0,3
2	Масова частка сухих речовин, %, не менше	60,0
3	Вологість, %, не більше	40

Показники та норми якості гранул хмелю та норми токсичних елементів наведені в табл. 3.15 і 3.16, що відповідає вимогам ДСТУ 7028:2009 «Гранули хмелю. Технічні умови» [2].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Таблиця 3.15 – Показники та норми якості гранул хмелю

Назва показника	Значення для гранул з хмелю	
	Ароматичного	Гіркового
Колір	Від світло-зеленого до зеленого на поверхні гранул і на його зламі	
Аромат	Чисто хмельовий	
Масова частка вологи, %	7,0-10,0	
Кондуктометричний показник гіркоти, не менше	2,5	4,0
Масова частка води, %, не більше	10,0	
не менше	7,0	

Таблиця 3.16 – Норми токсичних елементів гранул хмелю

Назва показника	Норма для гранул з хмелю	
	ароматичного	гіркового
Масова частка токсичних елементів, мг/кг, не більше:		
Свинець	10,0	
Кадмій	0,5	
Ртуть	0,1	
Миш'як	0,5	

Рисова січка

За своєю будовою зерно рису аналогічне ячменю. Перевагою використання рису як несолодженої сировини полягає у високій екстрактивності (95-96% на суху речовину), невисокому вмісті розчинених білків і жирів, відсутності β -глобуліну та антоціаногенів. Крім того у очищеному зерні відсутні небажані для пива компоненти, які є в оболонках. При використанні рису колір пива світлішає, посилюється його стійкість, однак при підвищеному вмісті рису дріжджі втрачають здатність до флокуляції. У пивоварінні переробляють в основному рисову січку.

Показники якості рисової січки наведені в табл. 3.19, що відповідає вимогам ГОСТ 6292-93 «Крупа рисова. Технічні умови» [2].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 3.19 – Показники якості рисової січки

№ п/п	Показники	Характеристика і норми
		Перший сорт
1	Колір	Білий з різними відтінками
2	Запах	Властивий рисовій крупці без сторонніх запахів, не затихлий, не пліснявий
3	Смак	Властивий рисовій крупці без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
4	Кількість ядер, що мають відношення довжини ядра до ширини 2,3 і не більше, % не менше	-
5	Вологість, % не більше	15,5
6	Доброякісне ядро, %, не менше в тому числі:	99,4
	рис подрібнений, %, не більше	9,0
	пожовклі ядра рису, %, не більше	2,0
	крейдові ядра риса, %, не більше	2,0
	ядра з червоними смугами, %, не більше	3,0
	червоні ядра, %, не більше	Не допускається
	глютинозні ядра, %, не більше	2,0
	лущенні зерна просянки, %, не більше	-
	Нелущенні зерна рису, %, не більше	0,2
7	Смітна домішка, % не більше в тому числі:	0,3
	мінеральна домішка,	0,05
	органічна домішка	0,05
8	Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається
9	Забрудненість мертвими шкідниками хлібних запасів: мертві жуки, екз. в 1 кг, не більше	15
10	Металомагнітна домішка, мг в 1 кг, не більше	3

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Молочна кислота

Під час приготування затору всі важливі процеси і перетворення проходять при пониженому значенні рН. Тому пивовари зацікавлені у

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк. 39
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

підтриманні значення рН в межах 5,1-5,2. Ефективним способом досягнення таких значень є додавання до затору молочної кислоти.

Основні органолептичні та фізико-хімічні показники молочної кислоти наведені в табл. 3.20 та 3.21, що відповідають вимогам ДСТУ 4621 : 2006 «Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови» [8].

Таблиця 3.20 – Органолептичні показники молочної кислоти

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора, сиропоподібна рідина без осаду та муті
Запах	Слабкий, характерний для молочної кислоти
Смак	Кислий, без стороннього присмаку

Таблиця 3.21 – Фізико-хімічні показники молочної кислоти

Назва показника	Значення показників для сортів		
	вищого	першого	
1	2	3	4
Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше ніж	40,0±1,0	40,0±1,0	60,0±1,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше ніж	37,5	37,5	53,0
Масова частка ангідридів, %, не більше ніж	2,5	2,5	7,0
Кислотність, градуси, не більше	6,5	10,0	15,0
Масова частка золи, %, не більше ніж	0,6	1,0	1,2

Хлорид кальцію

Для зниження значення рН у суслі до 5,1-5,2 разом з молочною кислотою застосовують хлорид кальцію. Фізико-хімічні показники хлориду кальцію наведені в табл. 3.22, що відповідають вимогам ГОСТ 450-77 «Хлорид кальцію технічний. Технічні умови» [8].

Таблиця 3.22 – Фізико-хімічні показники хлориду кальцію

Назва показника	Кальцинований		Гідратований	Рідкий
	Вищий сорт	1-й сорт		
Зовнішній вигляд	Порошок або гранули білого кольору		Гранули білого або сірого кольору	Розчин жовтувато-сірого або зеленуватого кольору, прозорий або з легкою опалесценцією
Масова частка хлориду кальцію, % не менше	96,5	90	80	35

Продовження табл. 3.22

1	2	3	4	5
Масова частка магнію в перерахунку на $MgCl_2$, %, не більше	0,5	0,5	Не нормується	Не нормується
Масова частка інших хлоридів, в тому числі $MgCl_2$, в перерахунку на $NaCl$, %, не більше	1,5	Не нормується	5,5	3
Масова частка заліза, %, не більше	0,004	0,004	Не нормується	Не нормується
Масова частка нерозчинного у воді залишку, %, не більше	0,1	0,5	0,5	0,15
Масова частка сульфатів в перерахунку на сульфат-іон, %, не більше	0,1	Не нормується	0,3	Не нормується

В якості допоміжних матеріалів для розливу пива використовуються скляні пляшки місткістю $0,5 \text{ дм}^3$ згідно ДСТУ ГОСТ 10117.1:2003 «Пляшки скляні для харчових рідин. Загальні технічні умови». У пивоварній промисловості використовують пляшки, показники яких описані в табл. 3.23 [2]:

Таблиця 3.23 – Показники якості пляшок

Номер групи пляшки	Найменування харчової рідини	Масова частка CO_2 (тиск), % (кПа)	Товщина, мм, не менше	
			стінок	дна
4	Пиво	0,3 і більше	1,4	3,0
	Безалкогольні напої: - середньогазовані	0,3-0,4 (150-230)		
	- слабогазовані	0,2-0,3 (65-150)		

Допускається на ділянці площею не більше $0,25 \text{ см}^2$ мінімальна товщина стінки 1,2 мм. Повинні бути термостійкими при температурі $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Пляшки повинні витримувати на протязі 60 с без руйнування внутрішній гідростатичний тиск не менше 0,98 МПа.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,	Арк.
						41
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для закупорювання скляних пляшок використовують кроненпробки згідно ОСТ 10.167-88 «Кроненпробки для закупорювання пляшок. Технічні умови», характеристика яких наведена у табл. 3.24 [8]:

Таблиця 3.24 – Характеристика кроненпробок

Найменування показника	Значення
Висота, мм	6,0 6,5 6,75
Вид прокладки	ПВХ (полівінілхлорид) ПЕ (поліетилен)
Покриття	Лак Емаль

Також пиво розливається у ПЕТ-пляшки технічні вимоги до яких наведені у табл. 3.25 згідно ТУ У 18.351-96 [8]:

Таблиця 3.25 – Технічні вимоги до ПЕТ-пляшок

Назва показника	Вид пляшки				
	1000 №1	1000 №2	1500 №1	1500 №2	1500 №3
Місткість, см ³					
Загальна висота, мм	265	260	332	340	330
Діаметр, мм	82	74	82	82	89
Маса, г	40,6		42,5		
Мінімальна товщина корпусу, мм	0,20		0,25		
дна, мм	0,30		0,35		
Перепад температур, °С, не менше	35				
Внутрішній тиск, МПа/кг·см ³	0,98/10				

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Рецептури та обсяг виробництва проєктованих сортів пива світлого «Ячмінний колос», напівтемного «Авторське» та темного «Диканські вечори» наведені у табл. 4.1. і 4.2

Таблиця 4.1 — Рецептатура проєктованих сортів пива

Сорт пива	Сировина				
	Солод світлий,%	Солод темний,%	Солод карамельний,%	Рисова січка, %	Хміль, г/дал
Ячмінний колос 11%	80	-	-	20	45
Авторське 13%	81	-	9,5	9,5	45
Диканські вечори 15%	50	42	8	-	25

Таблиця 4.2 — Обсяг виробництва проєктованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості	Річне виробництво, млн. дал/рік
Ячмінний колос 11%	70	7
Авторське 13%	10	1
Диканські вечори 15%	20	2
Разом	100	10

Потужність заводу 10 млн дал/рік.

Асортимент:

Ячмінний колос — 70%

Авторське — 10%

Диканські вечори — 20%

Норми витрат по рідкій фазі в процесі виробництва пива, що приймаються в проєктуванні наведені в табл. 4.3

Таблиця 4.3 — Норми витрат продуктів

Втрати	Одиниці виміру	Ячмінний колос	Авторське	Диканські вечори
1	2	3	4	5
Екстракту в солодовій дробині	% до маси сировини	2,2	2,2	2,2
Втрати молодого пива в бродильному відділенні	об.% холодного сусла	2,3	2,4	2,4
Втрати при доброджуванні, в тому числі при фільтруванні	об.% молодого пива	2,3 1,1	2,4 1,1	2,4 1,1

1	2	3	4	5
Втрати при розливі:	об.%			
-в пляшки	фільтрова-	2,5	2,5	2,5
-в кеги	ного пива	0,5	-	-
-в пивовози		0,35	-	-
Середні втрати при розливі з розфасовкою 70% в пляшки, 15% в бочки, 15% в пивовози	%	1,88	1,88	1,88
Загальні видимі втрати по рідкій фазі (від гарячого суслу до товарного пива)	об.%	12,0	12,8	12,9
Втрати при пастеризації пива	об.%	2,2	2,2	2,2
	пастеризо-			
	ваного пива			

4.2 Продуктові розрахунки

Розрахунок продуктів виконується для визначення витрат сировини, напівпродуктів, готової продукції та відходів виробництва, які являються базовими для розрахунку продуктивності і підбору обладнання, а також техніко-економічних та енергетичних розрахунків.

Пиво розливається у скляні та ПЕТ-пляшки, кеги і пивовози.

Ячмінний колос 11% пиво готують з 80% світлого солоду і 20% рисової січки. Для розрахунку кількості сировини на 1 дал пива розраховуємо екстрактивність на ПСР, враховуючи екстрактивність та вологість сировини:

$$E_{\text{прс}} = \frac{E_{\text{ср}} \cdot (100 - W)}{100},$$

де $E_{\text{ср}}$ — екстрактивність зернопродуктів, %;

W — вологість зернопродуктів, %.

Для світлого солоду вона складе:

$$E_{\text{с}} = \frac{76,2 \cdot (100 - 5,5)}{100} = 71,82 \% .$$

Для рисової січки вона складе:

$$E_{\text{рс}} = \frac{90 \cdot (100 - 15,5)}{100} = 76,05 \% .$$

Кількість екстракту в гарячому суслі розраховуємо за формулою:

$$E = k(G = \omega_{\text{с}} E_{\text{с}} + \omega_{\text{р.с}} E_{\text{р.с}}),$$

де $\omega_{\text{с}}$, $\omega_{\text{р.с}}$ — масова частка світлого солоду та рисової січки, % мас;

$E_{\text{с}}$, $E_{\text{р.с}}$ — екстрактивність солоду та рисової січки, % на ПСР;

k — коефіцієнт втрат екстрактивних речовин в дробині:

$$k = 1 - \frac{II}{100},$$

де П – втрати екстракту в дробині, % до маси зернопродуктів.

$$1 - \frac{2,2}{100} = 0,978;$$

$$E = 0,978(0,8 \cdot 71,82 + 0,2 \cdot 76,05) = 71,01\%$$

Витрати зернопродуктів на 1 дал Ячмінний колос розраховуємо за формулою:

$$G = g_n \cdot \frac{E_n}{E};$$

де g_n — нормативні витрати зерно продуктів, кг;

E – екстрактивність зернопродуктів, %;

E_n — нормативна екстрактивність зернопродуктів, % .

Витрати світлого солоду становлять:

$$G = 1,54 \cdot \frac{76}{76,2} = 1,53 \text{ кг.}$$

Витрати рисової січки становлять:

$$G = 0,43 \cdot \frac{85}{90} = 0,4 \text{ кг.}$$

Отже всього: $1,53 + 0,4 = 1,93$ кг

Для отримання 1 дал готового пива Ячмінний колос необхідно:

фільтрованого пива: $\frac{1 \cdot 100}{(100 - 1,1)} = 1,001$ дал;

молодого пива: $\frac{1,001 \cdot 100}{(100 - 2,3)} = 1,0329$ дал;

охолодженого сусла: $\frac{1,0329 \cdot 100}{(100 - 2,3)} = 1,057$ дал;

гарячого сусла: $\frac{1,0572 \cdot 100}{(100 - 12)} = 1,201$ дал;

Витрати хмелю

Витрати хмелевого препарату визначають за нормативною формулою:

$$H_c = \frac{\Gamma_c \cdot 100 \cdot 100}{(\alpha + 1)(100 - W)},$$

де Γ_c — кількість хмелевої гіркоти, яку треба внести в сусло, г/дал у перерахунку на суху речовину;

α — вміст α -кислот, що визначається кондуктометрично;

1 — розрахункова величина для врахування гіркоти β -фракції гірких речовин хмелю;

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

W — втрати рідкої фази хмелевого екстракту.

З урахуванням основного вмісту в екстракті α -кислот, що дорівнює 6,5 %, втрати рідкої фази — 13 % та потрібної гіркоти сусла — 0,85 г/дал розрахуємо витрати хмелю на 1 дал пива:

$$H_c = \frac{0,85 \cdot 100 \cdot 100}{(6,5+1)(100-13)} = 13,03 \text{ г.}$$

Ступінь використання гіркоти хмелевого препарату на 35% вища, ніж гіркоти хмелю в шишках. Тому остаточно витрата хмелю становить:

$$13,02 \times 0,65 = 8,5 \text{ г.}$$

Розрахунок відходів виробництва

Вихід сирої дробини розраховуємо за формулою:

$$G_{\text{др}} = \frac{(100 - W - E) \cdot G}{100 - W_{\text{др}}},$$

де G — розрахункова кількість зернопродукту, кг;

W, $W_{\text{др}}$ — вологість зернопродуктів та сирої дробини відповідно, %;

E — вихід екстракту, %.

$$G_{\text{с.др}} = \frac{(100 - 5,5 - 71,82) \cdot 1,5}{100 - 80} = 1,7 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{р.др}} = \frac{(100 - 15,5 - 76,05) \cdot 0,28}{100 - 80} = 0,12 \text{ кг.}$$

Всього сирої дробини: $1,7 + 0,12 = 1,82$ кг.

Маса холодного сусла:

$$G_{\text{х.с}} = V_{\text{х.с}} \cdot \rho \cdot 10,$$

де $V_{\text{х.с}}$ — об'єм холодного сусла, дал;

ρ — густина сусла, кг/дм³.

Для 11%-го пива дійсний ступінь зброджування 64 %. Об'єм холодного сусла на 1 дал пива дорівнює 1,0572 дал, а його маса становить:

$$1,0572 \cdot 1,0329 \cdot 10 = 10,9 \text{ кг.}$$

За 11%-ї концентрації сусло містить екстракту:

$$10,9 \cdot 0,11 = 1,2 \text{ кг.}$$

З цієї кількості екстракту зброджується:

$$1,2 \cdot 0,64 = 0,78 \text{ кг.}$$

У процесі зброджування виділяється діоксиду вуглецю:

$$\frac{0,78 \cdot 176}{342} = 0,4 \text{ кг.}$$

Вміст зв'язаного діоксиду вуглецю становить 0,3 % маси пива, тобто його кількість дорівнює:

$$11,17 \cdot 0,003 = 0,033 \text{ кг.}$$

Вільного діоксиду вуглецю під час зброджування 1 дал 11%-го сусла виділяється:

$$0,4 - 0,033 = 0,36 \text{ кг.}$$

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

Авторське 13 % пиво готують з 81 % світлого солоду, 9,5 % карамельного солоду та 9,5 % рисової січки. Для розрахунку кількості сировини на 1 дал пива розраховуємо екстрактивність на ПСР, враховуючи екстрактивність та вологість сировини:

Для світлого солоду вона складе:

$$E_c = \frac{76 \cdot (100 - 5,5)}{100} = 71,82 \% ;$$

Для карамельного солоду вона складе:

$$E_{c.k} = \frac{73 \cdot (100 - 5)}{100} = 69,3 \%$$

Для рисової січки вона складе:

$$E_{p.c} = \frac{90 \cdot (100 - 15,5)}{100} = 76,05 \% ;$$

Кількість екстракту в гарячому суслі розраховуємо за формулою:

$$1 - \frac{2,2}{100} = 0,978;$$

$$E = 0,978(0,81 \cdot 71,82 + 0,095 \cdot 69,3 + 0,095 \cdot 76,05) = 70,3\%$$

Витрати зернопродуктів на 1 дал Авторського становлять:

Витрати світлого солоду:

$$G = 1,09 \cdot \frac{76}{76,2} = 1,08 \text{ кг.}$$

Витрати карамельного солоду:

$$G = 0,17 \cdot \frac{72}{73} = 0,16 \text{ кг;}$$

Витрати рисової січки:

$$G = 0,21 \cdot \frac{85}{90} = 0,19 \text{ кг;}$$

Отже всього: $1,08 + 0,16 + 0,19 = 1,43 \text{ кг.}$

Для отримання 1 дал готового пива Авторського необхідно:

фільтрованого пива: $\frac{1 \cdot 100}{(100 - 1,1)} = 1,011 \text{ дал;}$

молодого пива: $\frac{1,011 \cdot 100}{(100 - 2,4)} = 1,0358 \text{ дал;}$

охолодженого сусла: $\frac{1,0358 \cdot 100}{(100 - 2,4)} = 1,0612 \text{ дал;}$

гарячого сусла: $\frac{1,0612 \cdot 100}{(100 - 12,8)} = 1,216 \text{ дал;}$

Витрати хмелю

Витрати хмелевого препарату визначають за нормативною формулою:

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

$$H_c = \frac{0,65 \cdot 100 \cdot 100}{(6,5+1)(100-12,8)} = 9,93 \text{ г.}$$

Ступінь використання гіркоти хмелевого препарату на 35% вища, ніж гіркоти хмелю в шишках. Тому остаточно витрата хмелю становить:

$$9,93 \cdot 0,65 = 6,45 \text{ г.}$$

Розрахунок відходів виробництва

Вихід сирової дробини, з 100 кг зернопродуктів розраховуємо за формулою:

$$G_{\text{с.др.}} = \frac{(100 - 5,5 - 71,82) \cdot 1,08}{100 - 80} = 1,22 \text{ кг;}$$

$$G_{\text{к.др.}} = \frac{(100 - 5 - 69,3) \cdot 0,16}{100 - 80} = 0,2 \text{ кг;}$$

$$G_{\text{р.др.}} = \frac{(100 - 15,5 - 76,05) \cdot 0,18}{100 - 80} = 0,4 \text{ кг;}$$

Всього вихід дробини становить: $1,22 + 0,2 + 0,4 = 1,82 \text{ кг.}$

Для 13 %-го пива дійсний ступінь зброджування 58 %. Об'єм холодного суслу на 1 дал пива дорівнює 1,0612 дал, а його маса становить:

$$1,0612 \cdot 1,0358 \cdot 10 = 10,9 \text{ кг}$$

За 13 %-ї концентрації сусло містить екстракту:

$$10,9 \cdot 0,13 = 1,417 \text{ кг.}$$

З цієї кількості екстракту зброджується:

$$1,417 \cdot 0,58 = 0,82 \text{ кг.}$$

У процесі зброджування виділяється діоксиду вуглецю:

$$\frac{0,82 \cdot 176}{342} = 0,42 \text{ кг.}$$

Вміст зв'язаного діоксиду вуглецю становить 0,3 % маси пива, тобто його кількість дорівнює:

$$10,9 \cdot 0,003 = 0,032 \text{ кг.}$$

Вільного діоксиду вуглецю під час зброджування 1 дал 13%-го сусла виділяється:

$$0,42 - 0,032 = 0,39 \text{ кг.}$$

Диканські вечори 15 % пиво готують з 50 % світлого солоду, 42 % темного солоду та 8 % карамельного солоду. Для розрахунку кількості сировини на 1 дал пива розраховуємо екстрактивність на ПСР, враховуючи екстрактивність та вологість сировини:

Для світлого солоду вона складе:

$$E_c = \frac{76 \cdot (100 - 5,5)}{100} = 71,82 \text{ \%}.$$

Для карамельного солоду вона складе:

$$E_{\text{с.к.}} = \frac{73 \cdot (100 - 5)}{100} = 69,3 \text{ \%}.$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Для темного солоду вона складе:

$$E_{p.c} = \frac{74,9 \cdot (100 - 5)}{100} = 71,1 \%$$

Кількість екстракту в гарячому суслі розраховуємо за формулою:

$$1 - \frac{2,2}{100} = 0,978;$$

$$E = 0,978(0,5 \cdot 71,82 + 0,08 \cdot 69,3 + 0,42 \cdot 71,1) = 69,7 \%$$

Витрати зернопродуктів на 1 дал Диканські вечори становлять:

Витрати світлого солоду:

$$G = 1,26 \cdot \frac{76}{76,2} = 1,25 \text{ кг.}$$

Витрати карамельного солоду:

$$G = 0,25 \cdot \frac{72}{73} = 0,24 \text{ кг.}$$

Витрати темного солоду:

$$G = 1,1 \cdot \frac{74}{74,9} = 1,08 \text{ кг.}$$

Отже всього: $1,25 + 0,24 + 1,08 = 2,57 \text{ кг.}$

Для отримання 1 дал готового пива Диканські вечори необхідно:

фільтрованого пива: $\frac{1 \cdot 100}{(100 - 1,1)} = 1,011 \text{ дал};$

молодого пива: $\frac{1,011 \cdot 100}{(100 - 2,4)} = 1,0358 \text{ дал};$

охолодженого сусла: $\frac{1,0358 \cdot 100}{(100 - 2,4)} = 1,0612 \text{ дал};$

гарячого сусла: $\frac{1,0612 \cdot 100}{(100 - 12,9)} = 1,218 \text{ дал};$

Витрати хмелю

Витрати хмелевого препарату визначають за нормативною формулою:

$$H_c = \frac{0,42 \cdot 100 \cdot 100}{(6,5 + 1)(100 - 12,8)} = 6,42 \text{ г}$$

Ступінь використання гіркоти хмелевого препарату на 35% вища, ніж гіркоти хмелю в шишках.

Тому остаточно витрата хмелю становить:

$$6,42 \cdot 0,65 = 4,17 \text{ г}$$

Розрахунок відходів виробництва

Вихід сирі дробини, з 100 кг зернопродуктів розраховуємо за формулою:

$$G_{c.др.} = \frac{(100 - 5,5 - 71,82) \cdot 1,25}{100 - 80} = 1,4 \text{ кг};$$

$$G_{к.др.} = \frac{(100 - 5 - 69,3) \cdot 0,24}{100 - 80} = 0,3 \text{ кг};$$

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

$$G_{\text{т.др.}} = \frac{(100 - 5 - 71,1) \cdot 1,08}{100 - 80} = 1,29 \text{ кг.}$$

Всього вихід дробини становить: $1,4 + 0,3 + 1,29 = 2,99$ кг.

Для 15 %-го пива дійсний ступінь зброджування 58 %. Об'єм холодного суслу на 1 дал пива дорівнює 1,0612 дал, а його маса становить:

$$1,0612 \cdot 1,0358 \cdot 10 = 10,9 \text{ кг}$$

За 15 %-ї концентрації сусло містить екстракту:

$$10,9 \cdot 0,15 = 1,63 \text{ кг}$$

З цієї кількості екстракту зброджується:

$$1,63 \cdot 0,58 = 0,94 \text{ кг}$$

У процесі зброджування виділяється діоксину вуглецю:

$$\frac{0,94 \cdot 176}{342} = 0,48 \text{ кг}$$

Вміст зв'язаного діоксиду вуглецю становить 0,3 % маси пива, тобто його кількість дорівнює:

$$10,9 \cdot 0,003 = 0,032 \text{ кг}$$

Вільного діоксиду вуглецю під час зброджування 1 дал 15%-го суслу виділяється:

$$0,48 - 0,032 = 0,45 \text{ кг}$$

Дані проведеного продуктового розрахунку наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 — Результати продуктового розрахунку виробництва пива

Продукт	Одиниця вимірювання	Сировина, напівпродукти, відходи для сортів пива					
		Ячмінь колос, 11%		Авторське, 13%		Диканські вечори, 15%	
		На 1 дал	На 7 млн дал	На 1 дал	На 1 млн дал	На 1 дал	На 2 млн дал
Солод світлий	кг	1,53	10710000	1,08	1080000	1,25	2500000
Солод темний	кг	-	-	-	-	1,08	2160000
Солод карамельний	кг	-	-	0,16	160000	0,24	480000
Рисова січка	кг	0,4	2800000	0,19	190000	-	-
Екстракт хмелю	кг	0,013	91000	0,0064	6400	0,0041	8200
Сусло гаряче	дал	1,201	8407000	1,216	1216000	1,218	2436000
Сусло охолоджене	дал	1,057	7399000	1,061	1061000	1,061	2122000
Молоде пиво	дал	1,032	7224000	1,035	1035000	1,035	2070000
Фільтроване пиво	дал	1,001	7007000	1,011	1011000	1,011	2022000
Товарне пиво	дал	1	7000000	1	1000000	2	2000000
Пивна дробина	кг	1,82	12740000	1,82	1820000	2,99	5980000
Діоксид вуглецю бродіння	кг	0,4	2800000	0,42	420000	0,48	960000

4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Розрахунок витрат молочної кислоти.

Молочна кислота використовується для підкислення затору з розрахунку 0,08 кг 100% молочної кислоти на 100 кг зернової сировини, або 0,2% 40% молочної кислоти до маси зернової сировини.

Отже, на виробництво 1 дал пива Ячмінний колос, Авторське та Дикканські вечори необхідно застосувати наступну кількість 100 % молочної кислоти:

$$G_{\text{кис}} = (4,45 * 0,08) / 100 = 0,00356 \text{ кг}$$

Розрахунок витрат кальцинованої соди.

Сода кальцинована (карбонат натрію) - неорганічна кристалічна сполука білого кольору, застосовувана в дезінфекції обладнання, за допомогою якого готується і охолоджується сусло. Дезінфекційна обробка цією речовиною виконується як мінімум два рази на місяць. Кальциновану соду, її 1-6 % розчин, компонують з хлорним вапном (2-4 % розчин), каустичною содою (0,5-3 % розчин), антиформіном, катапіном та ін. матеріалами.

Витрата кальцинованої соди для виготовлення розчину антиформіну у відповідності до норм технологічного проектування становить 3,6 кг/тис. дал

Отже на виробничу потужність кількість даної речовини становитиме:

$$3,6 * 10000 = 36000 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		51

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок обладнання ведеться за традиційною методикою, яка наведена в [3,14].

Річна потужність заводу — 10 млн дал (Q).

Річні витрати зернопродуктів наведені в табл. 3.2.

Добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період року складає:

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

де G_p — річна переробка зернопродуктів, т; $K_{\text{кв}}$ — частка річного об'єму продукції заводу, що виробляється у найнапруженіший квартал, т;

T — тривалість роботи заводу, діб.

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

$$G = (1021100 \cdot 0,3) / 28,5 \cdot 3 = 3208 \text{ т/доб}$$

Добова витрата світлого солоду

$$G = (1014100 \cdot 0,3) / 28,5 \cdot 3 = 3106,4 \text{ т/доб}$$

Добова витрата карамельного солоду

$$G = (5400 \cdot 0,3) / 28,5 \cdot 3 = 18 \text{ т/доб}$$

Добова витрата темного солоду

$$G = (21600 \cdot 0,3) / 28,5 \cdot 3 = 60,6 \text{ т/доб}$$

Добова витрата рисової січки

$$G = (28190 \cdot 0,3) / 28,5 \cdot 3 = 83,9 \text{ т/доб}$$

Підбираємо 9 п'ятиапаратні агрегати із засипом 60 т, які виконують 6 варок за добу, що переробляють 3240 т зернопродуктів за добу.

Оскільки кількість варок за добу $n=6$, ми можемо знайти величину одночасного засипу

$$Q = \frac{G}{n_a \cdot n_b} = \frac{3208}{6 \cdot 9} = 59,4 \text{ т.}$$

Одночасний засип світлого солоду

$$Q_c = \frac{3106}{6 \cdot 9} = 57,5 \text{ т.}$$

Одночасний засип карамельного солоду

$$Q_k = \frac{18}{6 \cdot 9} = 0,3 \text{ т.}$$

Одночасний засип темного солоду

$$Q_t = \frac{60,6}{6 \cdot 9} = 1,12 \text{ т.}$$

Одночасний засип рисової січки

$$Q_{p.c} = \frac{83,9}{6 \cdot 9} = 1,55 \text{ т.}$$

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

Бункер добового запасу. Відповідно до норм технологічного проектування загальна місткість бункерів повинна дорівнювати добовому запасу зернопродуктів, тобто

$$V = \frac{G_{\text{доб}}}{\rho \cdot K_{\text{зап}}},$$

де $G_{\text{доб}}$ — максимальна кількість зернопродуктів, перероблювана протягом доби, т; ρ — об'ємна маса зернопродуктів, т/м³; $K_{\text{зап}}$ — коефіцієнт заповнення бункера.

Об'єм бункера розраховується за формулою

$$V_6 = \frac{\pi D^2 H}{4} + \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi D^2 h}{4},$$

де D — діаметр бункера, м; H — висота циліндричної частини бункера, м; h — висота конічної частини бункера, м.

Місткість бункера добового запасу для світлого солоду

$$V_{\text{с.с}} = \frac{3106,4}{0,53 \cdot 0,9} = 6512 \text{ м}^3.$$

Приймаємо до використання 9 бункерів добового запасу, тобто місткість одного бункера становитиме 723 м³.

Приймаємо, що діаметр D відноситься до висоти циліндричної частини H як 1:1,2, тоді

$$V_6 = \frac{3,14 \cdot 1,2 D^3}{4} = 0,942 \cdot D^3,$$

звідси

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{0,942}},$$

$$H = 1,2 \cdot D,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{723}{0,942}} = 9,2 \text{ м},$$

$$H = 1,2 \cdot 9,2 = 11 \text{ м}.$$

Висота конічної частини бункера становить 1/3 висоти циліндричної частини, це становить 3,6 м.

Тоді об'єм одного бункера добового запасу для світлого солоду становить

$$V_{6.с.с} = \frac{3,14 \cdot 9,2^2 \cdot 11}{4} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3,14 \cdot 9,2^2 \cdot 3,6}{4} = 809 \text{ м}^3.$$

Місткість бункера добового запасу для карамельного солоду становить

$$V_{\text{к.с}} = \frac{18}{0,53 \cdot 0,9} = 37,7 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{37,7}{0,942}} = 3,4 \text{ м},$$

$$H = 1,2 \cdot 3,4 = 4 \text{ м}.$$

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Висота конічної частини бункера 1,3 м.

Об'єм бункера добового запасу карамельного солоду становить

$$V_{\text{б.к.с}} = \frac{3,14 \cdot 3,4^2 \cdot 4}{4} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3,14 \cdot 3,4^2 \cdot 1,3}{4} = 40 \text{ м}^3.$$

Місткість бункера добового запасу для темного солоду

$$V_{\text{т.с}} = \frac{60,6}{0,53 \cdot 0,9} = 127 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{127}{0,942}} = 5,1 \text{ м},$$

$$H = 1,2 \cdot 5,1 = 6,12 \text{ м}.$$

Висота конічної частини бункера 2 м.

Об'єм бункера добового запасу темного солоду становить

$$V_{\text{б.т.с}} = \frac{3,14 \cdot 5,1^2 \cdot 6,1}{4} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3,14 \cdot 5,1^2 \cdot 2}{4} = 137,6 \text{ м}^3.$$

Місткість бункера добового запасу для рисової січки

$$V_{\text{р.с}} = \frac{83,9}{0,7 \cdot 0,9} = 133 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{133}{0,942}} = 5,2 \text{ м},$$

$$H = 1,2 \cdot 5,2 = 6,2 \text{ м}.$$

Висота конічної частини бункера 2 м.

Об'єм бункера добового запасу рисової січки становить

$$V_{\text{б.р.с}} = \frac{3,14 \cdot 5,2^2 \cdot 6,2}{4} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3,14 \cdot 5,2^2 \cdot 2}{4} = 145 \text{ м}^3,$$

Молоткова дробарка. Подрібнення солоду на одне варіння має здійснюватись за 1 год.

Виходячи з кількості зернопродуктів, яка витрачається на один засип 59,4 т, підбираємо 10 молоткових дробарок ME20 (одна резервна) продуктивністю 60 т/год, з потужністю приводу 270 кВт, яка здійснює 1900 об/хв. Довжина дробарки 3000 мм, ширина 1600 мм, висота 1600 мм, маса 2450 кг.

Бункери подрібнених зернопродуктів. Бункери повинні вміщувати масу зернопродуктів для одного варіння, тобто одного затору. Потрібну місткість бункерів знаходимо за формулою

$$V = \frac{G_{\text{зат}}}{\rho \cdot K_{\text{зап}}},$$

де $G_{\text{зат}}$ — максимальна кількість зернопродуктів, перероблювана протягом доби, т; ρ — об'ємна маса зернопродуктів, т/м³; $K_{\text{зап}}$ — коефіцієнт заповнення бункера.

Місткість бункера меленого світлого солоду

$$V_{\text{с.с}} = \frac{57,5}{0,54 \cdot 0,9} = 118 \text{ м}^3,$$

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$D = \sqrt[3]{\frac{118}{0,942}} = 5 \text{ м,}$$

$$H = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ м.}$$

Місткість бункера меленого карамельного солоду

$$V_{\text{к.с}} = \frac{0,3}{0,53 \cdot 0,9} = 0,62 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{0,62}{0,942}} = 0,86 \text{ м,}$$

$$H = 1,2 \cdot 0,86 = 1 \text{ м.}$$

Місткість бункера меленого темного солоду

$$V_{\text{т.с}} = \frac{1,12}{0,53 \cdot 0,9} = 2,3 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2,3}{0,942}} = 1,3 \text{ м,}$$

$$H = 1,2 \cdot 1,3 = 1,56 \text{ м.}$$

Місткість бункера меленої рисової січки становить

$$V_{\text{р.с}} = \frac{1,55}{0,7 \cdot 0,9} = 2,5 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2,5}{0,942}} = 1,4 \text{ м,}$$

$$H = 1,2 \cdot 1,4 = 1,68 \text{ м.}$$

Передзаторний апарат. Підбираємо 9 передзаторних апаратів Меуга, продуктивністю 50 тонн зернопродуктів на годину, довжина якого 4,5 м, ширина — 2 м, висота — 2,5 м.

Заторний апарат. Для визначення розмірів заторного апарату потрібно знайти об'єм води, для затирання 59,4 т зернопродуктів, якщо гідромодуль становить 1:4.

$$V_{\text{в}} = \frac{E(100-e)}{e},$$

де E — екстрактивність зернопродуктів, %; e — масова частка сухої речовини першого сусла, %

Середньозважена екстрактивність зернопродуктів для світлого пива становить:

$$E = 76,2 \cdot 0,8 + 90 \cdot 0,2 = 78,9 \%$$

З формули розрахунку об'єму води знаходимо масову частку сухої речовини першого сусла. Розрахунок ведеться на 100 кг засипу.

$$100 \cdot 4 = 78,9 \cdot (100 - e);$$

$$e = 16,48.$$

Тоді

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$V_{\text{в}} = \frac{78,9(100-16,48)}{16,48} = 400 \text{ м}^3.$$

Звідси

$$\frac{400 \cdot 59,4}{100} = 237 \text{ м}^3.$$

Місткість заторного апарату становить

$$V_{\text{з.а.}} = \frac{59,4 + 237}{0,75} = 395 \text{ м}^3.$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{395}{0,942}} = 7,5 \text{ м},$$

$$H = 1,2 \cdot 7,5 = 9 \text{ м}.$$

Насос для перекачування затору. Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв.

Продуктивність насоса N , $\text{м}^3/\text{год}$, має враховувати напір і фізико-хімічну характеристику затору (в'язкість, агресивність до матеріалу насоса, температуру). Отже,

$$Q = \frac{G_{\text{зат}} \cdot V_{\text{з.м.}} \cdot 60}{\tau},$$

де $G_{\text{зат}}$ — маса зернопродуктів у заторі, т; $V_{\text{з.м.}}$ — об'єм заторної маси з 1 т зернопродуктів, м^3 (залежить від об'ємної маси зернопродуктів і гідромодуля, $V = 4 \text{ м}^3$); τ — тривалість роботи насоса згідно з режимом приготування затору, хв.

$$Q = \frac{59,4 \cdot 4 \cdot 60}{20} = 712,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приймаємо до установки 46 насоси (1 резервний) фірми Varisco JE6-400 з подачею $360 \text{ м}^3/\text{год}$ і напором 38 м, потужність електродвигуна 43 кВт, частота обертання $n = 1450 \text{ об/хв}$, маса насосу 1000 кг та 10 насосів (1 резервний) фірми Varisco JE6-250 з подачею $300 \text{ м}^3/\text{год}$ і напором 15 м. Потужність електродвигуна 11 кВт, частота обертання $n = 1450 \text{ об/хв}$. Маса насосу 237 кг.

Насос для перекачування мутного сусла. Насос підбирається за умови, що кількість мутного сусла, яке повертається на фільтрацію, складає 10 % об'єму заторної маси, а повернення відбувається протягом 10 хв. Продуктивність насоса

$$Q = \frac{G_{\text{зат}} \cdot V \cdot K \cdot 60}{\tau},$$

де $G_{\text{зат}}$ — маса засипу на один затор, т; V — об'єм затору з 1 т зернопродуктів, м^3 ; K — частина мутного сусла від загального затору; τ — тривалість повернення мутного сусла, хв.

$$Q = \frac{59,4 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot 60}{10} = 142,5 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приймаємо до установки 10 насосів (1 резервний) марки Varisco JE 4-250 з подачею $150 \text{ м}^3/\text{год}$ і напором 18 м. Потужність електродвигуна 7,5 кВт, частота обертання $n = 1450 \text{ об/хв}$. Маса насосу 184 кг.

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Фільтрпрес. Фільтрування затору здійснюється на фільтрпресі Meura 2001 продуктивністю 300 м³/год. Розмір плит становить

2,0-1,8 м, кількість 140 шт. товщина шару дробини 4 см. Габаритні розміри 32×2×1,8 м.

Збірник промивної води. Потрібна робоча місткість, м³, збірників становить

$$V_{\text{п.в.}} = G_{\text{зат}} \cdot v \cdot K_{\text{зат}},$$

де $G_{\text{зат}}$ — засип на один затор, т; v — об'єм промивної води на 1 т засипу, м³; $K_{\text{зат}}$ — кількість заторів для яких встановлюється збірник, шт.

Згідно з нормами проектування на 1т зернопродуктів потрібна місткість збірника становить 2,4 м³. Вода збирається з одного затору. Тоді потрібна робоча місткість дорівнює

$$V_{\text{п.в.}} = 59,4 \cdot 2,4 \cdot 1 = 142,5 \text{ м}^3.$$

Якщо коефіцієнт заповнення 0,9, загальна місткість становить

$$V_{\text{зат}} = \frac{142,5}{0,9} = 158 \text{ м}^3.$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{158}{0,942}} = 5,5 \text{ м},$$

$$V_{\text{зат}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l,$$

знайдемо довжину збірника

$$l = \frac{4V}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 158}{3,14 \cdot 5,5^2} = 6,65 \text{ м}.$$

Буферна ємність. Місткість буферної ємності дорівнює місткості сушварильного апарату, але з урахуванням того, що коефіцієнт запасу буферної ємності 0,95. Для знаходження місткості буферної ємності потрібно визначити, яку кількість сусла можна отримати із зернопродуктів з відомими значеннями екстрактивності й вологості.

$$V_{\text{сус.}} = \frac{G_{\text{зат}} \cdot E(100 - W)(100 - B_e)}{10e\rho},$$

де $G_{\text{зат}}$ — кількість зернопродуктів для одного засипу, т; E — екстрактивність зернопродуктів, %; W — вологість зернопродуктів, %;

B_e — втрати екстракту з дробиною, %; e — масова частка сухих речовин в початковому суслі, %; ρ — густина сусла, кг/м³.

Розраховуємо максимальну кількість сусла, яку можна отримати при виробництві пива Львівське 1715, з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11%.

Середньозважена екстрактивність зернопродуктів становить

$$E = 76,2 \cdot 0,8 + 90 \cdot 0,2 = 78,9 \text{ \%}.$$

Вологість становить

$$W = 5,5 \cdot 0,8 + 15,5 \cdot 0,2 = 7,5 \text{ \%}.$$

Кількість сусла дорівнює

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$V_{\text{сус.}} = \frac{59,4 \cdot 78,9(100-7,5)(100-1,5)}{10 \cdot 11 \cdot 1,0572} = 367 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{367}{0,942}} = 7,3 \text{ м},$$

$$H = 1,2 \cdot 7,3 = 8,8 \text{ м}.$$

Насос для перекачування сусла. Відповідно до прийнятого режиму кип'ятіння сусла з хмелем перекачування охмеленого сусла із сусловарильного апарата продовжується 30 хв. З одного варіння виходить 367 м³ сусла:

Продуктивність насоса:

$$Q = \frac{367 \cdot 60}{30} = 734 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приймаємо до установки 38 насосів (2 резервні) фірми Varisco JE6-400 з подачею 360 м³/год і напором 38 м. Потужність електродвигуна 43 кВт, частота обертання $n = 1450$ об/хв. Маса насосу 1000 кг.

Вірпул. Для підбору вірпула знаходимо його повну місткість, м³,

$$V_{\text{в}} = \frac{V_{\text{зат}}}{K},$$

де $V_{\text{зат}}$ — кількість сусла одержувана з одного затору, м³; K — коефіцієнт заповнення

$$V_{\text{в}} = \frac{367}{0,9} = 407 \text{ м}^3,$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{407}{0,942}} = 7,5 \text{ м},$$

$$H = 1,2 \cdot 7,5 = 9 \text{ м}.$$

Висота конічної частини 3 м.

Збірник білкового брухту розраховують виходячи з того, що кількість можливо утвореного білкового осаду дорівнює 1/5 від об'єму вірпула, тоді

$$D = \sqrt[3]{\frac{81,4}{0,942}} = 4,4 \text{ м},$$

$$H = 1,2 \cdot 4,4 = 5 \text{ м}.$$

Висота конічної частини 1,6 м.

Теплообмінник для охолодження гарячого сусла. Для визначення габаритних розмірів односекційного пластинчастого теплообмінника, необхідно знайти площу поверхні теплообміну апарата

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{\text{ср}}},$$

де Q — кількість переданої теплоти, Вт; k — коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К); $k = 800 \dots 1700$; $\Delta t_{\text{ср}}$ — середня різниця температур між теплоносіями, К; $\Delta t_{\text{ср}} = 73,5$ К.

$$Q = x \cdot G \cdot c(t_{\text{к}} - t_{\text{н}}),$$

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		58

де x — коефіцієнт, що враховує втрати теплоти в навколишнє середовище;
 $x = 1,02 \dots 1,05$; G — витрата рідини, кг/с; c — теплоємність рідини, Дж/(кг·К).

$$Q = 1,03 \cdot 88,3 \cdot 4190 \cdot (318 - 277) = 15624128 \text{ Вт,}$$

$$F = \frac{27056418}{1416 \cdot 73,5} = 260 \text{ м}^2 .$$

Приймаємо до установки 2 односекційні пластинчасті теплообмінники з площею поверхні теплообміну 130 м^2 , габаритні розміри — $2,6 \times 0,52 \times 1,5 \text{ м}$, маса теплообмінника — 1420 кг.

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

Таблиця 5.1 — Специфікація технологічного обладнання.

№ п/п	Номер позицій на апаратурно-технологічній схемі	Найменування, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електро двигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Бункер добового запасу світлого солоду РЗ	11	Об'єм — 809 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 9200; висота — 11000.	-	-	АгроІнвест
2	2	Бункер добового запасу карамельного солоду РЗ	1	Об'єм — 145 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 5200; висота — 6200.	-	-	АгроІнвест
3	3	Молоткова дробарка ME-20	10	Продуктивність — 60 т/год; потужність — Габаритні розміри, мм: довжина — 3000; ширина — 1600; висота — 2450. Маса — 2450 кг	270 кВт;	16	ASNANG GO
4	4	Автоматичні ваги	10	Продуктивність — 801 т/год. Габаритні розміри, мм: довжина — 2500; ширина — 1400; висота — 1800. Маса — 1400 кг	-	-	НВП Техноваги,

1	2	3	4	5	6	7	8
5	5	Бункер меленого світлого солоду P3	3	Об'єм — 118 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 5000; висота — 6000.	-	-	АгроІнвест
6	6	Бункер карамельного солоду P3	1	Об'єм — 2,5 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 1400; висота — 1560.	-	-	АгроІнвест
7	7	Передзаторник WKT-9	9	Габаритні розміри, мм: довжина — 4000; ширина — 2000; висота — 3000.	-	-	MEURA Бельгія
8	8	Заторний апарат МТК-9	9	Об'єм — 395 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 7500; висота — 9000.	-	-	MEURA Бельгія
9	9	Заторний апарат НМТ-9	9	Об'єм — 395 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 7500; висота — 9000.	-	-	MEURA Бельгія
10	10	Ємність для приготування рисової січки	5	Об'єм — 7 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 1650; висота — 3525.	-	-	-
11	11	Збірник молочної кислоти	5	Об'єм — 7 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 1650; висота — 3525.	-	-	-
12	12	Фільтрпрес MEURA 2001	9	Габаритні розміри, мм: довжина — 28000; ширина — 2000; висота — 1800.	-	-	MEURA Бельгія
13	13	Збірник солодової дробини Hurrmann S-9	9	Габаритні розміри, мм: довжина — 28000; ширина — 2000; висота — 1500.	-	-	Hurrmann S-9 Німеччина

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
14	14	Збірник промивної води Hurrmann W-9	9	Об'єм — 158 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 5500; довжина — 6650.	-	-	Hurrmann W-9 Німеччина
15	15	Буферна ємність Hurrmann T-9	9	Об'єм — 367 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 7300; висота — 8800.	-	-	Hurrmann T-9 Німеччина
16	16	Ємність для хмелепродуктів	9	Габаритні розміри, мм: діаметр- 1650; висота- 3255.	-	-	-
17	17	Сушварильний апарат MEURA	9	Об'єм — 367 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 7300; висота — 8800.	-	-	MEURA Бельгія
18	18	Вірпул	9	Об'єм — 407 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 7500; висота — 9000.	-	-	Hurrmann D-9 Німеччина
19	19	Збірник білкового осаду	9	Об'єм — 81,4 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр — 4400; висота — 5000.	-	-	-
20	20	Односекційний пластинчастий теплообмінник TL-650	18	Габаритні розміри, мм: довжина — 2600; ширина — 510; висота — 1500. Маса 1420 кг.	-	-	Іскандер-Армафіт
21	21	Відцентровий насос JE6-400	94	Подача — 360 м ³ /год. Напор — 38 м. Частота обертання 1450 об/хв. Маса 1000 кг.	43 кВт.	16	Фірма Varisco

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		61

22	22	Норія	1	Габаритні розміри, мм: 145	-	-	Фірма "Фаворит"
23	23	Магнітний сепаратор	2	Габаритні розміри, мм: ширина- 8000; висота- 1000.	-	-	СТ-66
24	24	Повітряно-ситовий сепаратор	2	Габаритні розміри, мм: ширина- 8000; висота- 1000. Маса 1400 кг.	-	-	BS-20
25	25	Стрічковий транспортер	1	Габаритні розміри, мм: ширина- 1340; висота- 4000. Маса 600 кг.	-	-	Bronto ТБ-30

					РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		62

6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

1. Склад зернопродуктів

Потреба в зернопродуктах для виробництва пива на рік складає 23 075 т. Тоді необхідно провести розрахунок площі складу для зберігання зернопродуктів на 2 місяці.

Площу складу визначають за формулою:

$$S = \frac{G * n_{\text{зап}} * K_{\text{пр}}}{n_{\text{роб}} * g_s}, \text{ м}^2,$$

де G – річна потреба в зернопродуктах;

$n_{\text{зап}}$ – кількість місяців, на які сировину запасують, $n_{\text{зап}} = 2$;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, що враховує необхідну для проходів площу складу;

$n_{\text{роб}}$ – кількість робочих місяців заводу на рік (11,33);

g_s – питома навантаження на перекриття складу, т/м².

Питома навантаження під час укладання мішків у штабелі заввишки у шість рядів – 1,44 т/м².

Площа складу для солоду становить:

$$S = \frac{433\,07 * 2 * 1,25}{11,33 * 1,44} = 6\,635,98 \text{ м}^2.$$

2. Склад хмелю

За нормами технологічного проектування склад має вмещувати річний запас хмелю. Площа складу для хмелю визначається за формулою:

$$S = \frac{\sum Q_i * q_i}{q_s} * K_{\text{пр}}, \text{ м}^2,$$

де Q_i – річний випуск пива кожного сорту, тис. дал;

q_i – питомі витрати хмелю на кожний сорт, г/дал;

q_s – нормоване навантаження під час складування хмелю, кг/м²;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, що враховує вільну площу на складі для проходів.

На 1 м² складу розміщується 180 кг хмелю, на проходи виділено 25 % загальної складської площі. [21]

$$S = \frac{4500 * 8,69 + 3500 * 10,34 + 2000 * 8,24}{200} * 1,25 = 516,24 \text{ м}^2$$

3. Склад молочної кислоти.

Площу складу розраховують з урахуванням запасу на місяць і 50% вільної площі для обслуговування. Завод працює 11,33 місяці на рік (238 днів/21 робочий день місяця). На 1 м² зберігається 1 т кислоти 25 мішків по 40 кг). Потрібна площа складу розраховується за формулою:

$$F = \frac{0,1379 * 21}{1 * 0,5} = 5,8 \text{ м}^2$$

					РОЗРАХУНОК СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ І	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		63

7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

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

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

Техніко-хімічний контроль виробництва наведено в *табл. 7.1*.

Таблиця 7.1 — Техніко-хімічний контроль

№ пп	Об'єкт контролю	Показник, що контролюється	Місце відбору проб	Періодичність контролю	Хто контролює	Метод визначення
1	2	3	4	5	6	7
1.	Солод	Вологість	Силос	Не рідше 1 разу на добу	Інженер 3 якості	ДСТУ 3888:2015
2.	Подрібнення	Кількість та температура вод	Дробарка	Постійно	Автоматично	-
3.	Затор	Оцукрювання Час витримки на паузі	Заторний апарат	Кожний затор	Оператор	Інструкція з технохімічного контролю
4.	Сусло, промивна вода	Прозорість, оцукрювання, масова частка СР у початковому суслі, промивних вод	Фільтр-прес	-	-	-
5.	Охмелене сусло	кип'ятіння, тиск, масова доля СР, рН, оцукрювання, кислотність, коагуляція білка	Сусловари-льний апарат	Кожна варка	-	-

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
		Масова частка СР, оцукрювання, кислотність, рН, колір	-	-	Інженер з якості	-
		Гіркота, Кінцевий ступінь зброджування, аміний азот, в'язкість	-	Вибірково не рідше 1 разу в 2 тижні	-	-
6.	Освітлене сусло	Масова частка СР, час витримки у вірпулі	Вірпул	Кожна варка	Оператор	-
7.	Охолоджене сусло	Масова частка СР, температура	Після теплообмінника			Цукроміром, термометром
8.	Молоде пиво	Видимий екстракт, температура Вміст діацетила	ЦКБА	Кожний ЦКТ 1 раз за добу Кожний ЦКБА перед викачкою	Нач. зміни Інженер з якості	Цукроміром, термометром Вимоги компанії виробника
9.	Доброджене пиво	Масова частка СР, масова частка спирту, кислотність, колір, вміст дійсного екстракту, дійсний ступінь зброджування, рН	ЦКБА	-	-	ДСТУ 3888:2015
10.	Фільтр	Тиск на фільтрі	Фільтр	Постійно при фільтрації	-	Манометром
11.	Фільтроване пиво	Мутність фільтрованого пива	Вихід з фільтра	-	Автоматично	-

1	2	3	4	5	6	7
12	Готове пиво у пляшках	Масова частка СР, масова частка спирту, кислотність, колір, вміст дійсного екстракту, дійсний ступінь зброджування, вміст CO ₂ , висота піни, піностійкість, гіркота	3 пляшки	Кожну партію	-	ДСТУ 3888:2015
13	Миючий розчин для пляшок	Концентрація	Пляшкомиюча машина	1 раз за зміну	-	-

Мікробіологічний контроль дозволяє своєчасно виявити джерела і причини мікробного обсіменіння сировини, напівфабрикатів і готової продукції. Чітко організований мікробіологічний контроль забезпечує випуск доброякісної продукції, безпечної в епідемічному відношенні і стабільної при зберіганні. В разі виготовлення неякісної продукції відповідальність за це несуть керівники відповідних структурних підрозділів заводу.

Мікробіологічний контроль ведеться в мікробіологічному відділенні лабораторії. Аналіз готової продукції здійснюється кожні 3 години. Мікробіологічний аналіз поширюється на сусло, дріжджі, вміст бродильних апаратів, змиви з обладнання. Проводиться також мікробіологічний аналіз повітря виробничих приміщень.

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

8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ

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

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

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

Санітарний стан і контроль за ним у варильному цеху відбувається.

1. Відділення, в якому відбувається подрібнення зернопродуктів:

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

2. Варильне відділення:

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

Для технології виробництва дотримання промислових санітарних правил є важливим. Варильне приміщення повинне бути світлим, підлога і стіни в ньому

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		67

покриті плиткою, щоб була відсутність парів застосовується приточно-витяжна система вентиляції, апарати обладнанні контактами з витяжними трубами.

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

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

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

Вимоги до робочого та санітарного одягу.

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

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

Вимоги до миття та дезінфекції.

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

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

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

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

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

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

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

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

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		68

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		69

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

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

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

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		70

9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО

9.1 Розрахунок витрати електроенергії

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

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

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

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

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

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

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

Самостійні потоки складаються з:

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

- промислових стічних вод, які містять токсичні сполуки,

- стічні води, які мають кисле або лужне середовище,

- виробничі стічні води з неприємним запахом,

- дуже мінералізовані води,

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

Розрахунки витрат гарячої води

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

Води необхідно:

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

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

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

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

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

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

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

2. При лужній обробці солодової дробини у фільтраційному апараті:

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

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		71

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

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

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

3. Використання води для промивання фільтрпресу:

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

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

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

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

4. В процесі вилуження хмелевої дробини:

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

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

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

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

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

5. Мийка обладнання:

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

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

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

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

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

6. Витрати води для миття суслопроводів:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. Розрахунок витрат холодної води для мийки обладнання:

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

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

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

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

10. Розрахунок витрат холодної води для охолодження гарячого сусли:

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

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

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

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

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

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

В табл. 9.1. наведені усі розрахунки витрат води

Таблиця 9.1 – Зведена таблиця витрат води

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

Закінчення табл. 9.1

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

9.2 Розрахунки витрати пари

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

Таблиця 9.2 - Вихідні дані для розрахунку витрат пари

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

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

Маса затору, кг:

$$G_3 = G_1 + G_1 * G_2$$

де G_1 - кількість перероблюваних зернопродуктів, кг;

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

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

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

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

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

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

Теплоємність затору, кДж/(кг*К):

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

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

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

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

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

Витрати на підігрів до 52 °С затору складають :

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

Витрати на підігрів до 63 °С затору складають :

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

Витрати на підігрів до 72 °С затору складають :

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

Витрати на підігрів до 78 °С затору складають :

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

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

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОЛАРСТВО	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		75

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

Витрата теплоти для підігріву води до 78°C:

$$q_5 = 450 * 4,19 * (78 - 20) = 109359 \text{ кДж.}$$

На підігрів води для вилужування дробини витрачаємо:

$$q_6 = 185 * 4,19 * (78 - 20) = 44958 \text{ кДж.}$$

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

Витрати теплоти на підігрівання суслу до кипіння становлять:

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

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

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

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

Добова потреба пари при 8 варках на добу становить:

$$111271 * 8 = 890168 \text{ кДж.}$$

Загальні витрати теплоти становлять:

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

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

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

Витрата пари на варку становить:

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

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

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

$$111271 \text{ кДж} - 100 \%$$

$$X \text{ кДж} - 36,6 \%$$

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

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

Сумарні витрати пари наведені в табл. 9.3.

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОЛАРСТВО	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Таблиці 9.3 – Сумарні витрати пари

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

9.3 Розрахунки витрати холоду

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

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

9.4 Розрахунки витрат електроенергії

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Витрати електроенергії приводом норії:

$$E_1 = 4 * 8 = 32 \text{ кВт*год.}$$

Витрати електроенергії приводом заторного апарата:

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

Витрати електроенергії приводом фільтраційного апарата:

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

Витрати електроенергії приводом сушварильного апарата:

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

9.5 Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю

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

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОЛАРСТВО	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		78

10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Енергоємність продукції в Україні є надзвичайно високою, тому актуальною задачею є підвищення енергетичної ефективності промислових підприємств та удосконалення методів її оцінювання і контролю. В умовах постійного зростання цін на енергоресурси, загострення конкурентної боротьби питання впровадження енергозберігаючих технологій набуває своєї актуальності і на окремих ділянках виробничого процесу, зокрема, на стадії приготування суслу в технології пива. Показники споживання енергетичних і водних ресурсів для повного циклу виробництва наведено у табл. 10.1.

Таблиця 10.1 - Показники споживання енергетичних і водних ресурсів

Найменування енергоресурсу	Одинця виміру	Витрата на 1 дал пива
Електроенергія	кВт	0,5 – 0,75
Газ	кг	0,3 – 0,32
Вода	м ³	0,015 – 0,050
Повітря	м ³	0,0024 – 0,0034

Невід'ємною частиною процесу управління є виконання функції контролю ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. Здійснення ж такого контролю обов'язково передбачає необхідність визначення як фактичних показників ефективності енерговикористання на відповідних об'єктах, так і їх «еталонних» або «нормативних» значень. Нормалізація енергоспоживання має важливе значення. Визначаючи науково обґрунтовані норми питомих витрат енергії, створюють базу для розрахунку потреб в енергії виробничих об'єктів: підприємств, їх підрозділів, окремих агрегатів і технологічних процесів.

Витрата енергії при виробництві пива, зокрема у варильному відділенні підприємства складає значну частку виробничих витрат, і тому для їх мінімізації потрібно як можна більш раціональне використання енергії та ресурсів (води, теплової енергії, стисненого повітря і т.п.). Варильне відділення включає в себе кілька ємностей і допоміжне обладнання і є найскладнішим відділенням на пивзаводі. Варка однієї партії пива займає близько 8-10 годин. Але так як обладнання працює циклічно, одночасно може відбуватися до п'яти варок: одна освітлюється, друга кипить, третя фільтрується, четверта затирається, п'ята подрібнюється.

Використаний у проекті настійний спосіб приготування напівтемного та темного пива є більш енергоощадним у порівнянні з відварними способами. Його суть та переваги безумовні.

За настійного способу весь затор ніколи не поділяється. Нагрівання всього затору здійснюють поступово, з витримуванням температурних пауз, необхідних дії ферментів.

Для настійного способу затирання потрібна тільки одна ємність, що обігрівається. Так як затор нікуди не перекачується, поглинання повітря мінімальне, що є позитивним фактором, оскільки кисень при затиранні веде до окислення поліфенолів, а з ними - і до розмивання смаку та вищої кольоровості готового пива.

Якщо переробляється дуже добре розчинений солод, то достатньо того, щоб температура послідовно піднімалася по шкалі, що наростає, і після оцукрювання затор перекачувався б на фільтрацію. Для нормально розчиненого солоду затирання загальною тривалістю максимум 2 години і з початковою температурою 50⁰ С завжди надійно забезпечує позитивний ефект, і цей спосіб використовують дуже багато пивоварних підприємств. Отже, враховуючи основні переваги настійних способів (можливість автоматизації процесу; краще керування, ніжче споживанню енергії) у проекті застосування саме цього способу забезпечить енергоощадне рішення в технології затирання зернопродуктів.

Також можна рекомендувати використовувати тепло, яке утворюється при охолодженні сусла для попереднього підігріву води, що застосовується для приготування наступної порції затору. При охолодженні сусла важливо обмежити об'єм охолоджуючої води так, щоб він перевищував обсяг сусла приблизно в 1,1 рази, а при необхідності – доповнити водяне охолодження штучним холодом. Різниця температур між суслем, що виходить із суислового холодильника і охолоджувальною водою, що надходить до нього, повинна бути незначною (3-5 К).

					ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		80

11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

При проектуванні пивоварних підприємств (заводів) доцільно керуватися: технологічними інструкціями, методиками, еталоном проекту та іншими нормативними документами, затвердженими в установленому порядку, чинними нормами та правилами, правилами з техніки безпеки та промсанітарії.

Будинок, де буде знаходитися пивоварня, може бути розміщено в межах міста або за ним. Краще вибрати промислові райони. Причому пивоварня не може знаходитися на відстані менше 50 метрів від житлового будинку. Виробничий цех не повинен розміщуватися в підвалі. Тільки бродільне відділення може знаходитися в приміщеннях такого типу.

Приміщення для зберігання готової продукції має бути обладнане так, щоб у ньому підтримувалася температура від 0 до 25 С. Додатково там мають бути встановлені стелажі та піддони.

Розміри приміщень підприємств визначає індивідуально. Точних вимог в цьому питанні немає. Потрібно виходити з виробничих потужностей і бажаних об'ємів виробництва.

Є особливі технологічні вимоги до приміщення, які є обов'язковими для виконання:

на відстані двох метрів від підлоги, стіни обробляються керамічною плиткою;

стелі вкриті водоемульсійною фарбою;

підлога може бути облаштована з будь-якого матеріалу, наприклад із залізобетону;

приміщення має опалюватись.

Основні приміщення пивзаводу

1. Склад зерно продуктів

приймальний пристрій для солоду та ячменю;

склад солоду та ячменю: підсиносне та надсиносне приміщення.

2. Варильний цех

бункерне відділення;

дробильно-полірувальне відділення;

варильне відділення;

машинне відділення варниці;

приміщення бункерів дробини;

приміщення баків гарячої води;

склад хмелю;

склад нескладеної сировини;

склад цукру (зберігання у мішках);

відділення водопідготовки(відділення передбачається за невідповідності складу води, що надходить на виробництво.)

3. Цех бродіння-доброджування

відділення освітлення та охолодження сусла;

відділення головного бродіння;

					БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		81

відділення чистої культури дріжджів;
 відділення насінневих та надлишкових дріжджів;
 відділення сушіння дріжджів;
 відділення дображивання та витримки пива;
 відділення бродіння та дображивання пива в ЦКТ;
 фільтрувальне відділення;
 відділення збірників фільтрованого пива;
 відділення приготувань миючих та дезінфікуючих розчинів;
 склад фільтруючих та допоміжних матеріалів.

4. Цех мийно-розливний

відділення укладання та виїмки пляшок;
 відділення миття (пляшкомиїне віддалення);
 відділення розливу (у пляшки);
 відділення збору та відпустки склобою;
 відділення прийому та регенерації лугу;
 відділення водопідготовки;
 приміщення допоміжних матеріалів та приготування клею.

А також такі приміщення, як : цех посуду (пляшок) з кімнатою обігріву, склад посуду (неопалювальний) або навіс, цех готової пляшкової продукції (експедиція) з кімнатою обігріву, лабораторія, матеріальний склад, кабінет начальника цеху, кімната змінних технологів, зарядна станція, станція нейтралізації лужних стоків.

НОРМИ РОЗМІЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

Обладнання у приміщеннях має встановлюватися з урахуванням дотримання послідовності, передбаченої технологічною схемою.

Для зручності обслуговування, дотримання вимог пожежної безпеки та санітарних норм у процесі експлуатації, а також виконання будівельно-монтажних робіт приймати такі відстані (м);

Норми розміщення обладнання наведені у табл. 11.1.

Таблиця 11.1 - Норми розміщення обладнання

Найменування	Відстань від стіни до апарату, м	Відстань між обладнанням, м	Центральний прохід	Спеціальні вимоги
1	2	3	4	5
Варильні порядки	0,4-0,8	1,0	1,5-1,8	За умови використання розсільних батарей для охолодження приміщень; при можливості відстань від стін може бути збільшена до 1,0 м
Бродильні танки	0,4-0,8	0,25-1,0	1,5-1,8	
Танки дображивання	0,4-0,8	0,25-1,0	1,5-1,8	

Продовження табл. 1.11

1	2	3	4	5
Циліндро-конічні танки	0,6-0,8	0,4-1,0	1,5	Стаціонарні майданчики зі сходами та огорожами. Висота огорожі не менше 0,9 м
Сепаратор	1,0	1,0	2,0	
Охолоджувач (пластинчастий)	0,8	0,8-1	1,5-2,0	
Фільтри діатомітові	0,8	1,0	1,5-2,0	
Фільтри пластинчасті	0,8	0,6-1	1,5-2,0	
Обладнання та арматура, що часто обслуговуються, розташовані на висоті понад 1,8 м	-	-	-	Відстань від підлоги майданчика до низу конструкцій, що виступають не менше 1,8 м
Мийно-розливні машини	2	-	-	Огородження - перилами висотою не менше 0,9 м, суцільна зашивка знизу бортом висотою не менше 0,15 м Ширина не менше 0,7 м, при перенесенні ваг не менше 1,0 м. Крок ступенів трохи більше 0,25 м. Ширина щаблів не менше 0,12 м Не більше 45 °. Для обладнання, що рідко обслуговується, допускається 60° або драбини
Майданчики, розташовані на висоті 0,5 м від підлоги, сходи до них та перехідні містки	-	-	-	
Сходи	-	-	-	
	-	-	-	
Ухил сходів				

Розміри магістральних проїздів між штабелями та робочих проїздів для роботи електронавантажувачів (табл. 11.2) з піддонами 1000-1200 мм визначають радіуси повороту по зовнішньому габариту змінних навантажувачів та штабелерів залежно від прийнятої схеми механізації. Вихідні дані для розрахунку:

Таблиця 11.2 - Розміри магістральних проїздів між штабелями та робочих проїздів

Назва транспортних пристроїв	Характеристика транспортного пристрою			Ширина проїзда, м	
	вантажопідйомність, т	найбільша ширина, м	найменший радіус повороту	при повороті на 180 °	при повороті на 90 °

Продовження табл. 11.2

1	2	3	4	5	6
Електронавантажувачі фронтальні	0,5	1,0	1,3	3,5	3,0
Електроштабелери підлогові з фронтальним висувним вантажопідійомником	1,0	1,0	1,5	3,0	2,5
Електронавантажувачі з боковим висувним вантажопідійомником	3,2	1,9	3,1	7,5	-
Крани-штабелери підвісного та опорного типів, керовані з підлоги	0,125	0,8	-	2,0	1,5
Крани-штабелери навісного та опорного типів із кабіною	1,0	1,9	-	3,5	3,0
Електровізки платформні самохідні	3,0	0,8	2,3	5,0	-
Електровізки вилкові, самохідні, керовані з підлоги	0,5	0,65	1,15	2,0	2,0

Ширина проїзду при односторонньому русі без розвороту підлогового транспортного пристрою повинна мати не менше ширини цього транспортного пристрою, з урахуванням вантажу, що знаходиться на ньому, плюс 0,6 м (але не менше 1,3 м). При двосторонньому русі ширина проїзду приймається рівною подвоєною шириною транспортного пристрою плюс 0,9 м.

Проходи для обслуговуючого персоналу між штабелями та стелажамі приймати від 0,8 до 1,2 м (залежно від характеру виконуваних операцій). Електронавантажувачі фронтальні зазначеної вантажопідійомності найбільше широко застосовуються в складах. Застосування обладнання іншої вантажопідійомності потребує відповідної зміни величини проїздів.

Величини проїздів вказані під час роботи транспортних пристроїв зі стандартними піддонами розміром 1000-1200 мм, вантажопідійомністю до 1000 кг, а розмірами 1200-1600 мм вантажопідійомністю до 3000 кг.

12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Виробництво пива при організації технологічних процесів викликає інші екологічні проблеми, які необхідно вирішити. У процесі пивоваріння використовується велика кількість води. Більша частина води, споживана у виробництві пива, використовується при виробництві продукту, а інша – в процесах охолодження і промивки обладнання.

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

Особливу небезпеку складають тверді відходи, які можуть містити:

– органічні речовини, включаючи дріжджі, відходи від процесів фільтрації та освітлення;

– гідрокарбонат, одержаний під час попереднього очищення води; шлам із очисних споруд стічних вод;

– небезпечні відходи, включаючи відпрацьоване масло і розчинники після технічного обслуговування та експлуатації обладнання.

Відпрацьовані залишки на дні цистерн і в трубах, а також відбраковане пиво також утворюють значну кількість органічних відходів. Подібні відходи можуть бути використані в якості кормів для тварин або для поліпшення властивостей ґрунту.

Для пакування у пивоварній промисловості використовується скло, алюміній, пластик, картон, поліетилентерефталат та целофанова

плівка. Частина пакування виступає як зворотна тара, інша – повинна утилізуватися.

Розуміння екологічних проблем, які виникають при виробництві крафтового пива, дозволить запропонувати заходи, які необхідно вжити для зменшення тиску на навколишнє середовище, мінімізувати екологічні ризики.

Для зменшення забруднення стічних вод необхідно:

-посилити контроль за скидом стічних вод;

-встановити або модернізувати очисні споруди на підприємстві;

-здійснювати поділ технологічних, охолоджуючих і санітарних стоків для спрямування стічних вод на переробку;

-використовувати миючі засоби у межах встановлених норм;

Для скорочення водоспоживання необхідно здійснювати:

-очищення і повторне використання у виробництві води та оптимізувати використання води та миючих засобів;

-рециркуляцію охолоджуючої води;

-використання кранів з автоматичними запірними клапанами, а також використання шлангів високого тиску для мінімізації витрат води;

Для зменшення шкоди для навколишнього середовища від твердих відходів, які виникають в результаті виробництва та споживання харчових продуктів необхідно:

-забезпечити використання упаковки, яка підлягає поверненню (оборотної тари) або переробці;

-використовувати технології перероблення технологічних відходів для випуску продукції більш низького класу, такий як корм для тварин;

-використання безвідходних технологій та технологій, які спрямовані на збільшення виходу готової продукції з одиниці сировини;

-впровадження безпечних, гігієнічних, що не вимагають очищення і мінімізують ручну працю, систем управління відходами;

-використання відходів як сировини для підприємств, що виробляють компост;

-використання розумного пакування для харчових продуктів;

Для зменшення впливу на зовнішнє середовище шляхом зменшення викидів у атмосферу необхідно:

-впровадження надійних процедур управління відходами для дотримання санітарних норм;

-перехід на холодоагенти, які не містять хлорфторвуглеців;

-ліквідувати витоків у системі охолодження;

-здійснювати ізоляцію холодильних камер;

-встановити пилоуловлювачі циклонного типу або фільтрів із тканини.

Для зменшення витрат енергоносіїв необхідно здійснити:

-використання автоматичних доводчиків дверей та сигналізації у холодильних камерах;

-рекуперація енергії за допомогою теплообмінників для охолодження та конденсації;

-постійний відбір проб і безперервний моніторинг основних виробничих параметрів з метою виявлення і скорочення виробничих втрат, і, як наслідок, скорочення кількості відходів, енерго- і водоспоживання.

Будь-яка сучасна технологічна схема очищення стічних вод повинна комплексно вирішувати такі основні завдання:

– забезпечувати надійність і високу ступінь очищення в умовах зміни якості вихідної води;

– володіти достатньою бар'єрною здатністю щодо специфічних забруднень, що містяться у вихідній воді.

Із поміж різноманітних методів фізичних впливів на процеси водопідготовки та водоочищення, широкого застосування набули методи кавітаційної обробки води, в основу яких покладено ультразвукове та гідродинамічне збурення кавітації в рідинах.

Результати експериментальних досліджень впливу кавітації на наявні у воді дріжджі описані у багаточисельних роботах дослідників кавітації, зокрема в роботах. Переважаюча більшість дослідників при цьому схиляються до думки, що першопричиною руйнівного впливу кавітації на дріжджові клітини є

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		86

механічне руйнування оболонок їх клітин енергією сплескування кавітаційних мікро-бульбашок у поєднанні із згубним впливом на внутріклітинний вміст дріжджів, самоутворюваних у кавітаційному полі радикалів $\bullet\text{OH}$ та пероксиду водню (H_2O_2), які володіють підвищеною окисною здатністю, а в атмосфері азоту утворюються нітрозильні радикали.

Однак, незважаючи на доволі обнадійливі результати експериментальних досліджень, промислового устаткування для кавітаційного очищення стічної води від дріжджів все ще не створено. Слід зазначити, що певні надії тут покладались на гідродинамічні лопатеві кавітатори. Однак, через недостатню інтенсивність формованого ними кавітаційного поля та осідання продуктів загибелі бактерій на роторі та щілинах статора від їх використання для очищення висококонцентрованих пивних дріжджових стоків довелося відмовитись.

Недостатньо ефективними виявились у використанні для очищення пивних стічних вод і віброрезонансні кавітатори. У випадку їх використання причиною незначної ефективності виявилось швидкоплинне у часі забруднення дріжджами дек-збурювачів кавітації, потреба у частому їх очищенні від дріжджових відходів. Це стрімко підвищило непродуктивні затрати часу на обслуговування віброкавітаторів, а відповідно і понизило до несприйнятної їх продуктивність.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		87

13 ОХОРОНА ПРАЦІ

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити дотримання вимог законодавства про право працівників у галузі охорони праці. З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці.

Служба охорони праці підприємства

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до типового положення, затвердженого спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати у порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю.

Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою та заробітною платою прирівнюються до керівників та спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Фахівці служби охорони праці у разі потреби мають право:

-видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо втручання наявних недоліків, отримувати від них необхідні відомості, документацію та пояснення з питань охорони праці;

-вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань та не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

-зупиняти роботу виробництва, ділянки, машин, механізмів, обладнання та інших засобів виробництва у разі порушень, які становлять загрозу життю або здоров'ю працюючих;

-спрямовувати роботодавцю уявлення про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці;

Припис спеціаліста з охорони праці може мати лише роботодавець. Ліквідація служби охорони праці допускається лише у разі ліквідації підприємства або припинення використання найманої праці фізичною працею.

Документація з питань охорони праці

На підприємстві має бути нормативна, розпорядча, звітна та облікова документація з питань охорони праці.

Нормативна документація: закони, норми, правила, типові положення, знаки, бланки.

Розпорядча документація: накази, розпорядження, становища, інструкції.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Звітна документація: форми офіційної статистичної звітності.

Облікова документація відображає всю діяльність з охорони праці на підприємстві, вона включає: журнали, переліки, графіки, протоколи, плани, схеми.

Вся документація повинна зберігатися у службі охорони праці підприємства у належному порядку, зручному для використання за потреби або у разі контролю підприємства органами державного нагляду.

Вимоги з техніки безпеки, виробничої санітарії та вибухо-пожежної безпеки виробництва

1. Безпека роботи обслуговуючого персоналу, розміщення обладнання, розміри проходів для його обслуговування, висота та обсяг виробничих приміщень повинні відповідати вимогам "Правил з техніки безпеки та виробничої санітарії в пивоварній та безалкогольній промисловості", затверджений відповідним органом.

2. Конструкція обладнання та його вузлів повинні забезпечувати безпеку та зручність при обслуговуванні, ремонті та санітарній обробці.

3. Частина обладнання, що рухаються, є джерелом небезпеки, повинні мати конструктивні огорожі.

4. Усі тепловиділяючі поверхні обладнання повинні бути теплоізолювані з таким розрахунком, щоб температура зовнішньої поверхні теплоізоляції не перевищувала:

-при температурі теплоносія понад 100 °С-45 °С;

-при температурі теплоносія до 100 °С-35 °С.

5. Обладнання або окремі частини, що є джерелом виділення вологи, газів та пилу, повинні бути конструктивно криті та максимально герметизовані. При недостатній герметизації обладнання повинно мати вбудовані пристрої, що управляють та видаляють шкідливі речовини, з очищенням повітря, що викидається в атмосферу, до санітарних норм.

6. Судини та апарати, що працюють під тиском понад 0,7 кгс/см²(0,07 МПа), повинні відповідати вимогам "Правил пристрою та безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском".

7. Компресори та компресорні установки повинні відповідати ДСТУ.

8. Холодильні установки повинні відповідати вимогам "Правил пристрою та безпечної експлуатації аміачних холодильних установок" та "Правил техніки безпеки на фреонових холодильних установках".

9. Конвеєри повинні відповідати вимогам ДСТУ.

10. Вогневі роботи повинні проводитися відповідно до вимог "Правил пожежної безпеки під час проведення зварювальних та інших вогневих робіт на об'єктах народного господарства".

11. Пристрій, монтаж та експлуатація електроустановок повинні відповідати вимогам стандарту "Правила утсройства електроустановок", "Правил виготовлення вибухо-захищеного та рудничного електрообладнання".

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		89

12. Блискавкозахист виробничих знань, допоміжних та складських приміщень та споруд повинен здійснюватися відповідно до "Інструкції з влаштування блискавкозахисту будівель та споруд".

13. Для захисту від шуму в цехах повинні застосовуватися звукопоглинаючі конструкції у вигляді звукопоглинаючого облицювання стін, стель і колон тощо. Всі конструкції повинні виконуватися з негорючих і важкогорючих матеріалів з повним набором протишумних матеріалів.

14. В охолоджуваних приміщеннях з охолоджувачами повітря з безпосереднім випаром аміаку (цехи бродильний, табірний, готової продукції та ін.) необхідно передбачати:

-будову витяжної вентиляції з 3-х кратним повітрообміном за годину та включенням вентиляторів з коридорів та пульта управління аміачної холодильної установки;

-будову сигналізації безпеки у приміщеннях та біля входу в них з подачею сигналу на пульт управління при появі запасу аміаку;

-будову стаціонарних сходів та майданчиків обслуговування для кожного повітроохолоджувача;

-установку між повітроохолоджувачами та запірними вентилями зворотних клапанів.

15. Зберігання отруйних токсичних речовин має передбачатися у спеціальних закритих приміщеннях.

16. Для зниження рівнів звукового тиску до допустимої межі – 85 ДБ необхідно передбачати:

-глушники аеродинамічних шумів, звукопоглинаюче облицювання приміщень та трубопроводів;

-застосування текстолітових, пластмасових та інших зірочок та завантажувальних та розвантажувальних вузлах, розливно-закупорювальних блоках, поліетиленових або капронових напрямних пляшкових транспортерів.

17. Для зниження параметрів вібрації передбачати:

-пружинні та гумові амортизатори під обладнання;

-установку двигунів, редукторів, вентиляторів на віброізолюючих опорах.

18. Приміщення подробного, дробильно-полірувального відділення повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією.

19. Нагрів деталей електромагнітних сепараторів (магнітопроводу, підшипники) не повинен перевищувати температуру 60 °С.

20. Підробітне відділення повинно мати телефонний зв'язок, звукову та світлову сигналізацію.

21. Приготування заторів та кип'ятіння пивного сусла повинно проводитись у котлах із паровим обігрівом.

22. Для видалення двоокису вуглецю з циліндро-конічних, бродильних та табірних танків слід передбачати стаціонарні трубопроводи.

23. При зберіганні сировини у складах силосного типу необхідно забезпечити їх автоматичний контроль вологості, температури тощо.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		90

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі приведений аналіз існуючих способів затирання для приготування сусла, визначені їх переваги та недоліки. Запропоновано та обґрунтовано ефективний настійний спосіб затирання солоду та несолоджених зернопродуктів .

У кваліфікаційній роботі прийнято такі технологічні рішення:

- Транспортування зернопродуктів із сховища відбувається механічним транспортом (норія, стрічковий транспортер).
- Подрібнення солоду та несолоджених матеріалів здійснюється на молотковій дробарці, яка забезпечує необхідний склад помелу.
- Передбачено застосування настійного способу приготування затору з використанням солоду високої якості для темного сорту пива.
- Для затирання солоду і несолодженої сировини - рису обрано відповідварний спосіб приготування затору із застосуванням молочної кислоти для регулювання рН затору.
- Фільтрування заторів передбачається на сучасному фільтр-пресі.
- При кип'ятінні сусла з хмелем використовується суслотварильний апарат з внутрішнім кип'ятильником, що дає змогу скоротити тривалість процесу.
- Хміль використовують у вигляді хмельового екстракту, що дає змогу не передбачати встановлення окремого обладнання – хмелевідділювача, як при використанні шишкового хмелю.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		91

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10.-[Чинний від 2010-05-12] – К.: Держспоживстандарт України, 2010.-42 с. (Державні санітарні норми та правила)
2. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: Підручник. Київ: «Фірма «Інкос», 2004. 426 с.
3. Ермолаева Г.А. Пиво и пивные напитки: технология и сырье .Пиво и напитки. 2012. №3. с.20-21.
4. ДСТУ 4621-2006. Кислота молочна харчова. Загальні технічні вимоги. - [Чинний від 2006-06-29].Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 24с.– (Національний стандарт України).
5. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс; при участии В. Бака; пер. с нем. А. А. Куреленкова. СПб.: Профессия, 2007. 640 с.
6. Кунце В. Технология солода и пива/ Пер. с нем. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. 912 с.
7. Курсове і дипломне проектування: Методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / Укл.: П.Л.Шиян, В. Л.Прибильський, А.М.Куц., М.В.Білько, М.В.Бондар. Київ: НУХТ, 2012. 39с.
8. Меледина, Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. СПб.: Профессия, 2003. 304 с.
9. Мелетьев, А. Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. Вінниця: Нова книга, 2007. 392с.
10. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. – [Чинний від 2015-05-28].– К.: Держспоживстандарт України, 2015. 15 с. (Національний стандарт України).
11. Совершенствование процесса затирания при производстве пива/ Помозова В. А., Потапов А. Н., Потитина У. С. и др. Вестник КрасГАУ. 2012. №12. С.191-195.
12. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови.-[Чинний від 2004-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 30 с. - (Національний стандарт України).
13. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах/ А. Є. Мелетьєв, В. А. Домарецький, С. Р. Тодосійчук та ін.; За ред. А Є, Мелетьєва. Київ: НУХТ, 2007. 256с.
14. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 4. Технології поводження з відходами харчових виробництв : підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., та інші. Херсон : Олді-плюс, 2019. 520 с.
15. Федоренко, Б. Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли. Спб. : Профессия, 2009. 900с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		92

16. ДСТУ 7028 - 2009. Хміль ароматичний. Частина 3. Хміль гранульований. Технічні умови. - [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 2009. – 16с. (Національний стандарт України).

17. Хоконова М.Б. Влияние кислотности среды несоложенной части затора на биохимические процессы при затирании. Международный научно-исследовательский журнал. 2015, № 7(38). С.131-133.

18. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технічні умови. - [Чинний від 1998-26-06]. Київ: Держстандарт України, 1998. 18 с. - (Національний стандарт України).

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		93