

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор ННІХТ

Завідувач кафедри БПБВ

_____ О.В. Кочубей-Литвиненко
(підпис)

_____ А.М. Куц
(підпис)

« » червня 2021 р.

« » червня 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

із спеціальності 181 «Харчові технології»
(шифр та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект відділення ферментації пивзаводу потужністю 12 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних технологій зброджування пивного сусла та фільтрування пива**

Виконала: здобувачка 4 курсу, групи ТБ-4-8

Ковальова Катерина Олександрівна
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник Куц Анатолій Михайлович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

_____ (підпис)

Рецензент Нагірняк Олександр Анатолійович
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань
Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства

_____ А.М.

Куц 02 березня 2021 року

ЗАВДАННЯ

НАКВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Ковальовій Катерині Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект відділення ферментації пивзаводу потужністю 12 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних технологій зброджування пивного сусла та фільтрування пива

Керівник роботи Куц Анатолій Михайлович, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом вищого навчального закладу від 16 березня 2021 року №231-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 03 червня 2021р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки Титульна сторінка. Завдання на проектування. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Вибір і обґрунтування способів та режимів зброджування пивного сусла. 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 промислової санітарії. 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

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

2 березня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувачка

(підпис)

К.О. Ковальова

Керівник роботи, доцент

(підпис)

А.М. Куц

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі розглянуті теоретичні сучасні технології зброджування пивного сусла та їх техніко-економічний аналіз. Проаналізувавши процеси, що відбуваються при бродінні пива, та способи зброджування пива були розглянуті найбільш сучасні та економічно вигідніші варіанти зброджування пивного сусла у циліндро-конічних бродильних апаратах, використовуючи для зброджування чисту культуру дріжджів та розроблено план відділення підприємства на ферментаційній та фільтраційній ділянці. Вибір обґрунтовується такими перевагами:

- скорочується металоємність обладнання;
- скорочується тривалість виробничого циклу майже в два рази;
- поліпшуються умови праці і обслуговування та інше.

В роботі обґрунтований асортимент проектованої продукції: 75 % від обсягу всієї продукції — світле пиво Маріупольське «М'яке», 15 % — напівтемне Маріупольське «Легке», 10 % — темне Маріупольське «Темне»; обрані способи та режими для зброджування пивного сусла. Для інтенсифікації процесу бродіння та скорочення тривалості стадії головного бродіння запропоновано збільшення аерації сусла. Для охолодження сусла обирається двосекційний пластинчастий теплообмінник з метою економії виробничих площ та холодоагентів, що підуть на охолодження, та підвищення ефективності охолодження сусла. Для зброджування та доброджування сусла використовують розведення чистої культури дріжджів *S. Carlsbergensis* paca 11 та 34-N, бо вони є найкращими та найбільш використовуваними дріжджами у виробництві пива, вони швидко осідають після бродіння і тому легко виводяться з нього та мають високу здатність до освітлення пива.

Після аналізу можливих способів фільтрування було обрано фільтрування насвічному кізельгуровому фільтрі та фільтр-пресі з фільтр-картоном. Концепція кізельгурових фільтрів передбачає використання буферного танка до і після фільтра, що запобігає гідравлічним ударами при фільтруванні, завдяки чому частинки кізельгура не проскакують крізь фільтрувальну перегородку.

Виконанні відповідні розрахунки та розроблена схема технохімічного та мікробіологічного контролю на ділянці зброджування та фільтрування сусла, а також метрологічне забезпечення.

Ключові слова: зброджування пивного сусла, дріжджі, циліндро-конічний бродильний апарат, фільтрування, кізельгур

					Анотація	Арк.
						3
мн.	рк.	докум.	дпис	Дата		

ANNOTATION

The qualification work considers theoretical modern technologies of beer wort fermentation and their technical and economic analysis. After analyzing the processes occurring during the fermentation of beer and methods of beer fermentation, it was found that more modern and rational is the fermentation of beer wort in cylindrical-conical fermentors, using pure yeast culture for fermentation. This choice is justified by the following advantages:

- metal consumption of equipment is reduced;
- the duration of the production cycle is reduced by almost two times;
- working and service conditions are improving and so on.

The paper substantiates the range of designed products, selected methods and modes for fermentation of beer wort. A two-section plate heat exchanger is selected for cooling the wort in order to save production space and refrigerants that will be used for cooling and increase the efficiency of cooling the wort.

Pure culture of *S. carlsbergensis* is used to ferment and ferment the wort, because they are the best and most used yeast in beer production, they settle quickly after fermentation and are therefore easily removed from it and have a high ability to lighten beer. Beer obtained by fermentation of *S. carlsbergensis* yeast has a very pleasant taste and aroma. Filtration takes place on a candle diatomaceous earth filter.

The concept of diatomaceous earth filters involves the use of a buffer tank before and after the filter, which prevents hydraulic shocks during filtration, so that diatomaceous earth particles do not slip through the filter baffle.

Appropriate calculations have been performed and a scheme of technochemical and microbiological control at the wort fermentation site has been developed.

Key words: beer wort fermentation, yeast, cylindrical-conical fermentation apparatus, filtration, diatomaceous earth

					<i>Анотація</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

АННОТАЦИЯ

В квалификационной работе рассмотрены теоретические современные технологии сбраживания пивного сусла и их технико-экономический анализ. Проанализировав процессы, происходящие при брожении пива и способы сбраживания пива было обнаружено, что более современным и рациональным является сбраживания пивного сусла в цилиндрикоконических бродильных аппаратах, используя для сбраживания чистую культуру дрожжей. Данный выбор обосновывается следующими преимуществами:

- сокращается металлоемкость оборудования;
- сокращается длительность производственного цикла почти в два раза;
- улучшаются условия труда и обслуживания и прочее.

В работе обоснован ассортимент проектируемой продукции: 75% от объема всей продукции - светлое пиво, 15% — полутемное, 10% — темное; выбраны способы и режимы для сбраживания пивного сусла. Для охлаждения сусла выбирается двухсекционный пластинчатый теплообменник с целью экономии производственных площадей и хладагентов, которые пойдут на охлаждение, и повышения эффективности охлаждения сусла. Для сбраживания и дображивания сусла используют разведения чистой культуры дрожжей *S. Carlsbergensis* раса 11 и 34-N, так как они являются лучшими и наиболее используемыми дрожжами в производстве пива, они быстро оседают после брожения и поэтому легко выводятся из него и имеют высокую способность к осветлению пива.

Пиво, полученное при брожении дрожжей *S. carlsbergensis* имеет довольно приятный вкус и аромат. Фильтрация проходит на свечном кизельгуровом фильтре. Концепция кизельгуровых фильтров предусматривает использование буферного танка до и после фильтра, который предотвращает гидравлические удары при фильтровании, благодаря чему частицы кизельгура не проскакивают сквозь фильтровальную перегородку, что делает пиво более прозрачным, поэтому этот фильтр является самым распространенным и наиболее эффективным.

Выполнены соответствующие расчеты и разработана схема теххимического и микробиологического контроля на участке сбраживания сусла.

Ключевые слова: сбраживания пивного сусла, дрожжи, цилиндрикоконический бродильный аппарат, фильтрование, кизельгур

					<i>Анотація</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	9
2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА.....	11
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	11
2.2 Принципова технологічна схема виробництва.....	13
2.3 Аналіз і обґрунтування способів та режимів	14
2.3 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	38
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	39
3.1 Характеристика проекрованої продукції.....	39
3.2 Характеристика сировини.....	45
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	51
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	54
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	54
4.2 Продуктові розрахунки.....	56
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	62
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	64
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	69
7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	70
8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ.....	74
9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО.....	79
9.1 Водопостачання та водовідведення.....	79
9.2 Розрахунки витрат пари.....	79
9.3 Розрахунки витрат холоду.....	80
9.4 Розрахунки витрат електроенергії.....	80
9.5 Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю.....	80
10. ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	82
11. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	83
12. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	86
13. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	88
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	94

					Проект відділення ферментації пивзаводу потужністю 12 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних технологій збродження пивного сусле та фільтрування пива								
Змн.	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА								
Розроб.		Ковальова								Кв.	Літ.	Арк.	Акрюшів
Консул.												6	95
Керівн.		Куц А.М.								Кафедра БПБВ, 2021			
Зав. каф.		Куц А.М.											

ВСТУП

Пиво — слабоалкогольний, насичений діоксидом вуглецю, тонізуючий пінистий напій, що одержується під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами. Воно не тільки вгамовує спрагу, а й підвищує тонус організму, поліпшує обмін речовин та засвоюваність їжі. Маючи певну харчову цінність, пиво слід розглядати як невід'ємну добавку до харчування.

Насамперед якість пива повинна задовольняти вимоги та смак споживача. Це аромат і смак пива, хмелева приємна гіркота та колір, прозорість, пінистість, стійкість піни і напою при зберіганні. Найбільш цінними у пиві є гіркотні речовини хмелю, які надають йому своєрідної приємної гіркоти, сприяють піноутворенню та біологічній стійкості. Протягом останніх сторіччів пиво ніколи не було причиною ожиріння чи алкоголізму. Воно, як і вино, вживане у помірній кількості, є навіть засобом боротьби з алкоголізмом та ожирінням. Характеризуючись високою насиченістю діоксидом вуглецю (CO₂), цей напій не тільки вгамовує спрагу, а й підвищує загальний тонус організму людини, тобто має профілактичне значення. Пиво також посилює апетит.

Харчова цінність пива залежить від його хімічного складу та екстрактивності, тобто кількісного складу сахаридів, азотистих і біологічно активних сполук.

На сучасному етапі розвитку пивоварного виробництва представляє генеральний напрямок на створення принципово нових технологій, удосконалювання існуючих і рішення питань, зв'язаних з підвищенням якісних показників солоду та пива і зниження їхньої собівартості.

Тенденціями подальшого розвитку пивоварного виробництва є циклічність і безперервність, автоматизація і комп'ютеризація, малоопераційність і концентрація технологічних операцій, що дозволить скоротити тривалість циклу, безвідходність і комплексне використання сировини й енергії, зниження питомих витрат тепла, електроенергії, води і сировини.

За споживанням пива Україна значно поступається країнам Європейського Союзу, що свідчить про значні можливості вітчизняних пивоварних компаній. Необхідно відзначити, що, починаючи з 2017 р. споживання пива зростає на 2,4...3,2 %, а найбільшим попитом користується світле пиво, тому відсоток його у проектованому виробництві буде найбільшим.

Технологія приготування пива відрізняється великою кількістю різноманітних послідовних технологічних процесів. Серед яких зброджування пивного сусла та дозрівання пива є найтривалішими. Саме під час бродіння формується смак і аромат готового продукту. Тому вчені і технологи багатьох країн прагнуть скоротити тривалість виробничого процесу за рахунок скорочення тривалості головного бродіння та доброджування пива, застосовуючи методи, які б не погіршували якість продукту.

У кваліфікаційній роботі обґрунтований сумісний спосіб ведення процесу бродіння та доброджування в ЦКБА, що дає змогу інтенсифікувати

					<i>Вступ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процес та покращити якість вихідного продукту. Також використовується установка для розведення ЧКД у виробничих умовах з колби Карлсберга, для фільтрування запропоновано кізельгуровий фільтр.

Було виконано відповідні розрахунки та розроблена схема технохімічного та мікробіологічного контролю на ділянці зброджування сусла та фільтрування пива.

Розглянуто впровадження промислової санітарії та заходів з охорони праці.

Робота викладена на 95 сторінках і складається з 13 розділів. Графічний матеріал включає апаратурно-технологічну схему, плани та розрізи і демонстраційний плакат.

					<i>Вступ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

Структура підприємства

Пивоварний завод за структурою складається з головного виробничого відділення та допоміжних відділень.

Головний виробничий відділ складається з:

- варильне відділення;
- відділення ферментації;
- відділення СІР;
- фільтраційне відділення;
- цехи розливу в скляні та ПЕТ- пляшки.

Допоміжні відділення підприємства:

- холодильно-компресорне відділення;
- цех рекуперації діоксиду вуглецю;
- відділення водопідготовки
- електромеханічне відділення;
- складські приміщення готової продукції;
- насосна станція.

У відділенні ферментації оператори слідкують за правильністю проходження процесу бродіння, зняттям насінневих та відпрацьованих дріжджів та розведенням чистої культури дріжджів.

У фільтраційному відділенні пиво набуває потрібних йому органолептичних та фізико-хімічних показників, шляхом фільтрування та дозації добавок.

В проекті розглядається виробництво трьох сортів пива з удосконаленням на ділянці ферментації та фільтрації.

Режими роботи цехів та відділень

Режим роботи ферментаційного відділення підприємства 2-змінний:

- денна зміна з 8⁰⁰ до 20⁰⁰ год.
- нічна зміна з 20⁰⁰ до 8⁰⁰ год.

Звичайний робочий тиждень не перевищує 48 годин. Тривалість обідньої перерви 30 хв і дві 15-хвилинні перерви на відпочинок в різних половинах дня.

Графік роботи різних підрозділів наведений в табл. 1.1.

					<i>Структура підприємства та режими його роботи</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таблиця 1.1 – Графік роботи цехів та відділень

№ п/п	Цеха та відділення	Початок зміни, год.	Кінець зміни, год.	Перерва, год.	Тривалість зміни, год.
1.	Адміністрація заводу	8 ³⁰	17 ⁰⁰	12 ³⁰ – 13 ⁰⁰	8 ⁰⁰
2.	Основні цехи 1 зміна 2 зміна	8 ⁰⁰ 20 ⁰⁰	20 ⁰⁰ 8 ⁰⁰	13 ⁰⁰ – 13 ³⁰ 22 ⁰⁰ – 22 ³⁰	12 ⁰⁰ 12 ⁰⁰
3.	Допоміжні цехи 1 зміна 2 зміна	8 ⁰⁰ 20 ⁰⁰	20 ⁰⁰ 8 ⁰⁰	14 ⁰⁰ – 14 ³⁰ 21 ⁰⁰ – 21 ³⁰	12 ⁰⁰ 12 ⁰⁰
4.	Відділ обліку та планування	8 ⁰⁰	17 ⁰⁰	13 ⁰⁰ – 13 ³⁰	8 ⁰⁰

					<i>Структура підприємства та режими його роботи</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

ЗВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ БРОДІННЯ ТА ДОБРОДЖУВАННЯ І ФІЛЬТРУВАННЯ ПИВА

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

В Україні сьогодні виробляють близько 900 сортів пива. Серед всіх алкогольних продуктів пиво займає перше місце по продажах і становить 46,1% в сегменті алкогольних напоїв.

В Україні відповідно до вимог ДСТУ 3888-15 виробляють сорти пива світле, напівтемне та темне [9].

Зростання ринку пива протягом 2018-2019 рр. відкриває нові можливості для пивоварних підприємств України. Встановлено, що у перспективі пивоварні компанії України можуть активно використовувати стратегію інтенсивного розвитку, яка має значні можливості у нашій країні, оскільки споживання цього напою на душу населення є незначним [17].

Встановлено, що у рамках пропозиції нових товарів з використанням стратегії концентричного диверсифікаційного зростання перспективним напрямом діяльності для пивоварних компаній України є пропозиція на ринку нових видів безалкогольного пива, яке дозволить виробникам охопити нові сегменти ринку.

Проведені маркетинговими дослідженнями свідчать, що сьогодні існують можливості для використання пивоварними компаніями України усіх можливих стратегій зростання.

Стратегія інтенсивного зростання спрямована на збільшення обсягів закупівлі пива наявними на ринку споживачами, пошук пивоварними компаніями України нових посередників для забезпечення зростання обсягів збуту їх товарів, вихід з продукцією на нові географічні ринки, виробництво нових видів та марок пива [17].

Стратегія вертикальної інтеграції може бути для актуальною для пивоварних компаній України з точки зору об'єднання їх зусиль з іншими ринковими суб'єктами для просування нових товарів (стратегія колаборації).

Україні існують значні перспективи для збільшення обсягів споживання пива. За споживанням пива Україна значно поступається країнам Європейського Союзу, що свідчить про значні можливості вітчизняних пивоварних компаній. Необхідно відзначити, що, починаючи з 2017 р. споживання пива зростає на 2,4...3,2 %, а найбільшим попитом користується світле пиво, тому відсоток його у проектованому виробництві буде найбільшим [17].

Внаслідок диференціації потреб споживачів, конкурентні переваги на ринку пива виробники забезпечують сьогодні за рахунок інновацій у смаках напою, його різноманітному упакуванні, використанню сучасних інноваційних технологій у виробництві та маркетингу.

Приймаємо такий асортимент проектованих сортів пива: пиво світле – Маріупольське «М'яке», пиво напівтемне – Маріупольське «Легке» і темне – Маріупольське «Темне», що випускають заводом потужністю 12 млн дал/рік (табл. 2.1). Завод працює 338 днів.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таблиця 2.1 – Асортимент і обсяг виробництва проектованої продукції

Найменування сорту пива	Відсоток у загальному обсязі, %	Виробництво на		Розливається у	
		добу, тис. дал	рік, млн дал	пляшки місткістю 0,33 дм ³ , млн дал	кеги місткістю 5 дал, млн дал
Маріупольське «Світле»	75	26,627	9	7,2	1,8
Маріупольське «Легке»	15	5,325	1,8	1,44	0,36
Маріупольське «Темне»	10	3,550	1,2	1,2	–
ВСЬОГО	100	35,502	12	9,84	6,39

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2.2 Принципова технологічна схема

Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла, доброджування молодого пива та фільтрування готового пива наведена на рис. 2.1.

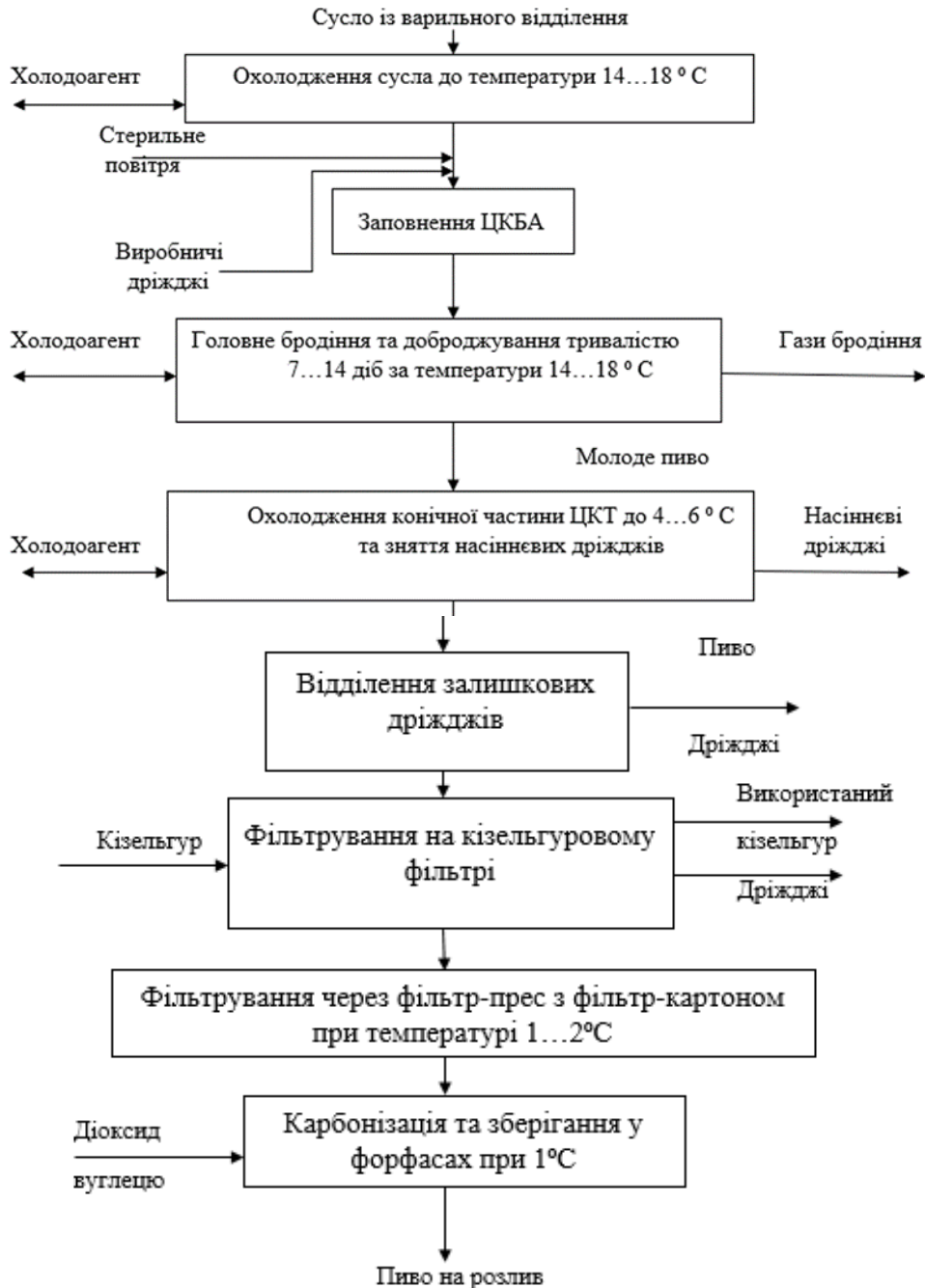


Рис.2.1. Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла, доброджування молодого пива та фільтрування готового пива

2.3 Аналіз та обґрунтування технологічних способів та режимів зброджування сусла

2.3.1 Вибір та обґрунтування технологічних способів і режимів

2.3.1.1 Охолодження сусла до температури бродиння

У гарячому охмеленому суслі повністю відсутній кисень, у ньому втримуються грубі суспензії, що утворилися при кип'ятінні його із хмелем. Ці суспензії варто видаляти, тому що для подальшого виробництва пива вони шкодять якості. Суспензії гарячого сусла перешкоджають освітленню сусла, «оклеюють» дріжджі, збільшують кількість білкового відстію, а з ним і втрати, містять жирні кислоти пива, ускладнюють фільтрування, якщо їх вчасно не відокремити [2].

Дріжджі здатні зброджувати сусло тільки при низьких температурах, тому потрібно по можливості швидше охолодити сусло до 5...10 °С, або, що частіше практикується до 10...14 °С. Це відбувається у відділенні охолодження сусла. Під час цього процесу початкове прозоре сусло мутнішає через утворення зависів холодного сусла. Проведення бродиння і дозрівання потребує оптимально видалення цих зависів при охолодженні.

При охолодженні сусла відбувається ряд процесів, які впливають на швидкість бродиння і дозрівання. До них відносяться:

- охолодження сусла;
- утворення і видалення зависів холодного сусла;
- інтенсивна аерація сусла.

Залежно від методів бродиння (верхове або низове) сусло охолоджують до 10...15°C або 14...20°C.

Для підготовки сусла до бродиння застосовують комбіновану установку із двох апаратів: перший для видалення суспензій і другий для охолодження сусла до початкової температури бродиння. Таким чином, охолодження сусла проходить у дві стадії.

Перша стадія охолодження гарячого сусла до 60...70 °С відбувається у відстійному апараті або у декантаторі, а друга стадія — стадія швидкого охолодження — з 70...60 °С до температури бродиння виконують сьогодні винятково за допомогою пластинчастих теплообмінників (пластинчастих холодильників). У них сусло охолоджується більш холодною водою; передача тепла здійснюється при цьому через тонкі пластини з нержавіючої сталі[2].

Пластинчасті теплообмінники відносно компактні і відрізняються невеликою масою поверхні теплообміну. Пластини можуть виготовлятися з будь-якого металу (хоча пластини з низьковуглецевої сталі майже не зустрічаються).

Мають різноманітний вибір матеріалу прокладок: нітролова, бутилова, силіконова та фторвуглецева гума. Крім того, деякі пластини, що працюють при високих температурах, можуть комплектуватися прокладками з пресованого волокнистого азбесту [2].

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродиння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Найпоширеніші пластинчасті теплообмінники з теплоносіями рідина-рідина при робочих тисках до 2,0 МПа та температурах нижче 150 °С, хоча деякі апарати можуть працювати і при температурі до 270 °С.

На відміну від вузлів кожухотрубних апаратів, які можуть, встановлюватись в апаратах практично будь-якої потужності, пластини виготовляються у вузькому інтервалі товщин $\sim 0,1...1,0$ мм з використанням дорогого обладнання. Тому виготовляються пластинчасті теплообмінники лише обмежених розмірів та тисків, кожний з яких має свою, строго виражену область застосування[2].

Нині використовуються понад 100 різних типів пластин, тому охарактеризувати їх всі неможливо. Слід зважати на те, що дані науково-технічної літератури стосуються пластин в найзагальнішому сенсі.

Очищення пластин вимагає високої ретельності та спеціальних засобів, щоб запобігти пошкодженню теплообмінної поверхні.

Отже, пластинчастий теплообмінник має масу переваг:

- не потребує великої площі для розміщення;
- має дуже високу теплопередачу;
- легко очищається та сумісний із системами СІР;
- сусло затримується в апараті на дуже короткий час.

Охолодження сусла у пластинчастих теплообмінниках є найбільш ефективним і гігієнічним способом підготовки сусла до бродіння. Сусло за допомогою пластинчастого теплообмінника швидко доводиться до температури початку бродіння. Це важливо, так як при більш тривалому перебуванні при проміжних температурах підвищується небезпека розмноження шкідливих для пива мікроорганізмів. З метою економії виробничих площ та холодоагентів, що підуть на охолодження, та підвищення ефективності охолодження сусла для даної ділянки виробництва обирається двосекційний пластинчастий теплообмінник з секціями охолодження водою та гліколем.

Охоложене сусло аерують та засівають чистою культурою дріжджів, одержаною в заводській лабораторії.

2.3.1.2 Аерація охолодженого сусла

Аерація сусла впливає на здатність дріжджів до розмноження і на правильне протікання бродіння. Проте, аерація вироблена не в той час або не в тій кількості може погано вплинути на пиво.

Під час кип'ятіння сусло позбавляється більшої частини кисню, але він важливий для здоров'я і зростання дріжджів. Тому аерація так важлива.

Аерація під час кип'ятіння не має сенсу, аерація ще не остиглого сусла може негативно позначитися на смаку пива. Внесення кисню після внесення дріжджів може зіпсувати смак пива, дати присмак картону, зменшити хмільний аромат: якщо ваше пиво втратив аромат через тиждень, то швидше за все в цьому винна аерація пива, що призвела до окислення. Єдиний час, коли аерацію

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

можна правильно зробити – відразу після кип'ятіння і охолодження сусла, до внесення дріжджів.

Є декілька способів наситити сусло киснем. Вони вимагають різне устаткування і відрізняються ефективністю.

1. Розбризування. Переливати сусло в ферментер так, щоб воно розприскувалося. Витрат на додаткове обладнання немає, рівень аерації невисокий.

2. Перемішування. Перемішувати і збовтувати сусло продезінфікованою ложкою, збивати сусло віночком або розгойдувати ємність для бродіння. Збивання віночком більш ефективно. Необхідний час — кілька хвилин до внесення дріжджів. Ефективніше ніж розбризування сусла при переливу.

3. Для аерації можна використовувати насос для акваріума, повітряний фільтр і камінь для аерації. Аерація повинна тривати 15...30 хвилин. Повітряний фільтр зменшить ймовірність зараження пива.

4. Найбільш швидкий варіант — аерація киснем. Досить близько 1 хвилини (при швидкості 1 кг кисню в хвилину). В цьому випадку є ризик перенаситити сусло киснем, але щоб це зробити необхідно продовжувати процес кілька хвилин[6].

Для кваліфікаційної роботи обирається підвищена аерація киснем за допомогою аератора, так як це є найбільш зручний, ефективний, швидкий спосіб, що підходить для впровадження на підприємства різних розмірів.

2.3.1.3 Раси пивоварних дріжджів

Дріжджі необхідні для здійснення основного біохімічного процесу при виготовленні пива – спиртового бродіння. Спиртове бродіння цукрів сусла під дією ферментів дріжджів формує букет напою.

Основні вимоги до пивоварних рас дріжджів наведені нижче.

В пивоварінні використовуються два основних вида дріжджів — низового та верхового бродіння. Переважно використовують дріжджі низові, адже вони повністю зброджують рафінозу, до чого не здатні дріжджі верхового бродіння[6].

Також дріжджі розрізняють за ступенем зброджування.

Розрізняють сильно-, середньо- і слабозброджуючі дріжджі. Відрізняються ці види дріжджів тим, що перші здатні зброджувати мальтодекстрин, чого не можуть інші.

Досить широко застосовують дріжджі раси 776 – сильнозброджуючі. Біомаса збільшується приблизно в п'ять разів від введеної кількості, здатність до освітлення задовільна.

Пиво, одержане з використанням рас 11, 41, 44 має приємний смак. Дріжджі рас 41 і 44 – середньозброджуючі, з високою здатністю до осадження та освітлення. Пиво з ними має м'який, повний і чистий смак. Дріжджі рас S і P (московська раса) – середньозброджуючі, з високою здатністю до осідання й освітлення пива. Смак і аромат пива добрі.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Дріжджі раси F (чехословацька раса) – швидко- та сильнозброджуючі, освітлення пива добре, смак приємний. Дріжджі раси 8a (M) сильнозброджуючі, добре освітлюють пиво, глибоко зброджують і зумовлюють приємний смак.

Німецька раса дріжджів 34-N прискорює процес бродіння і має високу здатність до освітлення пива[18].

Дріжджі верхового бродіння використовуються для виготовлення спеціальних сортів світлого і темного пива, наприклад, білого пшеничного пива, солодких темних сортів. Вони не зброджують лактозу і рафінозу.

З метою поліпшення смаку і аромату пива застосовують змішані раси дріжджів або здійснюють бродіння різними расами з наступним змішуванням молодого пива в апаратах доброджування, також можливий варіант купажування забродженого охолодженого пива на етапі фільтрації.

Найкращими та найбільш використовуваними дріжджами для виробництва пива є родини *S. carlsbergensis*, раси 11 та 34-N, як сильнозброджуючі дріжджі, що зброджують навіть рафінозу. Вони швидко осідають після бродіння і тому легко виводяться з нього. Мають високу здатність до освітлення пива. Тоді як дріжджі верхового бродіння *S. cerevisiae* погано осаджуються при бродінні пива, надають йому гіркоти, а також слабо зброджують деякі цукри. Пиво отримане при бродінні дріжджів *S. carlsbergensis* має досить приємний смак та аромат. Тому у кваліфікаційній роботі будуть використовуватись *S. Carlsbergensis* раса 11 та 34-N

У зв'язку з тим, що управління метаболізмом дріжджових клітин у технології пивоваріння дозволяє впливати та фізіолого-біохімічну і відповідно бродильну активність дріжджів, важливим є дослідження та розроблення способів підвищення біохімічної енергії клітин на лабораторній та виробничій стадіях розведення дріжджів. Вплив на метаболізм дріжджів на клітинному та субклітинному рівнях здійснюється шляхом регулювання синтезу і каталітичної активності ферментів [18].

Відомо, що кількість різних ферментів та їх активність у дріжджових клітинах залежать від умов культивування мікроорганізмів і перш за все від складу поживного середовища.

Є данні, що змінити інтенсивність синтезу ферментів та їх активність можливо за допомогою збагачення середовища для вирощування дріжджів поживними добавками [18]. Відомі, наприклад, способи активації дріжджів шляхом внесення у сусло водних витяжок чи екстрактів солодових паростків. Однак, недоліком цих способів є те, що вони не дозволяють суттєво інтенсифікувати накопичення біомаси чистої культури та не вирішують питання покращення фізіологічного стану і підвищення здатності до розмноження виробничих дріжджів, ослаблених у ході технологічного процесу.

Сучасним запатентованим способом, який частково вирішує ці питання є спосіб, який полягає у наступному. У сусло одночасно із чистою культурою дріжджів вносять 0,1...0,5 % препарату, який отримують шляхом руйнування

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

клітинних стінок дріжджів та цитоплазматичних мембран плазмолизом з послідувачим відділенням клітинного соку та зважених часток і додаванням до соку 96 %-го етанолу в якості стабілізатора при співвідношенні 1:1. Цей спосіб дозволяє скоротити процес накопичення біомаси чистої культури дріжджів, підвищити приріст біомаси у 2...3 рази, прискорити разброджування сусла на початку бродіння, скоротити процес головного бродіння на 2 доби, підвищити флокуляційну здатність дріжджів, підвищити їх стійкість до автолізу, фізіологічну здатність дріжджів та зберегти їх фізіологічні властивості протягом наступних 5...6 генерацій.

Досліджено та доведено також ефективність способу культивування дріжджів на поживному середовищі, в яке внесено добавку, основу якої складає гідролізат (автолізат) пивних дріжджів, що містить 3,5 % амінного азоту, 7...8 % вуглеводів, 2...3 % нуклеїнових компонентів (нуклеотиди, нуклеозиди, нуклеїнові основи), а також ергостерин, вітаміни групи В, у тому числі ті, що мають стимулюючу дію на дріжджі, зокрема, біотин, параамінобензойну кислоту та інші[30].

Збагачення сусла, наприклад, вищезгаданим гідролізатом індукує синтез внутрішньоклітинних ферментів, сприяє виробленню клітиною необхідних механізмів, що забезпечують процес дисиміляції субстрату і це, в свою чергу, впливає на фізіологічний стан дріжджів: підвищується їх продуктивність на 33...34 %, покращуються біотехнологічні властивості – стійкість, бродильна активність, електрофізичні параметри, що визначають їх флокуляційну здатність.

Поживні середовища, збагачені біологічно активними добавками, безумовно є тим позитивним фактором, який дозволяє покращити фізіологічний стан культур дріжджів та підвищити їх бродильну активність. Певний інтерес для каталізації фізіологічних процесів у дріжджах викликає використання криогенно подрібненого препарату синьо-зеленої водорості Спируліни платенсіс (*Arthrospira platensis*), який вноситься на стадії головного бродіння у сусло в кількості 10 мг %.

Виявлено також позитивний вплив на життєздатність та бродильну активність пивоварних дріжджів електронно-іонної обробки (ЕІО). Ця обробка здійснюється у потоці на момент задачі дріжджів у бродильний апарат. Товщина шару дріжджів, що обробляються, повинна бути 5 мм, напруженість електричного поля коронного розряду – від 1 до 4 кВ/см, а час експозиції – 25с[25].

Така обробка дозволяє скоротити кількість нежиттєздатних клітин на 26...40 % та пришвидшити процес зброджування сусла в середньому на 2 доби.

За технологією високогустинного пивоваріння зброджування сусла ведеться, як правило у ЦКБА, з чим пов'язані надлишковий гідростатичний тиск на клітину та висока концентрація вуглекислого газу, етанолу та інших метаболітів у кінці головного бродіння, що може знизити кінцевий ступінь зброджування сусла. Однією з характеристик високогустинного сусла є дефіцит у ньому амінного азоту, що є результатом використання при його виготовленні цукрових сиропів.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Задача технолога – нівелювати негативний впливу вищезазначених факторів. Так, дефіцит амінного азоту можливо компенсувати або додатковим розщепленням нерозчинних високомолекулярних сполук солоду та несолоджених матеріалів протеолітичними ферментами, або додаванням легко засвоюваних дріжджами поживних речовин у сусло. Як правило, живлення для дріжджів вносять у сусловарильний котел за 15 хв до закінчення варки з хмелем, що забезпечує стерилізацію та зводить до мінімуму хімічні зміни у суслі. В якості додаткового азотного живлення можуть бути використані, наприклад, карбонат амонію, гліцин, аспарагінова кислота тощо[30].

Промислові дріжджі в умовах високогустинного пивоваріння піддаються впливу високих концентрацій спирту. При екстракті початкового сусла 20 % об'ємна частка етанолу складає не менше 9,4 %. Спирт, що утворюється, пригнічує як швидкість розмноження дріжджів, так і процес бродіння. Неінгібуючою для дріжджів є концентрація етанолу не більше 1,2 % об. Вище цього значення питома швидкість росту дріжджів знижується лінійно до збільшення концентрації етанолу. Концентрація спирту в середовищі 2 % і більше призводить до зменшення виходу біомаси, а повністю ріст дріжджів припиняється при концентрації етанолу 8...9,5 % об. Пригнічення етанолом здатності дріжджів до розмноження і ферментації дуже відрізняються між собою. Так, ферментація припиняється при більш високих концентраціях спирту – 19,5 % об. Вважається, що діоксид вуглецю, який виділяється при бродіння, при концентраціях спирту 9,5 % об. та більше, утворюється лише для підтримання метаболізму дріжджів. Коли відбувається пригнічення процесу ферментації дріжджів під дією етанолу, важливим є не лише концентрація останнього, а і тривалість впливу спирту на клітини. З другого боку задача пивоварів при застосуванні технології високогустинного пивоваріння полягає у необхідності змусити дріжджі працювати при високих концентраціях цукру. Із збільшенням його концентрації у середовищі пригнічується процес розмноження дріжджів, причому інгібуючою концентрацією цукру є 15 % мас. і більше.

Для вирішення проблеми «етанольного» та «осмотичного» стресів використовують наступні технологічні прийоми: збільшують норму введення дріжджів з метою скорочення лаг-фази та для запобігання процесу припинення бродіння; домагаються збільшення концентрації засвоюваного азоту та розчинного кисню; підбирають раси дріжджів найбільш стійкі до цих видів стресу[18].

Інтенсифікувати процес отримання пива шляхом скорочення стадії доброджування можливо при використанні іммобілізованих пивних дріжджів. Це відбувається за рахунок збільшеної концентрації дріжджових клітин у молодому пиві. При цьому дріжджі зброджують субстрат більш тривалий час без суттєвого приросту біомаси, що призводить до скорочення витрат сировини на їх вирощування. В ряді країн Європи в останні роки зріс інтерес до підвищення ефективності пивоваріння на стадії доброджування пива шляхом застосування іммобілізованих дріжджів. Так, наприклад, фінськими вченими

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

доведена до виробничого застосування технологія іммобілізованих дріжджів, яка дозволяє скоротити процес дозрівання пива з 21 доби до 2 годин.

Іммобілізованими вважають такі клітини дріжджів, для яких штучно обмежена рухливість за рахунок їх адсорбції на будь-якому твердому матеріалі – носії. В якості носіїв можуть бути використані: модифікована целюлоза, полістерен, двоокис титану, силікагель, кізельгур великої фракції, керамзит, кераміка, пінопласт, пластмаса, активоване вугілля. Адсорбція дріжджів на носіях здійснюється за рахунок ряду факторів, зокрема, завдяки електростатичним силам та наявності в оболонках клітин різних функціональних груп, що забезпечують гідрофільні та гідрофобні властивості поверхні клітини.

При застосуванні іммобілізованих систем зберігається та підтримується певна рівновага між зростаючими клітинами, клітинами що завершили свій ріст на носії та клітинами, які покинули носій. Останні вимиваються з реактора разом із середовищем, яке відводиться з нього. У зв'язку із цим виключається необхідність видалення біомаси після кожного виробничого циклу. Знижуються витрати води та миючих засобів[18].

Використання іммобілізованих клітин дріжджів дозволяє легко управляти біокаталізом та конструювати біореактори, зручні для проведення процесу доброджування пива безперервним способом.

Таким чином, серед сучасних ефективних способів активації процесів розмноження та ферментації пивоварних дріжджів можна обрати такі, які пов'язані із використанням у поживному середовищі біологічно активних добавок, електронно-іонної обробки дріжджів, використання технології іммобілізації дріжджів, яка забезпечує скорочення стадії доброджування пива.

Одною з технологій, що використовується для приготування пива стосовно дріжджів є промивання для їх вторинного використання в наступній партії пива. Промивання дріжджів застосовується для того, щоб відокремити живі дріжджі від відстою (хмелю і дробини), який осідає на дно ферментера в процесі приготування пива[30].

З огляду на високу вартість хмелю і солоду, промивання дріжджів допоможе заощадити гроші, а також виростити здорову дріжджову культуру в якості основи для дріжджової закваски. Замість того щоб купувати щораз нові дріжджі, можна промити ті, які вже були у вжитку, і використовувати їх повторно для приготування ще декількох партій пива. Таким чином, одними і тими ж дріжджами, взятими після первинної ферментації, можна користуватися протягом декількох місяців.

Технологія промивання дріжджів надзвичайно проста, вимагає мінімальної кількості пристосувань і може бути виконана за дуже короткий проміжок часу.

Дезінфікування або стерилізація всіх використовуваних матеріалів неймовірно важливі, так як дріжджі сприйнятливі до інфекції, але при використанні такої технології, одні і ті ж дріжджі не слід використовувати більше 4...6 разів, тому що чим довше використовуються дріжджі, тим вище ризик потрапляння в них диких дріжджів або бактерій.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Також у пивоварінні можуть використовуватись сухі дріжджі.

Для введення сухих дріжджів в виробничий цикл необхідно і активувати тобто запустити в них основні фізіологічні процеси (підвищити вологість, активувати ферменти і біологічні процеси обміну речовин).

Активація дріжджів – актуальна задача для сучасного пивоваріння. Особливого значення вирішення цієї задачі набуває у зв'язку із впровадження на багатьох пивоварних підприємствах технології збродження суслу з високою концентрацією (більше як 20 % СР) – високогустинне пивоваріння.

Існує кілька способів активації сухих дріжджів перед подачею їх на головне бродіння:

- введення дріжджів в частину відібраного суслу з наступною аерацією;
- додавання в сусло спеціальних активують препаратів хімічної природи і подальше їх видалення з кінцевого продукту.

В процесі висушування дріжджі зазнають вплив багатьох стресових чинників, таких як зневоднення, підвищення осмотичного тиску, коливання температури і рН, що негативно впливають на активність ферментних комплексів і загальне фізіологічний стан культури.



Рис. 2.2. Принципова схема розведення дріжджів в лабораторії

Реактивація – невід'ємна частина застосування сухих дріжджів – процес відновлення активності ферментних систем клітини і функції таких клітинних структур, як мітохондрії.

Амінокисотно-вітамінний активатор (АВА) – природний стимулятор, отриманий з залишкових пивних дріжджів. АВА служить джерелом амінокислот, вітамінів та інших сполук, необхідних клітці для її розвитку. За допомогою даного препарату відбуваються інтенсифікація процесу розмноження дріжджів, підвищення їх фізіологічного стану і скорочення тривалості процесу отримання фізіологічно активної чистої культури дріжджів[29].

Способи активації сухих дріжджів досить коштовні і не завжди прийнятні для пивоварень. Тому для кваліфікаційної роботи обирається розмноження чистої культури дріжджів.

Розмноження чистої культури дріжджів

Чистою культурою називають дріжджі, виведені з однієї клітини. Це дає змогу отримати дріжджі генетично однорідні, які задовольняють вимоги виробничих умов і типу виготовлюваного пива.

Увесь процес розведення складається з двох стадій: лабораторний (розведення дріжджів в лабораторії) і цехової (розведення дріжджів у відділенні чистої культури).

Лабораторна стадія складається з декількох послідовних пересівань. Спочатку чисту культуру з пробірки пересівають в колбочки на стерильне сусло, потім проводять пересів дріжджів зі стерильним збродженим суслим на нове стерильне сусло, обсяг якого від пересіву до пересівання збільшується в кілька разів. Лабораторна стадія закінчується збродженням 6 дм³ сусла в колбі Карлсберга протягом 5...6 діб при температурі бродіння майбутнього сорту пива. Цехова стадія – це розведення дріжджів на стерильному охмеленому сусли в спеціальних апаратах. У даному випадку у пропагаторі та дріжджалці при температурі 25...30 °С. За такої технології дріжджі зброджують масу зі спеціального апарату для попереднього бродіння місткістю 1000 дал, але наповненого на 1/3 суслим температурою 5...7 °С. Через 12 год бродіння в цей апарат доливають ще 400 дал свіжого охмеленого сусла і продовжують бродіння ще 36 год, підтримуючи температуру. Потім зброджуване сусло перекачують в апарат для головного бродіння, а через 1 добу заповнюють його суслим до повної місткості і ведуть бродіння звичайним способом, контролюючи температуру, концентрацію сусла і освітлення. Осіли при бродінні дріжджі змивають, промивають холодною водою і використовують у виробництві як першу генерацію.

На великих підприємствах також може застосовуватись установка Грейнера для розведення чистої культури дріжджів.

Установка Грейнера (рис. 2.3.) складається з стерилізатора, двох бродильних циліндрів (від 1 до 4 залежно від потреби) і апарату для попереднього бродіння, виготовлених з листової міді, всередині вилуженої чистим оловом. Крім того, є посудину для маткових дріжджів, що виготовляється з оргскла.

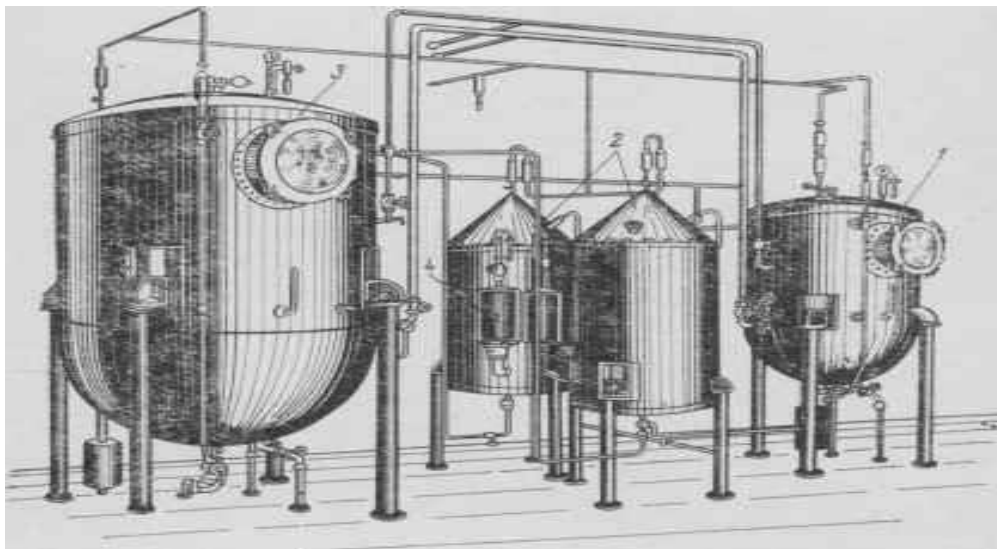


Рис. 2.3. Установка Грейнера для розведення чистої культури дріжджів: 1 - стерилізатор; 2 - циліндри для бродіння; 3 - апарат для попереднього бродіння; 4 - посудина для маткових дріжджів.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таким чином, після розглядання всіх можливих способів використання та внесення дріжджів у сусло ми обираємо розведення ЧКД, так як це забезпечує високі врожаї дріжджових культур та спрощення технології розмноження [18].

2.3.1.4 Заливання сусла у бродильний апарат

Охолоджене до температури бродіння та аероване сусло закачується у нижню частину бродильного апарату. Одночасно за допомогою насоса (інжектора) в потік сусла подають дріжджі. Під час заповнення із бродильного апарату із нього через шпунт-апарат видаляється наявне в ньому повітря.

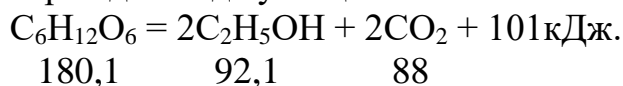
2.3.1.5 Головне бродіння сусла

В пивоварній промисловості головною метою бродіння є зброджування цукрів дріжджами до необхідного ступеню, а також утворення заданої кількості етилового спирту, його домішок та діоксиду вуглецю.

При спиртовому бродінні в суслі протікають біологічні, біохімічні, фізико-хімічні процеси.

Поживні речовини, що поступають в дріжджові клітини з сусла, під дією ферментів перетворюються на різні проміжні продукти, що витрачаються на спиртове бродіння, і зростання дріжджів (біологічний процес) відбувається в початковій стадії зброджування пивного сусла і закінчується задовго до кінця бродіння [6].

Основним біохімічним процесом бродіння є перетворення зброджуваних цукрів на етиловий спирт і діоксид вуглецю:



Ця реакція супроводжується виділенням тепла і показує те, що зі 180 г глюкози можна отримати 92 г етанолу та 88 г діоксиду вуглецю [6].

Велика частина екстракту сусла складається з вуглеводів, з них близько 75% зброджуються (зброджувані цукру). Частину екстракту складають незброджувані речовини. До них відносяться декстрини, білки, мінеральні речовини та інші. Цукри зброджуються в певній послідовності, що обумовлена швидкістю їх проникнення в дріжджову клітку. В першу чергу зброджується фруктоза і глюкоза. Сахароза заздалегідь гідролізується ферментом – фруктофуранозидазою дріжджів до глюкози і фруктози, яка також зброджується в першу чергу. Після фруктози і глюкози дріжджі поглинають мальтозу, яка під дією ферменту – глюкозидази перетворюється на легкозброджуючу глюкозу. Мальтотріоза витрачається дріжджами повільно і не повністю. У суслі, багатому мальтозою, мальтотріоза майже не зброджується. Близько 2 % цукрів використовуються на побудову дріжджових кліток.

Етиловий спирт і діоксид вуглецю є основними продуктами спиртового бродіння.

Діоксид вуглецю, який утворюється при бродінні, спочатку розчиняється в зброджуваному суслі, а потім (після насичення сусла) починає виділятися.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Всі речовини, що утворюються з цукрів у результаті бродіння, крім спирту і CO_2 є вторинними продуктами спиртового бродіння. Крім них, у процесі бродіння з'являються ще й побічні продукти, які утворюються не з цукрів, а з речовин, що містяться у зброджувальному субстраті, головним чином з амінокислот.

Вторинні продукти бродіння представлені гліцерином, оцтовим альдегідом, піровиноградною кислотою, оцтовою, бурштиною, лимонною і молочною кислотами, ацетоїном, 2,3-бутиленгліколем, діацетилом, вищими спиртами та естерами.

Значну роль у формуванні смаку пива відіграють віцинальні дікетони (ВДК), до яких належать діацетил (2,3-бутандіон) та 2,3-пентандіон. Діацетил при перевищенні порогового значення сприйняття ($0,10 \dots 0,12 \text{ мг/дм}^3$) зумовлює масляний та неприємний солодкуватий присмак готового пива. Пентандіон, завдяки вищому порогу сприйняття ($0,6 \dots 0,9 \text{ мг/дм}^3$), має значно менший вплив. Діацетил вважається показником незрілого продукту. Він утворюється дріжджами на початку головного бродіння, коли вони інтенсивно розмножуються.

Піровиноградна кислота ацетилюється в оцтовомолочну, а з неї шляхом декарбоксілювання утворюється ацетоїн, що окиснюється в діацетил або відновлюється в 2,3-бутиленгліколь. Таким чином, ацетоїн, діацетил і 2,3-бутиленгліколь – продукти трьох ступенів окиснення.

На стадії доброджування і дозрівання молодого пива кількість діацетилу значно зменшується шляхом відновлення його в ацетоїн. Але і він, у свою чергу, може бути причиною так званого підвального (затхлого) присмаку пива. Тільки створення умов для подальшого відновлення ацетоїну до 2,3-бутиленгліколю запобігає появі у пиві неприємних відтінків смаку і запаху. Із наведеного аналізу зрозуміло, що введення на стадіях головного бродіння або доброджування добавок, які сприяють відновленню діацетилу і ацетоїну в нешкідливий для смаку та аромату пива 2,3-бутиленгліколь, буде сприятливо впливати на букет напою і зменшувати тривалість його дозрівання.

Піровиноградна кислота ацетилюється в оцтовомолочну, а з неї шляхом декарбоксілювання утворюється ацетоїн, що окиснюється в діацетил або відновлюється в 2,3-бутиленгліколь. Таким чином, ацетоїн, діацетил і 2,3-бутиленгліколь – продукти трьох ступенів окиснення.

На стадії доброджування і дозрівання молодого пива кількість діацетилу значно зменшується шляхом відновлення його в ацетоїн. Але і він, у свою чергу, може бути причиною так званого підвального (затхлого) присмаку пива. Тільки створення умов для подальшого відновлення ацетоїну до 2,3-бутиленгліколю запобігає появі у пиві неприємних відтінків смаку і запаху.

Із наведеного аналізу зрозуміло, що введення на стадіях головного бродіння або доброджування добавок, які сприяють відновленню діацетилу і ацетоїну в нешкідливий для смаку та аромату пива 2,3-бутиленгліколь, буде сприятливо впливати на букет напою і зменшувати тривалість його дозрівання.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Антиоксиданти мають властивість упливати саме на відновні процеси. Вони в основному мають у своєму складі біофлаваноїди, відновні властивості яких пояснюються присутністю рухливого атому водню. Задачею даних досліджень було вивчення впливу добавок антиоксидантів із трави звіробою і дубової кори на склад вторинних і побічних продуктів бродіння.

Оцтова, піровиноградна, бурштинова, яблучна і лимонна кислоти окиснюються дріжджами, здатними перетворювати одну органічну кислоту в іншу [6].

У разі додавання в сусло піровиноградної кислоти та радіоактивного бікарбонату натрію спостерігається утворення дріжджами таких органічних кислот, як оцтова, гліколева, молочна, бурштинова, яблучна та лимонна.

В основному з оцтового альдегіду утворюються всі продукти спиртового бродіння: етиловий спирт, оцтова, бурштинова, фумарова, гліколева кислоти, бутиленгліколь і гліцерин.

Органічні кислоти – це продукти дисиміляції вуглеводів мікроорганізмами, для яких існує два шляхи біохімічного перетворення: аеробно-пентозофосфатний й анаеробно-гліколітичний. Внаслідок катаболічного перетворення гексоз утворюється піровиноградна кислота, яка є попередником утворення таких органічних кислот, як молочна, оцтова, гліколева, гліоксалева, а також кислот ди- і трикарбонового циклу.

У процесі анаеробного розпаду глюкози та фруктози (за відсутності кисню) піровиноградна кислота через оцтовий альдегід повністю перетворюється в етиловий спирт і діоксид вуглецю. У аеробних умовах піровиноградна кислота бере участь у циклі ди- і трикарбонових кислот, а також у гліоксалатному циклі.

Але перед тим, як піровиноградна кислота буде залучена в цих циклах, вона повинна, з одного боку, карбоксилуватися у щавлевооцтову кислоту, з іншого – у присутності коензиму А перетвориться у ацетил-КоА. Відомі й інші шляхи утворення органічних кислот: янтарна кислота може утворюватися з глютамінової, молочна – з аланіну, яблучна – з аспарагінової і т. ін.

Крім головного продукту у спиртовому бродінні – етилового спирту, також утворюється велика кількість хімічних сполук, у тому числі етери й вищі спирти (сивушні масла). Вони становлять близько 1 % загальної кількості етилового спирту. Від наявності сивушних масел у пиві залежить їх смак і аромат. Але оскільки вищі спирти мають наркотичні властивості (особливо ізоаміловий спирт), велика їх кількість може негативно впливати на організм людини. Накопичення вторинних продуктів бродіння залежить від концентрації цукрів у середовищі.

Дослідження, що були проведені С. Лафон, показують, що кількість гліцерину й оцтової кислоти збільшується зі збільшенням концентрації цукру у бродильному середовищі. Також збільшується і концентрація 2,3-бутиленгліколю і оцтового альдегіду [29]. На утворення вторинних продуктів також впливає раса дріжджів, температура виброджування, рН сусла, його хімічний склад тощо. Але існують певні закономірності у співвідношенні

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

вторинних продуктів між собою і з гліцерином. Це дає можливість визначити якість проведеного бродіння [29].

Дріжджі, утворюючи вторинні продукти бродіння, крім того і використовують їх. Так, оцтова кислота в процесі спиртового бродіння використовується дріжджами для побудови амінокислот, білків і жирів.

У пиві в процесі бродіння з ацетальдегіду утворюються головним чином етанол, гліцерин і оцтова кислота, а також 2,3-бутиленгліколь, бурштинова, гліколева, фумарова кислоти. Оцтова кислота перетворюється на гліцерин, бурштинову, гліколеву і фумарову кислоти, а також на етиловий спирт 2,3-бутиленгліколь і оцтовий альдегід, молочна кислота – на гліцерин, оцтову кислоту й етанол. З бурштинової кислоти утворюється яблучна кислота, гліцерин, етанол, фумарова та оцтова кислоти, 2,3-бутиленгліколь і ацетальдегід.

Пивні дріжджі містять від 4 до 10 % азоту або 25...60 % азотистих сполук, тому для життєдіяльності дріжджів у процесі спиртового бродіння необхідне азотисте живлення, головним чином – амінокислоти. Вони дезамінуються, виділяючи аміак, який використовується дріжджами для синтезу нових амінокислот. В цілому дріжджі з глікоколу (з'єднуються з двома атомами вуглецю) утворюють амінокислоти з довгим ланцюгом вуглецевих атомів.

Найактивніше дріжджі використовують азотисті речовини під час розмноження, тому вміст амінного азоту швидко зменшується у перші дні бродіння. Після закінчення бурхливого бродіння аміачний азот практично відсутній. Слід зазначити, що амінокислоти засвоюються дріжджами з різною швидкістю. Наприклад, вміст проліну, гліцину, лізину та цистину у суслі під час бродіння не змінюється. Серин використовується дріжджами на 26 %, треонін – на 76, глютамінова, аспарагінова кислоти, валін, ізолейцин, лейцин, цистеїн, аргінін, триптофан, тирозин, фенілаланін і метіонін – на 75...90 %. На першій стадії бродіння дріжджі засвоюють аміачний азот, а потім – амічний. У цілому засвоєний дріжджами азот витрачається як на стадії розмноження у аеробних умовах, так і на стадії росту дріжджових клітин у анаеробних умовах. Крім вищих спиртів, під дією дріжджів утворюються численні сполуки, які суттєво впливають на якість вин. Із фенілаланіну і тирозину утворюються β - і n -фенілетілові спирти, які надають вину квіткових тонів, із аспарагінової кислоти утворюється яблучна, із глютамінової – бурштинова, з аргініну – 2,3-бутиленгліколь, із серину – етиленгліколь і т. ін.

Вуглеводна частина молекули амінокислоти в складі інших продуктів утворює спирти з характерним запахом і смаком – сивушні масла, які є побічними продуктами бродіння. За даними Ф. Ерліха, вищі спирти можуть утворюватись двома шляхами [6].

Перший шлях характеризується декарбоксілюванням з утворенням відповідного аміну, який у результаті дезамінування і приєднання води переходить у спирт.

По другому шляху спочатку відбувається дезамінування з приєднанням води і тільки згодом окислюється при декарбоксілюванні дає спирт. У процесі

					<i>Вибір та обтрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ферментації аліфатичних амінокислот з двома й трьома вуглецевими атомами (глікоколу та аланіну) дріжджі синтезують вищі спирти з чотирма і п'ятьма вуглецевими атомами – ізобутиловий та ізоаміловий. Велика кількість ізоамілового, пропілового та ізобутилового спиртів утворюється із лізину. В основному всі амінокислоти дають ізобутиловий та ізоаміловий спирти й дуже мало пропілового. Найменше вищих спиртів утворюється з глікоколу, трохи більше – з цистеїну, аланіну, триптофану, найбільше – з лейцину, до 150 мг на 1 дм³ ізоамілового спирту.

В цілому у процесі спиртового бродіння дріжджі утворюють ізоаміловий спирт, який стимулюється лейцином. А у разі введення у бродильне середовище амінокислот (за наявності цукрів) значно збільшується накопичення вищих спиртів. У результаті спиртового бродіння з вуглеводів утворюється пірвіноградна кислота, яка вступає в реакцію переамінування з лейцином, у подальшому утворюється аланін і α-кетоізокапронова кислота. Потім після декарбоксілювання α-кетоізокапронової кислоти в ізовалеріановий альдегід останній перетворюється в ізоаміловий спирт.

У цілому процес утворення вищих спиртів із амінокислот у присутності цукрози може проходити різними напрямками. Так, додавання ззовні цукрози пірвіноградна кислота посилює утворення вищих спиртів у процесі зброджування виноградного суслу, що містить амінокислоту. Слід зазначити, що пірвіноградна кислота утворюється в результаті реакції вуглеводного обміну.

Найсуттєвішою зміною хімічного складу суслу в процесі його бродіння є зниження концентрації цукрів і накопичення етилового спирту

Залишаються незбродженими частина поліцукридів і пентози.

При бродінні приблизно на 1/3 зменшується вміст поліфенольних речовин.

Головне бродіння починається із внесення в сусло дріжджів. Режим бродіння залежить від температури й тривалості головного бродіння. Визначення ступеня зброджування здійснюється перед перекачуванням пива в лагерний підвал.

Стадії та способи проведення головного бродіння

Зброджування та дозрівання пива відбувається на багатьох пивоварних підприємствах по класичному способу в бродильному й лагерному відділеннях та більш сучасному устаткуванні – в циліндроконічних апаратах (ЦКБА). Також існують безперервні методи бродіння, які мають не таку велику розповсюдженість, як ЦКБА та класичний метод.

Бродіння суслу проводиться в закритих і відкритих бродильних апаратах при температурі 12...20 °С і включає наступні технологічні операції: наповнення бродильних апаратів суслем, додавання дріжджів, зброджування суслу, перекачування молодого пива на доброджування.

Головне бродіння протікає в декілька стадій.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Перша стадія (забіл) на поверхні сусла утворюється ніжно-біла піна, яка триває протягом 1...1,5 доби, характеризується розмноженням дріжджів, екстракт зменшується на 0,2...0,5 % за добу.

Друга стадія – період низьких завитків: триває 2...3 доби, за кожен добу зброджується 0,5...1 % екстрактних речовин з інтенсивним виділенням діоксиду вуглецю. Утворюється густа, компактна піна, виділяються і окислюються хмельові смоли.

Третя стадія – стадія високих завитків – характеризується найбільшою інтенсивністю бродіння. Тривалість 3 доби, за кожен добу зброджується 1...1,5 % екстракту з інтенсивним виділенням діоксиду вуглецю. Виділення хмельових смол помітне, під кінець піна стає коричневою.

Четвертий період – утворення деки – завитки опадають, дріжджі утворюють пластівці і випадають в осад, пиво освітлюється, видалення діоксиду вуглецю майже припиняється, тривалість 2 доби, екстракт зброджується на 0,5...0,2 % на добу[6].

Одержаний продукт називають молодим пивом. Залежно від концентрації початкового сусла тривалість головного бродіння коливається від 7 до 10 діб. На той час у пиві залишається 1,5 незбродженого цукру. Після закінчення головного бродіння молоде пиво перекачують на доброджування і дозрівання в закриті бродильні апарати.

Періодичний спосіб. Широкого застосування набув спосіб зброджування сусла в спеціальних циліндричних апаратах. Полягає в тому, що в апараті зі швидким управлінням седиментацією і виведенням із нього осаджених дріжджів суміщені головне бродіння й доброджування пива. У ньому також систематизовано переміщується зброджене сусло спочатку потоком стерильного повітря, а потім – діоксиду вуглецю, і збільшується кількість засівних дріжджів до 2 л на 1 л сусла.

Протягом перших 2 діб підтримується температура бродіння 9...18 °С, яка зберігається до досягнення необхідного кінцевого ступеня зброджування сусла. Закінчення бродіння визначають за припиненням подальшого зменшення масової частки сухої речовини у пиві протягом 24 год.

Через 10 діб від початку бродіння проводять перше знімання дріжджів із штуцера кінцевої частини ЦКБА. Перед освітленням пива здійснюють друге знімання дріжджів, потім пиво подають на сепарування і фільтрування, а дріжджі – на миття.

Періодичний спосіб є найбільш прийнятним способом одержання пива, так як забезпечує повну стерильність виробництва, на відміну від безперервного, та значно пришвидшує процес головного бродіння та дозрівання пива, але його недоліком є те, що він потребує великих витрат грошей і площин.

Напівбезперервний спосіб (доливно-переливний). Суть цього способу полягає в тому, що охоложене сусло надходить у закритий бродильний апарат із мішалкою, в який додають 1 л дріжджів на 1 л середовища. Після появи завитків з'єднують перший апарат із другим і розділяють його вміст навпіл, доливають свіжим суслем, аерують, зброджують і так до кінця батареї. У

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

бродильному відділенні 20 апаратів об'єднані в 4 лінії для 10 % сусла. Кожна лінія має 1 розброджувач і 4 рядові бродильні апарати.

В апараті для зброджування дріжджі підтримують в експоненційній фазі росту за температури 5...11 °С та надлишковому тиску 0,004...0,008 МПа. Перед перекачуванням молоде пиво сепарують, дріжджі промивають, частково їх розбавляють свіжими дріжджами.

Проте такий спосіб вимагає підвищеної уваги до чистоти обладнання, а у випадку дезінфекції апаратів - продуктивність батареї падає. Крім того, початкова концентрація біомаси може розподілятися нерівномірно, тому логічніше буде з'єднувати не тільки перший апарат, а й другий.

Безперервний спосіб. Характеризується постійною подачею поживного середовища в ферментер або батарею з кількох ферментерів.

Пивне сусло насосом подають із збірника безперервно у перший ферментер і періодично – у дріжджогенератор.

Температура бродіння 10...18 °С, рН 5,0...5,5. Цей спосіб добре підходить для виробництва за нестерильних умов ферментації. Безперервний та напівбезперервний способи на даний момент є застарілими, потребують багато виробничих площ, людського втручання, при використанні цих способів мають місце значні втрати та додаткові енергетичні витрати. А також вони не знайшли широкого застосування через недосконалість або ж можливість інфікування всього виробництва [21].

Широкого застосування набув спосіб зброджування сусла в спеціальних циліндричних апаратах.

Циліндроконічні апарати виготовляються з верхньою частиною у вигляді циліндра, а з нижньою - у вигляді конуса. Така форма дає можливість добре й повно відокремлювати від пива осілі дріжджі, а також поліпшує спустошення та мийку апарата. Розміри ЦКБА залежать від потужності варильного відділення. За основу приймається, що один танк повинен уміщати максимум половину виробленого в добу сусла. Вільний простір для піни в ЦКБА повинен становити не менш 18...25 % від обсягу початкового сусла.

Перед перекачуванням молодого пива на доброджування з апарата знімають деку, якщо є для цього можливість (при відкритому бродінні). Після перекачування знімають дріжджі, що залишаються в бродильному апараті [21].

При бродінні виділяється тепло, яке необхідно відводити. Крім цього, для стадії холодної витримки температура пива знижується до мінус 1...2 °С. Охолодження апарата необхідно для оптимального керування температурним режимом бродіння. Способи й потужність системи охолодження залежать від потреби в холоді. Теплопередача відбувається через сегментні трубки, вертикальні профільні трубки, спеціальні конструкції поверхні теплообміну.

Виробництво холоду на пивоварних підприємствах відбувається за допомогою холодильно-компресорних установок. Існують два варіанти охолодження: пряме (аміак випаровується безпосередньо в холодильних трубках або сорочках), непряме (непряме охолодження з випаром холодоагенту за межами холодильних трубок або сорочок).

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Можливе охолодження пива й поза апаратом. Пиво відкачують з патрубків, розташованих у конусі, прохолоджують на пластинчастому теплообміннику, і повертають через вертикальну трубу, випуск якої розташований на 1...2 м нижче рівня пива в апараті.

Виробництво пива в ЦКБА має такі переваги:

- скорочується металоємність обладнання;
- скорочується тривалість виробничого циклу майже в два рази;
- поліпшуються умови праці і обслуговування та інше.

Більш сучасним та раціональним є спосіб бродіння та доброджування пива в ЦКБА. Тому обирається зброджування саме таким способом.

2.3.1.6 Доброджування і дозрівання молодого пива у ЦКБА.

При зброджуванні основна частина цукрів сула перетворюється у спирт і вуглекислоту, утворюючи при цьому ряд побічних продуктів, які беруть участь у створенні смаку і аромату пива.

Сумісний спосіб зброджування та доброджування у ЦКБА найефективніший тому, що при цьому значно зменшуються витрати води на змочування трубопроводів, адже на відміну від класичної схеми не доводиться перекачувати пиво з бродильного відділення у відділення доброджування, немає потреби знімати деку.

Набагато економніше та легше, тобто більш автоматизовано здійснюється мийка та дезінфекція апаратів.

Герметичність апаратів дозволяє уникати потрапляння сторонніх мікроорганізмів та кисню, які можуть псувати пиво.

Набагато зручніше знімати дріжджі, адже нижня частина зроблена у вигляді конуса, на який можна окремо подавати охолодження.

Пиво в ході готування довше всього перебуває у відділенні доброджування. Тому відділення доброджування – найбільший цех пивоварного підприємства, що складається звичайно з окремих приміщень із апаратами, з'єднаних між собою центральним проходом. Те приміщення, у яке в даний момент перекачується пиво із бродильного відділення, повинне бути ледве тепліше, ніж інші, щоб процес доброджування міг початися більш інтенсивно. Цех доброджування відділений від навколишнього середовища товстими стінами й тепловою ізоляцією, а також постачений системою інтенсивного охолодження приміщень. Ця система складається із труб, у які подається сольовий розчин. Труби повинні бути розташовані таким чином, щоб вода, що виділяється з повітря, у вигляді крапель не попадала на ємності, тому що це викликає утворення іржавих патьоків.

Відділення доброджування має більшу площу й тому є найбільшим споживачем холоду на підприємстві. На охолодження відділення доброджування потрібно щодня близько 3000 кДж холоду на 1 м² площі поверхні.

Традиційне доброджування відбувається в металевих апаратах. Застосовують в основному сталеві й алюмінієві апарати; більшість апаратів виготовлені зі сталі. Щоб уникнути її негативного впливу на смакові

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

характеристики пива, ємності зсередини покривають емаллю, пивною смолкою або синтетичними смолами.

Для виготовлення апаратів найкраще використати нержавіючу сталь, що дозволяє відмовитися від внутрішнього покриття.

Сталеві апарати, як правило, розташовують горизонтально. Вони поставляються або звареними цілком, або у вигляді декількох сегментів, які зварюються або з'єднуються між собою болтами па місці монтажу. Зрідка у відділенні доброджування можна зустріти вертикальні танки, які для полегшення мийки розділені по висоті однієї або двома перегородками (вертикальні секційні апарати).

Досить часто у відділенні доброджування використовуються алюмінієві танки. їхня перевага полягає в тім, що алюміній не вимагає покриття, тому що він добре пасивований (Пасивування — утворення тонкої плівки або шару на поверхні металу або мінералу, що діє як захисне покриття для цієї поверхні від подальших хімічних реакцій, таких як корозія, електророзчинення, розчинення. Така плівка часто, хоч і не завжди, оксидна. Утворення оксидної плівки може відбуватись у результаті хімічного чи електрохімічного окиснення.).

Загалом, правила обігу з алюмінієвими танками ті ж, що й з усіма алюмінієвими ємностями. Недолік алюмінію – його низька міцність. При помилках у роботі він легко може деформуватися. Алюмінієві ємності, як і всі інші апарати, не витримують вакууму[2].

Після головного бродіння у ЦКБА конічну частину апарата охолоджують до температури 2 °С, внаслідок чого дріжджі осідають на дно протягом двох діб. Потім охолоджують циліндричну частину апарату до температури 0...2 °С і настає стадія доброджування та дозрівання молодого пива, яка триває 7...17 діб. Після закінчення доброджування дріжджі видаляють і зберігають в спеціальних збірниках при температурі 1 °С.

Дріжджовий осад складається з трьох шарів: нижній шар (темного кольору) – головним чином із частинок відстію і мертвих дріжджових клітин; середній шар – більш світлий) – із здорових дріжджових клітин, які повільно осідали під час бродіння (це найбільш здатні до бродіння клітини, що використовуються як засівні дріжджі); верхній (коричневий) шар містить легкі й недозрілі клітини, які осіли тільки наприкінці бродіння. В ньому також міститься значна кількість мертвих клітин, сторонніх мікроорганізмів, велика кількість відстою, хмелевих смол і пива.

Верхній і нижній шари дріжджів є відходами виробництва. Їх знімають окремо й пропускають через серветковий фільтр-прес. Відпресоване пиво приєднується до смарочного (бракованого), а дріжджі використовуються за призначенням.

Звичайно знімати дріжджі окремо шарами у сучасних апаратах дуже важко. Спочатку спеціальним довгим скребком згортають верхній шар ближче до люку й забирають його у збірник. Потім згортають середній і т.д. Таке розділення дріжджів відбувається тільки умовно, засівні дріжджі містять значну кількість з верхнього й нижнього шарів. Тому вони потребують

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

додаткового очищення. Збирають засівні дріжджі за допомогою вакууму у спеціальне монжю.

Для обробки і зберігання сім'яних дріжджів відводяться спеціальні приміщення при бродильно-дріжджевому відділенні. В цих приміщеннях встановлюється суворий санітарний режим. Для дезінфекції повітря в приміщенні використовують лампи ультрафіолетового світла, а повітря, яке поступає в приміщення, піддають спеціальній очистці на масляних фільтрах.

Підготовка апарата для наступного циклу бродіння

Апарати, які звільнені від молодого пива і дріжджів піддають спочатку механічній очистці і миття водою із шланга під тиском біля 0,4 мПа, після чого чистять щіткою. Коли апарат очищений, його намазують густим дезінфектантом і лишають на 2...3 год, потім ретельно відмивають. Це дуже відповідальна операція, бо навіть незначні залишки дезінфектанту на поверхні бродильного апарата є причиною появи у готовому напої стороннього неприємного смаку й запаху.

Для дезінфекції використовують хлорну воду, розчин вапняного молока, формаліну і ін.

Також потрібно слідкувати за кількістю діоксиду вуглецю. Початок шпунтування залежить від вмісту зброджуваних речовин у молодому пиві. Пиво з високим ступенем зброджуваності (з малим вмістом зброджуваного екстракту) потрібно шпунтувати раніше [19].

Надлишок вуглекислоти, який утворився за тривалого шпунтування чи витримуванні пива з великим шпунтовим тиском, може виявитися навіть шкідливим. Перешпунтоване пиво містить більше вуглекислоти, ніж це зумовлено хімічним складом і фізичними властивостями екстракту; більша частина вуглекислоти при цьому перебуває у пересиченому стані. Стан пересиченості пива вуглекислим газом має важливе практичне значення під час фільтрування і фасування пива. За різкого зменшення шпунтового тиску відбувається настільки бурхливе виділення надлишку вуглекислоти, що одночасно захоплюється і вуглекислота, яка міститься у пиві у метастабільному стані. Таке пиво недостатньо піностійке, з порожнім і різким смаком.

Для перекачування лагерна ємність з'єднується із бродильним апаратом шлангом і пиво відправляється в табірне відділення. При цьому табірний апарат наповнюється пивом не повністю (пиво не доливають приблизно на ширину долоні нижче отвору шпунтування). Попередньо для запобігання втрат вуглекислоти й запобігання затягування повітря в апараті створюють невеликий надлишковий тиск, а заповнення ведуть знизу.

2.3.1.7 Фільтрування пива

Фільтрування – процес розділу, при якому з пива видаляються дріжджові клітини, що ще залишилися, і інші зважені частки. При фільтруванні видаляються також речовини, які можуть виділитися в пиві в найближчі тижні або місяці з появою муті.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Мета фільтрування – зробити пиво настільки стійким, щоб у ньому протягом тривалого часу не виникало б ніяких видимих змін і пиво зберігало б свій зовнішній вигляд.

Фільтрування відбувається в наступний спосіб. Мутна рідина завдяки фільтруючій перегородці розділяється на прозорий фільтрат і фільтрувальний залишок або фільтрувальний шар. Рушійною силою даного процесу завжди є різниця тисків на вході у фільтр і на виході з нього.

Щоб біологічна якість продукту не погіршувалася, дріжджі видаляють. Для цього пиво фільтрують, пропускаючи напій через кізельгуровий фільтр. Окрім клітин дріжджів у молодому пиві також присутні нерозчинні сторонні домішки. Тому метою фільтрування є видалення низькодисперсних речовин, які в результаті реакції з деякими протеїнами можуть спричинити помутніння пива.

Для видалення цих часток необхідно використовувати дуже тонкі фільтри. Зазвичай як фільтруючий матеріал використовується кізельгур (діатоміт) – є одним з найдавніших допоміжних фільтруючих засобів.

Кізельгур складається з кістяків (панцирів) мікроскопічних діатомітових водоростей, що відклалися на дні озер і морів. При виготовленні фільтруючого матеріалу ці кістяки спочатку розмелюють у порошок. Потім органічні речовини руйнують шляхом нагрівання[6].

У пивоварінні для фільтрування застосовуються наступні види фільтрів:

- наливні фільтри: наливні рамні фільтр-преси, наливні свічкові фільтри;
- наливні дискові фільтри (фільтри з горизонтально розташованими фільтрувальними елементами); наливні листові фільтри;
- пластинчасті фільтр-преси (рис. 2.5.);
- камерні фільтри (заторний фільтр-прес);
- чашкові фільтри (мас-фільтр) (рис. 2.4.);
- мембранні фільтри.

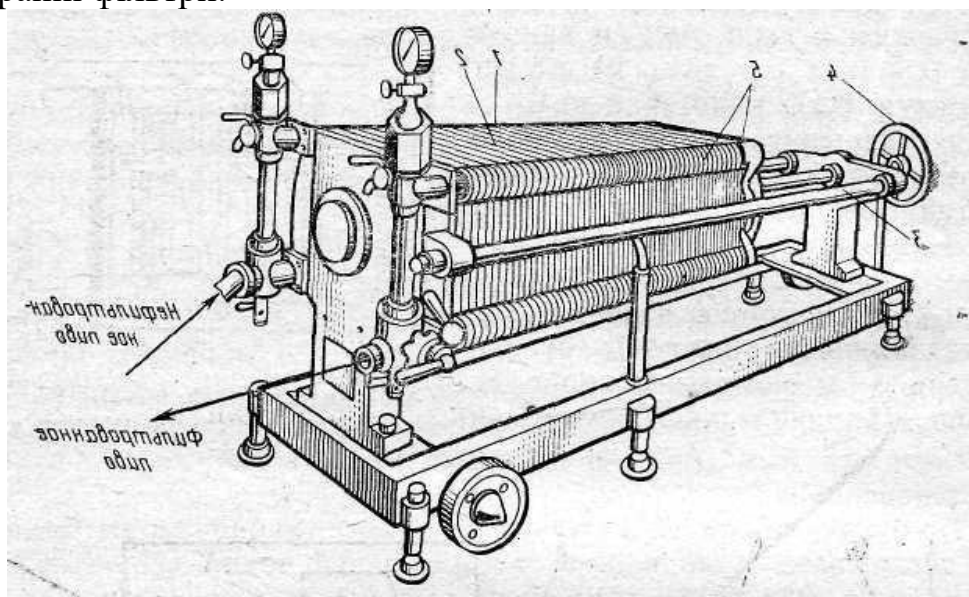


Рис. 2.4. – Мас-фільтр

Для фільтрування пива використовуються майже винятково наливні, пластинчасті та мембранні фільтри; мас-фільтр, що панував у колишні десятиліття, у цей час практично не використовується.

Наливні фільтри — це фільтри, у яких фільтрування відбувається через допоміжний фільтруючий засіб (найчастіше кізельгур або перліт), що наливається на фільтрувальні перегородки.

На свічковому фільтрі встановлюється ще цілий ряд трубопроводів, з'єднань і контрольних приладів. Всі додаткові елементи фільтра розташовані таким чином, щоб ні за яких умов не допустити влучення в пиво кисню (ні на початку, ні в ході, ні наприкінці фільтрування).

Пластинчастий фільтр-прес — фільтр, що, на відміну від наливного фільтрпреса, не має рам і на противагу йому складається тільки із пластин. Між цими пластинами укладаються фільтруючі шари (фільтр-картон), через які відбувається фільтрація. Пиво підводить зверху й знизу до кожної другої пластини, проникає крізь фільтркартон, і відводиться із сусідньої пластини.

Таким чином, між кожною плитою розташований фільтруючий шар. Особливе значення в таких фільтрах має фільтркартон. Він складається із целюлози й кізельгуру.

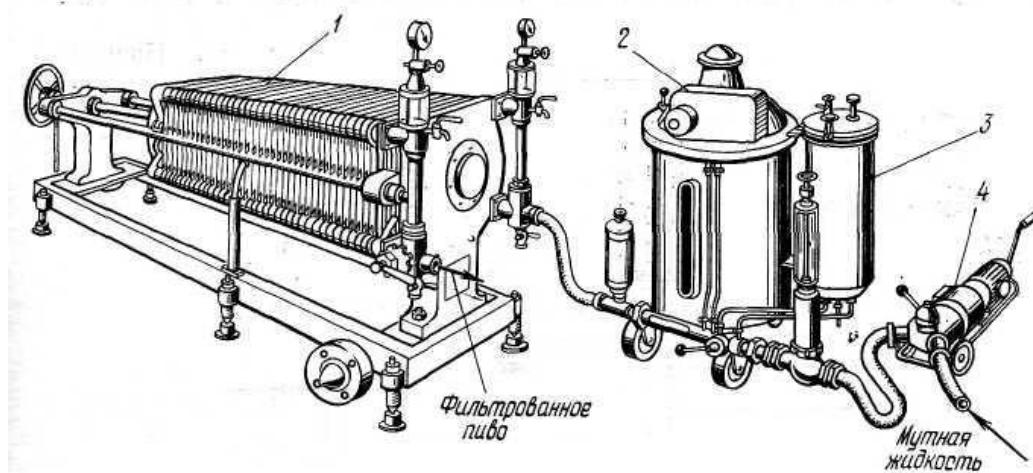


Рис. 2.5. — Фільтр-прес

Висока вартість кізельгуру і його утилізації змушують підприємства заощаджувати кізельгур. Одна з таких можливостей, що все частіше застосовується на пивоварних підприємствах (особливо на великих), полягає у використанні сепаратора (рис. 2.6.).

При включенні сепаратора у фільтраційну лінію витрата кізельгуру знижується на 20...50 %, а тривалість циклу роботи фільтра подвоюється.

Сепарація не має ніякого негативного впливу на якість пива, якщо не допускати втрат CO_2 і потрапляння O_2 .

Для фільтрування з метою зменшення вмісту мікроорганізмів у пиві усе більшою мірою використовуються мембранні фільтри. Під мембранним фільтром розуміють фільтр, у якому пиво проходить крізь дрібнопористі

					Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування	Арк. 33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мембрани й у значній мірі звільняється від мікроорганізмів та утворюючих муть речовин.

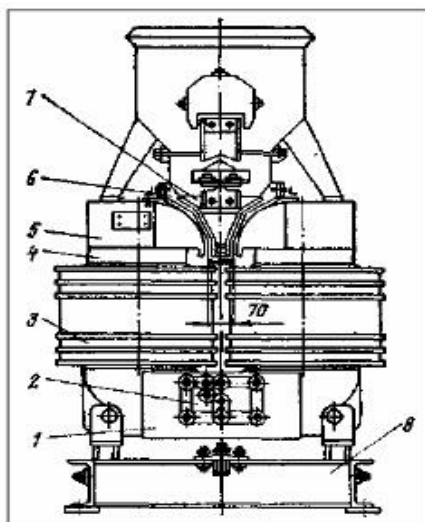


Рис. Ферогідростатичний сепаратор ФГС-70: 1 - полюсна скоба на рамі 8; 2 - корпус вводу; 3 - котушки; 4 - прокладки; 5 - полюси; 6 - квітка; 7 - лоток.
У зазорі густина розділювального середовища складає 6500-10000 кг/м³.

Рис. 2.6. – Сепаратор

Мембрани пропонуються у формі:

- фільтруючих модулів;
- мембранних свіч, а також в інших варіантах.

Під фільтруючим модулем розуміють круглі, відпресовані фільтруючі елементи діаметром до 40 см.

Дистанційна розпірка уможлиблює вихід пива в центральну колонку. Фільтрація проходить із зовнішньої до внутрішньої частини. Фільтруючий шар модуля складається із целюлози з добавкою кізельгуру. Існують фільтруючі шари з різною тонкістю фільтрування.

Фільтр складається з великого пакета паралельно з'єднаних модульних елементів, які розташовані в корпусі.

Існують фільтруючі модулі, які для одночасного видалення поліфенолів містять ПВПП (полівінілполіпірролідон).

Існують кілька варіантів холодно-стерильного фільтрування. Найчастіше після кізельгурового фільтра включають три або чотири мембранних фільтри зі зростаючою тонкістю фільтрування й зменшеною питомою продуктивністю.

Кізельгуровий фільтр передбачає повну відсутність гідравлічних ударів при фільтруванні. Концепція кізельгурових фільтрів передбачає також використання буферного танка до і після фільтра, що запобігає гідравлічним ударам при фільтруванні, завдяки чому частинки кізельгура не проскакують крізь фільтрувальну перегородку, що робить пиво більш прозорим. У кінці установки розташований мутнометр, завдяки якому пиво вирушає на повторну

					Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування	Арк. 35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

циркуляцію, якщо воно сильно каламутне. Кізельгуровий фільтр комбінований з фільтром тонкого очищення є найпоширенішим та найефективнішим [17].

З техніко-економічних обміркувань у кваліфікаційній роботі для фільтрування обирається свічний кізельгуровий фільтр та фільтр-прес з фільтр-картоном для кінцевого фільтрування.

2.3.1.8 Карбонізація пива

Процес газування пива отримав назву карбонізації, так як він полягає в насиченні напою вуглекислим газом (CO₂). У тих же цілях можна використовувати і інші гази, наприклад, азот, але вуглекислота поки що – більш традиційний варіант, тим більше, що її можна застосовувати і в домашніх умовах.

Карбонізацію можна проводити декількома способами.

Природна карбонізація. Протилежністю примусового процесу є природна карбонізація. Її придумали ще в глибоку давнину, причому за минулі сотні і навіть тисячі років принцип нітрохи не змінився. Просто в пиво необхідно додати якусь речовину, яка при контакті з дріжджами виділятиме діоксид вуглецю. Ця технологія ідеально підходить для живого пива.

Карбонізація за допомогою праймера. Частина охмеленого сусла відбирається в кінці кип'ятіння. Відповідно праймер додається в зброжене сусло після чого молоде пиво розливається по кегам або пляшках де відбувається доброджування і коксування пива.

Речовину, що використовується для карбонізації, називають праймером. Найчастіше в цій якості використовують цукор або глюкозу – вони не тільки дозволяють досягти потрібного результату, але ще і цілком доступні.

Якщо просто насипати в пиво цукор, напій може придбати специфічний присмак, що нагадує нотки квасу або браги, тому краще використовувати сироп. Сироп це цукор або глюкоза розлучаються у воді, кип'ятять приблизно протягом 15 хвилин, а потім остуджуються і розливаються по пляшках.

Основні види праймерів. Сьогодні багато домашні пивовари рекомендують брати кукурудзяний цукор, який має два важливих гідності. По-перше, в процесі він зброджується практично повністю. По-друге, після нього не буває квасного або бражного присмаку, про який йшла мова вище — це специфіка саме бурякового цукру. Також непоганий в якості праймера тростинний цукор. Але карбонізація за допомогою праймера використовується тільки у домашніх умовах приготування пива або на міні-пивоварнях.

Шпунтування пива. Для цього вам необхідно знати початкову щільність сусла і кінцеву ступінь зброджування пива. Кінцева ступінь зброджування — максимально можливий ступінь зброджування пива при якій дріжджі споживають всі можливі цукри.

На великих пивоварних заводах використовують промислові карбонізатори, а процес їх застосування отримав назву примусової карбонізації. Пиво заливається у велику герметичну ємність, а потім через нього кілька разів під тиском циркулюють діоксид вуглецю. Найбільше це нагадує гігантський сифон[17].

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Дозволяється використовувати газ в балонах, вироблений спеціальними підприємствами, а в деяких країнах (наприклад, Німеччині), промислова пивоварня зобов'язана користуватися самостійно отриманим діоксидом вуглецю.

Висновок: для карбонізації обирається насичення CO₂ за допомогою перемішування, як більш економічно вигідний з можливих варіантів, що не потребує додаткового обладнання.

Виходячи з проведеного техніко-економічного аналізу у кваліфікаційній роботі обираються такі технологічні способи та режими:

- з метою економії виробничих площ та холодоагентів, що підуть на охолодження, та підвищення ефективності охолодження суслу для охолодження суслу обирається двосекційний пластинчастий теплообмінник з секціями охолодження водою та гліколем;

- обирається підвищена аерація киснем за допомогою аератора, так як це є найбільш зручним, ефективним, швидким способом та підходить для впровадження на підприємства різних розмірів.

- для зброджування пива обираються дріжджі *S. carlsbergensis*, тому що вони швидко осідають після бродіння і тому легко виводяться з нього, мають високу здатність до освітлення пива;

- передбачена установка для розведення ЧКД у виробничих умовах у дріжджанці;

- більш сучасним та раціональним є спосіб бродіння та доброджування пива в ЦКБА, бо має такі переваги: скорочується металоємність обладнання, скорочується тривалість виробничого циклу майже в два рази, поліпшуються умови праці і обслуговування та інше;

- для фільтрування обирається кізельгуровий фільтр, що передбачає повну відсутність гідравлічних ударів при фільтруванні. Концепція кізельгурових фільтрів передбачає також використання буферного танка до і після фільтра, що запобігає гідравлічним ударами при фільтруванні, завдяки чому частинки кізельгура не проскакують крізь фільтрувальну перегородку, що робить пиво більш прозорим;

- для карбонізації обирається насичення CO₂ за допомогою перемішування, як більш економічно вигідний з можливих варіантів, що не потребує додаткового обладнання.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

2.4. Опис апаратурно-технологічної схеми

Із варильного відділення через аератор 1: одна частина аерованого сусла надходить у АЧК 3 для розмноження ЧКД, а інша частина, охолодившись на двосекційному пластинчатому теплообміннику 2, через дозатор дріжджів 6, який задає насінневі дріжджі із збірника насінневих дріжджів 4. Після дозатора сусло поступає у ЦКБА 7. Кондиційні дріжджі після бродіння повертаються у збірник насінневих дріжджів 4 для подальшого використання, а надлишкові дріжджі відбирають у збірник надлишкових дріжджів 5. Діоксид вуглецю із ЦКБА направляють у цех очищення діоксиду вуглецю. Далі сусло перекачують в буферний збірник 8 звідки подається на фільтрацію у свічний фільтр 11. Перед фільтром у сусло додають кізельгур за допомогою ємкості 9 і дозатора 10 кізельгуру. Перше відфільтроване пиво (мутне пиво) повертають на повторну фільтрацію на кізельгуровий фільтр 11. Після цього пиво подається на фільтр-прес 12, де видаляється решта надлишкових дріжджів які поступають у збірник надлишкових дріжджів 5. Відфільтроване пиво карбонізується та насосом 14 перекачується у форфас 13 звідки подається у цех розливу.

					<i>Вибір та обґрунтування способів і режимів бродіння та доброджування і фільтрування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

В Україні виробляють пиво відповідно до ДСТУ 3888-15 [9].

Згідно цього ДСТУ пиво – це насичений діоксидом вуглецю пінистий напій, отриманий під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами. Характеризується специфічною гіркотою та ароматом, що надає йому хміль, а також здатністю до піноутворення. Процес виробництва пива називається броварством або пивоварінням.

Також пиво є третім напоєм у світі за популярністю після води та чаю. Для подальшої роботи обґрунтований такий асортимент пива: пиво світле – Маріупольське «Світле», пиво напівтемне – Маріупольське «Легке» і темне – Маріупольське «Темне» (розд. 2.1).

Маріупольське «Світле» 14 % – це пиво має дуже великий попит у нашій країні. Цьому сорту пива властивий м'який хмелевий смак, а також воно чудово втамовує спрагу.

Маріупольське «Темне» – високо екстрактивне 16 % – це темне пиво, яке володіє чітко вираженим смаком і ароматом карамельного солоду з приємним присмаком.

Маріупольське «Легке» 14 % – це сорт напівтемного пива з приємним солодовим ароматом та хмелевим смаком.

Рецептура проектованих сортів пива наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1– Рецептатура проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрата зернопродуктів на 1 дал пива		Гіркота сусла, г/дал	Примітка
		Найменування зернопродукту	%		
Маріупольське «Світле»	14	Солод світлий Цукор білий	95 5	0,35	Світле
Маріупольське «Легке»	14	Солод світлий Солод карамельний Цукор білий	54 25 21	0,22	Напівтемне
Маріупольське «Темне»	16	Солод світлий Солод карамельний	78 22	0,56	Темне

В табл. 3.2 і 3.3 наведені вимоги до органолептичних та фізико-хімічних показників пива, а у табл. 3.4 – мікробіологічні показники відповідно до ДСТУ 3888-15 [9].

					<i>Асортимент і характеристика проекрованої продукції, сировини, основних та допоміжних</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники якості проєктованих сортів пива

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

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники проєктованих сортів пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, см3 1 моль/дм3 розчину гідроксиду натрію на 100 см3 пива	Кольоровість, см3 0,1 моль/дм3 розчину йоду на 100 см3 пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
Світле	8,0...20,0	2,0...6,0	1,2...5,0	0,2...1,8	0,30...0,35
Напівтемне	9,0...23,0	2,4...7,2	1,3...5,0	1,9...3,9	0,30...0,35
Темне	9,0...23,0	2,4...7,0	1,3...5,5	Більше 4,0	0,30...0,33

					Асортимент і характеристика проєктованої продукції, сировини, основних та допоміжних	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

У табл. 3.5 наведені граничнодопустимі концентрації важких металів у пиві відповідно до ДГН 6.6.1.1-130-2006 [7].

Таблиця 3.4– Мікробіологічні показники пива

Найменування показника	Норма				Метод випробування
	Не пастеризоване		пиво розливне фільтроване та нефільтроване	Пастеризоване	
	пиво в пляшках з масовою часткою сухих речовин, %	пиво розливне фільтроване та нефільтроване		пиво в пляшках, металевих банках та інших видах споживчої тари	
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП	8...11,5	12...20	не допускаються в 1 см ³	не допускаються в 10 см ³	Згідно з ГОСТ 30518
КМАФаМ, не більше ніж, КУО/см ³	не допускаються в 3 см ³	не допускаються в 10 см ³	-	5·10 ²	Згідно з ГОСТ 18963
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	не допускаються в 25 см ³	не допускаються в 25 см ³	не допускаються в 25 см ³	не допускаються в 25 см ³	Згідно з порядком Державного санітарного Нагляду

Таблиця 3.5 – ГДК на важкі метали і миш'як

Назва елемента	Допустимі рівні не більше, мг/кг	Метод випробування
Ртуть	0,005	Згідно з СанПиН 42-123-4089-86
Залізо	15,0	Згідно з СанПиН 42-123-4089-86
Миш'як	0,2	Згідно з СанПиН 42-123-4089-86
Мідь	5,0	Згідно з СанПиН 42-123-4089-86
Свинець	0,3	Згідно з СанПиН 42-123-4089-86
Кадмій	0,03	Згідно з СанПиН 42-123-4089-86
Цинк	10,0	Згідно з СанПиН 42-123-4089-86

Дегустаційна оцінка світлого пива за окремими показниками наведена в табл. 3.6, а загальна — в табл. 3.7

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Асортимент і характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних	Арк.
						41

Таблиця 3.6 – Характеристика та бальна оцінка органолептичних показників проєктованих сортів пива

Найменування показника якості	Органолептична характеристика пива	Бал	Оцінка	Примітка
1	2	3	4	5
Прозорість	Прозоре з блиском, без зависів	3	відмінно	
	Прозоре без блиску, поодинокі дрібні зависи (пилоподібні)	2	добре	
	Слабо опалесціює	1	задовільно	
	Сильно опалесціює	0	незадовільно	знімають з дегустації як нестандартне
Колір	Відповідає типу пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типу пива	3	відмінно	
	Відповідає типу пива на середньому рівні	2	добре	
	Відповідає типу пива, максимально допустимий для даного сорту	1	задовільно	
	Не відповідає типу пива, світліше або темніше від встановленого стандартного рівня	0	незадовільно	
Аромат	Відмінний аромат, що відповідає даному типу пива чистий, свіжий, чітко виражений	4	відмінно	
	Добрий аромат, що відповідає типу пива, але недостатньо виражений	3	добре	
	В ароматі помітні сторонні відтінки: злегка сирний, фруктовий, дуже виражений солодовий	2	задовільно	
	Виражені сторонні тони в ароматі: фруктовий, кислуватий, дріжджовий, молодого пива та ін.	1	незадовільно	
	Відмінний без сторонніх присмаків, гармонійний смак, що відповідає даному типу пива	5	відмінно	
	Добрий, чистий смак, який відповідає даному типу пива, але не дуже гармонійний	4	добре	
Смак	Не дуже чистий смак, незрілий присмак молодого пива, карамельний смак, пустий, слабо виражений	3	задовільно	
	Пустий смак і сторонній присмак: дріжджовий, фруктовий гострий, кислуватий	2	незадовільно	

Закінчення табл. 3.6

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

Таблиця 3.7 – Загальна оцінка якості пива

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

Надлишкові дріжджі вивозяться з виробництва на кормові заводи. Вимоги до них наведено у ДСТУ 7344:2013 Дріжджі пивні. Технічні умови [16]. Органолептичні та фізико-хімічні показники, які контролюються у пивоварних дріжджах наведені у табл. 3.8.

					Асортимент і характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 3.8– Органолептичні та фізико-хімічні показники пивоварних дріжджів

Найменування показника	Характеристика
Колір	Рівномірний від білого до сіруватого з жовтуватим відтінком
Запах	Прісний, властивий дріжджам, без запаху плісняви та інших сторонніх запахів
Смак	Властивий дріжджам, без стороннього присмаку
Вологість у день виготовлення, %, не більше ніж	75
Кислотність 100 г дріжджів у день виготовлення в перерахунку на оцтову кислоту, мг, не більше ніж	120
Кислотність 100 г дріжджів після 12 діб зберігання або транспортування за температури від 0 °С до 4 °С у перерахунку на оцтову кислоту, мг, не більше ніж	300
Стійкість дріжджів (за температури випробовування 35 °С), год, ' не менше ніж	60

3.2 Характеристика сировини

Пиво зазвичай виготовляється з води, ячмінного солоду, хмелю, пивних дріжджів.

Іноді додатково застосовуються несолоджені матеріали (непророщене рисове, ячмінне, кукурудзяне борошно та крупи, а також інша сировина, яка містить вуглеводи) та інші допоміжні інгредієнти, що використовується у виробництві відповідно до рецептури у табл. 3.1

Через те, що пиво в основному складається з води, вода і її характеристики мають важливий вплив на якість пива. Для багатьох типів пива мали вплив, чи навіть були визначальними характеристики води в регіоні. Сольовий склад води впливає на рівень рН, відповідно і на швидкість та глибину ферментаційних і бродильних процесів.

Технологічна вода має відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10[7]. Основні показники води, які у ній контролюються наведені у табл. 3.9-3.10.

Таблиця 3.9– Хімічні показники води для пива

№ з/п	Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
		За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
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	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
6	Лужність загальна, ммоль/дм ³	0,5...1,5	Сліди	0,5...6,5

Продовження таблиці 3.9

7	Співвідношення Ca^{2+} 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
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 , не більше	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
16	Мідь, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	1,0
17	Окислюваність, мг O_2 /дм ³ , не більше	2,0	2,0	4,0
19	Кисень, мг/дм ³ , не більше	-	0,1	-
20	Хлор та хлорофелен	-	Відсутні	-

Таблиця 3.10 – Мікробіологічні показники технологічної води для пива

№ 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, не більше	0	0	0
	в 100 см ³ води, не більше	3	0	3

У табл. 3.11-3.14 наведені показники, що контролюються у пивоварному солоді, що використовується у виробництві відповідно до рецептури у табл. 3.1, згідно нормативним документам на солод ДСТУ 4282:2004 [10] та ДГН 6.6.1.1-130-2006 [7].

Таблиця 3.11– Органолептичні показники світлого і темного солоду

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

Таблиця 3.12– Фізико-хімічні показники карамельного і паленого солоду

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

Таблиця 3.13–Допустимі рівні радіонуклідів у солодіпивоварному ячмінному

Найменування показника	Допустимі рівні, не більше, мг/кг	Метод контролювання
¹³⁷ Cs	50	Згідно з ДСТУ 3240
⁹⁰ Sr	30	Згідно з ДСТУ 3240

Таблиця 3.14 – Вміст токсичних елементів, N-нітрозамінів та мікотоксинів у ячмінному пивоварному солоді

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

Не менш важливим видом сировини для виробництва пива являється хміль.

Для пивоваріння використовують хмелеві шишки, що являють собою висушені жіночі незапліднені суцвіття. Найбільш важливою частиною шишок є лупулін або хмелеве борошно (12 %), яке знаходиться на внутрішній стороні луски. У ньому зосереджена майже вся ефірна олія, близько 1/4 якої переходить у готове пиво (50 компонентів).

Споживні властивості пива, в основному, залежать від вмісту в сухому хмелі гірких кислот і смол (10...26 %), фенольних речовин (2...5 %) та ефірних олій (0,2...1 %).

Згідно ДСТУ 7067:2009 «Хміль. Технічні умови» на хміль пресований у ньому контролюються наведені у табл. 3.15 показники [14,15].

Таблиця 3.15– Фізико-хімічні показники хмелю

№	Показники	Норма
1	Масова частка α -кислот, % у СР, не менше	4,0
2	Масова частка хмелевих домішок, %, не більша	5,0
3	Масова частка води, %, не більша	12,0
4	Масова частка насіння, %, не більша	4,0
5	Масова частка золи, %, не більша	13,0
6	Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа кислот), % не менше	2,5
7	Масова частка хмелевих домішок, % не більше	5
8	Масова частка води, % не більше	12
9	Масова частка насіння, % не більше	3
10	Масова частка сірчистого ангідриду, % у сухій речовині, не більше	0.5

					<i>Асортимент і характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних</i>	Арк. 48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.15

№	Показники	Норма
11	Масова частка золи, % у сухій речовині, не більше	13
12	Вміст нехмелевих домішок	Не дозволено
13	Наявність плісняви	Не дозволено
14	Масова частка токсичних елементів, мг/кг, не більше	
	- свинець	10
	- кадмій	0.5
	- ртуть	0.1
	- миш'як	0.5

Цукор білий – також є значимою основною сировиною, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники описані у табл. 3.16 – 3.18 та регламентуються нормативним документом «Цукор білий. Технічні умови: ДСТУ 4623:2006» [12].

Таблиця 3.16– Органолептичні показники цукру білого

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорій допускають жовтуватий відтінок. Кристалічний цукор повинен бути сипким, без грудочок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають грудочки, що розпадаються у разі легкого натискання
Запах і смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині, для цукру четвертої категорії допускають слабкий запах меляси
Чистота розчину	Розчин цукру повинен бути прозорим або таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають опалесценцію

Таблиця 3.17– Фізико-хімічні показники цукру білого

Найменування показника	Значення за категоріями кристалічного цукру, сахарози для шампанського і цукрової пудри			
	1 (екстра)	2	3	4
1	2	3	4	5
Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж	99,7	99,7	99,61	99,5
Масова частка редукувальних речовин (в перерахунку на суху речовину), %, не більше ніж	0,04	0,04	0,05	0,065
Масова частка вологи, %, не більше ніж:				
кристалічного цукру	0,06	0,1	0,14	0,15
сахарози для шампанського	—	0,1	—	—
цукрової пудри	—	0,2	0,2	—

					Асортимент і характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		49

Закінчення табл. 3.17

1	2	3	4	5
Масова частка золи (в перерахуванні на суху речовину), не більше ніж: %	0,011	0,027	0,04	0,05
балів	6,0	15,0	—	—
Кольоровість в розчині, не більше ніж: одиниць ICUMSA	22,5	45,0	104	195
балів	3	6	—	—
умовних одиниць	—	—	0,8	1,5
Масова частка феродомішок, %, не більше ніж	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Величина окремих часток феродомішок, в найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж	0,3	0,3	0,3	0,3

Таблиця 3.18– Мікробіологічні показники цукру білого

Найменування показника	Характеристика
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^3$
Плісеневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^3$
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^3$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1 г	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	Не допускаються

					Асортимент і характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Під час виробництва пива використовують основні і допоміжні матеріали. До основних матеріалів відносяться: дріжджі, діоксид вуглецю, а до допоміжних – кізельгур для фільтрів, пляшки, етикетки, фільтр-картон, молочна кислота та дезінфікуючі матеріали.

Діоксид вуглецю є головним продуктом бродіння та широко застосовується на підприємствах у технологічному процесі. На даний основний матеріал діє ДСТУ 4817:2007 «Діоксид вуглецю. Виробництво. Терміни та визначення понять» [13]. Органолептичні та фізико-хімічні показники, які контролюються у діоксиді вуглецю наведені у табл. 3.19.

Таблиця 3.19– Органолептичні та фізико-хімічні показники діоксиду вуглецю

Найменування показника	Значення для сорту		
	Вищий сорт	Перший сорт	Другий сорт
Запах і смак	Злегка кислуватий присмак без сторонніх запахів		
Об'ємна частка діоксиду вуглецю (CO ₂), %, не менше ніж	99,9	99,5	99,0
Наявність оксиду вуглецю (CO)	Нижче чутливості методу за п. 10.6 ДСТУ 4817:2007		
Наявність оксидів азоту (NO, NO ₂)	Нижче чутливості методу за п. 10.6 ДСТУ 4817:2007		
Наявність сірководню (H ₂ S)	Повинен витримувати випробування за п. 10.8 ДСТУ 4817:2007		
Наявність соляної кислоти	Повинен витримувати випробування за п. 10.9 ДСТУ 4817:2007		
Наявність аміаку та етанол амінів	Повинен витримувати випробування за п. 10.10 ДСТУ 4817:2007		
Масова частка води, %, не більше	Нижче чутливості методу за п. 10.11 ДСТУ 4817:2007		
Наявність ароматичних вуглеводнів	Повинен витримувати випробування за п. 10.13 ДСТУ 4817:2007		

Перелік, характеристика та відповідна нормативна документація до допоміжних матеріалів зазначена у табл. 3.20.

Таблиця 3.20– Характеристика допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Характеристика	Нормативна документація
Пляшки полімерні	Видуваються з поліетилен-терефталату вітчизняного виробництва	ТУУ 6-002096 51.1 27-97
Ковпачок полімерний з прокладкою	Призначений для герметизації пляшок	ТУУ 21643937.001-2000
Етикетка поліпропіленова	Надрукована на поліпропіленовій стрічці і зберігається у вигляді бухти по 15000-20000 шт.	ТУУ 22.1-16476839-001-04
Етикетка і кольєретка	Для пляшок надруковані на папері густиною 70-80 г/дм ²	ТУУ 21.2-20625995001-2002

Одним з допоміжних матеріалів, що використовуються у пивоварінні є молочна кислота, вимоги до якої наведені у табл. 3.21 згідно з ДСТУ 4621:2006 «Кислота молочна. Технічні умови» [11].

Таблиця 3.21– Вимоги до кислоти молочної

Назва	Значення показників для сорту	
	Вищого	Першого
Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше	40	40
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше	37,5	37,5
Масова частка ангідридів, %, не більше	2,5	2,5
Колірність, °, не більше	6,5	10,0
Масова частка золи, %, не більше	0,6	1,0
Масова частка заліза, %, не більше	0,07	0,014
Масова частка сульфатів, %, не більше	0,3	Не нормується
Масова частка хлоридів, %, не більше	0,1	Не нормується
Масова частка редуковальних речовин, %, не більше	1,0	Не нормується

В процесі дезінфекції за допомогою хімічної дії, при стерилізації за допомогою термічної дії повинна бути досягнута стерильність поверхні. Для миття обладнання частіше за все використовують такі миючі засоби як каустична сода, гіпохлорид натрію, азотна кислота та різні дезінфектанти.

Розрізняють наступні види забруднень:

- розчинні речовини, які видаляються у процесі миття;
- речовини, схильні до емульгування, але не розчинні, ці речовини слід емульгувати;
- не емульговані і не розчинні речовини, які повинні бути з емульговані після змочування.

Миючі засоби повинні відповідати таким вимогам:

- добре розчиняється у воді;
- добра миюча здатність;
- ефективність дії при низьких температурах;
- добра утримуюча здатність по відношенню до забруднень;
- відсутність піноутворення;
- добра змивна здатність і нездатність до утворення відкладень;
- відсутність корозійної активності;
- не висока вартість;
- невелике навантаження на стічні води.

У процесі виробництва пива застосовують допоміжні матеріали та інші речовини, дозволені органами охорони здоров'я України, використання яких передбачено відповідною технологічною інструкцією, затвердженою в

					Асортимент і характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

установленому порядку. Такі як фільтрувальний картон відповідно до ГОСТ 12290; кізельгур – ДСТУ 3665-97 та інші фільтрувальні порошки, дозволені органами охорони здоров'я України або за чинною нормативною документ.

					<i>Асортимент і характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

У кваліфікаційній роботі сировина і основні матеріали мають показники, що вказані у табл. 4.1. Пиво готується відповідно до рецептури, що наведена у табл. 3.1. Розрахунки виконують з урахуванням втрат на всіх стадіях виробництва пива.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Сировина та основні матеріали	Вихідні дані для розрахунку
Світлий солод	вологість 5 %, екстрактивність 76 % від маси сухих речовин
Карамельний солод	вологість 6 %, екстрактивність 72 % від маси сухих речовин
Цукор білий	вологість 0.14 %, екстрактивність 100 % від маси сухих речовин
Хміль пресований	вміст α -кислот 2,5 %, вологість 12 %
Хміль гранульований	вміст α -кислот 9 %, вологість 10,3 %
Хмільвий екстракт	вміст α -кислот 15,9 %, (забезпечують по 50 % гіркоти сусла і пива)
Пивна дробина	вологість 86 %

Втрати по стадіям

Згідно завданню на проектування потужність пивоварного заводу 12 млн дал на рік. Асортимент пива (у % до загального випуску): Маріупольське «Світле» — 75, Маріупольське «легке» — 15 і Маріупольське «Темне» — 10 (табл. 2.1). Розрахунки виконують за прийнятою у пивоварінні методикою на 100 кг вихідної сировини на кожен сорт пива з подальшим перерахунком на 1 дал і річну потужність.

Таблиця 4.2 – Втрати під час виробництва пива

Найменування втрати	Найменування пива (за масовою часткою сухих речовин у початковому суслі,%)		
	Маріупольське «Світле» 14 %	Маріупольське «Легке» 14 %	Маріупольське «Темне» 16 %
Солоду під час очищення % мас., від солоду, що надійшов у варильне відділення	0,1	0,1	0,1
Екстракту: з пивною дробиною, % мас. до маси зернопродуктів	2,2	2,2	2,2
під час охолодження, на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	6,1	6,4	6
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,2	2,2	2,3

					Технологічні розрахунки		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			54

Продовження табл. 4.2

Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива, в тому числі під час фільтрування	2,3	2,4	2,5
Під час розливу, % до об'єму відфільтрованого пива у: пляшки(за вирахуванням поверненого пива) кеги (так само як у пляшки)	1,1	1,1	1,1
Під час розливу, % до об'єму відфільтрованого пива у: пляшки(за вирахуванням поверненого пива) кеги (так само як у пляшки)	2,5	2,5	2,5
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до готового пива)	0,5	0,5	–
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до температури 20 °С, до готового пива), % від об'єму сусла, приведеного до температури 20 °С	12,07	12,55	12,69
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до температури 20 °С, до готового пива), % від об'єму сусла, приведеного до температури 20 °С	9,3	9,3	9,2

4.2. Продуктові розрахунки

Визначення кількості екстрактивних речовин у сировині

Маріупольське «Світле». Виробляють із застосуванням 95 % світлого солоду та 5 % білого цукру тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 95 кг світлого солоду та 5 кг білого цукру. Під час очищення солоду втрати складають 0,1 %, або $95 \cdot 0,001 = 0,095$ кг. На подрібнення солоду поступає $95 - 0,095 = 94,905$ кг. За вологості солоду 5 %, та білого цукру 0,14 % кількість сухих речовин у заторі буде:

у світлому солоді — $94,905 (1 - 0,05) = 90,16$ кг;

в білому цукрі — $5 (1 - 0,0014) = 4,993$ кг.

Всього сухих речовин в сировині $90,16 + 4,993 = 95,15$ кг.

Вміст екстрактивних речовин (екстрактивність солоду 76 %, а цукру 100 % від маси сухих речовин) у сировині буде:

у світлому солоді — $90,16 \cdot 0,76 = 68,52$ кг;

в білому цукрі — $4,993 \cdot 1 = 4,993$ кг.

Всього екстрактивних речовин міститься: $68,52 + 4,993 = 73,5$ кг.

Частина екстракту (1,75 % від маси зернопродуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин:

$73,5(1 - 0,0175) = 72,25$ кг.

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині: $95,15 - 72,25 = 22,9$ кг.

Маріупольське «Легке». Виробляють із застосуванням 54 % світлого солоду, 25 % карамельного солоду та 21 % білого цукру, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 54 кг світлого солоду, 25 кг карамельного солоду і 21 кг білого цукру. Під час очищення солоду втрати складають 0,1 %, або $54 \cdot 0,001 = 0,054$ кг світлого солоду; $25 \cdot 0,001 = 0,025$ кг карамельного солоду. На подрібнення солоду поступає $54 - 0,054 = 53,946$ кг світлого солоду та $25 - 0,025 = 24,975$ кг. За вологості світлого солоду 5 %, карамельного солоду 6 % і білого цукру 0,14 % кількість сухих речовин у заторі буде:

у світлому солоді — $53,946 (1 - 0,05) = 51,25$ кг;

у карамельному солоді — $24,975 (1 - 0,06) = 23,48$ кг;

в білому цукрі — $21 (1 - 0,0014) = 20,97$ кг.

Всього сухих речовин в сировині $51,25 + 23,48 + 20,97 = 95,7$ кг.

Вміст екстрактивних речовин (екстрактивність світлого солоду 76 %, карамельного солоду 72 %, а цукру 100 % від маси сухих речовин) у сировині буде:

у світлому солоді — $51,25 \cdot 0,76 = 38,95$ кг;

у карамельному солоді — $23,48 \cdot 0,72 = 16,9$ кг;

в білому цукрі — $20,97 \cdot 1 = 20,97$ кг.

Всього екстрактивних речовин міститься: $38,95 + 16,9 + 20,97 = 76,82$ кг.

Частина екстракту (1,75 % від маси зернопродуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин

$76,82(1 - 0,0175) = 75,5$ кг.

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині: $95,7 - 75,5 = 20,2$ кг.

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Маріупольське «Темне». Виробляють із застосуванням 78 % світлого солоду і 22 % карамельного солоду, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 78 кг світлого солоду, 22 кг карамельного. Під час очищення солоду втрати складають 0,1 %, або $78 \cdot 0,001 = 0,078$ кг світлого солоду; $22 \cdot 0,001 = 0,022$ кг карамельного солоду. На подрібнення солоду поступає $78 - 0,078 = 77,922$ кг світлого солоду та $22 - 0,022 = 21,978$ кг. За вологості світлого солоду 5 % та карамельного солоду 6 % кількість сухих речовин у заторі буде:

у світлому солоді — $77,922 (1 - 0,05) = 74$ кг;

у карамельному солоді — $21,978 (1 - 0,06) = 20,66$ кг.

Всього сухих речовин в сировині $74 + 20,66 = 94,66$ кг.

Вміст екстрактивних речовин (екстрактивність світлого солоду 76 %, а карамельного солоду 72 % від маси сухих речовин) у сировині буде:

у світлому солоді — $74 \cdot 0,76 = 56,24$ кг;

у карамельному солоді — $20,66 \cdot 0,72 = 14,88$ кг.

Всього екстрактивних речовин міститься: $56,24 + 14,88 = 71,12$ кг.

Частина екстракту (1,75 % від маси зернопродуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин

$71,12(1 - 0,0175) = 69,9$ кг.

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині: $94,66 - 69,9 = 24,76$ кг.

Визначення проміжних продуктів

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

Гаряче сусло. За наведеними розрахунками в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин для пива:

Маріупольське «Світле» — 73,5 кг;

Маріупольське «Легке» — 76,82 кг;

Маріупольське «Темне» — 71,12 кг.

За встановленої початкової концентрації сусла 14 % для пива Маріупольське «Світле», 14 % для пива Маріупольське «Легке» та 16 % для Маріупольське «Темне» із вказаної кількості екстрактивних речовин отримають сусла для пива:

Маріупольське «Світле» — $(73,5 \cdot 100) / 14 = 525,00$ кг;

Маріупольське «Легке» — $(76,82 \cdot 100) / 14 = 548,71$ кг;

Маріупольське «Темне» — $(71,12 \cdot 100) / 16 = 444,50$ кг.

Об'єми сусла за температури 20 °С і відносної густини сусла пива Маріупольське «Світле» — 1,05685, Маріупольське «Легке» — 1,05685 і Маріупольське «Темне» — 1,0654 для пива:

Маріупольське «Світле» — $525,00 / 1,05685 = 496,80$ дм³;

Маріупольське «Легке» — $548,71 / 1,05685 = 519,20$ дм³;

Маріупольське «Темне» — $444,50 / 1,0654 = 417,20$ дм³.

Об'єми гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 разидля проєктованих сортів пива дорівнюють:

Маріупольське «Світле» — $496,80 \cdot 1,04 = 516,67$ дм³;

						<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
							57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

або у відсотках до об'єму гарячого сусла:

Маріупольське «Світле» — $62,81 \cdot 100 / 516,67 = 12,16 \%$;

Маріупольське «Легке» — $67,65 \cdot 100 / 539,76 = 12,53 \%$;

Маріупольське «Темне» — $55,07 \cdot 100 / 433,70 = 12,69 \%$.

Визначення витрати хмелю і молочної кислоти

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

Маріупольське «Світле». На 1 дал необхідно 0,35 г α -кислоти, а на 49,68 дал — 17,4 г або 0,0174 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % необхідно — 0,0709 кг α -кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно $0,035 \cdot 100 / 9 = 0,39$ кг на 1 дал сусла і хмелевого екстракту — $100 \cdot 0,035 / 51,9 = 0,067$ кг на 1 дал сусла.

Маріупольське «Легке». На 1 дал необхідно 0,22 г α -кислоти, а на 51,92 дал — 11,42 г або 0,01142 кг. Так, як вихід гірких речовин 31 %, то на 100 % необхідно 0,048 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю необхідно $0,022 \cdot 100 / 9 = 0,24$ кг, а хмелевого екстракту — $0,022 \cdot 100 / 51,9 = 0,042$ кг.

Маріупольське «Темне». На 1 дал необхідно 0,56 г α -кислоти, а на 41,72 дал — 23,4 г або 0,0234 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % потрібно — 0,0995 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю потрібно $0,056 \cdot 100 / 9 = 0,62$ кг, а хмелевого екстракту $0,056 \cdot 100 / 51,9 = 0,108$ кг.

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

Визначення кількості відходів

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % (вологість залежить від способу вивантаження дробини із фільтр-апарату і знаходиться в межах 75...86 %) визначають множенням кількості СР, що залишилися в дробині, на коефіцієнт $100 / (100 - 86) = 7,14$. Кількість пивної дробини, що утворюється під час фільтрування затору для пива,:

Маріупольське «Світле» — $22,9 \cdot 7,14 = 163,51$ кг;

Маріупольське «Легке» — $20,2 \cdot 7,14 = 144,23$ кг;

Маріупольське «Темне» — $24,76 \cdot 7,14 = 176,79$ кг.

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

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

Половину зібраних з апарату дріжджів використовують як засівні, а інша частина — залишкові. Кількість дріжджів, що направляється у відходи, визначають множенням кількості готового пива в дециметрах на 0,01 і становить для пива:

Маріупольське «Світле» — $453,86 \cdot 0,01 = 4,54$ дм³;

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Маріупольське «Легке» — $471,63 \cdot 0,01 = 4,71 \text{ дм}^3$;
Маріупольське «Темне» — $378,63 \cdot 0,01 = 3,78 \text{ дм}^3$.

Діоксид вуглецю. За стехіометричним рівнянням спиртового бродіння із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджуванним екстрактом є мальтоза, то кількість утвореного діоксиду вуглецю розраховують за значеннями кількості холодного сусла і дійсного ступеня зброджування пива.

Так, в бродильне відділення, для отримання пива, поступило холодного сусла:

Маріупольське «Світле» — $485,20 \cdot 1,05685 = 512,78 \text{ кг}$;
Маріупольське «Легке» — $505,20 \cdot 1,5685 = 533,70 \text{ кг}$;
Маріупольське «Темне» — $407,70 \cdot 1,0654 = 434,36 \text{ кг}$.

В ньому міститься екстрактивних речовин для пива :

Маріупольське «Світле» — $512,78 \cdot 0,14 = 71,79 \text{ кг}$;
Маріупольське «Легке» — $533,70 \cdot 0,14 = 74,72 \text{ кг}$;
Маріупольське «Темне» — $434,36 \cdot 0,16 = 69,5 \text{ кг}$.

За дійсного ступеня зброджування пива Світлого — 65 %, Легкого — 65 % і Темного — 60 % утворюється діоксиду вуглецю для пива:

Маріупольське «Світле» — $71,79 \cdot 0,65 \cdot 176/342 = 24,01 \text{ кг}$;
Маріупольське «Легке» — $74,72 \cdot 0,65 \cdot 176/342 = 25,00 \text{ кг}$;
Маріупольське «Темне» — $69,5 \cdot 0,60 \cdot 176/342 = 21,46 \text{ кг}$.

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

Маріупольське «Світле» — $512,78 \cdot 0,0035 = 1,80 \text{ кг}$;
Маріупольське «Легке» — $533,70 \cdot 0,0035 = 1,87 \text{ кг}$;
Маріупольське «Темне» — $434,36 \cdot 0,0035 = 1,52 \text{ кг}$.

Решта діоксиду вуглецю видаляється у атмосферу по сортам пива:

Маріупольське «Світле» — $24,01 - 1,80 = 22,21 \text{ кг}$;
Маріупольське «Легке» — $25,00 - 1,87 = 23,13 \text{ кг}$;
Маріупольське «Темне» — $21,46 - 1,52 = 19,94 \text{ кг}$.

Маса 1 м^3 діоксиду вуглецю за температури $20 \text{ }^\circ\text{C}$ і тиску $0,1 \text{ МПа}$ становить $1,832 \text{ кг}$.

Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу, для пива:

Маріупольське «Світле» — $22,21 \cdot 1,832 = 40,70 \text{ м}^3$;
Маріупольське «Легке» — $23,13 \cdot 1,832 = 42,37 \text{ м}^3$;
Маріупольське «Темне» — $19,94 \cdot 1,832 = 36,53 \text{ м}^3$.

Кількість діоксиду вуглецю, що виділяється під час головного бродіння, на 1 дал пива, і підлягає утилізації:

Маріупольське «Світле» — $22,21 / 45,45 = 0,489 \text{ кг}$;
Маріупольське «Легке» — $23,13 / 47,16 = 0,490 \text{ кг}$;
Маріупольське «Темне» — $19,94 / 37,86 = 0,527 \text{ кг}$.

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

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Маріупольське «Світле» — $453,68 \cdot 0,02 = 9,07 \text{ дм}^3$;
Маріупольське «Легке» — $471,63 \cdot 0,02 = 9,43 \text{ дм}^3$;
Маріупольське «Темне» — $378,63 \cdot 0,02 = 7,57 \text{ дм}^3$.

Таблиця 4.3 — Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Найменування продукту	Маріупольське «Світле» пиво на			Маріупольське «Легке» пиво на			Маріупольське «Темне» пиво на			Разом
	100 кг зер- нової сировини	1 дал пива	9 млн дал	100 кг зер- нової сиро- вини	1 дал пива	1,8 млн дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	1,2 млн дал	12 млн дал на рік
<i>Зернова сировина, кг:</i>										
світлий солод	95	2,09	18810000	54	1,14	2023200	78	2,06	2472000	23305200
карамельний солод	—	—	—	25	0,53	945000	22	0,58	696000	1641000
Всього, кг	95	2,09	1881000	79	1,67	2968200	100	2,64	3168000	24946200
цукор білий	5	0,11	99000	21	0,44	793800	—	—	—	892800
<i>Хмелепродукти, кг:</i>										
хміль гранульований	0,0174	0,037	333000	0,01142	0,025	45000	0,024	0,06	28080	406080
екстракт хмелевий	—	—	—	—	—	—	0,108	0,03	3370	3370
Молочна кислота 100 %-а, кг	0,08	0,0017	15300	0,08	0,0017	3060	0,08	0,0017	2040	20400
<i>Проміжні продукти, дм³:</i>										
гаряче сусло	516,67	11,37	10233000	539,76	11,33	2040293	433,7	11,28	13531444	25804737
холодне сусло	485,2	10,7	9606960	505,2	10,6	1909656	407,7	10,6	1272024	12788640
фільтроване пиво	463,6	10,2	9179280	482,24	10,13	1822867	388,34	10,1	1211621	12213768
готове пиво	453,86	9,99	8986428	472,11	9,91	1784576	378,68	9,8	1181326	11952129
<i>Відходи:</i>										
пивна дробина, кг	163,51	3,6	3237498	144,23	3	545189	176,79	4,6	551585	4334242
відстій білковий, кг	1,75	0,035	31500	1,75	0,035	6300	1,75	0,035	4200	42000
надлишкові дріжджі, дм ³	4,54	0,1	89892	4,71	0,1	17804	3,78	0,1	11794	119489
діоксид вуглецю, кг	22,23	0,489	440100	23,33	0,490	88200	20,3	0,527	63240	591540
Виправний брак пива, дм ³	9,07	0,2	179586	9,43	0,2	35645	7,57	0,2	23618	238850

Blank area for technical calculations.

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$G_{\text{плПЕТ}} = N_{\text{гофро}} \cdot 40 / 1000 = 1\,492\,402 \cdot 40 / 1000 = 59\,696 \text{ кг}$,
де 40 — норма витрати плівки ПЕТ для обгортання 1000 гофролотків,
кг.

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

$$9\,840\,000 \cdot 2 \cdot 1,045 = 20\,565\,600 \text{ шт.}$$

Етикетки для пляшкової і кегової продукції. За нормами технологічного проектування витрата етикеток для пляшкової продукції становить 20,9 шт./ дал пива, а для кегової продукції — 0,2 шт./ дал пива. Отже, потрібно етикеток для пляшок і кегів:

для пляшок — $9\,840\,000 \cdot 20,9 = 205\,656\,000$ шт.,

для кегів — $2\,160\,000 \cdot 0,2 = 432\,000$ шт.

Миття пляшок. В середньому луку витрачають із розрахунку 1000...1100 кг на 1 млн пляшок продукції, для даного розрахунку приймаємо 1000 кг луку на 1 млн пляшок. На річний випуск пляшкового пива потрібно луку

$$G = \frac{9\,840\,000 \cdot 1000}{0,5 \cdot 1\,000\,000} = 19\,680 \text{ кг.}$$

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

$$(205\,656\,000 + 432\,000) \cdot 0,275 / 1000 = 56\,674,2 \text{ кг.}$$

Наведеними розрахунками визначена кількість тари та допоміжних матеріалів на рік та на добу, яка представлена в табл. 4.4.

Таблиця 4.4—Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Найменування тари і допоміжних матеріалів	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	добу	рік
Пляшки, шт., в т. ч.:	910 230	307 657 657
оборотні	22 055	7 454 456
нові	71 370	24 122 909
Кеги, шт.:		
оборотні	32	10 800
нові	4	1080
Гофролотки для вкладання пляшок, шт.	4 415	1 492 402
Плівка ПЕТ для обгортання гофролотків, кг	152,3	51 475,7
Кронен-корка на пляшки, шт.	60 845	20 565 600
Етикетки, шт., на:		
пляшки	608 450	205 656 000
на кеги	1 278	432 000
Луку, кг	58,2	19 680
Клей для наклеювання етикеток, кг	168	56 674,2

5 РОЗРАХУНКИ І ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Загальна методика розрахунків

Метою розділу є розрахунки і визначення кількості обладнання, необхідного для реалізації запроєктованого технологічного процесу.

Базою для розрахунків і підбору обладнання є такі дані: виробнича потужність цеху (відділення), прийнята технологічна схема, результати продуктових розрахунків, матеріальні баланси технологічних операцій, потужність серійного обладнання.

Відповідно до прийнятої методики розрахунку обладнання розраховується потрібна кількість ЦКБА, дріжджанок та форфасів.

ЦКБА

Пивзавод потужністю 12 млн. дал. пива на рік. Для розрахунку обладнання приймаємо асортимент продукції, вказаний у табл. 2.1.

Процес бродіння та доброджування ведеться в одному апараті ЦКБА, з урахуванням заповнення, звільнення та санітарної обробки апарату, а також за сортами пива: Маріупольське «Світле» – 15 діб + 1 доба = 16 діб, Маріупольське «Легке» – 15 діб + 1 доба = 16 діб, Маріупольське «Темне» – 16 + 1 = 17 діб.

ЦКБА для Маріупольське «Світле» кількість виготовляемого пива на рік 75 %, тобто 9 млн. дал.

Режим роботи 338 діб на рік, а отже у місяць буде дорівнювати 29,8 діб.
 $338/29,8 = 11,3$ місяці.

ЦКБА беремо з об'ємом 400 м³.

При рівномірній роботі цеху бродіння та доброджування оборотність на протязі року буде дорівнювати : $338/16 \cdot 11,3 = 1,86$ рази.

Кількість охолодженого суслу, яке надходить на бродіння за місяць, якщо на рік дорівнює 9606960 дал.

$$9606960 / 11,3 = 850173,5 \text{ дал.}$$

ЦКБА може заповнюватись лише на 85%, тобто коефіцієнт дорівнює 0,85, а корисний об'єм ЦКБА буде складати:

$$400 \cdot 0,85 = 340 \text{ м}^3$$

Розраховуємо потрібну кількість ЦКБА:

$$\frac{850173,5}{1,86 \cdot 34000} = 13,44 \approx 14 \text{ шт.}$$

Та ще беремо 1 запасний і тоді в нас дорівнює 15 шт.

Далі розраховуємо кількість ЦКБА для Маріупольське «Легке» кількість виготовляемого пива на рік 15 %, тобто 1,8 млн. дал.

Тривалість бродіння та доброджування пива дорівнює 15 діб плюс 1 доба на заповнення, звільнення та дезінфекцію дорівнює 16 діб.

Розраховуємо оборотність на протязі року буде дорівнювати

$$338/16 \cdot 11,3 = 1,86 \text{ раз.}$$

Кількість охолодженого суслу, яке надходить на бродіння за місяць, якщо на рік дорівнює 1909656 дал.

					Розрахунки та підбір обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Для стерилізатора та пропагатора геометричні розрахунки будуть однакові і розраховуються за формулою:

$$V_r = \frac{\pi D^2}{4} (H + h);$$

де H – висота циліндричної частини, м; D – діаметр, м; h – висота конічного днища.

Геометричний об'єм визначаємо за формулою : $V_r = \frac{V_k}{\varphi}$,

де V_k – корисний об'єм, м³; φ - коефіцієнт заповнення апарату, %.

$$\varphi = 85\%, H = 1,4D, h = 0,2D$$

$$V_r = \frac{\pi D^2}{4} * (1.4D + \frac{0.2D}{3}), \text{ м}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_r}{1.15}}$$

$$V_r = 4.5/0.8 = 5.3 \text{ м}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{5.3}{1.15}} = 1.66 \text{ м}$$

Висота : $H = 1,4 \cdot 1,66 = 2,32$ м. циліндричної частини, а висота конічної буде дорівнювати : $h = 0,2 \cdot 1,66 = 0,33$ м.

Відділення фільтрації

Фільтрація здійснюється протягом 21 доби на місяць або 239 діб на рік в дві зміни по 12 годин.

$$\frac{9179280 + 18228667 + 1211621}{239 \cdot 2 \cdot 12} = 49,9 \text{ м}^3$$

$$49,9 / 21 = 2,4 \approx 3 \text{ шт насосів.}$$

Фільтр діатомітовий марки FKSV-2, його продуктивність 150 м³/год.

Розраховуємо кількість форфасів для зберігання готового пива.

Форфаси беремо з об'ємом 100м³.

Для Маріупольське «Світле»: $9000000/239 = 37657$ дал/добу

$$376,6/100 = 3,8 = 4 \text{ шт. і ще 1 запасний} = 5 \text{ шт.}$$

Для Маріупольське «Легке»: $1800000/239 = 7531,4$ дал/добу

$$75,3/100 = 0,75 = 1 \text{ шт.} + 1 \text{ шт.} = 2 \text{ шт.}$$

Для Маріупольське «Темне»: $1200000/239 = 5021$ дал/добу

$$50,2/100 = 0,5 = 1 \text{ шт.} + 1 \text{ шт.} = 2 \text{ шт.}$$

Сума усіх форфасів буде дорівнювати $5+2+2=9$ шт.

					<i>Розрахунки та підбір обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Таблиця 5.1 – Характеристика технологічного та допоміжного обладнання

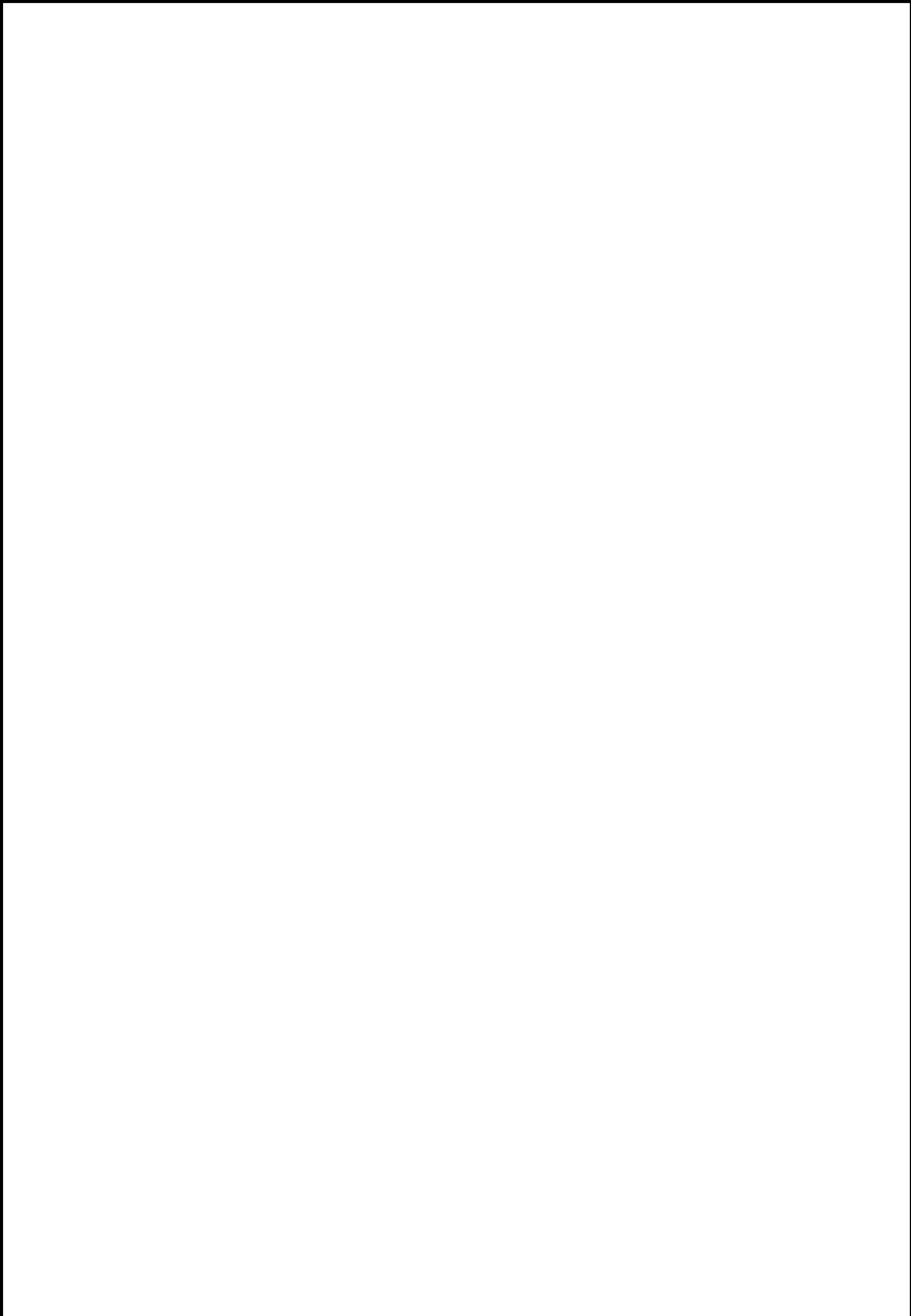
№ з/п	Номер позиції на апаратурно-технологічній схемі	Назва, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітка (завод-виробник)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	Пропагатор (як одна зі складових АЧК)	2	Місткість, дал: корисна – 45; повна – 53; діаметр – 1,66 м, висота – 2,65 м.			Alfalaval, Швеція
2	5	Збірник дріжджів	12	Місткість, дал: корисна – 1500; герметична – 1000; висота – 4,160 м; діаметр – 2,140 м; максимальний тиск – 3,0 bar.			Alfalaval, Швеція
3	8	ЦКБА	22	Об'єм: повний – 4000 дал; робочий – 3400 дал; тиск – 0,4...0,6 бар; температура – - 1,0 ... + 25 °С; температура при митті і дезінфекції не вище 70 °С; тиск в рубашці 1,2 бар; маса – 23550 кг.			Alfalaval, Швеція
4	12	Кізелъгуровий фільтр FKSV-2	3	Продуктивність — 150г/гл; габаритні розміри, м: 2,150×0,630×1; маса — 185 кг.	22	8...12	BilekFiltry, Україна

Продовження табл. 5.1.

5	16	Насос відцентровий СРm 190	4	Обертів на хв – 2900; габаритні розміри, м: 0,360×0,190×0,295; маса – 21,3 кг.	1,72	24	Італійський завод Pedrollo (м. San Bonifacio)
6	12	Фільтр-прес ФП-400/21	1	Розмір рамки, м: 2×2,500×0,040; кількість рамок – 21 шт; площа фільтрування 5,0 м ² ; ширина камери зневоднення 0,022 м; максимальний об'єм камер зневоднення 55 дал; максимальний тиск фільтрування 40 бар; габаритна довжина 1,540 м; довжина станини 1,340 м; маса фільтр-преса 390 кг.			Україна, м. Рівне, вул. Полуботка, 4 /7, ТОВ Фірма «ОСТВА»
7	13	Форфас	9	Об'єм: повний – 1000 дал; робочий – 800 дал; тиск – 0,4...0,6 бар; температура – - 1,0 ... + 25 °С, температура при митті і дезінфекції не вище 70 °С; тиск в рубашці 1,2 бар; маса – 8550 кг.			Alfalaval, Швеція
8	8	Буферний збірник	3	Об'єм: повний – 1500 дал; робочий – 1200 дал; тиск – 0,4...0,6 бар; температура – - 1,0 ... + 25 °С; температура при митті і дезінфекції не вище 70 °С.			Alfalaval, Швеція
9	9	Дозатор кізельгуру	3	Глибина регулювання 1: 1000; напруга живлення 1 х 100-240 В; маса 2 кг.	19	6	Grundfos

Blank area for calculations and equipment selection.

					<i>Розрахунки та підбір обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67



					<i>Розрахунки та підбір обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

БРОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Сировина може зберігатися у тарі (в мішках, ящиках, бідонах, тощо) чи безтарно (у силосах, бункерах, цистернах чи спеціальних установках).

Сировина, що швидко псується, повинна зберігатись в холодильних камерах.

Площа складських приміщень та холодильних камер повинна розраховуватись з урахуванням запасів сировини, тари чи пакувальних матеріалів, складських приміщень для готової продукції – з урахуванням термінів її реалізації. Також враховують норми середнього навантаження на 1 м² площі складів чи холодильних камер, які регламентовані проектною документацією в кожній галузі[5].

Вихідними даними для визначення проці складу є номенклатура, властивості та кількість матеріальних цінностей які необхідно зберігати. Розрахунок площі складу включає такі процедури:

- визначення корисної площі (площі на якій безпосередньо будуть зберігатися вантажі);
- оперативної площі до якої відносять приймально-сортувальні, відпускні, вагові площадки, проходи, проїзди і т.п.;
- конструктивної площі на якій розташовуються перегородки, колони, сходові клітки й т.д.

Площі складських приміщень

Розраховуємо площу приміщення для зберігання кізельгуру.

Активований діатоміт марки DIC/B виробник СЕСА S.A. Франція.

Термін придатності 2 роки.

Максимальне завантаження на діатомітовий фільтр 600 кг відфільтровує пива 45000 дал.

За добу фільтрується пиво 51103,6 дал, отже за добу використовується кізельгуру:

$$600/45000 = 0,0133 \text{ кг/дал.}$$

$$0,0133 \cdot 51103,6 = 679,7 \text{ кг/добу}$$

Розраховуємо потрібну кількість кізельгуру на рік:

$$679,7 \cdot 239 = 162443 \text{ кг/рік}$$

Одна партія важить 1800 кг, та має площу 2м², отже

$$162443/1800 = 90, 90 \cdot 2 = 180 \text{ м}^2 + 10\% = 198 \text{ м}^2.$$

					<i>Розрахунки площ виробничих та складських приміщень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Виробництво високоякісної продукції потребує обов'язкового використання на підприємствах відповідних приладів вимірювальної техніки для виробництва і контролю якості продукції.

Технологічний контроль – основний засіб спостереження за таким веденням технологічними процесами пивоварного виробництва, яке б забезпечило поліпшення якості пива та зниження собівартості. Правильно організований постійний контроль за виробництвом пива дає можливість удосконалювати технологію, випускати високоякісну продукцію, яка відповідала б показникам діючих стандартів.

До основних завдань відділів (лабораторій) технічного контролю належать:

1) перевірка та контроль якості сировини (молока, вершків та ін.), матеріалів, які надходять та використовуються у виробленні продукції на відповідність їх чинним стандартам, ТУ, гігієнічним та ветеринарно-санітарним нормам;

2) контроль технологічного процесу виробництва молочної продукції та якості готової продукції на відповідність їх діючим технологічним інструкціям та технічної документації, гігієнічним та ветеринарно-санітарним вимогам;

3) перевірка якості тари, упаковки, правильності маркування;

4) контроль стану контрольно-вимірювальних засобів на підприємстві та організація своєчасного подання їх для державної перевірки;

5) контроль санітарно-гігієнічних вимог виробництва, якості вимог та строків зберігання сировини, матеріалів, готової продукції на складах, холодильниках, у холодильних камерах;

6) участь у розробленні та здійсненні заходів із підвищення якості продукції, запобігання та усунення причин випуску неякісних продуктів;

7) контроль режимів і якості миття та дезінфекції обладнання, посуду, інвентарю та ін.

8) видача на основі результатів приймання та лабораторних випробувань висновків про призначення сировини, продукції, напівфабрикатів та їх придатність для подальшого перероблення.

9) складання якісних свідоцтв, сертифікатів та інших документів, які засвідчують якість продукції.

Метою технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва є визначення параметрів процесу та сировини, напівфабрикату, готового продукту, а також мікробіологічних показників та порівняння їх з нормативними значеннями.

Точність результатів досліджень залежить від правильності відбирання середньої проби, точності виконання аналізу та кваліфікації виконавця аналізу.

Схеми, у яких наведено алгоритм проведення технохімічного (табл. 7.1.) та мікробіологічного (табл. 7.2.) контролю, наведені нижче [21].

					Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Таблиця 7.1– Схема технохімічного контролю у відділі ферментації

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
Гаряче сусло	Суслотварильна лінія	pH сусла	pH-метром	5,4 – 5,6	1 раз у 10 днів	Хімік
		Оцукрювання	Проба на йод	Відсутність темного забарвлення		
		Колір, см ³ 0,1 моль/ дм ³ р-ну I ₂ на 100см ³ води	Порівняння з розчином йоду	Світле 0,36-0,63 Темне /9-10		
Фільтроване пиво	Форфасне відділення	pH	pH-метром	4,2 – 4,4	Кожен форфас	Хімік
		Вміст алкоголю,% об.	Ареометричний	Світле не менше 4,5 Темне не менше 5,0	Кожен форфас	
		Масова частка сухих речовин в початковому суслі,%	При використанні занурювального рефрактометра	Світле 11 Напівтемне 12 Темне 14	Кожен форфас	
		Вміст діацетилу, мг/дм ³		менше 0,15	При зміні режимів бродіння	
		Колір, см ³ 0,1 моль/ дм ³ р-ну I ₂ на 100см ³ води	Візуально з допомогою води і йоду	Світле менше 0,7 Темне більше 8	Кожен форфас	
		CO ₂ , %мас.	Вимірювання тиску за допомогою АУГ	0,46 – 0,48 0,52 – 0,54	Кожен форфас	
		-кегове пиво -пляшкове пиво				

Таблиця 7.2– Схема мікробіологічного контролю у відділі ферментації

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник	Методи контролю	Норма або технологічні	Періодичність відбору	Відповідальний за проведення
Суло охоложене	Збірник сула	Кількість бактерій	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	Кожного тижня	Мікробіолог
		Кислотоутворюючі бактерії		Відсутні		
		Дріжджі		Відсутні		
Чиста культура дріжджів	Чиста культура з апаратів ЧКД	Відсоток мертвих клітин	Мікроскопіювання	Не більше 3 %	Під час розведення ЧКД	
		Наявність бактерій		Не дозволяється		
		Наявність диких дріжджів		Відсутні		
		Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	Те саме	
		Наявність бактерій		Не більше 1 %		
		Вміст глікогену		70...75 %		
				Наявність диких дріжджів	Мікроскопія або висів на селективні поживні середовища	
		Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	Щодобово	
Готове пиво	ЦКБА	Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації	відсутні	Вибірково, але не рідше 1 разу на 1 добу	Мікробіолог

Під метрологічним забезпеченням (МЗ) розуміється встановлення і застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення єдності і необхідної точності вимірювань.

Основною тенденцією в розвитку МЗ є перехід від існуючої раніше порівняно вузької задачі забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань

до принципово нової завдання забезпечення якості вимірювань. Якість вимірювань характеризує сукупність властивостей СІ, що забезпечують отримання у встановлений термін результатів вимірювань з необхідними точністю (розміром допустимих похибок), достовірністю, правильністю, сходимістю і відтворюваністю.

Поняття "метрологічне забезпечення" застосовується, як правило, по відношенню до вимірювань в цілому. У той же час допускають використання терміну "метрологічне забезпечення технологічного процесу (виробництва, організації)", маючи на увазі при цьому МЗ вимірювань (випробувань або контролю) в даному процесі, виробництві, організації.

Так, на стадії розробки продукції для досягнення високої якості виробу проводиться вибір параметрів, що контролюються, норм точності, допусків, засобів вимірювань, контролю та випробувань. Так само здійснюється метрологічна експертиза конструкторської та технологічної документації.

При розробці МЗ необхідно використовувати системний підхід, суть якого полягає в розгляді зазначеного забезпечення як сукупності взаємопов'язаних процесів, об'єднаних однією метою досягненням необхідної якості вимірювань.

Таблиця 7.3–Метрологічне забезпечення технологічного процесу

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

8 ПРОМИСЛОВА САНІТАРІЯ

Санітарні правила визначають санітарні вимоги до території, приміщень та обладнання, приймання, зберігання та обробки сировини, до виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв, а також до умов праці і особистої гігієни персоналу.

Підприємства, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої, повинні забезпечувати випуск харчових продуктів відповідно до вимог Закону України "Про безпечність та якість харчових продуктів" (771/97-ВР).

Санітарні вимоги та норми згідно Державних санітарних норм і правил для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої визначають наступне.

Санітарно-гігієнічні вимоги до виробничих та допоміжних приміщень

Приміщення та ділянки, які мають надлишок явного тепла або значні виділення шкідливих газів та пилу розміщуються у зовнішніх стін будівель. Інше планування допускається в разі забезпечення постійного притоку зовнішнього повітря та вентиляції. При цьому бажано розташовувати такі приміщення або в одноповерхових будівлях, або на верхніх поверхах. При об'єднанні в одній будівлі виробництв або виробничих ділянок з різними санітарно-гігієнічними характеристиками необхідно дотримуватись їх просторової ізоляції.

Розташування виробничих приміщень з постійними робочими місцями у підвальних або цокольних поверхах з недостатньою кількістю природного освітлення допускається, якщо це обумовлено технологією виробництва. Проектування будівель з недостатнім природним освітленням допускається при потребі технології, однак за умови, що персонал не буде там знаходитись більше ніж 50% свого робочого часу; санітарно-побутові приміщення робітників та службовців проектується з урахуванням групи, до якої належать виробничі процеси. Всі виробничі процеси поділяються на 4 групи і для кожної з них встановлюється перелік санітарно-побутових приміщень [8].

Санітарно-гігієнічні вимоги до тари

Уся споживча тара (скляні пляшки та банки, пляшки марки ПЕТ, пакети, металеві банки та металеві бочки (кеги), автоцистерни та інша тара, що надходить на підприємство, обов'язково повинні бути перевірені і прийняті відповідно до вимог, установлених чинними нормативними документами.

Можливі шляхи інфекції, періодичність і правила миття обладнання та приміщень

Навіть за умови відповідності всім санітарним нормам існують шляхи інфікування продукції. Задля уникнення інфікування створюють спеціальні процедури контролю.

					<i>Промислова санітарія</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

У контролі мікробіологічних небезпечних чинників, визначають процедури щодо:

1) уникнення перехресного забруднення продуктів шляхом встановлення оптимального способу переміщення продуктів від операції до операції та обмеження участі та пересування робітників;

2) встановлення рукомийників та пунктів дезінфекції біля виробничої зони для полегшення належного миття рук;

3) забезпечення відповідного технічного обслуговування обладнання, його чистки та дезінфекції.

Загалом на безпечність харчових продуктів можуть вплинути біологічні, фізичні та хімічні чинники, незалежно від того, чи вони виникли природнім шляхом з причин, пов'язаних із довкіллям, чи через порушення процесу виробництва [8].

Програми очищення та дезінфікування повинні забезпечувати належне очищення всіх частин підприємства, та включали очищення очищувального обладнання.

Програми очищення та дезінфікування слід піддавати постійному та ефективному моніторингу на предмет їх придатності та ефективності, та, коли необхідно, документувати.

Якщо програми очищення існують у письмовій формі, в них слід зазначати:

- зону, одиниці обладнання та інвентар, що повинні очищуватись;
- відповідальність за конкретні завдання;
- метод та частоту очищення; та
- заходи з моніторингу.

Коли прийнятно, програми слід складати з урахуванням консультацій з відповідними кваліфікованими фахівцями.

Основні способи дезінфекції та дезінсекції, характеристика миючих і дезінфікуючих засобів

Миючі й дезінфікуючі засоби, використовувані для миття й дезінфекції, повинні бути безпечними й відповідати умовам застосування. Виконання цієї вимоги можна забезпечити будь-яким ефективним способом, включаючи придбання цих речовин під гарантію або сертифікат постачальника, або шляхом перевірки цих речовин на забруднення.

На переробному підприємстві можна застосовувати й зберігати тільки такі токсичні матеріали:

- необхідні для догляду за чистотою й санітарним станом;
- необхідні для проведення лабораторних випробувань;
- необхідні для догляду за обладнання і для роботи;
- необхідні для функціонування підприємства.

Токсичні миючі й дезінфікуючі речовини й пестициди повинні бути позначені (марковані) й зберігатися так, щоб продукти, поверхні, що контактують із продуктами, й пакувальні матеріали були захищені від забруднення. Варто виконувати всі відповідні правила й норми по їхньому

					<i>Промислова санітарія</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

застосуванню, використанню або зберіганню, видані виробниками цих засобів та державними органами [8].

На підприємствах, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої, де для миття і дезінфекції обладнання впроваджені системи СІР, дезінфекція приміщень, обладнання, комунікацій, апаратури проводиться згідно з рекомендаціями виробника на кожній ділянці виробництва. Зовнішня очистка, миття та дезінфекція зовнішніх поверхонь обладнання, комунікацій, приміщень проводиться не рідше одного разу на місяць або залежно від мікробіологічних показників згідно з графіком, затвердженим керівником на кожну виробничу ділянку.

Усі дезінфекційні засоби, що використовуються на підприємствах, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої, повинні бути зареєстровані відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 3 липня 2006 року N 908 (908-2006-п) "Про затвердження Порядку державної реєстрації (перереєстрації) дезінфекційних засобів". Дезінфекційні засоби повинні використовуватись за призначенням і відповідно до режиму використання.

Забезпечення проведення санітарних обробок

СІП-мийка або СІР-станція (Cleanning in Place — безрозбірне миття) — обладнання модульного типу, що виконується з корозійностійкої нержавіючої сталі, яке виконує завдання підготовки, нагріву і циркуляції миючих розчинів всередині технологічного обладнання і трубопроводів, без необхідності їх розбору, з метою автоматизованого видалення забруднень [8].

СІП-мийка –обов'язкова складова сучасного харчового підприємства, яка є найважливішою ланкою в забезпеченні чистоти і якості готового продукту.

Основні параметри, що характеризують чистоту технологічного обладнання:

Фізична чистота –ступінь фізичного видалення з поверхні видимих оком людини забруднень;

Хімічна чистота –характеризується наявністю органічних і неорганічних забруднень, які призводять до появи стороннього запаху і смаку продукту;

Бактеріологічна чистота – знищення патогенної і іншої мікрофлори за допомогою дезінфектантів;

Стерильність – руйнування будь-яких видів мікроорганізмів стерилізацією.

Стерилізація СІР (Sterilization-in-Place) –заключний етап очищення обладнання, що має контакт з продуктом, перед його упаковкою.

На виробництвах частіше використовуються СІП-станції двох видів, за принципом використання води та розчинів:

— коли миючі розчини і промивна вода використовуються багаторазово;

— коли для кожної процедури мийки використовується новий розчин.

За системою управління (ручні, напівавтоматичні, автоматичні).

					<i>Промислова санітарія</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Рівень автоматизації, який використовується для процесів: підтримки концентрації, температури, потоку. Сучасні станції комплектуються шафою керування на базі контролерів Siemens, Omron або інших, що забезпечують автоматичний режим роботи. Програма керування забезпечує підготовку миючих розчинів, подачу їх на об'єкт мийки та повернення, підтримку концентрації, температури і часу мийки відповідно до заданих параметрів в автоматичному режимі. Система управління дозволяє гнучко і швидко робити наладку і переналагодження маршрутів і технологічних режимів мийки. Модульність системи дозволяє нарощувати або виключати обладнання, в залежності від потреб виробництва.

Станції нейтралізації.

Використання додаткової ємності для нейтралізації лужних і кислотних розчинів перед їх зливом в каналізаційну систему. Застосовується, коли стоїть питання охорони навколишнього середовища.

В процесі дезінфекції за допомогою хімічної дії, при стерилізації за допомогою термічної дії повинна бути досягнута стерильність поверхні. Для миття обладнання частіше за все використовують такі миючі засоби як каустична сода, гіпохлорид натрію, азотна кислота та різні дезінфектанти.

Розрізняють наступні види забруднень:

- розчинні речовини, які видаляються у процесі миття;
- речовини, схильні до емульгування, але не розчинні, ці речовини слід емульгувати;
- не емульговані і не розчинні речовини, які повинні бути з емульговані після змочування.

Миючі засоби повинні відповідати таким вимогам:

- добре розчиняється у воді;
- добра миюча здатність;
- ефективність дії при низьких температурах;
- добра утримуюча здатність по відношенню до забруднень;
- відсутність піноутворення;
- добра змивна здатність і нездатність до утворення відкладень;
- відсутність корозійної активності;
- не висока вартість;
- невелике навантаження на стічні води.

Контроль якості санітарної обробки обладнання

Після дезінфекції все обладнання, апаратуру слід ретельно промити водою до повного видалення дезінфекційного розчину.

Після кожної дезінфекції відбирати для мікробіологічного контролю останні порції промивних вод. Для дезінфекції застосовувати дезінфекційні засоби з урахуванням антикорозійної стійкості оброблюваних матеріалів.

Для дезінфекції устаткування у виробництві пива дезінфекційний розчин готувати в спеціальній ємності, витримувати за всіма комунікаціями згідно з інструкцією з використання дезінфектанту [8].

					<i>Промислова санітарія</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Загальну дезінфекцію технологічного обладнання і трубопроводів при виробництві безалкогольних напоїв робити не рідше одного разу на місяць. Для цього ємності заповнювати дезінфекційним розчином, пропускати його через всі трубопроводи, дозувальні, розливні машини і витримувати в них до двох годин.

Після спуску дезінфекційного розчину всю мережу промити холодною водою до видалення дезінфектанту.

Після дезінфекції всі комунікації промивати гарячою водою (80...85 °С) і обполіскувати холодною водою.

Час миття та дезінфекції технологічного обладнання повинен фіксуватись у відповідних журналах.

					<i>Промислова санітарія</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА

Енергетичний розрахунок проводять з метою отримання реальних фактичних показників потреби в холодоагенту, парі, стисненому повітрі, діоксиді вуглецю, електроенергії і дані числа є складовою часткою собівартості готової продукції.

9.1 Водопостачання та водовідведення

Розрахунок витрат льодяної води на охолодження сусла в АЧК до температури розведення біомаси.

Для розрахунку прийемо, що кількість розведень дріжджів у рік становить 6 циклів в 3-х апаратах. Загальна маса сусла за відомих об'ємів АЧК і циклів роботи, становить у рік – АЧК 1 – 7541,5кг; АЧК 2 – 12569,16 кг; АЧК 3 – 15083 кг. Коефіцієнт заповнення апаратів – 0,8.

Кількість відведеного тепла згідно формули, становить :

$$\text{АЧК 1: } Q = 7541,5 \cdot 3,861 \cdot (102 - 14) = 2562360,372 \text{ кДж};$$

Так само знаходимо кількість відведеного тепла в АЧК 2,3 – 4270598,355 і 4717072,503 кДж відповідно, що відповідає сумарному числу з 3-х апаратів – 11550031,23 кДж в рік при 6 циклах.

Необхідна кількість льодяної води, м³

$$V = \frac{11550031,23}{4,187 \cdot 1 \cdot (50 - 3)} = 58,63 \text{ м}^3 \text{ в рік.}$$

де 4,187 – питома теплоємність води, кДж/(кг·К); 1 – питома густина води, кг/дм³.

9.2 Розрахунки витрат пари

Розрахунок витрат пари на додаткову стерилізацію сусла в АЧК 1,2.

Необхідну кількість тепла розраховують як при визначенні кількості холодоносія.

Параметри насиченої пари за температури = 110°C : питома густина – 0,8254 кг/м³, питома ентальпія насиченої пари – 2696 кДж/кг, конденсату – 461,3 кДж/кг.

Отже, кількість тепла, яку необхідно підвести для підігріву сусла до 103 °С становлять:

$$Q_{\text{АЧК 1}} = 7541,5 \cdot 3,861 \cdot (103 - 95) = 203824,121 \text{ кДж в рік.}$$

$$Q_{\text{АЧК 2}} = 12569,16 \cdot 3,861 \cdot (103 - 95) = 339706,7 \text{ кДж в рік.}$$

Сумарна кількість – 543530,821 кДж.

Витрати пари для надання такої кількості тепла знаходять за формулою:

$$L = \frac{Q}{I_{\text{п}} - I_{\text{к}}}, \text{ кг,}$$

де: $I_{\text{п}}$ – питома ентальпія пари при заданій температурі, кДж/кг; $I_{\text{к}}$ – питома ентальпія конденсату, кДж/кг.

					Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

543530,821

$L = \frac{543530,821}{2696 - 461,3} \approx 244$ кг пари на рік.

9.3 Розрахунки витрат холоду

Необхідні формули для розрахунку витрат холодоносія:

Для охолодження сусла до початкової температури бродіння (а у випадку охолодження середовища ЧК – температури розведення), кількість тепла, яку необхідно відвести :

$$Q = G \cdot C_c \cdot (t_{c.п.} - t_{c.к.}), \text{ кДж},$$

де G – маса сусла, кг; C_c – питома теплоємність сусла, кДж/кг·К; $t_{c.п.}$, $t_{c.к.}$ – температура сусла (початкова і кінцева), °С.

Кількість холодоносія, вимірювана у літрах (в рік):

$$V = \frac{Q}{C_x \cdot d_x \cdot (t_{x.к.} - t_{x.п.})} \text{ дм}^3,$$

де C_x – питома теплоємність холодоносія, кДж/(кг·К); d_x – густина холодоносія, кг/л (або кг/м³); $t_{x.п.}$, $t_{x.к.}$ – температура холодоносія, °С.

Середня концентрація сусла, згідно трьох сортів пива – 14,667 %, густина – 1,04743 відповідно. Середня теплоємність сусла – 3,861 кДж/(кг·К).

Маса сусла (загальна) для всіх трьох сортів пива – 22723133 кг.

Кількість тепла, яку необхідно відвести, до початкової температури бродіння – 37861443070 кДж, а витрати льодяної води становитимуть – 1507103,06 м³.

Кількість тепла, яку необхідно відвести при головному бродінні (в рік):

$$Q = G_{x.c.} \cdot d_c \cdot C_{c.p.} \cdot q \cdot \% \text{ зброженого екстракту (дійсний)},$$

де $G_{x.c.}$ – маса холодного сусла, кг.; d_c – густина сусла; $C_{c.p.}$ – концентрація початкового сусла; q – кількість тепла, що виділяється при зброджуванні 1 кг.

Тоді, загальна кількість відведеного тепла – 4082110063 кДж, а витрати холодоносія – 339935051,3 дм³.

Як холодоносії використовують етиленгліколь з наступними фізичними параметрами (при мінус 5°С): питома густина – 1,037 кг/дм³, питома теплоємність – 3,86 кДж/(кг·К).

9.4 Розрахунки витрат електроенергії

Розрахунок електроенергії встановлюється згідно витрати електроенергії для підприємства та кількості одиниць обладнання, двигунів, що встановлені в ферментаційному та фільтраційному відділеннях та їх потужностей.

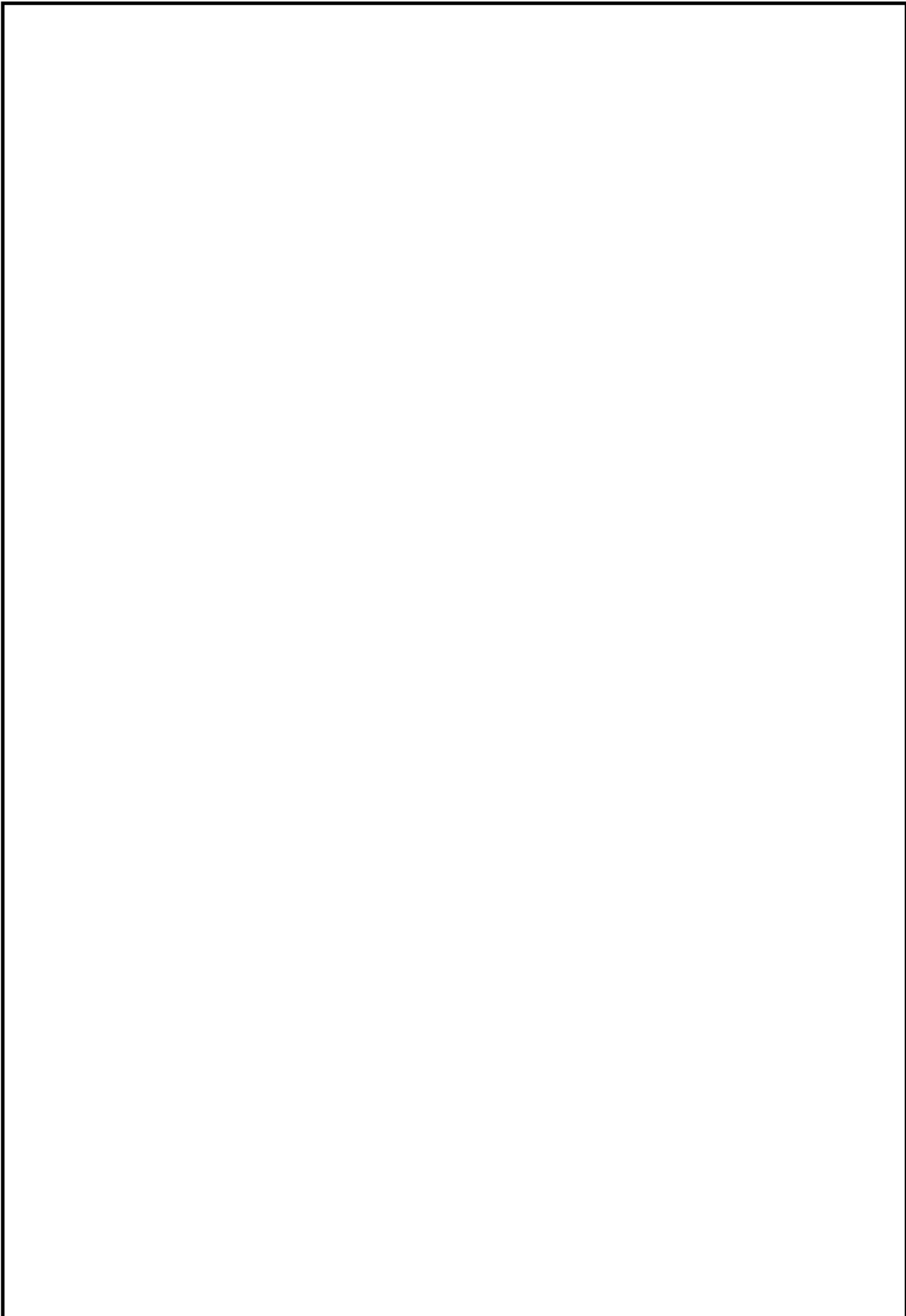
9.5 Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю

Розрахунок кількості стисненого повітря в дріжджових апаратах промивних збірниках і АЧК – розраховують відповідно до вимог погодинної аерації АЧК, витиснення культури з апарату до апарата та витиснення культури в потік холодного сусла.

					Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Таблиця 9.1 — Розрахунки витрат електроенергії

Найменування обладнання	Кількість обладнання, шт.	Паспортна потужність електродвигуна, кВт		Коефіцієнт використання	Кількість одночасно працюючого обладнання, шт.	Кількість годин роботи на добу	Витрата електроенергії на добу, кВт·год.
		одного	загальна				
1.Кісельгуровий фільтр	3	22	66	0,8	2	8	352
2. Насос відцентровий	4	1,72	6,88	0,8	2	12	41,28
3.Дозатор кісельгуру	2	19	38	0,8	2	6	228
Разом	9		110,88				621,28



					<i>Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

В кваліфікаційній роботі передбачено наступні заходи щодо енерго- та ресурсозбереження:

Повторне використання гарячої води з температурою 82 °С після охолодження сусла на технологічні потреби пивоварного виробництва

При охолодженні сусла з температури кип'ятіння до температури бродіння використовується холодна вода та етиленгліколь. Тепла вода, що йде на охолодження може бути використана повторно для затирання, що зменшить витрати води на варниці, що суттєво вплине на витрату ресурсів, адже варниця бере води більше за всі інші цеха.

Крім того, на підігрів води витрачається багато теплової енергії, тому таке використання води збереже не тільки ресурси, а й енергію.

Використання відпрацьованих дріжджів

Зазвичай відпрацьовані дріжджі, як непотрібні відходи, утилізують у стоки, але вони внаслідок високого вмісту в них повноцінних, добре засвоюваних білків, біологічно активних речовин — вітамінів, ферментів, гормонів і мікроелементів, застосовуються як корм для домашніх тварин і птахів. Тому з точки зору ресурсозбереження можуть вивозитися на кормові заводи для худоби.

Добавка кормових дріжджів до рослинних кормів, багатим вуглеводами, значно покращує їх якість і підвищує біологічну цінність. Білкові кормові дріжджі по поживності і засвоюваності не поступаються кормів тваринного походження. У дріжджах міститься 46...55 % білка, який у свою чергу містить всі життєво необхідні амінокислоти.

Вторинне використання вуглекислого газу, що виділяється під час бродіння

Під час головного бродіння та доброджування виділяється велика кількість CO₂, який через газовивідні трубопроводи скидається у атмосферу.

Вуглецевий слід від пивоварних заводів погіршує екологічний стан України.

Так як вуглекислий газ використовується для піддавлення ЦКТ та заповнення ємностей, було прийнято рішення, що CO₂, що виділяється при бродінні, буде збиратись у спеціальні ємності та повторно використовуватись.

					Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

В основу планування заводу покладена схема технологічного процесу. Враховані санітарні особливості окремих об'єктів і наявність протипожежних заходів.

Основними параметрами, що забезпечують уніфікацію проектних рішень і типізацію конструктивних елементів будівлі, є прогін, крок колон і висота будівлі (поверху).

Для відділення ферментації приймаємо:

прогін 6 м;
крок колон 6 м;
висота поверху 4,8 м;
кількість поверхів 1;
висота будівлі 4,9 м.

Для відділення фільтрації приймаємо:

прогін 6 м;
крок колон 6 м;
сітка колон 6×6 м;
висота поверху 4,8 м;
кількість поверхів 1;
висота будівлі 4,9 м.

Відмітку підлоги першого поверху приймаємо за ± 0.000 (нульова відмітка).

Використовуємо залізобетонні колони перерізом 500×500 мм.

Конструктивні рішення

Приймаємо колонний залізобетонний *фундамент*. У роботі застосовуємо типові стовпчасті фундаменти висотою 1,5 м, які складаються з плит і підколонників стаканного типу. Верх підколонника встановлюємо на 150 мм нижче позначки чистої підлоги першого поверху будівлі[27].

Для колон, які мають в перерізі розміри 500×500 мм, застосовуємо підколонники 900×900 мм.

Глибина входження колони в підколонник 1000 мм. Ширину отвору стакана поверху приймаємо на 150 мм більшою від сторони колони і на 100 мм більшою від низу заглиблення колони. Товщина стінок підколонника 200 мм. На стовпчасті фундаменти опираються фундаментні балки, які приймають навантаження від цегляних стін і зв'язують їх між собою.

Колони – основний несучий елемент каркасних будівель. їх виготовляють із залізобетону. Обираємо збірні залізобетонні колони суцільного квадратного перерізу 500×500 мм.

Виступи (консолі) на колонах призначені для встановлення на них ригелів. Для багатоповерхових будівель обираємо уніфіковані колони 2–х поверхової нарізки та збільшуємо довжину колон стикуючи відрізки зі зварюванням закладних деталей і замонолічуванням бетоном[27].

					Будівельна частина	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По верху фундаментів вкладають шар цементно-піщаного розчину товщиною 100 мм. Бази колон кріпляться до фундаментів анкерними болтами. Щоб запобігти корозії стакана і колони нижню частину покривають шаром бетону [27].

Покриття промислових будівель

Покриття складається з основної несучої конструкції балки, несучої частини (плити покриття) і покрівлі. У кваліфікаційній роботі застосовуємо безпрогонну систему покриття, при якій безпосередньо на балки укладаємо ребристі плити покриття[27].

Стіни

Стіни з металевих листів дають можливість зменшити масу стіни порівняно з легкобетоними в 6...10 раз або на 250...300 кг/м² при приблизно тій же вартості. Це досягається використанням облицювання стін тонкими сталевими або алюмінієвими листами та розташуванням між ними ефективного утеплювача, що дає змогу забезпечити в приміщеннях задані параметри мікроклімату. Зовнішні стіни мають зовнішній захисний шар з руберойду, гідроізоляцію, теплоізоляцію з керамзиту, та внутрішню залізобетонну плиту

Теплозахисну основу металевих стін становить ефективний теплоізоляційний матеріал пінополіуретан товщиною 200мм, що розташовується між зовнішньою і внутрішньою обшивками. Особливістю теплозахисних якостей легких металевих стін є їх мала теплова інерція [27].

Освітлення

На підприємстві є як забезпечення природним освітленням за допомогою вікон та пластикових люків на стелях, а також штучним світлом за допомогою люмінесцентних ламп.

Лампи розташовуємо на покриттях виробничих. Світлова активність ліхтарів досягається їх належним розташуванням, формою, розміром, прозорістю світлопропускного матеріалу, конструктивним рішенням. Ліхтарі забезпечують необхідну освітленість приміщення.

Двері і ворота

Двері виробничих цехів влаштовуємо одно і двохпольні. За матеріалом дверні полотна використовуємо металеві зовнішні, дерев'яні внутрішні міжкімнатні і металопластикові міжцехові. Номінальні розміри проїомів прийняті шириною 1; 1,5; 2 м. Висота 1,8; 2; 2,4 м. Їх ширину і розташування визначили з врахуванням забезпечення евакуації людей із приміщень і будинку в цілому, біля зовнішніх дверей влаштовують тамбур глибиною на 0,5 м більше ширини дверного прольоту.

З зовні будинку перед воротами передбачено пандуси з ухилом 1:10.

За конструктивним рішенням ворота розпашні. Полотна розпашних воріт є металевими. Обв'язку виконуємо із метало профілю [27].

					<i>Будівельна частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Підлоги виробничих будівель

Вибір конструкції підлоги визначаємо за її виглядом та інтенсивністю силових і несилових дій, яким вона піддається під час експлуатації, а також специфікою вимог, зумовлених технологічним процесом, що відбуваються в приміщенні.

За технологією здійснення покриття підлоги приймаємо *монолітним* (суцільним).

Вся підлога на фільтраційного відділення вкрита керамічною плиткою, що забезпечує високу механічну міцність, рівну та гладку поверхню, зручність при прибиранні.

У ферментаційному відділення через підвищену вологість приміщення з економічних міркувань обирається наливна підлога.

Комунікації

Відстань між спорудами прийнята максимальна з метою комплексного розміщення доріг і тротуарів. Більшість функціональних груп приміщень знаходяться в одній будівлі. Комунікаціями з іншими слугують коридори між будівлями та наземні дорожні переходи.

Вентиляція

Для підтримання в цеху метеорологічних умов та чистоти повітря, що задовольняють санітарним вимогам встановлена загально-обмінна вентиляція як з природнім, так і з механічним збудженням.

Каналізація

Система каналізації забезпечує транспортування та очищення стічних вод від виробничого, господарсько-побутового та атмосферного характеру.

На заводі каналізаційна система роздільна, для зливних вод і виробничого-господарських вод. Скидання стічних вод здійснюється в міську каналізацію.

					Будівельна частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

В результаті промислової діяльності природа потерпає постійні зміни. Так в Україні суттєво скоротилася площа зелених насаджень; відбувається підкислення ґрунту і води; відходи промисловості, в тому числі різні високотоксичні речовини, забруднюють повітря, водойми, ґрунти; в результаті спалювання великої кількості мінерального палива в біосфері збільшується концентрація вуглекислоти що може призвести до зміни теплового режиму (клімату) поверхні всієї планети. Наслідки всього цього відбиваються на здоров'ї людей. Так, з року в рік збільшується кількість випадків серцево-судинних і ракових захворювань [4].

Раціональне використання землі, лісу, атмосфери і водних ресурсів в Україні передбачено Конституцією. В даний час у сфері охорони навколишнього середовища діє цілий ряд нормативних актів: Закон України «Про охорону навколишньої природного середовища»; Постанова Уряду України «Про затвердження порядку визначення плати і її граничних розмірів за забруднення навколишньої природного середовища» і інші.

Характеристика відходів, стічних вод та викидів [4] наведена в табл. 12.1.

Таблиця 12.1 – Характеристика відходів і викидів виробництва пива та рекомендації щодо їх використання

Найменування відходів та викидів	Агрегатний стан	Кількість відходів		Вміст цінних речовин	Рекомендації щодо використання
		на одиницю продукції	за добу		
Діоксид вуглецю	Газ	3,47 кг	136 т	–	Для отримання рідкої вуглекислоти
Залишкові, некондиційні дріжджі	Емульсія	0,75 дм ³	10 м ³	Не менше 22 %	На корм худобі
Стічні води	Рідина	36 дм ³	455400 м ³	–	Очистка на очисних спорудах
Гліколь	Рідина	100 дм ³	–	–	Повторне використання після обробки у компресорній
Використаний кізельгур	Емульсія	0,4 кг	276 кг	60 %	Утилізація спеціальними службами

В ході технологічного процесу у воду потрапляють різні речовини в розчиненому стані. У стічних водах пивоварного виробництва містяться:

- залишки сусла і пива;

- залишки дріжджів;
- промивна вода;
- стоки, що містять суспензії;
- стічна вода із станцій СІР;
- лужні стоки із станцій СІР;
- кислотні стоки із станцій СІР;
- стічна вода, що містить кізельгур;
- лужні стоки.

Ці речовини збільшують концентрацію речовин в забруднених стічних водах. Якщо помножити дану концентрацію забруднення води на об'єм стічних вод, то дістанемо загальну кількість забруднюючих речовин від стічних вод. Ці забруднювачі в стічних водах потребують сильної очистки, установок і визначають матеріальні затрати у вигляді податку за скид промислових стоків.

Для економії потрібно проводити заходи по зменшенню кількості забруднюючих речовин і збільшенню кількості очисних установок [4].

Для зменшення витрат свіжої води питної якості і стічних вод передбачаються системи повторного використання води — повторне використання гарячої води з температурою 82 °С після охолодження суслу на технологічні потреби пивоварного виробництва;

Для чистки апаратів та їх дезінфекції використовується каустична сода, яка розчиняється у воді та нагрівається. При цьому в атмосферне повітря викидається луг (натрій гідроксид).

До відходів ферментаційного та фільтраційного відділення відносяться наступні відходи, які своєчасно передаються на утилізацію:

- дріжджі на корм худобі;
- використаний кізельгур – передача на утилізацію.

Надлишкові пивні дріжджі являють собою високоякісний харчовий продукт. Вони є джерелом вітамінів комплексу В, а також Е, Д. На заводі надлишкові дріжджі реалізують в сирому вигляді на корм тваринам.

Працівниками заводу контролюється і ведеться облік по забрудненню атмосферного повітря (викиди CO₂, зерновий пил, викиди в каналізаційні системи, вивезення виробничого і побутового сміття). На викиди і тверді відходи щорічно отримуються ліміти в Державному управлінні по охороні навколишнього середовища і узгоджуються графіки ГДК на рік.

Лужні і кислотні стоки після миття тари і обладнання направляються на нейтралізацію і після доведення до допустимих норм рН 6,5...8,5 (перевіряється хіміком лабораторії), дозволяється скидати в колектор міської каналізації

Ливневі і виробничі стоки також контролюються лабораторією на рН, сухий залишок, сульфати, хлориди, масла і всі показники записуються в спеціальний журнал.

За перевищення лімітів, викидів, скидів додатково сплачується штраф згідно тарифних коефіцієнтів законодавства.

					<i>Екологічна частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

13 ОХОРОНА ПРАЦІ

Збереження життя і здоров'я працівників є найважливішим напрямом державної політики у галузі охорони праці. Проблеми забезпечення безпеки людини набувають особливої гостроти у виробничому середовищі, в якому здійснюється трудова діяльність людини і відбувається формування різних небезпечних і шкідливих факторів.

Сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, що впливають на працездатність і здоров'я працівника, складає умови праці. Для сучасного виробництва характерні швидка зміна технологій, оновлення обладнання, впровадження нових процесів і матеріалів, які недостатньо вивчені з точки зору негативних наслідків їх застосування. Харчова промисловість не є винятком [24].

Пивзаводи характеризуються досить складним технологічним обладнанням і фізико-хімічними процесами, а також шкідливими та небезпечними умовами праці. Застосовуються автоматичні лінії великої потужності, апарати бродіння та доброджування, що працюють під тиском та за низьких температур, енергетичні та холодильні установки тощо.

Ферментаційне та фільтраційне відділення пивзаводу відносяться до категорії Д (приміщення, в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в холодному стані.). Основні небезпеки виробництва пов'язані із застосуванням загальновиробничого обладнання (під'ємно-транспортних машин і механізмів, електроустановок, судів, що працюють під тиском і та ін.), характерним наявністю небезпечних зон. Рівень травматизму і профзахворювань на підприємстві залежить від рівня організації охорони праці та пожежної безпеки, а також стану трудової дисципліни .

Підрозділи виробництва повинні мати сертифіковану систему управління охороною праці та безпеки відповідно до вимог OHSAS 18001 (чи її нова версія ISO 45001).

Фінансування заходів з охорони праці на підприємстві

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

Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем.

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавних, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах.

Для пивоварного підприємства приватної форми власності, відповідно до законодавства використовуючи найману працю, витрати на охорону праці будуть становити 0,5 % від фонду оплати праці за попередній рік. (Частина третя статті 19 в редакції Закону № 3458-VI від 02.06.2011) [24].

					<i>Охорона праці</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Служба охорони праці підприємства

Оскільки на підприємстві буде працювати більше як 50 робітників, створюється служба охорони праці відповідно до типового положення № 255. Чисельність служби охорони праці приймають згідно з «Рекомендацією щодо структури та чисельності служби охорони праці», що є доповненням до типового положення про службу охорони праці, в кількості 1 спеціаліста зі спеціальною освітою з охорони праці, що має практичний досвід у пивоварному виробництві та призначається на посаду заступника директора. Підпорядковується служба охорони праці безпосередньо генеральному директору підприємства.

У системі управління охороною праці підприємства (СУОП), яку здійснює служба охорони праці разом з керівництвом підприємства, основними чинниками є: законодавство України про охорону праці і про працю, міжгалузеві і галузеві нормативні акти про охорону праці і «Положення про службу охорони праці» [24].

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації обладнання варильного відділення

Основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами у проєктованих відділеннях є:

- підвищені концентрації CO₂ у ферментаційному відділенні;
- підвищена температура поверхонь устаткування під час СІР'у ($t = 70 \dots 100$ °С);
- низька температура повітря робочої зони ($t = 0 \dots 15$ °С).

Повітря робочої зони

Мікроклімат, або метрологічні умови виробничих приміщень, визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні, відносною вологістю повітря, рухливістю повітря тощо. Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [24].

Найчастіші причини відхилення параметрів мікроклімату від нормативних — це надходження надлишкового тепла в повітря виробничого приміщення або водяної пари від працюючого обладнання та різних джерел випаровування.

Заходи захисту від тепловипромінювань можна поділити на чотири групи:

- усунення джерела тепла;
- захищення від тепловипромінювання;
- полегшення тепловіддачі від тіла людини в оточуюче середовище;
- індивідуальний захист від теплового впливу.

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Таблиця 13.1 – Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

№	Посада	Категорія робіт за важкістю	Температура, °С на робочих місцях				Віднос-на воло-гість	Швидкість руху повітря, м/с
			Верхня границя		Нижня границя			
			постій-них	непос-тійних	постій-них	непос-тійних		
1.	Оператор	Легка 1б	Холодна пора року				75	0,1
			21	23	15	13		
			Тепла пора року					
			27	29	20	21		
2.	Черговий наладчик	Легка 1б	Холодна пора року				75	0,1
			21	23	15	13		
			Тепла пора року					
			27	29	20	21		

Загазованість

У ферментаційному відділенні виділяється у повітря шкідливий у великих концентраціях для людини CO₂. Діоксид вуглецю, оксид карбону (IV), вуглекислий газ, CO₂ — тривка хімічна сполука, поширена в природних газах, що містять його в кількості від декількох відсотків до практично чистого вуглекислого газу. Безбарвний, має кислуватий смак і запах. Є кінцевим продуктом окиснення вуглецю, не горить, не підтримує горіння і дихання. Токсична дія вуглекислого газу виявляється при його вмісті в повітрі 3...4 % і полягає в подразненні дихальних шляхів, запамороченні, головному болю, шумі у вухах, психічному збудженні, непритомному стані.

Гранично допустима концентрація (ГДК) CO₂ в житлових приміщеннях різного призначення встановлена в межах 0,07...0,1 %, у виробничих приміщеннях, де CO₂ накопичується від технологічного процесу, до 1...1,5 %.

Оператори слідкують за концентрацією CO₂ та можливими викидами його у цех[24].

Запиленість

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» запиленість повітря не нормується для ферментаційного та фільтраційного відділень, так як відсутнє обладнання для подрібнення і утворення пилу.

Шум

Шум створюють насоси та приводи перемішуючих пристроїв. Норми шуму на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

					<i>Охорона праці</i>				Арк.
									90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Засоби захисту від шуму:

- використання засобів індивідуального захисту;
- дистанційне управління, що виключає передачу шуму на робочі місця;
- приміщення в якому розміщене обладнання з підвищеним шумом, повинні бути ізольовані і обладнаними засобами для шумоізоляції.

Таблиця 13.2 – Допустимі рівні шуму

Посада	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку еквівалентні дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор	103	99	92	86	83	80	78	76	74	80
Слюсар-ремонтник	103	99	92	86	83	80	78	76	74	80

Вібрація

Вібрацію створюють механічні коливання машин, механізмів та їх елементів. Як засоби індивідуального захисту використовують антивібраційні рукавиці, взуття. Вібрація на робочих місцях не повинна перевищувати граничні допустимі рівні, що їх наведено у ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації», згідно з якими нормуються показники:

- віброшвидкість, м/с;
- віброприскорення, м/с²;
- інтенсивність, дБ.

Заходи щодо зниження дії вібрації на працюючих:

- зниження вібрації в джерелі її утворення конструктивними або технологічними мірами;
- зменшення вібрації на шляху її розповсюдження засобами віброізоляції і вібропоглинання;
- дистанційне управління, що виключає передачу вібрації на робочі місця;
- використання засобів індивідуального захисту.

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

Виходячи з нормативних даних для виробництва пива, де працює в одну зміну шість осіб, передбачаємо: окремі чоловічі та жіночі гардеробні з індивідуальними шафами (на два відділення кожна) з числом шаф: 10 — для жінок і 30 для чоловіків (виходячи з двозмінної роботи цеху).

До гардеробних примикають душові з двома душовими відділеннями кожна. У гардеробних встановлені по одному умивальнику. При цеху розміщена сушарка для робочого одягу.

					<i>Охорона праці</i>					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						91

Заходи з електробезпеки

Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму застосовують засоби та способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами техніки безпеки електроустановок споживачів».

Засоби електрозахисту:

- живлення системи автоматизації, світильників підсвічування шкал приладів контролю і керування апаратами й оглядових світильників на апаратах малою напругою (до 12 В);
- застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;
- усі інші механізми, що живляться змінною напругою 220/380 В обладнуються заземленням і аварійним відімкненням;
- електричне освітлення здійснюється струмом напругою 127/220 В за обов'язкового встановлення світильників загального освітлення на висоті не нижче 5 м;
- всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);
- приміщення цеху обладнується знаками безпеки;
- ремонт та профілактика машини здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

Заходи з пожежної безпеки

Розглянемо заходи пожежної безпеки для проєктованих відділень:

- відповідно до ДБН В.1.1-7-2002 ступінь вогнестійкості будівлі для промислових будівель основних цехів не повинен бути нижчим від другого;
- для кожної галузі харчової та переробної промисловості існує узгоджений з Державним пожежним наглядом МВС України перелік споруд і приміщень, що підлягають обладнанню автоматичними засобами пожежогасіння та автоматичною пожежною сигналізацією.

У цехах наявна автоматична сигналізація та автоматичне пожежогасіння.

Усі виробничі приміщення забезпечені первинними засобами пожежогасіння. До них належать: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

У разі пожежі або інших нестандартних ситуацій у цеху передбачено два шляхи евакуації людей.

					Охорона праці	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

При виконанні роботи на підставі закордонного та вітчизняного досвіду з технології пива та обладнання для його виробництва розроблені технологічні рішення для заводу потужністю 12 млн дал пива на рік.

Було обрано:

- асортимент проекрованої продукції: 75 % від обсягу всієї продукції — світле пиво Маріупольське «М'яке», 15 % — напівтемне Маріупольське «Легке», 10 % — темне Маріупольське «Темне»;

- з метою економії виробничих площ та холодоагентів, що підуть на охолодження, та підвищення ефективності охолодження сусла для охолодження сусла обирається двосекційний пластинчастий теплообмінник з секціями охолодження водою та гліколем;

- обирається аерація киснем за допомогою аератора, так як це є найбільш зручним, ефективним, швидким способом та підходить для впровадження на підприємства різних розмірів. Для інтенсифікації процесу бродіння та скорочення тривалості стадії головного бродіння запропоновано збільшення аерації сусла;

- для зброджування пива обираються дріжджі *S. carlsbergensis* раси 11 та 34-N, бо вони є найкращими та найбільш використовуваними дріжджами у виробництві пива, тому що вони швидко осідають після бродіння і тому легко виводяться з нього, мають високу здатність до освітлення пива;

- передбачена установка для розведення ЧКД у виробничих умовах у колбі Карслберга та дріжджанці;

- більш сучасним та раціональним є спосіб бродіння та доброджування пива в ЦКБА, бо має такі переваги: скорочується металоємність обладнання, скорочується тривалість виробничого циклу майже в два рази, поліпшуються умови праці і обслуговування та інше;

- для фільтрування обирається кізельгуровий фільтр, що передбачає повну відсутність гідравлічних ударів при фільтруванні. Концепція кізельгурових фільтрів передбачає також використання буферного танка до і після фільтра, що запобігає гідравлічним ударами при фільтруванні, завдяки чому частинки кізельгура не проскакують крізь фільтрувальну перегородку, що робить пиво більш прозорим.

Виконані відповідні продуктові розрахунки, розроблена схема технохімічного та мікробіологічного контролю на ділянці зброджування та фільтрування сусла, розраховано обладнання, що буде використовуватись на підприємстві, та площі складських приміщень.

					Загальні висновки	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баланов П.Е., Смотряева И.В. Технология солода. Санкт-Петербург : НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с.
2. Василенко С.М., Бессараб О.С., Шутюк В.В. Теплообмінні апарати. Основи розрахунку та вибору. Цикл лекцій з дисципліни «Процеси та обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості» для студ. спец. 6.090200 «Обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості» денної форми навчання. Київ : УДУХТ, 2001. 24 с.
3. ДГН 6.6.1.1-130-2006 Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Затверджені МОЗ України 03.05.2006 № 256 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 17.07.2006 за № 845/12719.
4. Дзядикевич Ю.В. Економічні основи ресурсозбереження: навчальний посібник. Тернопіль: Вектор, 2015. 76с.
5. Дипломне проектування: методичні вказівки до виконання і захисту дипломного проекту студентами денної та заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробства» напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» /уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, В.О. Маринченко та ін. Київ.: НУХТ, 2010. 53 с.
6. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива : підручник. К.: ІНК ОС, 2004. 426 с.
7. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вода питна. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010–12–05]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Державні санітарні правила і норми).
8. ДСанПіН 4.4.4.-152-2008 Про затвердження Державних санітарних норм і правил для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої. Затверд. наказом МОЗ України 11.12.2007 № 811. 28с. (Державні санітарні правила і норми).
9. ДСТУ 3888–15 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 14 с.
10. ДСТУ 4282:2004 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004–1–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
11. ДСТУ 4621:2006 Молочна кислота. Технічні умови. [Чинний від 01.07.2010]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 27 с.
12. ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови. [Чинний від 2007–07– 01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 31 с.
13. ДСТУ 4817:2007 Діоксид вуглецю газоподібний і скраплений. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 15 с.
14. ДСТУ 7028:2009 Гранули хмелю. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держстандарт України, 2009. 22 с.
15. ДСТУ 7067:2009 Хміль. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 16 с.

					<i>Список використаної літератури</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

16. ДСТУ 7344:2013 Дріжджі пивні. Технічні умови. [Чинний від 2014-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2013. 15 с.
17. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства : підручник // С. В. Іванов, В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський та ін. // за заг. ред. С. В. Іванова. К.: НУХТ, 2012. 487 с.
18. Кошова В.М., Решетняк Л. Р., Куц А. М. Дослідження впливу різних рас дріжджів на зброджування пивного сусла і якість готового пива. *Наукові праці НУХТ*. 2015. Т. 21, № 1. С. 220-226.
19. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива; пер. с нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.
20. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ : НУХТ, 2012. 67 с.
21. Мелетьєв А. Є., Тодосійчук С. Р., Кошова В. М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв : підручник/ за ред. А. Є. Мелетьєва. Вінниця : Нова Книга, 2007. 392 с.
22. Технологічний облік і звітність у виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв: навч. посіб. // В.А. Домарецький, А.Є. Мелетьєв, М.О. Денисов та ін. К.: Фірма ІНКІОС, 2005. 191 с.
23. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін. // під ред. А.Є. Мелетьєва. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.
24. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» дипломного проекту для студентів технологічних спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. В.С. Гуць, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець. Київ : НУХТ, 2003. 21с.
25. Осипова М.В., Глуценко Л. Ф. Интенсификация брожения пива посредством электронно-ионной обработки (ЭИО) пивных дрожжей. *Пиво и напитки*. 2006. С. 22 -24.
26. Повышение жизнеспособности пивоваренных дрожжей с использованием Спирулины платенсис // М.Э. Бидихова и др. *Пиво и напитки*. 2002. С. 10-11.
27. Романова З.М., Карпутина М. В. Проектування підприємств галузі: конспект лекцій для студентів спеціальності 6.091700 «Технологія бродильних виробництв і виноробства» денної та заочної форм навчання. Київ: НУХТ, 2009. 62 с.
28. ТУ 21.2-30510263-001-2004 Етикетки, контретикетки, кольєретки: Технічні умови. [Чинний від 2004-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 16 с.
29. Хозиев О. А., Хозиев А. М., Цугкиева В. Б. Технология пивоварения. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 560 с.
30. Шишков Ю.И., Айвазян С.С. Повышение биотехнологических свойств пивных дрожжей. *Пиво и напитки*, 2008. С. 5-9.

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95