

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

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

«До захисту в ЕК»

Директор ННІХТ

\_\_\_\_\_ О.В. Кочубей-  
Литвиненко  
(підпис)

«    » червня 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

\_\_\_\_\_ А.М. Куц  
(підпис)

«    » червня 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект відділень підготування та зброджування**

**крохмалевмісної сировини спиртового заводу потужністю 2000 дал**

**умового спирту-сирцю на добу з впровадженням інноваційних способів**

**отримання бражки**

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ТБ4-8ск

Сичик Мирослав Валерійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник

Бойко Петро Миколайович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент

Сидор Василь Михайлович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

\_\_\_\_\_

(підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2021 р.

## НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології  
продуктів бродіння та виноробства

\_\_\_\_\_ А.М. Куц

02 березня 2021 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Сичику Мирославои Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Проект відділень приготування суслу та його зброджування спиртового заводу потужністю 2000 дал умовного спирту-сирцю на добу з впровадженням інноваційних технологій зрілої бражки

Керівник проекту Бойко Петро Миколайович, к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 31 травня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту \_\_\_\_\_

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Потужність 2000 дал на добу \_\_\_\_\_

4. Продуктові розрахунки виконують на 100 дал спирту

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_ Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Вибір і обґрунтування способів та режимів.

3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів.

4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6.

Розрахунки площ складських приміщень. 7. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. 8. Заходи щодо забезпечення умов промсанітарії. 9. Інженерні системи та енергетичне господарство. 10. Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження. 11. Будівельна частина. 12. Екологічна частина. 13. Охорона праці. 14. Науково-дослідна робота (за наявності). Загальні висновки та рекомендації. Список використаної літератури. Додатки (за наявності).

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Плани і розрізи – 2 аркуші

Генеральний план – 1 аркуш (за потреби)

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 02 березня 2021 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	26.04.21-08.05.21	
2.	Вибір і обґрунтування способів і режимів		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.21-14.05.21	
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
6.	Розрахунки площ складських приміщень.		
	<b>1-а атестація</b>	<b>15.05.21</b>	
7.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.21-21.05.21	
8.	Оформлення креслень з планів та розрізів і погодження їх з консультантом		
9.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва	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		
	<b>2-а атестація</b>	<b>31.05.21</b>	
18.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.21-05.06.21	
19.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
20.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	06.06.21-08.06.21	
21.	Захист проекту в ЕК		

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ **М.В.Сичик**  
(підпис)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ **П.М.Бойко**  
(підпис)

## Анотація

В кваліфікаційній роботі обґрунтована технологія підготування та збродження крохмалевнісної сировини спиртового заводу потужністю 2000 дал умовного спирту-сирцю на добу. Наведені характеристики проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів, здійснено обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва, технохімічного і мікробіологічного контролю у відділенні. В кваліфікаційній роботі пропонується використовувати . Низькотемпературна термоферментативна обробка замісів (при температурах нижчих 95 °С) дає можливість зменшити у 2,5 рази витрату пари і у 2 рази витрату природнього газу, що значно зменшує собівартість готової продукції та запропоновано напівбезперервний спосіб збродження сусла з використанням рециркуляції сусла між спареними бродильними апаратами, що дозволяє прискорити процес збродження за рахунок підвищення концентрації дріжджових клітин в бражці та знизити витрати цукрів на синтез дріжджових клітин. В записці наведені розрахунки продуктів, основних і допоміжних матеріалів, розрахунки та підбір основного обладнання. Розроблені заходи щодо охорони праці, забезпечення умов промислової санітарії, енерго- та ресурсозбереження.

**Ключові слова** : крохмалевнісна сировина, барда, дріжджі, ферментні препарати, етиловий спирт

## **Annotation**

In qualifying work, the technology of preparation and fermentation of starch raw materials of the alcohol plant with a capacity of 2000dal of conditional alcohol-raw per day. Recovered characteristics of projected products, raw materials, basic and auxiliary materials, rationale and selection of methods and modes of production, technochemical and microbiological control are carried out.

In qualifying work it is proposed to use. Low-temperature thermo-enzymatic treatment of substitutions (at lower 95 OS) gives an opportunity to reduce in 2.5 times the flow of steam and 2 times the flow rate of natural gas, which significantly reduces the cost of finished products and proposed a semi-continuous way of fermenting the wort with the use of wort recirculation between pairedwiring devices. which allows you to accelerate the process of fermentation by increasing the concentration of yeast cells in the brother and reduce the consumption of sugars on the synthesis of yeast cells.

The note shows the calculations of products, main and auxiliary materials, calculations and selection of fixed assets. Developed measures for labor protection, organizing the conditions of industrial sanitation, energy and resource conservation.

**Key words:** starchy raw materials, stillage, yeast, enzyme preparations, ethyl alcohol

## Аннотация

В квалификационной работе обоснована технология приготовления и сбраживания крахмалевнистой сырья спиртового завода мощностью 2000 дал условного спирта сырца на сутки. Приведены характеристики проектируемой продукции, сырья, основных и вспомогательных материалов, осуществлено обоснование и выбор способов и режимов производства, теххимического и микробиологического контроля в отделе.

В квалификационной работе предлагается использовать . Низкотемпературная термоферментативная обработка замесов (при температурах более низких 95 оС) дает возможность уменьшить в 2,5 раза затраты пара и в 2 раза затраты естественного газа, который значительно уменьшает себестоимость готовой продукции и предложен полунепрерывный способ сбраживания сусле с использованием рециркуляции сусле между спаренными бродильными аппаратами, что позволяет ускорить процесс сбраживания за счет повышения концентрации дрожжевых клеток в бражке и снизить расходы сахаров на синтез дрожжевых клеток.

В записке приведены расчеты продуктов, основных и вспомогательных материалов, расчеты и подбор основного оборудования. Разработаны мероприятия относительно охраны труда, обеспечения условий промышленной санитарии, энерго-та ресурсосбережения.

**Ключевые слова** : крахмалевнистое сырье, барда, дрожжи, ферментные препараты, этиловый спирт

## **ЗМІСТ**

### **ВСТУП**

- 1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ
  - 2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ .. (за темою роботи)
    - 2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції
    - 2.2 Принципова технологічна схема виробництва (за темою проекту)
    - 2.3 Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів
    - 2.3 Опис апаратурно-технологічної схеми
  - 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ
    - 3.1 Характеристика проекрованої продукції (вимоги ДСТУ і рецептури)
    - 3.2 Характеристика сировини
    - 3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів
  - 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ
    - 4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків
    - 4.2 Продуктові розрахунки
    - 4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів
  - 5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ
  - 6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ
  - 7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
  - 8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ
  - 9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО
    - 9.1 Водопостачання та водовідведення
    - 9.2 Розрахунки витрат пари
    - 9.3 Розрахунки витрат холоду
    - 9.4 Розрахунки витрат електроенергії
    - 9.5 Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю
  10. ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ
  11. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА
  12. ОХОРОНА ПРАЦІ
- ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**  
**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

					Проект відділень підготовки та зброджування крохмалевмісної сировини спиртового заводу потужністю 2000 дал умовного спирту-сирцю на добу з впровадженням інноваційних способів отримання бражки			
Зм.	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата				
Розробив		Сичик М.В			Зміст	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант								
Консультант								
Керівник		Бойко П.М						
Зав.кафедри		Куц А.М.						
						Кафедра БПБіВ, 2021		

## ВСТУП

Виробництво етилового спирту у світі продовжує залишатися актуальним, як у аспекті використання його при приготуванні спиртних напоїв, а також в інших галузях харчової промисловості. Головним завданням є створення енерго- та ресурсозберігаючих технологій при виробництві етанолу з максимально повною використанням вуглеводів сировини. Для здійснення процесу переробки крохмалевмісної сировини з одержанням дозрілої бражки на різних стадіях технологічного процесу використовують ряд допоміжних матеріалів: воду, формалін, хлорне вапно, антисептик, кислоту сірчану, карбамід, кислоту ортофосфорну, піногасник, дріжджову підкормку.

Сусло, окрім тієї частини, що йде на приготування дріжджів, перекачують бродильні апарати, і цукор сусла зброджується дріжджами у спирт. При зброджуванні сусла з крохмалевмісної сировини відбувається також дооцукровування декстринів. Сусло, що бродить називають бражкою, а зброжене сусло - зрілою бражкою.

Показники спиртоміру у дистилаті зрілої бражки у об'ємних процентах називають міцністю бражки.

Розрізняють три періоди бродіння: розброджування, головне бродіння і доброджування. В умовах спиртових заводів розброджування не так помітне, тому що використовується значна кількість засівних дріжджів.

Для зброджування сусла із крохмалевмісної сировини характерний довгий період доброджування. У суслі з усього крохмалю (100%) біля 4-6% знаходиться у вигляді не розчиненого, 75-77% - перетвореного у мальтозу та глюкозу, біля 19% -перетвореного у декстрини. Швидкість доброджування визначається головним чином активністю декстринази чи глюкоамілази. Основне значення при цьому має поліауксія вуглеводів, тобто послідовність засвоєння їх дріжджами.

У першу чергу зброджується глюкоза, а потім основна кількість мальтози, декстрини оцукрюються тільки після того, коли приблизно 1/3мальтози буде зброжена.

В даній кваліфікаційній роботі для до подрібнення зерна пропонується використання дезінтеграторної технології і отримання високодисперсних помелів. Дезінтегратори належать до подрібнювачів ударної дії. Однією з важливих особливостей роботи дезінтеграторів є те, що оброблений в них матеріал підлягає механічній активації. Активація речовин під дією потужної

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічної енергії є новим прогресивним способом удосконалення технологічних процесів Застосування дезінтеграторної технології дозволяє зменшити витрату ферментних препаратів на 20 %. В даній кваліфікаційній роботі всі технологічні заходи щодо проектування відділень ферментативної обробки замісів та зброджування суслу направлені на досягнення основної мети – виробництва високоякісної продукції при мінімальних витратах сировини, допоміжних матеріалів і енергоносіїв.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

Даним проектом передбачено проект таких відділень спиртового заводу:

- відділення підготовки сировини до термоферментативної обробки;
- відділення термоферментативної обробки;
- дріжджебродильне відділення.

У відділенні термоферментативної обробки впроваджено використання спірального теплообмінника «барда-заміс», де заміс підігрівається бардою (менші енергозатрати при розварюванні). Для того щоб охолодити сусло впроваджуємо спіральні теплообмінники «сусло-бражка» та «сусло-вода». Також для кращого подрібнення та доподрібнення зерна пропонується використання дезінтеграторної установки, встановлено РПА для кращої взаємодії ферментів з субстратом. Для покращення якості процесу розрідження і оцукрення рекомендується застосування кислотостійких ферментних препаратів фірми «DANISCO», що дозволить знизити витрати тепла на приготування замісу, а також забезпечити мікробіологічну чистоту середовища.

Робочі години, години відпочинку працівників підприємства регулюються положенням чинного законодавства та колективного договору, а також правилами внутрішнього розпорядку:

- для працівників з п'ятиденним робочим тижнем робочий день розпочинається о 8.00 годині, закінчується о 17.00. Перерва обідня з 12.00 до 13.00. Субота і неділя – вихідні.
- для робітників працюючих по змінах: денна зміна з 8.00 до 20.00, нічна з 20.00 до 8.00 години.

Норма тривалості роботи не може перевищувати 40 годин на тиждень, що встановлено законодавством. Праця в понад робочий час сплачується у подвійному розмірі відповідно ст.106 КЗпП, а праця у святкові і неробочі дні сплачується у подвійному розмірі відповідно ст.107 КЗпП.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На бажання працівника, який працює у святковий та неробочий день, йому може бути наданий другий день відпочинку.

На основному виробництві робочий тиждень неперервний. Працює чотири бригади в дві зміни по 12 годин. Після денної та нічної зміни працівнику надаються відсипний та вихідний день.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ

### 2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції

В таблиці 2.1 приведений асортимент проекрованої продукції спиртового заводу.

Таблиця 2.1 – Асортимент проекрованої продукції

Назва продукції	Відсоток від загальної кількості	Товарна продукція, дал	
		За добу	За рік
Умовний спирт-сирець, у тому числі в перерахунку на безводний спирт	100	2000	660000
Спирт етиловий ректифікований «Люкс»	93,1	1862	616460
Головна фракція	5	100	33000
Сивушне масло	0,3	6	1980
Сивушний спирт	1	20	6600
Втрати під час перегонки та ректифікації	0,6	12	3960

**Етиловий спирт** (етанол, винний спирт) є одним із важливих видів сировини для різних виробництв. Використовується в народному господарстві для отримання синтетичного каучуку, для медичних цілей, для виготовлення лікєро-горілочаних виробів. Більш як 150 різних виробництв використовують спирт як основну сировину, або як допоміжний матеріал.

Хімічна формула спирту етилового  $C_2H_5OH$ . Молекулярна маса спирту етилового 46,07. температура кипіння безводного спирту етилового при тиску 101,33 кПа становить 78,3 °С. температура замерзання спирту - 115°С, температура самозапалення спирту +42,6°С. спирт етиловий - гігроскопічний, змішується з водою у будь-яких співвідношеннях.

В промисловості зі спирту-сирцю шляхом ректифікації на брагоректифікаційних установках отримують різні сорти спирту: вищої очистки, "Екстра", "Люкс", "Пшенична сльоза". Сортність спирту ректифікованого обумовлюють головним чином, присутні в мікро кількостях різні домішки - альдегіди, ефіри, вищі спирти та інші сполуки.

Зовнішній вигляд спирту ректифікованого - прозора рідина без побічних часток, колір - безбарвна рідина, смак і аромат - характерні для кожного виду спирту, без побічного смаку та аромату. Якісні показники етилового спирту

					Дипломний проект	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



обробкою її водою, при цьому одержують дві рідкі розшаровані фази: сивушне масло (рафінат) і екстракт, що складається з екстрагента (води) з вилученим із вихідної суміші етиловим спиртом.

Сивушне масло (ДСТУ 7940:2015) за зовнішнім виглядом - прозора рідина, що при збовтуванні не мутніє; колір від світло-жовтого до червоно- бурого; запах, властивий сивушному маслу без сторонніх запахів; відносна густина  $> 0,837$ , показник заломлення  $>1,395$ ; має витримувати пробу на чистоту з сірчаною кислотою. У період від початку перегонки до досягнення температури  $120^{\circ}\text{C}$  має переганятися не більше 50% від об'єму сивушного масла. Відбір сивушної фракції звичайно складає 2-4 об. % від спириту, введеного до спиртової колони; вміст етилового спирту в ній - 5-40 об. % і сивушного масла - 10-45 об. %.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 2.3 Вибір та обґрунтування технологічних способів і режимів

Значний крок на шляху енергозаощадження під час підготовки сировини до зброджування та приготування спиртових бражок в останні роки був зроблений завдяки прогресу в мікробіологічній промисловості. На ринку ферментних препаратів з'явилися такі, що роблять використання солоду, як оцукрюючого матеріалу, недоцільним ні з економічної, ні з експлуатаційної точки зору.

Вирішальним фактором заміни солоду на концентровані ферментні препарати (КФП) виявилися наступні їх переваги:

- висока концентрація й активність, рідкий стан, відсутність завислих частинок, легкість дозування;
- високий ступінь мікробіологічної чистоти;
- тривалий термін зберігання без втрати активності в широкому інтервалі температур;
- незначні питомі витрати на одиницю крохмалю та великі транспортні витрати;
- термостабільність та можливість використання в різних варіантах технологічного процесу.

Метою термоферментативної обробки замісів крохмалевмісної сировини є вивільнення крохмалю з рослинних клітин та трансформація його в розчинний стан.

У процесі термоферментативної обробки проходить також стерилізація замісів, що важливо в подальших технологічних процесах оцукрювання і зброджування.

На вітчизняних спиртових заводах використовують безперервно діючі установки для термоферментативної обробки замісів. Основними вимогами до них є підготовка крохмалевмісної сировини для оцукрювання при мінімальних витратах теплової та електричної енергії. Установки повинні бути зручні в обслуговуванні та безпечні в експлуатації.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання КФП селективної дії дозволяє спрямовувати технологічний процес у бік енергозбереження.

### *Термоферментативна обробка з оцукренням в бродильному апараті*

Приведена апаратурно-технологічна схема виробництва спиртової бражки з використанням КФП селективної дії та оцукрення суслу в бродильному апараті. Згідно з цією схемою заміс разом зі всією кількістю термостабільної  $\alpha$ -амілази нагрівають при інтенсивному перемішуванні до температури клейстеризації крохмалю даного виду сировини. На рисунку 1.5 зображена схема виробництва спиртової бражки з використанням КФП селективної дії та оцукрення суслу в бродильному апараті.

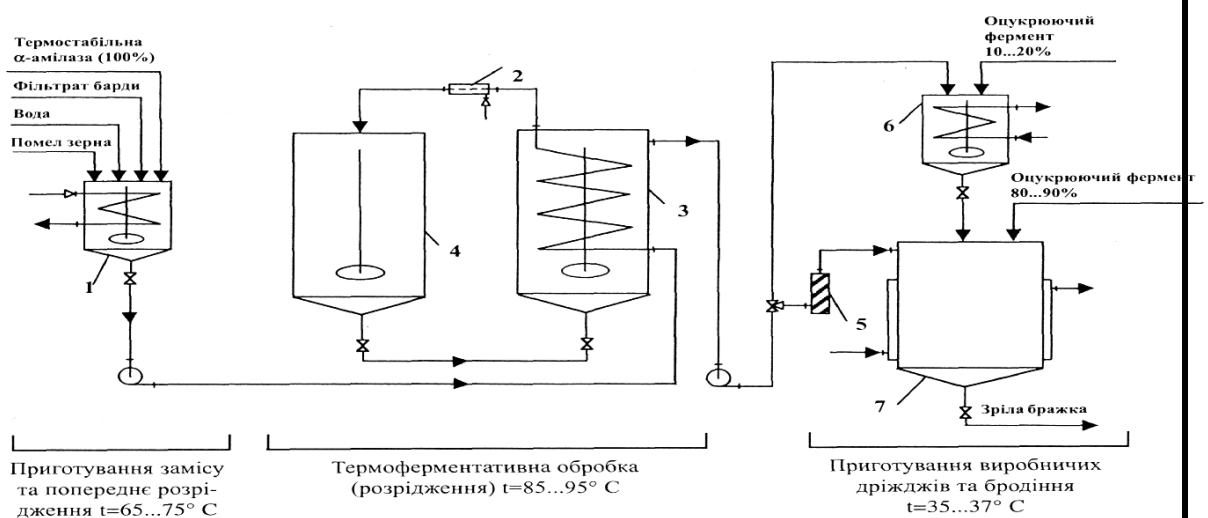


Рисунок 1.5 – Апаратурно-технологічна схема виробництва спиртової бражки з використанням КФП селективної дії та оцукрення суслу в бродильному апараті:

1 – змішувач; 2 – гостропарова головка; 3 – апарат термоферментативної обробки першого ступеня; 4 – апарат термоферментативної обробки другого ступеня; 5 – холодильник суслу; 6 – дріжджанка; 7 – бродильний апарат.

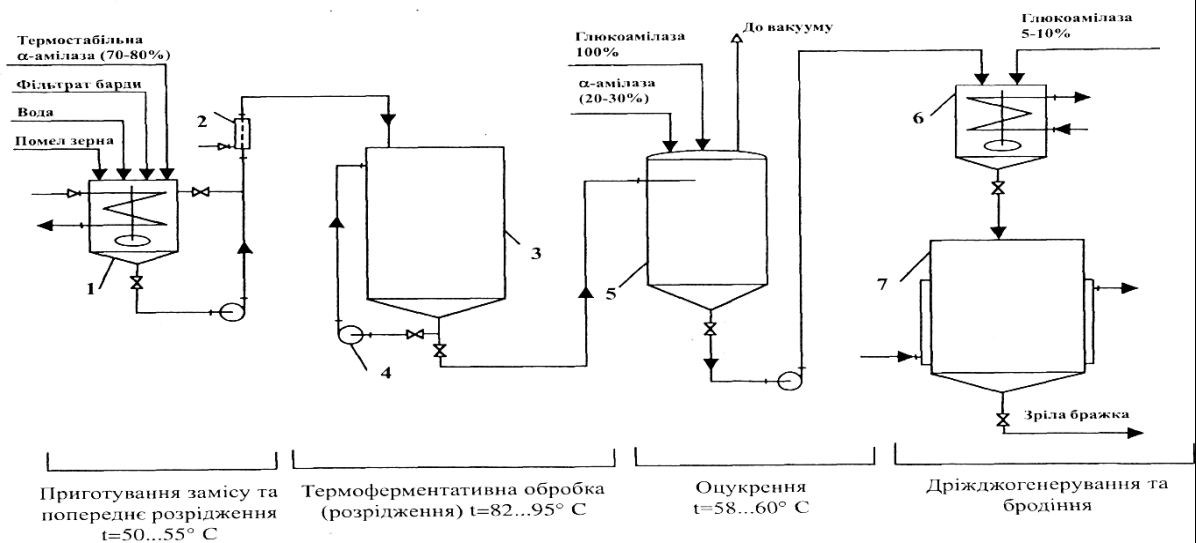
Із змішувача частково розріджена маса перекачується спочатку в апарат термоферментативної обробки першого ступеня, де він нагрівається до 80–

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

82°C за рахунок теплоти замісу, який відходить з апарата термоферментативної обробки другого ступеня. Нагрів замісу до температури 90–95°C здійснюється в гостропаровій головці, яка встановлена на комунікації замісу між апаратами термоферментативної обробки першого і другого ступеня. Розріджена маса, яка виходить з апарата першого ступеня ділиться на два потоки. Перший – у кількості 10–20% з температурою 85–87°C поступає на приготування виробничих дріжджів, а другий подається в бродильний апарат, куди задається розрахункова кількість оцукрюючого ферменту. Після охолодження розрідженої маси у дріжджанці до температури 58–60°C до неї задається оцукрюючий фермент 10–20% від його загальної кількості. Залишкова кількість оцукрюючого ферменту задається в бродильний апарат. Зброджування сусла ведуть при температурі 35–37°C, для чого використовують термотолерантні раси дріжджів.

### *Термоферментативна обробка з додаванням КФП в зоні найбільшої активності*

В даній схемі остаточне розрідження проходить в оцукрювачі, куди одночасно задається залишок термостабільної  $\alpha$ -амілази та 20–30% дешевшої не термостабільної  $\alpha$ -амілази, що дає змогу знизити температуру оцукрення та знизити енерговитрати. Апаратурна схема зображена на рисунку 1.6.



					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 1.6 – Апаратурно-технологічна схема приготування спиртової бражки з заданням КФП в зоні їх найбільш активної дії.

1 – змішувач; 2 – гостро парова головка; 3 – апарат термоферментативної обробки; 4 – ротаційно-пульсаційний апарат; 5 – вакуум-оцукрювач; 6 – дріжджанка; 7 – бродильний апарат.

Подрібнена крохмалевмісна сировина змішується з водою при температурі клейстеризації крохмалю сировини – 50-80°C з одночасною її обробкою термостабільною  $\alpha$ -амілазою, яка задається в кількості 70-80% від розрахункового об'єму. Розріджування здійснюється в апараті ферментативної обробки при температурі 82-95°C в залежності від виду сировини та ступеню її подрібнення. До цієї температури заміс нагрівається вгостропаровій голівці.

Для більш ефективного перемішування маси та руйнування клітинної оболонки сировини під час розріджування застосовують РПА.

Остаточне розріджування крохмалю здійснюється в оцукрювачі одночасно з оцукренням розрідженої маси, для чого в оцукрювач разом з розрахунковою кількістю глюкоамілази задається 20-30% більш дешевої не термостабільної  $\alpha$ -амілази. Температура в оцукрювачі підтримується в межах 58-60°C.

Ресурсо- та енергозберігаюча технологія водно-теплової обробки сировини і приготування суслу з використанням КФП потребує корегування подальшого технологічного процесу приготування спиртової бражки.

Таблиця 1.10 – Параметри схем термоферментативної обробки крохмалевмісної сировини (кукурудзи)

Схема	Час , хв.	Температура, °C	Тиск, кг/см <sup>3</sup>
Термоферментативна обробка	150-180	85-90	0,33
Чемерська	35-38	140-155	0,6

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мічурінська	45-50	144-150	0,57
Мироцька	2-3	175-180	0,8

Таблиця 1.11 – Порівняльний аналіз енергетичних витрата на водно-теплову обробку сировини для заводу потужністю 3000 дал умовного спирту-сирцю на добу

Показник	Розва-рювання	Термоферме-нтативна обробка
Кількість маси (кг/г)	1000	1000
Температура (°C)	150	85
Витрати тепла (кДж/г)	4180000	1710000
Витрати пари (кг/г)	1849,6	756,6
Добова витрата пари (кг/добу)	44390,4	18158,4
Добова економія пари (кг/добу)	-	26232
Добова витрата газу на вару (м <sup>3</sup> /добу) при використанні газу	4185,6	1711,2
Добова економія газу (м/добу)	-	2474,4
Добова витрата мазуту (кг/добу) при використанні мазуту	3552	1452
Добова економія мазуту (кг/добу)	-	2100

Отже, проаналізувавши схеми підготування крохмалевмісної сировини до зброджування, в кваліфікаційній роботі пропонується термоферментативна обробка кукурудзи з наступним оцукрюванням крохмалю концентрованими ферментними препаратами.

Термоферментативна обробка по такій схемі дозволяє зменшити витрату пари, а відповідно й знизити собівартість спирту. Останнім часом на ринку сировини для спиртової

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

галузі переважає кукурудза. Ця культура відрізняється своїм біохімічним складом. При зброджуванні суслу із кукурудзи в спирт виникає ряд технологічних ускладнень, особливо при низькотемпературній ТФО замісів. 10 За результатами досліджень визначено оптимальні режими переробки кукурудзи в умовах низькотемпературної ТФО замісів. Підібрано композиції та концентрації ферментних препаратів, які б забезпечували високий ступінь гідролізу не тільки крохмалю, а й інших біополімерів. Як контроль використовували розріджуючий ФП Термамил 120 Л (1,5 од. АА/г умовного крохмалю), для оцукрювання – Сан-Супер 240 Л (5,5 од. ГЛА/г умовного крохмалю). Температура розріджування 90 °С, експозиція – 3 год. Ступінь дисперсності зерна 100 % проходу через сито з отворами діаметром 1 мм.

Концентрація                      СР                      суслу                      –                      14                      %

Для оптимізації процесу ректифікації бражних дистилятів, одержаних при низькотемпературній ТФО з метою виробництва спирту високої якості з мінімальними енерговитратами, необхідні достовірні дані про якісний і кількісний склад побічних і вторинних продуктів бродіння в дозрілих бражках

### ***Термоферментативна обробка сировини***

Розробка енергозощаджуючих схем приготування спиртових бражок тісно пов'язана з використанням концентрованих ферментних препаратів (ФП). Дослідження та використання концентрованих ФП термостабільної  $\alpha$ -амілази, комплексних оцукрюючих ФП та додаткових ФП були спрямовані на пошук оптимальних параметрів процесів розрідження, інтенсифікації оцукрювання і бродіння.

Суть технології полягає саме в тому, що для переведення крохмалю в розчинний стан використовують ФП, який містить термостабільну  $\alpha$ -амілазу. Традиційно на спиртових заводах для подрібнення зерна застосовують молоткові дробарки різних типів (прохід через сито з отворами діаметром 1мм становить 60-70%). При впровадженні термоферментативної обробки крохмалевмісної сировини потрібно встановлювати

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дезінтегратор, який забезпечує високодисперсний помел зерна. Прохід через сито з отворами діаметром 250 мкм такого помелу – 95-97 %. При використанні дезінтегратора також проходить процес механохімічної деструкції (розриваються високомолекулярні ланцюги крохмалю, збільшується швидкість технологічних процесів). Високодисперсний помел зерна не потребує розварювання під тиском, вищим від атмосферного, і високої температури варки. Продуктивність дезінтегратора до 5 т/год, розміри частинок 250 мкм, а більші за розміром частинки відділяються у сепараційній камері і повертаються на повторне подрібнення в дезінтегратор. Витрати електроенергії для одержання 1 т високодисперсного помелу складають 18- 20 кВт\*год.

### ***Зберігання сировини***

Для забезпечення безперервної роботи спиртового заводу повинен бути запас сировини. Зерно надходить більш – менш рівномірно протягом року, але інколи виникає потреба приймати значні партії сировини, тому зерносховища розраховують не менше ніж на двомісячну потребу заводу в зерні. На спиртових заводах зерно зберігають у механізованих сховищах насипом. Площинки, які призначені для тимчасового зберігання вологого і сирого зерна, обладнують переносними установками активного вентилявання. У залежності від вологості зерна і від пори року зерно насипають шаром різної висоти. При вологості зерна вище критичної в осінній період шар повинен бути не більшим 1,5 м восени і до 4 м взимку. При зберіганні зерна контролюють головним чином температуру, а також вологість, вміст домішок, зараженість шкідниками і свіжість зерна.

На великих спиртових заводах зерно зберігають у силосних елеваторах. У кожний силос зерно загрузають окремо по культурах. Зберігання сирого зерна у силосах забороняється, вогке зерно зберігають тільки в охолодженому стані.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ***Очищення зерна***

Усі види зерна, які надходять у виробництво, очищають від пилу, землі, каміння, металевих предметів (шматочків дроту, цвяхів, гайок) та ін. Домішки засмічують, викликають швидкий знос і навіть пошкодження обладнання, порушують нормальне протікання технологічних процесів, тому їх видаляють.

## ***Подрібнення крохмалевмісної сировини***

Мета подрібнення – первинне руйнування клітинної структури сировини, Порушення клітинної структури сировини досягають подрібненням її на дробарках і спеціальних машинах з наступною водно – тепловою обробкою замісів із помелу сировини. Зернові культури подрібнюють механічним способом з використанням молоткових дробарок різних конструкцій або валкових станків. Найбільш поширені молоткові дробарки типу ДМ, ДДМ, А1-ДДМ або валкові станки типу ЗМ, ЕМ-200- 100.

При використанні таких подрібнювачів дисперсність помелів характеризується такими ознаками: прохід помелу через сито з отворами діаметром 1мм складає 60-90%. Такий помел неоднорідний за розміром частинок, тому мілкі частинки підлягають надмірній тепловій обробці, утворюється значна кількість продуктів оксиметилфурфурольного розкладу цукрів і меланоїдинової реакції, а крохмаль великих частинок не повністю переходить у розчинний стан, внаслідок цього збільшуються втрати зароджуваних речовин.

На деяких заводах для одержання більш високодисперсного і помірного помелу використовують спосіб подрібнення зерна в дві стадії. На першій стадії зерно подрібнюють на молотковій дробарці, одержаний помел пневмотранспортом або системою механічних транспортерів спрямовують на розділювач з ситами для одержання двох фракцій помелу з різними розмірами частинок, наприклад більше 1 мм і менше 1 мм. На другій стадії

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

крупну фракцію помелу подають на повторне подрібнення на валкових станках. Використання двохступеневого способу подрібнення зерна дозволяє зменшити температуру і тривалість розварювання замісів сировини і зменшити втрати зароджуваних речовин. Але використання такого способу ускладнює технологічну схему, потребує додаткового обладнання і виробничих площ, збільшує витрати електроенергії на подрібнення зерна та транспортування помелу.

При виборі машин і апаратів для одержання ВД помелів зерна необхідно враховувати такі фактори: розмір і вид зерна; допустиму забрудненість помелу зерна продуктами зносу помольного агрегату; економічність і тривалість процесу; допустиму температуру нагріву помелу зерна; простоту конструкцій і надійність роботи подрібнювачів.

Для диспергування сухих матеріалів використовують такі подрібнювачі: шарові, вібраційні, корундові, струменеві, ролико-маятникові, дезінтегратори, планетарні та інші.

Шарові дробарки прості за конструкцією, надійні в експлуатації, але вони дуже громіздкі і енергомісткі, тривалість тонкого подрібнення матеріалів у них складає декілька годин. Тому вони не знайшли промислового застосування.

Вібраційні дробарки значно ефективніші шарових, але також енергомісткі.

Шарові дробарки подвійної дії значно ефективніші інших типів шарових машин, мають менші габаритні розміри і питомі витрати енергії, невелику тривалість подрібнення, висока ефективність.

Дезінтегратори і дисмембратори належать до подрібнювачів ударної дії. За їх допомогою одержують високодисперсні помели сировини. Однією з важливих особливостей роботи дезінтегратора є те, що оброблений у них матеріал підлягає механічній активації. Активація речовин під дією великої

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічної енергії є новим прогресивним видом удосконалення технологічних процесів. У подальшому будемо називати це явище механохімічною активізацією (МХА) сировини і напівпродуктів спиртового виробництва.

Під керівництвом професора В.О. Маринченка розроблено конструкцію дезінтегратора – активатора для одержання високодисперсного помелу зерна в спиртовому виробництві. Налагоджено їх виготовлення на Вузлівському спиртовому заводі (Львівська область). Дезінтегратори впроваджені на багатьох спиртових заводах України, Білорусії, Росії та ін.

Роликово-маятникові млини з сепараторами типу СМ-493 випробувані в промислових умовах з позитивним результатом. Проте вони забезпечують помелом зерна спиртовий завод потужністю біля 1000 дал спирту на добу, громіздкі за конструкцією. Тому можуть бути використані тільки після виготовлення таких млинів більшої продуктивності.

Високодисперсні суспензії одержують також за допомогою ультразвукових прохідних хімічних апаратів типу УПХА-РЗ, УПХА-Р18 та інших, створених на основі циліндричних магніострикційних або п'єзокерамічних випромінювачів різних діаметрів (від 76 до 260 мм). Суспензія безперервно проходить в апараті через ультразвукове поле високої інтенсивності. Вони працюють при заданих регулюючих тисках і температурах на різних частотах: 4,8; 8,0; 16,0; 18,0 кГц. Такі апарати випробувані в лабораторних умовах НУХТ, і розроблено спосіб одержання ВД суспензій зерна для спиртового виробництва.

Перспективними для спиртової промисловості є апарати з вихровим шаром типу АВС, в яких на суспензію зерна діє вихровий шар феромагнітних частинок, який створюється дією на них обертаючого електромагнітного поля. Інтенсифікація технологічних процесів у таких апаратах проходить внаслідок спільної дії інтенсивного перемішування, диспергування, тертя, високих локальних тисків, акустичної й електромагнітної обробки. Ці

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

апарати випробувані в промислових умовах і можуть в подальшому використовувати в спиртовій промисловості.

У результаті механохімічної деструкції високомолекулярних речовин, що відбувається під час подрібнення зерна, змінюються їх механічні властивості, зменшується молекулярна маса, змінюється розчинність, прискорюються хімічні реакції за участі всіх речовин і їх складових, збільшується біохімічна активність. Механічне диспергування супроводжується зміною форм і розмірів частинок, молекулярної маси, мікроструктури, розвитку поверхні, зміною її властивостей. Збільшення в сотні раз величини поверхні частинок подрібнювального матеріалу при його механічному диспергуванні сприяє прискоренню швидкості технологічних процесів. Так, високодисперсні помели зерна не потребують розварювання під тиском, вищим від атмосферного, збільшується коефіцієнт використання складових речовин сировини. Тому умови інтенсифікації процесів, які призводять до збільшення питомої поверхні сировини, мають велике практичне значення в спиртовій промисловості. Властивості високодисперсних помелів залежать не тільки від їх питомої поверхні, а й від типу диспергатора. Для одержання високого диспергування матеріалу, який подрібнюють, необхідне здійснення швидкодіючих послідовних ударів при зростаючій відносній швидкості. Машини ударної дії активують матеріали більш інтенсивно, ніж шарові та вібраційні. Наприклад, у дезінтеграторах подрібнення речовин відбувається в результаті ударів їх частинок з ударними елементами роторів, які обертаються в протилежний бік. Швидкість співударів частинок досягає 270 м/с, тривалість подрібнення – 103сек. і залежить від швидкості обертання і розмірів роторів. За цей час розміри частинок можуть зменшуватись від 1-0,5мм до 1 мкм, тобто одна частинка подрібнюється більш ніж на 106 частинок. Саме сьогодні для одержання високодисперсного помелу зерна спиртові підприємства застосовують дезінтегратори. Продуктивність його складає до 5 т за годину помелу зерна з розміром частинок не більше 250 мкм. Витрати

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроенергії на одержання 1 т ВД помелу складають 18-20 кВт\*год. Високодисперсні помели різних видів зерна, одержані на дезінтеграторній установці, можна проаналізувати за середнім вмістом кожної фракції. Так, ВД помел пшениці містить 98%, сорго - 80%. У ВД помелі пшениці містилось 60% фракції з розміром частинок 100 мкм і менше. У помелі пшениці, одержаному на молотковій дробарці, містилось 30-40% частинок з розміром менше 250 мкм. Внаслідок деструкції поліцукридів у високодисперсних помелах зерна міститься майже у 10 разів більшеразчинних вуглеводів ніж у грубих.

Отже, проаналізувавши різні машини і апарати для подрібнення і утворення високодисперсного помелу зерна, встановлено, що сьогодні найефективніше та найбільш економно застосовувати дезінтегратор, так як однією з важливих особливостей роботи дезінтеграторів є те, що оброблений у них матеріал підлягає механічній обробці. А також збільшення в сотні раз величини поверхні частинок подрібнювального матеріалу, розмір частинок складає менше 250 мкм при його механічному диспергуванні, сприяє прискоренню швидкості технологічних процесів. Так, високодисперсні помели зерна не потребують розварювання під тиском, вищим від атмосферного, збільшується коефіцієнт використання складових речовин сировини. Використання ВД помелу дозволяє проводити теплову обробку замісів сировини при температурі не вище 100°C, зменшити витрати пари на розварювання замісів на 50-70% у порівнянні з розварюванням замісів із крупного помелу зерна і збільшити вихід спирту на 2,5-3,0 %. Тому умови інтенсифікації процесів, які призводять до збільшення питомої поверхні сировини, мають велике практичне значення в спиртовій промисловості.

*Таблиця 1.12 – Порівняльний аналіз енергетичних витрат для різних типів дробарок*

Показники	Види дробарок
-----------	---------------

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Молоткова	Валкові Станки	Дискові	Дезінтег- ратор	Дисмем- братор
Потужність, т/год	1,5	1-1,3	0,98	1,5	1
Потужність елек- тродвигуна, т/год	20	15	32	20	75
Питома витрата електроенергії, кВт/год	35	47	32	40	16
Залишок на ситах	0,8-0,95	1,6-1,95	0,7-0,8	0,6	-
Обертання, об/хв	2940	1500-2940	980	980	5000

### *Приготування замісу*

Помел зерна змішують з водою у співвідношенні 2,5-3 л на 1 кг помелу. Кількість води змінюють у залежності від крохмалистості і вологості зерна з урахуванням того, щоб концентрація суслу була 18-20 % за цукроміром.

Температуру замісу регулюють у залежності від дисперсності помелу зерна. Для замісів із грубого помелу вона повинна бути 40-45°C.

Оптимальні температури для приготування замісів із ВД помелів зерна пшениці, ячменю і жита – 60°C, сорго – 70°C, кукурудзи – 80°C. Найбільша кількість розчинних вуглеводів накопичується в замісах, приготовлених при температурі 60-65°C. Для приготування замісу використовують воду від дефлегматорів брагоректифікаційної установки. Підігрівають заміс гострою парою. Для зменшення в'язкості замісу використовують бактеріальні препарати  $\alpha$ -амілази – Amilosubtulin G3x, Termamil-120L, Termamil-SC, Amylex HT та ін. Дози препаратів складають 0,3-0,4 од. амілолітичної здатності на 1 г крохмалю, або 0,2-0,3 кг Amylex HT на 1 т крохмалю. Використання цих ферментних препаратів приводить до розрідження замісів, не викликає значного накопичення цукрів і не впливає на втрати зброджуваних речовин при розварюванні.

На спиртовому заводі ми ввели один із способів зниження інфікування напівпродуктів, використовуючи фірмою «DANISCO» запропонований

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ферментний препарат Amylex HT ( $\alpha$ -амілаза), який здатний гідролізувати складові крохмалевмісної сировини при низьких рН (3,4 – 4,5). При цьому гідромодуль приблизно становить 1:3 і з вмістом сухих речовин 19-21%.

### ***Особливості термоферментативної обробки ВД помелів зерна***

Розробка енергозощаджуючих схем приготування спиртових бражок тісно пов'язана з використанням концентрованих ферментних препаратів (ФП). Дослідженню та використанню концентрованих ФП термостабільної  $\alpha$ -амілази, комплексних оцукрюючих ФП та додаткових ФП були спрямовані на пошук оптимальних параметрів процесів розріджування, інтенсифікації оцукрювання і бродіння.

Суть технології полягає саме в тому, що для переводу крохмалю в розчинний стан використовують ФП, який містить термостабільну  $\alpha$ -амілазу.

Традиційно на спиртових заводах для подрібнення зерна застосовують молоткові дробарки різних типів (прохід через сито з діаметром отворів 1мм становить 60-70%). При впровадженні низькотемпературної схеми розварювання крохмалевмісної сировини потрібно встановлювати дезінтегратор, який забезпечує високодисперсний помел зерна. Прохід через сито з діаметром отворів 250-400 мкм. такого помелу: 95-100%. При використанні дезінтегратора також проходить процес механохімічної деструкції (розриваються високомолекулярні ланцюги крохмалю, а в результаті збільшується розчинність крохмалю, збільшується швидкість технологічних процесів). Високодисперсний помел зерна не потребує розварювання під тиском вищим від атмосферного, і високої температури варки.

Продуктивність дезінтегратора до 5 т/год, розміри частинок 250 мкм, а більші за розміром частинки відділяються у сепараційній камері і повертаються на повторне подрібнення в дезінтегратор. Витрати

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроенергії для одержання 1 т високодисперсного помелу складають 18- 20 кВт\*год.

Подрібнене зерно подають в апарат заміс, куди ж задають воду з температурою 60°C. Заміс готують при температурі 55-60°C, щоб забезпечити часткове набухання і клейстеризації крохмалю з метою пом'якшення наступного режиму розварювання. Небажано накопичення цукрів при температурі 55-65°C. В зв'язку з цим необхідне швидке нагрівання маси до заданої температури, що визначається ступенем подрібнення і швидкістю підвищення в'язкості і швидка передача замісу на термоферментативну обробку.

В апарат замісу задають 25-30 % від загальних витрат ФП, який містить термостабільну  $\alpha$ -амілазу (Amylex НТ). Загальні витрати при термоферментативній обробці 200-400 мл на 1т умовного крохмалю.

При механіко-ферментативному способі підготовки крохмалевмісної сировини із розрідженням бактеріальною  $\alpha$ -амілазою набухання, клейстиризацію і розчинення крохмалю необхідно проводити по можливості найбільш повно, так як процес розварювання під тиском виключається, а витримана на цьому етапі маса направляється безпосередньо на охолодження та оцукрення.

Кваліфікаційною роботою передбачено використання термоферментативної обробки сировини з додавання у апарат приготування замісу ФП - Amylex НТ ( $\alpha$ -амілаза), а в бродильний апарат - Diazyme SG (глюкоамілаза). Переваги цієї схеми над іншими схемами полягають в значному зменшенні витрат пари на гідроліз крохмалю сировини, що в наш час при росту цін на енергоносії має важливе значення.

Заміс подають в спіральний теплообмінник, де нагрівають до температури 68-70°C. Далі заміс поступає у апарат термоферментативної обробки АТФО- 1 ступеня. З нього самопливом маса подається у АТФО-2 ступеня, а потім

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сусло направляється на охолодження в спіральні теплообмінники до температури 28-32°C, а потім поступає на оцукрення у бродильний апарат.

### *Способи оцукрювання розрідженої маси*

Мета оцукрювання розвареної маси крохмалевмісної сировини – гідроліз крохмалю і білків охолодженої розвареної маси ферментами оцукрюючих матеріалів, а саме ферментних препаратів мікробного походження.

В якості оцукрюючих матеріалів використовують ферментні препарати мікробного походження різного ступеня концентрування. Витрати оцукрюючих матеріалів найбільш доцільно розраховувати по одиницях їх активності на одиницю маси крохмалю сировини.

Процес оцукрювання складається з наступних стадій: охолодження розрідженої маси до заданої температури, змішування розрідженої маси з оцукрюючим матеріалом; оцукрювання крохмалю; охолодження суслу до початкової температури зброджування сусла, яка дістала назву температури «складки». Ці технологічні стадії здійснюють в окремих апаратах, послідовно з'єднаних, або в одному апараті.

Оцукрювання проводять безперервним способом з вакуум-охолодженням розрідженої маси.

Оцукрювання з виносним вакуум-охолодженням проводять в оцукрювачі після охолодження розрідженої маси у окремо змонтованій вакуум-випарній камері. Розрідження в ній підтримують 80-82 кПа, температура маси миттєво знижується від 88-90°C до 60-62°C. Після змішування з оцукрюючим матеріалом в оцукрювачі температура маси знижується до оптимальної величини - 57-58°C.

У процесі оцукрювання розрідженої маси 75-80 % крохмалю гідролізується до глюкози ферментами мікробного походження, залишаються

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20-25% граничних декстринів, які дооцукрюються в процесі зброджування сусла.

У залежності від довжини ланцюга декстрини дають з розчином йоду різне забарвлення. Декстрини, які мають 4-6 залишків глюкози (ахроодекстрини) не забарвлюються йодом, ті, що мають 8-12 глюкозних залишків (еритродекстрини) забарвлюються йодом у червоний колір, а декстрини із 30-35 залишків глюкози (амілодекстрини) забарвлюються йодом у синій колір.

Із загального крохмалю, введеного у виробництво з сировиною, у дозрілій бражці залишається нерозчинним від 1 до 3,5 %, що при максимальному значенні складає біля третини всіх втрат. Крохмаль основної сировини майже повністю розчиняється при термоферментативній обробці. Для зменшення втрат крохмалю й інтенсифікації процесів оцукрювання ізброджування доцільно використовувати комплекс мікробних ферментних препаратів.

Білки розвареної маси під дією протеолітичних ферментів гідролізуються до пептидів і амінокислот, які використовуються для живлення дріжджів у процесі зброджування. У суслі вміст амінного азоту збільшується в 2-4 рази в порівнянні з розрідженою масою.

Різні види продуцентів ферментів мають неоднакову протеолітичну активність. Таким чином, при заміні солоду більшістю ферментних препаратів не забезпечується необхідна для живлення дріжджів кількість азоту і для покриття його дефіциту використовують додаткове азотовмісне живлення. Фосфорорганічні сполуки, наприклад, фітин, під час оцукрювання під дією фосфотаз частково гідролізується. Продуктами розпаду є неорганічні фосфати, солі фосфорної кислоти й інозит (шестиатомний циклічний спирт). Інозит стимулює ріст дріжджів. Крім того, фосфорна кислота бере участь у деяких проміжних реакціях при бродінні.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Опис апаратурно–технологічної схеми

Зерно на завод подається автомобільним транспортом поз. 1, зважується і поступає на спеціально облаштований майданчик для розвантаження автомобілів з під'ємним пристроєм. З проміжного бункера поз. 2 зерно самопливом поступає на норію поз. 3, яка переміщує зерно в силос поз. 4 та у виробничий бункер поз. 5. З виробничого бункера зерно самопливом поступає на розсів–бурат поз. 6 в якому відбувається розсів. Зерно із розсів–бурату шнеком поз. 8 подається у дезінтегратор поз.12 на подрібнення. Помел зерна під дією відцентрової сили та повітряного потоку від вентилятора поз. 9 по трубопроводу надходить у середню частину сепараційної камери поз. 7. Повітря, що подається вентилятором в нижню частину сепараційної камери, виносить з собою помел зерна з розміром частинок менше 250 мкм в циклон поз. 10, з якого помел шлюзовим затворомподається в дисембратор поз. 11, в якому змішується з гарячою водою.Заміс надходить у апарат приготування замісу поз. 13. Повітря, яке виходить з циклону, спрямовується у вентилятор поз. 9 для повторного використання.Приготування замісу проходить в апараті для приготування замісу поз. 13. В апарати поз 13 із збірника поз. 16 подають розріджуючий кислотійкий ферментний препарат, також із збірника поз.14 подається фільтрат барди в кількості 30...40 %. Потім в кавітаторі поз. 15 відбувається активація взаємодії ферментів з субстратом та здійснюється перекачування замісу до вловлювача поз. 17. Далі відбувається перекачування замісу насосом поз. 18 до спірального теплообмінника поз.1 9, в якому заміс підігрівається бардою до температури 68-70°C. Заміс після спірального теплообмінника поступає доАТФО-1 поз. 20, де підігрівається гріючою парою до температури 85-90°C. В АТФО-1 відбувається розрідження маси при включеній мішалці. По переточній трубі маса поступає із АТФО-1 в АТФО-2 поз. 21 для витримування при температурі 85-90°C. Час перебування замісу в АТФО складає 2,5-3 години.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після витримки замісу в АТФО частина сусла (10 %) направляється у дріжджанки і маточник поз. 26, 27 для розброджування дріжджів, а решта на охолодження в спіральний теплообмінник поз. 22, де охолоджується водою і подається до попарно спарених (з'єднаних переливною трубою) бродильних апаратів поз. 24 з температурою 32-34°C. Бродіння відбувається протягом 60-72 годин. Перед заливом першої пари бродильних апаратів, у перший бродильний апарат віддається 2 дріжджанки. Після того як сусло по трубі переливу надійде у другий бродильний апарат і заповнить 25-30 % його об'єму, відкривають кран на насос поз. 18 і здійснюють рекуркуляцію сусла із першого бродильного апарату в другий. Гази, що виділяються в процесі бродіння, надходять із бродильних апаратів до спиртовловлювача поз. 31. В спиртовловлювачі відбувається конденсація водно-спиртових парів. При цьому неконденсовані гази CO<sub>2</sub> направляють у цех діоксиду вуглецю, а сконденсована водно-спиртова суміш потрапляє у збірник поз. 32. Після бродіння зріла бражка надходить у передаточний апарат поз. 25, з якого за допомогою відцентрового насоса перекачується у брагоректифікаційне відділення для вилучення та очистки етилового спирту від супутніх домішок.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

#### 3.1 Характеристика готової продукції та сировини

##### *Спирт етиловий ректифікований*

Залежно від ступеня очистки спирт етиловий ректифікований виготовляють таких сортів:

- «Вищої очистки»;
- «Екстра»;
- «Люкс»;
- «Пшенична сльоза».

За органолептичними та фізико-хімічними показниками спирт етиловий ректифікований повинен відповідати вимогам ДСТУ 4221-2003, зазначеним в таблицях 3.1 та 3.2 [14].

Таблиця 3.1 – Фізико-хімічні показники спирту етилового ректифікованого

Назва показника	Норма для спирту				Метод контролю
	«Пшенична сльоза»	«Люкс»	«Екстра»	«Вищої очистки»	
1	2	3	4	5	6
Об'ємна частка етилового спирту, за температури 20°C, не менше	96,3	96,3	96,3	96,0	Згідно з ДСТУ 4181
Проба на чистоту з сірчаною кислотою	Витримує				Згідно з ДСТУ 4181

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий альдегід у безводному спирті, мг/дм <sup>3</sup> , не менше	2,0	2,0	2,0	4,0	Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Проба на окислюваність за температури 20°C в хв., не менше	23	22	20	15	Згідно з ДСТУ 4181
Масова концентрація сивушного масла: пропіловий, ізопропіловий, бутиловий, ізобутиловий та ізоаміловий спирти, в перерахунку на суміш пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів (3:1:1) в безводному спирті, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	3,0	4,0	7,0	10,0	Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Масова концентрація сивушного масла, в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	2,0	2,0	3,0	4,0	Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Масова концентрація естерів, у перерахунку на оцтовий естер в безводному спирті, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	1,5	2,0	3,0	5,0	Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	0,005	0,01	0,02	0,03	Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Масова концентрація вільних кислот (без CO <sub>2</sub> ), в перерахунку на оцтову кислоту, в безводному спирті, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	8,0	8,0	12,0	15,0	Згідно з ДСТУ 4181
Масова концентрація органічних речовин, що омилюються, в перерахунку на оцтовий естер в безводному спирті, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	12,0	18,0	25,0	30,0	Згідно з ДСТУ 4181
Проба на фурфурол	Витримує				Згідно з ДСТУ 4181

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники якості спирту

Назва показника	Характеристика	Метод контролю
Зовнішній вигляд	Прозора безбарвна рідина без сторонніх домішок	Згідно ДСТУ 4181
Смак і запах	Характерний для кожного сорту етилового спирту, виробленого із відповідної сировини, без присмаку і запаху сторонніх речовин	Згідно ДСТУ 4181

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 - Вміст важких металів і миш'яку

Назва показника	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Метод контролю
Свинець	0,300	Згідно з ГОСТ 26932
Кадмій	0,030	Згідно з ГОСТ 26933
Ртуть	0,005	Згідно з ГОСТ 26927
Цинк	10,0	Згідно з ГОСТ 26934
Вміст миш'яку	0,200	Згідно з ГОСТ 26930

### *Головна фракція етилового спирту*

Нормується за ДСТУ 7402:2013. В таблиці 3.4 наведені нормативно-технічні показники головної фракції етилового спирту [12].

Таблиця 3.4 – Нормативні показники головної фракції етилового спирту

Назва показника	Нормативні показники
Концентрація етилового спирту, об.%, не менше	92,0
Концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий, в 1 дм <sup>3</sup> безводного спирту, мг, не більше	10
Концентрація сивушного масла в перерахунку на суміш ізоамілового й ізобутилового спиртів (3:1) в 1 дм <sup>3</sup> безводного спирту, мг, не більше	2000
Концентрація ефірів, у перерахунку на оцтовоетилловий, в 1 дм <sup>3</sup> безводного спирту, мг, не більше	30000
Концентрація метилового спирту, % об., не більше	1,5
Концентрація вільних кислот у перерахунку на оцтову кислоту, в 1 дм <sup>3</sup> безводного спирту, мг, не більше	1000

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### *Масло сивушне*

В таблиці 3.5 наведені нормативно-технічні показники масла сивушного згідно ДСТУ 7940:2015 [11].

*Таблиця 3.5 – Нормативно-технічні показники масла сивушного*

<b>Назва показника</b>	<b>Нормативні показники</b>
Зовнішній вигляд	Прозора рідина
Густина при 20°C по відношенню до густини води	0,837
Колір	Від світло-жовтого до червоного
Показник заломлення	1,395
Проба на чистоту з сірчаною кислотою	Витримує

### *Барда*

Склад і поживність барди залежить від виду сировини, що переробляється на спирт. Свіжа барда має кислу реакцію (рН 4,2-4,4) і характеризується такими показниками:

- сухі речовини, %.....6,7-8,4, в тому числі:
- сирий протеїн, % ..... 1,8-2,2;
- клітковина, % .....0,9-1,7;
- зола, % ..... 0,6-0,7;
- безазотисті екстрактивні речовини, % ....3,4-3,8.

-

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 3.2 Характеристика сировини

### Зернові культури

Для виробництва етилового спирту з крохмалевмісної сировини використовують зернові культури та мелясу. Основними зерновими культурами, які надходять на спиртові заводи, є кукурудза, пшениця, жито, та ячмінь. Згідно з умовами вирощування, зберігання чи постачання зерна, підприємства спиртової промисловості України можуть отримувати хлібопродукти, які придатні для продовольчих та фуражних потреб.

Згідно з умовами вирощування, зберігання чи постачання зерна, підприємства спиртової промисловості України можуть отримувати зерно по вологості класифіковане (у %) наступним чином: сухе - до 13,5-14,0; середньої сухості - від 13,5-14,0 до 15,0-16,0; вологе - від 15-16 до 17-18; сире-вище 17-18.

Засміченість характеризується наступними величинами (у %): чисте - до 1-2; середньої чистоти - від 1-2 до 2-4; засмічене - вище 2-4. Допустимі показники вологості та засміченості приведені у таблиці для різних культур.

Згідно з умовами вирощування, зберігання чи постачання зерна, підприємства спиртової промисловості України можуть отримувати зернояке вказано в **таблиці 3.6**

Вміст крохмалю у зерні, що надходить на спиртові заводи є в широких межах та залежності від виду культури може складати (у %): у пшениці - 48-57; житі - 46-53; кукурудзі - 58-60; ячменю - 43-55; просі - 42-60. У не кондиційованому зерні крохмалю міститься значно менше. Кукурудза. Із зернових культур найкращою сировиною для виробництва спирту є кукурудза. У ній міститься відносно більше крохмалю, менше клітковини, більше жиру. Урожайність у 2-3 рази вища врожайності інших зернових культур.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розповсюджені сорти кукурудзи Північно-Осетинська біла, Молдовська жовта, Одеська 10 , а також гібриди ВІР-42М, 156Т, 338 та інші.

У залежності від форми зерна та ступеню розвитку ендосперму, кукурудзу поділяють на 7 ботанічних груп: кремнисту, зубовидну, крохмалевмісну, восковидну, цукрову, лущату. Для виробництва спирту доцільніше використовувати крохмалисну і зубовидну кукурудзу, які легко розварюються

Для здійснення процесу переробки крохмалевмісної сировини з одержанням дозрілої бражки на різних стадіях технології використовують ряд допоміжних матеріалів: воду, формалін, сірчану кислоту, хлорне вапно, карбамід, ортофосфорну кислоту.

*Сухі речовини.* У зерні в середньому 84% органічних і 2% мінеральних речовин, а саме (%): крохмалю - 52, цукрів - 3, клітковини - 6, пентозанів і пектинових речовин - 9, азотистих речовин - 11, жиру - 3.

Крохмаль міститься (%): у здорових зрілих зернах пшениці - 48..57, житі - 46...53, ячменю - 43...55, проса - 42...60, вівса - 34...40, кукурудзи крохмалистої - 61...70, пуповидної - 58...64, кременистої - 54 71. У дефектному зерні кількість крохмалю знижується. Цукрів у здоровому зерні звичайно від 0,6 до 7,0 %. Вони складаються в основному із цукрози. У ячмені і житі в помітних кількостях присутня рафіноза. Мальтози немає, але вона з'являється при пророщуванні зерна.

У недозрілому, мерзлому і пророслому зерні цукрів більше, вони складаються головним чином з редукуючих цукрів (інвертного цукру, мальтози).

					Кваліфікаційна робота	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 –Характеристика сировини (зернових культур)

№п/п	Назвапоказника	Пшениця	Жито	Кукурудза	Ячмінь
1	2	3	4	5	6
1.	ДСТУ	ДСТУ3768-98."Пшениця. Технічніумови "	ДСТУ 4522:2006 "Жито. Технічні умови"	ДСТУ 4525:2006 "Кукурудза. Технічні умови"	ДСТУ 3769-98" Ячмінь.Технічніумови"
2.	Колір	Світлоко-ричний-коричневий	Світлокоричневий , Сірий	Жовтий, червоно-жовтий	Світло коричневий, жовтий
3.	Запах	Характерний для здорового зерна	Характерний для здорового зерна	Характерний для здорового зерна	Характерний для здорового зерна
4.	Вологість,% не більше	14,5	14,5	15,0	14,5
5.	Натура, г/дм <sup>3</sup> , не менше	710	715	780	620
6.	Засміче-ність,% не більше	5,0	5,0	5,0	2,0

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчення таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6
7.	Зернова домішка,% не більше	15,0	15,0	15,0	15,0
8.	Зараженість	Кліщ до 2ст.	Кліщ до 2ст.	Кліщ 1ст .	Кліщ 1ст.

Таблиця 3.7 Хімічний склад зерна кукурудзи, %

Підвид кукурудзи	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи	Клітковина
Зубовидна	14,0	9,3	4,0	69,4	2,1
Кремениста	14,0	9,2	2,0	69,2	2,2
Крохмалиста	14,0	9,4	4,8	69,2	1,5
Лопаюча	14,0	11,7	4,3	66,9	2,0

- Верно, силос і зелена маса кукурудзи добре перетравлюються і засвоюються організмом тварин. Так 100 кілограм зеленої маси кукурудзи, зібраної у фазі молочно-воскової стиглості, відповідають 32 кормовим одиницям, а 100 кілограм сухих стебел кукурудзи, зібраної на зерно, — дорівнюють 37 кормовим одиницям і містять 1,5 кілограма перетравного протеїну.

Розмелені стрижні качанів також згодують тваринам, 100 кілограмів таких стрижнів відповідає 35 кормовим одиницям.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кукурудзу також використовують і як продовольчу культуру. З її зерна виготовляють борошно, крупу, пластівці та інші продукти. Качани та зерно у молочно-восковій стиглості використовують у вареному вигляді в їжу та для консервування.

Зерно кукурудзи є сировиною для виробництва спирту, крохмалю, глюкози. Із зародків кукурудзи виробляють олію, що має лікувальні властивості. Із стебел і обгорток качанів виготовляють папір, клей, фарби, штучну смолу тощо.

Таблиця 3.8 Вимоги до зерна кукурудзи

	2 клас	1 клас	2 клас	3 клас	
Показник	Харчові концентрати і продукти	Продукти дитячого харчування	крупя, борошно	крохмаль і патока	кормові потреби
Типовий склад	I-VII типи				I - IX типи
Вологість, %, не більше	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
<i>Рядок вилучено згідно зміни 1</i>					
<i>Зокрема після штучного сушіння, %, не менше</i>	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0

					Кваліфікаційна робота		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Зернова домішка, %, не більше	7,0	3,0	7,0	7,0	15,0
Зокрема:					
пророслі зерна	2,0	Не дозволено	2,0	У межах зернової домішки	5,0
пошкоджені зерна	1,0	Те саме	1,0	Те саме	У межах зернової домішки
Смітна домішка, %, не більше:	1,0		1,0	2,0	3,0 5,0
Зокрема:					
зіпсовані зерна	0,5		Не дозволено	1,0	1,0
мінеральна домішка	0,3		0,3	0,3	0,3 1,0
зокрема: галька, шлак, руда	0,1		0,1	0,1	У межах мінеральної домішки

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вода

Оскільки вода приймає безпосередньо участь у технологічних процесах та входить до складу напівпродуктів та спирту, вона повинна бути мікробіологічно чистою (колі-титр не менше 300), не містити в собі шкідливих речовин, які пригнічують дріжджі і погіршують якість продукції.

Твердий залишок - не більше 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Наявність стороннього запаху не допускається. Для приготування замісу використовують технічну воду з температурою не більше 45 °С, величиною рН не менше 5,0. Не допускається присутність в ній солей важких металів, а також солей азотистої кислоти.

Вода повинна містити аміаку не більше 200 мг/дм<sup>3</sup>, нітратів, фосфатів, силікатів - не більше 200 мг/дм<sup>3</sup>. Для нормального ведення технологічного процесу вода, яка надходить у теплообмінні апарати на охолодження повинна мати температуру не більше 20-22°С, вміст завислих речовин - не більше 100-150 мг/дм<sup>3</sup>, сухого залишку - 500-1000 мг/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість 3-6 мг-екв/дм<sup>3</sup>. Обов'язкова відсутність корозійної активності.

Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною:  
Державні санітарні правила і норми СанПіН 2.2.4-171-10

- Таблиця.3.8 Органолепитчні показники води питної

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи для питної води згідно ДСанПін 2.2.4-171-10		
			водопровід на	З колодязів і джерел	Фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	Запах при t=20 С при t=60 С	Бали	≤2 ≤2	≤3 ≤3	≤ 0(2)4 ≤ 1(2)4
2	Кольоровість	Градуси	≤20(35)1	≤35	≤10(20)4
3	Мутність	1 Ньому=0,58 мг/ дм <sup>3</sup>	≤1,0 (3,5)1	≤3,5	≤0(2)4

						Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

4	Смак і присмак	Бали	≤2	≤3	≤0(2)4
---	----------------	------	----	----	--------

Таблиця 3.9 Фізико-хімічні показники питної води

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи для питної води згідно ДСанПін 2.2.4-171-10		
			Водопровідної	З колодязів	Фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	Водневий показник	Одиниці рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5 (≤4,5)5
2	Діоксид вуглецю	%	Не визначається		0,2-0,3 для слабогазованої 0,31-0,4 для середньогазованої ≥0,4 для сильногазованої
3	Залізо загальне	мг/ дм <sup>3</sup>	≤0,2(1,0)1	≤1,0	≤0,2
4	Загальна жорсткість	ммоль/ дм <sup>3</sup>	≤7,0(10,0)1	≤10,0	≤7,0
5	Загальна лужність	ммоль/ дм <sup>3</sup>	Не визначається		≤6,5
6	Йод	мкг/ дм <sup>3</sup>	Не визначається		≤50
7	Кальцій	мг/ дм <sup>3</sup>	Не визначається		≤130

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Хлорне вапно (ГОСТ 2184-77)**

Препарат містить в собі активний хлор в кількості 32-35% і використовують для дезинфекції емкостей, трубопроводів, приміщень.

Основні складові хлорного вапна: хлористий кальцій ( $\text{CaCl}_2$ ), гідроксид кальцію ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) і гіпохлорид кальцію ( $\text{Ca(OCl)}_2$ ). Гіпохлорид кальцію є активним компонентом хлорного вапна. Бактерицидний ефект зумовлений одночасно дією хлору і атомарного кисню.

**Карбамід (ГОСТ 2081-92)**

Представляє собою амід вугільної кислоти. Виробляється у кристалічному і гранульованому вигляді з вмістом азоту 46%. Добре розчиняється у воді, не гігроскопічний. Використовують як джерело азоту для дріжджів.

**Ортофосфорна кислота**

У спиртовому виробництві використовують технічну ортофосфорну кислоту. Це мало прозора рідина, безкольорна, або слабо-жовтого кольору. Відносна густина 1,530. Вміст ортофосфорної кислоти у термічній кислоті біля 70% і не більше 0,0003% миш'яку.

**Сірчана кислота.**

Сірчана кислота акумуляторна або технічна контактна покращена містить 92...94% моногідрату ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Неприпустима наявність азоту, миш'яку та свинцю. Колір від безбарвного до світло-коричневого.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.10.-Характеристика допоміжних, миючих, дезинфекційних засобів

Назва допоміжних матеріалів	Назва та позначення НД	Назва показника	Номінальне значення показника
Кислота сірчанатехнічна	Кислота серная техническая Технические условия-ГОСТ 2 184-77	Масова частка моногідрата ,%	Не менше 92,5
Концентровані ферментні препарати: оцукрюючий фермент Сан-Супер	Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи України №05.03.02-03/14946 від 16.04.2004р.	Зовнішній вигляд	Без осаду
Карбамід	Карбамид Технические условия-ГОСТ 208 1-92	Зовнішній вигляд	Білий гранульований порошок
Ортофосфорна кислота	ГОСТ 10678-76	-	-
Хлорневапно	Известь хлорная Технические условия-ГОСТ 1692-85	Масова частка активного хлору , %	Не менше 28
Каустична сода	Натр едкий технический Технические условия ГОСТ 2263-79	Зовнішній вигляд	Білий порошок

### Оцукрюючі матеріали.

У виробництві спирту з крохмалевмісної сировини (зерна злакових та ін.) використовують оцукрюючі матеріали, які містять, як правило, комплекс ферментів для гідролізу полімерів: крохмалю, білків, пектинових речовин, пентозанів, целюлози та інші. Як оцукрюючий матеріал нещодавно на підприємствах спиртової промисловості використовували солод , але на заміну йому з'явилися ферментні препарати мікробного походження і їх

суміш.					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При дослідженні дії ферментних препаратів як джерела оцукрюючого матеріалу було виявлено ряд важливих переваг перед застосуванням солоду. Про ці переваги буде йтись далі. На сьогодні іспиртова промисловість ще не повністю відмовилась від використання солоду. На деяких спиртових заводах частину оцукрюючого матеріалу вносять у вигляді солоду і у вигляді ферментних препаратів.

### **Хімізм дії оцукрюючих матеріалів.**

Вуглеводовмісні полімери (крохмаль, целюлоза) використовуються як джерела вуглецю для мікробіологічного утворення етанолу і утворення біомаси дріжджів. Але вони можуть бути використанні мікроорганізмами тільки після гідролізу їх до моно- і дисахаридів. Кислотний гідроліз їх у виробництві спирту для харчових цілей не прийнятний, бо в результаті його утворюються небажанні речовини, які переходять у "гідролізний спирт" і негативно впливають на організм людини. Крім того, кислотний гідроліз полімерів дорогий. Тому етиловий ректифікований спирт для харчових цілей одержують тільки з використанням ферментного гідролізу полімерів сировини.

Азотисті речовини потрібні для життєвої діяльності дріжджів, тому необхідний ферментативний гідроліз білків до аміно кислот, які є джерелом не тільки азоту для дріжджів, а й вуглецю. При їх наявності у суслі на утворення біомаси дріжджів витрачається менше цукрів, а значить, і збільшується вихід спирту.

Гідроліз пектинових речовин не має важливого значення у виробництві спирту, бо продукти їх гідролізу не використовуються дріжджами. Але на стадії приготування замісу їх гідроліз бажаний у зв'язку з тим, що сприяє зменшенню в'язкості середовища.

Целюлоза сировини під дією целюлолітичних ферментів частково гідролізується до глюкози, що сприяє збільшенню виходу спирту і зменшенню в'язкості напівпродуктів спиртового виробництва. Таким чином, у спиртовому виробництві із крохмалевмісної сировини потрібні гідролітичні

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ферменти, які каталізують гідроліз крохмалю, целюлози, азотистих і пектинових речовин.

Здатність солоду оцукрювати крохмаль відома з давніх часів, виробництво і використання солоду має ряд суттєвих недоліків: для його виробництва потрібне зерно злакових високої якості (ячменю, проса, вівса) в значних кількостях - до 14 % по масі крохмалю, частина крохмалю солоду у виробництві спирту не оцукрюється і складає втрати, солод не має необхідного для спиртового виробництва комплексу гідролітичних ферментів, його виробництво дуже трудомісткий процес і тривалість зберігання сирого солоду дуже обмежена, а сухий солод не використовують в нашій країні у виробництві спирту.

Ферментні препарати в порівнянні з солодом мають ряд переваг, які зумовлюють їх широке застосування: для їх виробництва застосовують більш дешеву сировину (зерно кукурудзи, пшениці, відходи спиртового, цукрового, мукомельного виробництва); вони мають більш широкий комплекс гідролітичних ферментів, в тому числі целюлолітичних і протеолітичних, повніше гідролізується крохмаль, що дозволяє збільшити вихід спирту на 1-2%; у більшості випадків вони стерильні, що сприяє створенню умов для мікробіологічної чистоти спиртового бродіння; концентровані ферментні препарати (сиропо подібні або у вигляді сухого порошку) мають високу питому активність і можуть зберігатися тривалий час; використання комплексу ферментів мікробного походження в підвищених концентраціях до субстрату дозволить значно прискорити процеси оцукрювання сировини і зброджування суслу. Ферменти мікроорганізмів більш стійкі до фізико-хімічних умов середовища. Це дозволяє використовувати їх при високих температурах (до 105 °С) під час ферментативно-теплової обробки замісів сировини і значно зменшити витрати теплової енергії та втрати зброджуваних речовин у процесі розварювання, а також проводити зброджування при порівняно низьких рН бражки, що забезпечує мікробіологічну чистоту бродіння. Використання ферментних препаратів

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє виготовляти сусло з високим вмістом сухих речовин (до 20-21 %) і накопичувати у зрілій бражці до 11 об. % спирту, що сприяє збільшенню потужності відповідного обладнання і зменшенню питомих енерговитрат.

### **Фактори, що впливають на активність ферментів.**

Наявність ферментів солоду або ферментних препаратів мікробного походження визначають з кількості утворених продуктів реакції або зменшення вихідного субстрату. Активність ферментів умовно визначають за початковою швидкістю ферментативної реакції. В оцукрюючих матеріалах визначають амілолітичну, оцукрюючу, глюкоамілазну, протеолітичну і інвертазну активність і виражають її в умовних одиницях.

Амілолітичну активність (здатність) (АЗ), яка характеризує дію  $\alpha$ -амілази в ферментних препаратах і  $\alpha$ - та  $\beta$ -амілази в солоді, визначають з швидкості ферментативної реакції гідролізу крохмалю, яку встановлюють з кількості крохмалю, що прогідролізував в процесі цієї реакції. За одиницю протеолітичної активності приймають таку кількість ферменту, яка в строго визначених умовах (температура 30 °С, рН 4,7-4,9 і час дії 10 хвилин) каталізує гідроліз до незабарвлених декстринів 1 г розчинного крохмалю.

Оцукрююча активність (ОА) характеризує здатність усіх амілолітичних ферментів каталізувати гідроліз крохмалю до редукуючих речовин. Активність оцукрюючих матеріалів характеризують числом одиниць оцукрюючих ферментів, що містяться в 1 г солоду, в 1 г ферментного препарату чи в 1 см<sup>3</sup> глибинної культури.

За одиницю оцукрюючої активності приймають таку кількість ферментів, яка в строго визначених умовах (температура 30 °С, рН 4,7-4,9 і час дії 60 хвилин) каталізує гідроліз 1 г крохмалю, який не перевищує 30 % введеного в ферментну реакцію.

Глюкоамілазна активність (ГЛА) характеризується кількістю одиниць активності в 1 г сухого ферментного препарату або в 100 см<sup>3</sup> глибинної культури. За одиницю глюкоамілазної активності приймають таку кількість

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ферменту, яка при температурі 30 °С і рН 4,7 протягом 1 хв. звільняє 1 мкмоль глюкози.

Протеолітична активність (ПА) - здатність протеаз гідролізувати білок. За одиницю ПА приймають таку кількість ферменту, яка каталізує гідроліз 1 г казеїну в прийнятих стандартних умовах (температура 30 °С, рН 7,0 і час дії 30 хвилин), що складає 50 % від уведеного в ферментативну реакцію.

Інвертазна активність (ІА) - здатність ферменту β-фруктофуранозидази каталізувати гідроліз цукрози. За одиницю активності прийнято таку кількість ферменту, яка за 1 хв. гідролізує 1,25 г цукрози при рН 4,6 і температурі 30 °С, що складає не більше 50 % субстрату. Активність препарату виражають в одиницях редуруючих речовин на 1 г препарату або 1 см<sup>3</sup> розчину ферменту.

#### **Характеристика концентрованих ферментних препаратів.**

Одним із прогресивних напрямів в виробництві спирту є повна або часткова заміна солоду на ферментні препарати. Були виявлені наступні їх переваги:

- висока концентрація і активність, рідкий стан, відсутність завислих частинок, легкість дозування;
- високий ступінь мікробіологічної чистоти;
- тривалий термін зберігання без втрат активності в широкому інтервалі температур;
- незначні питомі витрати на одиницю крохмалю та невеликі транспортні витрати;
- термостабільність та можливість використання в різних варіантах технологічного процесу;
- можливість об'єднання розварювання сировини та розріджування крохмалю.

Амілосубтилін являється рідким ензимним препаратом, що містить виключно термостабільну α-амілазу. Ензим являється ендоамілазою, яка гідролізує α-1,4-глюкозидні зв'язки в амілазі та амілопектині, тому крохмаль швидко розщеплюється до розчинних декстринів та полісахаридів, завдяки чому

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшується в'язкість. Через це Амілосубтилін називають "розріджуючою амілазою".

Стандартна активність.....60-120 КІЧМ/г

Зовнішній вигляд ..... чиста прозора рідина

Густина ..... 1,2 г/см<sup>3</sup>

Ферментативна активність амілази:

за даними фірми.....100.

Визначення активності: одна Кіло-Ново-альфа-амілаза одиниця (1КЖІ)-це кількість ензиму, котра гідролізує 5,26 г крохмалю (стандартного) за годину (точніше за 7-20 хвилин при температурі 37 °С і рН 5,6).

Стабілізатори - желатинований крохмаль і продукти його розпаду, а також іони Са .

Амілосубтилін активний і при температурах 105-110 °С, хоча оптимум його активності 95-105 °С.

Глюкаваморин Гх-466 - використовується в спиртовій промисловості для оцукрювання заторів, які містять розріджений крохмаль.

Зовнішній вигляд і колір ..... чиста коричнева рідина

Густина ..... 1,25 г/см<sup>3</sup>

Ферментативна активність, за даними фірми:

Амілоглюкозидаза ..... 240

а-амілаза..... 147

протеаза..... 0,062.

Згіднодіючої методики, од/см<sup>3</sup>:

глюкоамілаза ..... 3000

а-амілаза..... 700

протеаза..... 0,062.

Головний компонент Глюковамарин Гх-466 - амілоглюкозидаза - ензим, який гідролізує крохмаль і декстрини повністю до глюкози. До того ж, цей препарат має збалансований вміст а-амілази і протеази.

Глюковамарин Гх-466 - прозора коричнева рідина з густиною

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1,25 г/ см<sup>3</sup> і активністю 200 Ав/ см<sup>3</sup>.

Фізико-хімічні показники допоміжних матеріалів Характеристика та фізико-хімічні показники матеріалів наведені в таблицях **1.3** та **1.14**.

Таблиця 3.11 Характеристика допоміжних матеріалів.  
Формалін технічний ГОСТ 1625-75

Показники	Сорт формаліну	
	Вищий	Перший
Зовнішній вигляд	Безбарвна прозора рідина, при зберіганні допускається утворення помутніння або білого осаду розчинного при температурі не вище 40 °С.	
Вміст формальдегіду, %	37	37
Вміст метилового спирту, %	5,0-8,0	Не більше 11,0
Вміст кислот, в перерахунку на мурашину, не більше	0,02	0,04
Залишок після прокалювання, не більше	0,008	0,008
Вміст заліза, не більше	0,0001	0,005

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.12 - Кислота сірчана технічна ГОСТ 2184-77

Показники	Контактна		
	Технічна	Покращена	Олеум покращена
Зовнішній вигляд	Не нормується		Масляниста рідина з опалесценцією без механічних домішок
Вміст, % Моногідрата $H_2SO_4$	92,5	92,5-94,0	92,5-94,0
Вільного сірчаного ангідрида $SO_3$ , не менше	22,4	24	24
Оксидів азоту $NO_2$ , не більше	0,001	0,0001	0,0005
Залишок після прокалювання, не більше	0,005	0,03	0,03
Заліза, не більше	0,002	0,015	0,01
Мишяку, не більше	--	0,0001	0,0001
Хлористих з'єднань, не більше	0,0005	0,0005	0,0005
Свинцю, не більше	--	0,01	-

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 4.1 Вихідні дані

Розрахунок продуктів виконаний на 100 дал спирту. Вихідні дані для розрахунків:

- продуктивність заводу - 2000 дал на добу;
- сировина, яка поступає на термоферментативну обробку – кукурудза кремениста крохмалистістю 66,5 %, вологістю 14 %;
- оцукрюючі та розріджуючі матеріали – концентровані ферментні препарати фірми «Danisco»: Amylex HT (кислотостійка  $\alpha$ -амілаза), Diazyme SG (глюкоамілаза);
- антисептик Дезактин, витрата 20 см<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> сусла;
- ступінь подрібнення зерна – 250-450 мкм;
- вихід спирту - з 1 т умовного крохмалю кукурудзи:

$$65,9 + 0,7 + 0,1 = 66,7 \text{ дал,}$$

де 65,9 - вихід спирту етилового з 1 т умовного крохмалю кукурудзи, дал/т, при роботі за безперервною схемою виробництва;

0,7 - збільшення норми виходу спирту з 1 т умовного крохмалю при повній заміні солоду ферментними препаратами, дал/т;

0,1 - збільшення норми виходу спирту з 1 т умовного крохмалю при зброджуванні сусла з рециркуляцією бражки, дал/т.

### 4.2 Продуктові розрахунки

#### Витрати зерна для отримання 100 дал спирту

Кількість крохмалю сировини, яка потрібна для одержання 100 дал спирту:

$$G_{кр} = 100 \cdot 1000 / 66,7 = 1499,25 \text{ кг.}$$

Витрати зерна кукурудзи для отримання 100 дал спирту:

$$G_{кук} = 1499,25 \cdot 100 / 66,5 = 2254,51 \text{ кг,}$$

де 66,5 - крохмалистість кукурудзи, %.

У цій кількості кукурудзи міститься:

- води:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{в.кук}} = 2254,51 * 0,01 * 14 = 315,63 \text{ кг};$$

- сухих речовин:

$$G_{\text{ср.кук}} = 2254,51 - 315,63 = 1938,88 \text{ кг},$$

з них: зброджуваних:

$$G_{\text{зб}} = 2254,51 * 0,665 = 1499,25 \text{ кг};$$

незброджуваних:

$$G_{\text{незб}} = 1938,88 - 1499,25 = 439,63 \text{ кг}.$$

### **Витрати ферментних препаратів**

На 1 г умовного крохмалю зерна витрачають 0,2 од. АА/г (0,4 л/т ум. крохмалю) Amylex НТ та 5,0 од ГЛА/г (1,45 л/т ум. крохмалю) Diazyme SG;

Витрати Amylex НТ складатиме:

$$V_{\text{Amyl}} = 1,49925 * 0,4 = 0,5997 \text{ дм}^3.$$

Перед введенням ферментного препарату в збірник замісу і в термоферментатор його розводять водою 1: 10. Об'єм води для розведення ферментного препарату:

$$V_{\text{в. Amyl}} = 0,5997 * 10 = 6 \text{ дм}^3.$$

При густині ферментного препарату 1,2 кг/дм<sup>3</sup>, маса ферментного препарату:

$$G_{\text{Amyl}} = 0,6 * 1,2 = 0,72 \text{ кг}.$$

Загальна маса розчину ферментного препарату Amylex НТ:

$$G_{\text{Amyl.з}} = 0,72 + 6 = 6,72 \text{ кг}.$$

Витрата Diazyme SG:

$$V_{\text{Diaz}} = 1,49925 * 1,45 = 2,17 \text{ дм}^3.$$

Об'єм води для розведення ферментного препарату:

$$V_{\text{в. Diaz}} = 2,17 * 10 = 21,7 \text{ дм}^3.$$

Маса ферментного препарату:

$$G_{\text{Diaz}} = 2,17 * 1,2 = 2,604 \text{ кг}.$$

Загальна маса розчину ферментного препарату Tegamyl GA400L:

$$G_{\text{заг. Diaz}} = 21,7 + 2,604 = 24,304 \text{ кг}.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Приготування замісу

Для приготування замісу використовують помел зерна (температура 20°C), воду з температурою 55°C. Середню температуру замісу розраховують, як описано далі. В заміс задають 100% ферментного препарату Amylex НТ.

Кількість води, яка потрібна для приготування замісу:

$$G_B = 2254,51 * 2,4 = 5410,824 \text{ кг,}$$

де 2,4 - витрата води, кг на 1 кг помелу зерна.

Маса замісу складає:

$$G_{\text{зам}} = 2254,51 + 3408,819 + 6,72 + 2002,005 = 7672,054 \text{ кг.}$$

Витрата барди – 30-40% від маси води, що використовується.

Витрата на 100 декалітрів спирту:

$$5410,824 * 0,37 = 2002,005 \text{ кг.}$$

У замісі міститься води:

$$G_{\text{в.зам}} = 3408,819 + 315,63 + 6 = 3729,82 \text{ кг.}$$

Сухих речовин у замісі таж сама кількість, що і в кукурудзі, тобто 1938,88 кг. Процентний вміст сухих речовин у замісі:

$$C_{\text{ср.зам}} = 1938,88 * 100 / 9674,06 = 24,78\%.$$

### Температура замісу

Маса зерна - 2254,51 кг з температурою 20°C і теплоємністю  $C_1 = 1,423 \text{ кДж/кг*К}$ .

Маса дефлегматорної води – 3408,819 кг з температурою 55°C і теплоємністю  $C_2 = 4,204 \text{ кДж/кг*К}$ .

Маса ферментного препарату Amylex НТ - 6,672 з температурою 25°C і теплоємністю  $C_4 = 4,185 \text{ кДж/кг*К}$ .

Теплоємність замісу:

$$C_{\text{зам}} = (2254,51 * 1,423 + 5410,824 * 4,204 + 6,72 * 4,185) / 7825,5 = 3,32 \text{ кДж/кг*К.}$$

Кількість тепла замісу:

$$Q_{\text{зам}} = 2254,51 * 1,423 * 20 + 5410,824 * 4,204 * 55 +$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$+6,72*4,185*25 = 1315957,13 \text{ кДж.}$$

Температура замісу в збірнику замісу:

$$t_{\text{зам}} = 1315957,13/7825,5*3,32 = 50,6^{\circ}\text{C.}$$

### **Термоферментативна обробка замісу**

Підігрів замісу відбувається в спіральному теплообміннику до  $t=68^{\circ}\text{C}$  бардою ( $90-94^{\circ}\text{C}$ ).

Із маси замісу 10% сусла відбирають для приготування виробничих дріжджів:

$$9674,06*0,1 = 967,4 \text{ кг.}$$

Основне сусло, що надходить на охолодження до температури «складки»  $32-33^{\circ}\text{C}$ :

$$9674,06 - 967,4 = 8706,66 \text{ кг.}$$

Витрати охолоджуючої води:

$$8706,66*3,50*(68-33)/4,2*(40-20) = 12697,2 \text{ кг,}$$

де 40 і 20 - температура води на виході і вході в теплообмінник,  $^{\circ}\text{C}$ .

### **Приготування виробничих дріжджів**

Витрати пари з тиском 400 кПа на підігрів сусла до температури пастеризації  $85^{\circ}\text{C}$ :

$$967,4*3,32*(85-68)*1,04/(2739-603) = 26,6 \text{ кг,}$$

де 2739 - теплоємність пари, кДж/кг;

603 - ентальпія конденсату пари, кДж/кг;

1,04 - коефіцієнт, що враховує втрати пари в навколишнє середовище.

Витрати води для охолодження сусла в дріжджанці до  $30-32^{\circ}\text{C}$ :

$$967,4*1,1*3,32*(85-32)/4,2*(45-15) = 1486,08 \text{ кг.}$$

де 15 і 45 - температура охолоджуючої води на вході і виході із поверхні охолодження,  $^{\circ}\text{C}$ ;

1,1 - коефіцієнт, що враховує збільшення маси в дріжджанці за рахунок внесення засівних дріжджів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В дріжджанку вносять в розрахунку на 1 м<sup>3</sup> сусла 0,8 кг карбаміду і 0,2кг діамонійфосфату, тобто в розрахунку на 100 дал спирту вносять карбаміду:

$$967,4*0,8/1000 = 0,774 \text{ кг,}$$

Діамонійфосфату:

$$967,4*0,2/1000 = 0,193 \text{ кг.}$$

Витрати вуглеводів на утворення спирту і накопичення біомаси під час вирощування виробничих дріжджів:

$$967,4*1,1*(20,04-10)/100 = 106,84 \text{ кг,}$$

де 24,78 - початкова концентрація сухих речовин сусла, %;

10 - концентрація сухих речовин у виробничих дріжджах, %.

Під час вирощування дріжджів виділяється діоксиду вуглецю:

$$106,84*66,5*1,002*0,7893*0,9554/100 = 53,684 \text{ кг,}$$

де 1,002 - коефіцієнт, що враховує втрати спиту при перегонці бражки;

0,7893 - густина безводного спирту, кг/дм<sup>3</sup>;

0,9554 - вихід діоксиду вуглецю, кг/кг спирту.

Маса виробничих дріжджів:

$$967,4*1,1-53,68+0,774+0,193 = 1011,43 \text{ кг .}$$

### **Зброджування сусла**

Всього в бродильне відділення надходить продуктів:

$$8706,66+967,4+8706,66*0,5/100+1011,43*2,5/100+24,304 = 9742,87 \text{ кг,}$$

де 0,5 - кількість води для замивання обладнання після звільнення його від сусла, % від кількості основного сусла;

2,5 - кількість води для замивання обладнання після його звільнення від дріжджів, % від кількості виробничих дріжджів.

Вихід діоксиду вуглецю з розрахунку на 100 дал утвореного спирту:

$$100*10*0,9742*0,9554 = 930,7 \text{ кг.}$$

Кількість водно-спиртового розчину, що надходить із спиртовловлювача у бражку:

$$9742,8*2,5/100 = 243,6 \text{ кг,}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де 2,5 - кількість водно-спиртового розчину, % до об'єму бражки.

Кількість дозрілої бражки:

$$9742,8 - 930,7 + 243,6 = 9055,7 \text{ кг.}$$

Кількість спирту у дозрілій бражці з урахуванням його втрат при перегонці (0,2 %):

$$100 + 100 * 0,002 = 100,2 \text{ дал} = 1002 \text{ дм}^3, \text{ або } 1002 * 0,9742 = 976,15 \text{ кг.}$$

Об'єм дозрілої бражки:

$$9055,7 * 1,0099 = 9145,3 \text{ дм}^3,$$

де 1,0099 - густина дозрілої бражки.

Вміст спирту в дозрілій бражці:

$$1002 * 100 / 9145,3 = 12 \% \text{ об.}$$

Загальний об'єм бражки, що надійде на перегонку з врахуванням розведення її водою, одержаною під час замивання бродильних апаратів, що звільнилися:

$$9145,3 + 9145,3 * 0,5 / 100 = 9191,03 \text{ дм}^3,$$

де 0,5 - кількість промивної води, одержаної під час замивання бродильного апарату, % до об'єму бражки.

При потужності заводу 2000 дал на добу за 24 години в бродильне відділення надійде (разом сушло, промивна вода після сушла та виробничих дріжджів):

$$9191,03 * 30 = 275730 \text{ кг} = 275,730 \text{ м}^3.$$

Добова потреба в виробничих дріжджах:

$$967,4 * 30 = 29022 \text{ кг} = 29,022 \text{ м}^3.$$

### **Спирт і продукти ректифікації**

Розрахунок продуктів проведено на 100 дал умовного спирту-сирцю. В процесі перегонки і ректифікації на брагоректифікаційних апаратах мають місце втрати, які залежать від типу і продуктивності апаратів, а також періоду року. В середньому при ректифікації вони становлять під час виробництва зернового ректифікованого спирту «Люкс» 0,6% від безводного спирту-сирцю, який поступив на ректифікацію.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихід окремих продуктів ректифікації спирту коливається залежно від виду сировини, обраної технологічної схеми та інших причин у таких межах, %:

- головна фракція етилового спирту - 5,0-7,0%;
- сивушне масло - 0,3-0,5%;
- сивушний спирт, якщо його виводять із брагоректифікаційної установки - 0,5 - 1, % .

Приймаємо для прикладу вихід головної фракції етилового спирту міцністю 95 об.% рівним 5,0%, сивушного масла міцністю 88 об.% - 0,3%, сивушного спирту міцністю 85 об.% - 1,0%. Тоді вихід головної фракції етилового спирту буде:

$$100 * 5,0 / 100 / 95 * 100 = 5,26 \text{ дал} = 52,6 \text{ дм}^3.$$

Маса головної фракції етилового спирту:

$$52,6 * 0,8114 = 42,68 \text{ кг},$$

де 0,8114 - густина водно-спиртового розчину міцністю 95,0%.

Вихід сивушного масла при відборі 0,3% міцністю 88%:

$$100 * 0,3 / 100 / 88 * 100 = 0,34 \text{ дал} = 3,4 \text{ дм}^3.$$

Маса сивушного масла:

$$3,4 * 0,8357 = 2,84 \text{ кг}.$$

Вихід сивушного спирту при відборі 1% міцністю 85,0 % :

$$100 * 1,0 / 100 / 85 * 100 = 1,18 \text{ дал} = 11,8 \text{ дм}^3.$$

Маса сивушного спирту:

$$11,8 * 0,8449 = 10,0 \text{ кг},$$

де 0,8449 - густина сивушного спирту.

Вихід ректифікованого спирту «Люкс» міцністю 96,3 об. % :

$$100 - 5,0 - 0,3 - 1,0 - 0,6 = 93,1 \%,$$

де 0,6 - втрати спити при ректифікації, %.

З урахуванням цих даних визначаємо кількість ректифікованого спирту міцністю 96,3 об.%, яку можна одержати із 100 дал умовного спирту-сирцю:

$$100 * 93,1 * 100 / 96,3 * 100 = 96,68 \text{ дал} = 966,8 \text{ дм}^3.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Його маса складає:

$$966,8 * 0,7893 = 763,10 \text{ кг.}$$

Розрахована кількість сировини, проміжних і кінцевих продуктів ректифікації для отримання 100 дал умовного спирту-сирцю використовують для визначення їх величини для годинної та добової продуктивності заводу.

Всі виведені розрахунки зведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Зведена таблиця розрахунків

Продукти	Кількість продуктів на					
	На 100 дал безводного спирту		На добову потужність		На годинну потужність	
	кг	дм <sup>3</sup>	кг	дм <sup>3</sup>	кг	дм <sup>3</sup>
Кукурудза	2254,51		67635,3		2818,13	
Дефлегматорна вода на приготування замісу + барда	5410,824	5410,824	162324,72	162324,72	6763,53	6763,53
Amylex HT	0,72	0,72	21,6	21,6	0,9	0,9
Diazyme SG	2,17	2,17	65,1	65,1	2,71	2,71
Заміс	9674,06	9605,6	290211,8	289355,6	12092,5	11968,5
Сусло на приготування дріжджів	967,4	893,21	29022	28771	1209,25	1132,35
Кількість дозрілої бражки	9055,7	9145,3	27171	274359	1132,1	11431,6
Сусло	9708,8	9002,4	29126	26899	12136	11837
Сивушний спирт	10	11,8	300	354	12,5	14,75
Сивушне масло	2,8	3,4	84	102	3,5	4,25
Спирт ректифікований	763,1	966,8	22893,0	29004,0	953,87	1208,5

Арк.

Кваліфікаційна робота

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

### 4.3 Розрахунок основних і допоміжних матеріалів

В таблиці 4.2 наведені витрати основних і допоміжних матеріалів.

Таблиця 4.2 – Витрати основних і допоміжних матеріалів.

Найменування	Витрата на добу
ФП Amylex НТ	21,6 кг
ФП Diazyme SG	65,1 кг
Карбамід	28,8 кг
Діамоній фосфат	4,69 кг

Дезінфікуючий розчин готують із розрахунку:

- хлорне вапно - 6-8 дм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> води;
- дезактин - 1кг/40 дм<sup>3</sup> води.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 Розрахунки і підбір технологічного обладнання

Основою для розрахунку і підбору обладнання є потужність (2000 дал на добу), прийнята апаратурно-технологічна схема, дані розрахунку продуктів, дані підприємства та вимоги і рекомендації щодо норм технологічного проектування.

Сировина на підприємство поступає автомобільним транспортом. Перед надходженням на завод зерно обов'язково зважується на тридцятитонних вагах.

### *Автомобільні ваги*

Для зважування зерна, що надходить на підприємство автотранспортом використовуються автомобільні ваги марки РС-60Ц13АС (АЦ-60С), стаціонарні циферблатні з граничною нормою зважування 30 т.

### *Норія*

Використовують норію типу НЦ-100, потужністю 45 кВт.

### *Шнек*

Використовують шнек ВК 320, продуктивністю 5,5 т/год.

### *Вентилятор*

Використовують вентилятор ВД-7, потужність 22 кВт, 1500 об/хв.

### *Дисмембратор*

Продуктивність 25 м<sup>3</sup>/год. Потужність електродвигуна 5,5 кВт.

### *Дезінтегратор*

Продуктивність дезінтегратора до 5 тон за годину, 1500 об/хв.

### *Апарат для приготування замісу*

Об'єм 7 м<sup>3</sup>, габаритні розміри: висота Н = 2 м, Д = 1,5 м.

### *Насоси*

Використовують насоси ЕВАРА3М 40-200/75.

### *РПА*

Марка РПА 1.00.000, потужність 140 м<sup>3</sup>/г, потужність електродвигуна 30кВт.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### *Апарат термо-ферментативної обробки*

Апарати гідроферментної обробки АТФО в кількості 2 шт., мають об'єм  $35 \text{ м}^3$ , висоту 6 м, діаметр 2,5 м.

### *Спіральний теплообмінник «заміс-барда»*

Кількість тепла, що відводиться від охолоджуючого замісу:

$$d = M_c * C_c * (T_1 - T_2),$$

де  $M_c$  - маса замісу, кг/год;

$C_c$  - теплоємність замісу, кДж/(кг\*град);

$T_1, T_2$  - початкова та кінцева температура замісу, °С.

$$d = 8706,66 * 3,32 * (85 - 65) = 578122 \text{ кДж/год} = 160589 \text{ Вт.}$$

Площина поверхні охолодження теплообмінника:

$$P = d / K * A_1,$$

де  $d$  - теплота навантаження на теплообмінник, Вт;

$K$  - коефіцієнт теплопередачі, Вт/( $\text{м}^2 * \text{К}$ );

$A_1$  - різниця температур, °С.

$$P = 160589 / 250 * (85 - 65) = 32,1 \text{ м}^2.$$

### *Спіральний теплообмінник «сусло-бражка»*

Кількість тепла, що відводиться від охолоджуючого замісу:

$$d = M_c * C_c * (T_1 - T_2),$$

де  $M_c$  - маса замісу, кг/год;

$C_c$  - теплоємність замісу, кДж/(кг\*град);

$T_1, T_2$  - початкова та кінцева температура замісу, °С.

$$d = 8706,66 * 3,32 * (92 - 72) = 578122 \text{ кДж/год} = 160589 \text{ Вт.}$$

Площина поверхні охолодження теплообмінника:

$$P = d / K * A_1,$$

де  $d$  - теплота навантаження на теплообмінник, Вт;

$K$  - коефіцієнт теплопередачі, Вт/( $\text{м}^2 * \text{К}$ );

$A_1$  - різниця температур, °С.

$$P = 160589 / 250 * (92 - 72) = 32,1 \text{ м}^2.$$

					Дипломний проект	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Спиральний теплообмінник «суло-вода»*

Кількість тепла, що відводиться від охолоджуючого замісу:

$$d = M_c * C_c * (T_1 - T_2),$$

де  $M_c$  - маса замісу, кг/год;

$C_c$  - теплоємність замісу, кДж/(кг\*град);

$T_1, T_2$  - початкова та кінцева температура замісу, °С.

$$d = 8706,66 * 3,32 * (72 - 36) = 578122 \text{ кДж/год} = 160589 \text{ Вт.}$$

Площина поверхні охолодження теплообмінника:

$$P = d / K * A_1,$$

де  $d$  - теплота навантаження на теплообмінник, Вт;

$K$  - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>\*К);

$A_1$  - різниця температур, °С.

$$P = 233821 / 250 * (40 - 20) = 32,1 \text{ м}^2.$$

В табл. 5.1 наведена специфікація обладнання.

*Таблиця 5.1 – Специфікація обладнання*

№ з/п	Номери позицій на апаратурно-технологічній схемі	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна	Тривалість роботи двигуна	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	Проміжний бункер	1	Об'єм 12 м <sup>3</sup>			
2	3	Норія	1	Марка НЦИ – 100. Продуктивність 100 т/г	45	3	

					Кваліфікаційна робота			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
3	4	Силос	4	Об'єм 120 м <sup>3</sup>			
4	6	Розсів-бурат	1	А1-БМС-6	1,5	20	
5	8	Шнек	1	Марка ВК - 320	3,0	20	
6	9	Вентилятор	1	ВД - 7	22	10	
7	12	Дезінтегратор	1		35	20	
8	11	Дисмембратор	1	25 м <sup>3</sup> /год	5,5	20	
9	15	РПА	1	140 м <sup>3</sup> /год	30	20	
10	13	Апарат для приготування замісу	1	Габаритні розміри Н=2м Д=1,5м	1,0	24	
11	18	Насос	7	ЕВАРА 3М 40-200/7,5	7,5	24	
12	19	Спіральний теплообмінник «заміс-барда»	1	F=60 м <sup>2</sup>		24	
13	22	Спіральний теплообмінник «сусло-бражка»	1	F=80 м <sup>2</sup>		24	
13	23	Спіральний теплообмінник «сусло-вода»	1	F=80 м <sup>2</sup>		24	
14	20	АТФО I-ступеню	1	Н=6м Д=2,5м			
15	21	АТФО II-ступеню	1	Н=6м Д=2,5м			
16	16	Збірник ФП	1	Н=6м Д=2,5м			
17	14	Збірник барди	1	Н= 0,3м Д= 0,5м Об'єм 65 дм <sup>3</sup>			
18	24	Бродильний апарат	8	Об'єм 180 м <sup>3</sup>			
19	25	Передаточний апарат	1	Об'єм 180 м <sup>3</sup>			
20	27	Маточник	1	Об'єм 14 м <sup>3</sup>			
21	26	Дріжджанка	3	Об'єм 16 м <sup>3</sup>			
22	31	Спиртовловлювач	1				

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. Розрахунок виробничих площ та складських приміщень

Робоча площа відділення:

$$F_p = 4,9 + 2,5 + 12,56 + 1,12 + 0,33 + 1,0 + 1,0 + 3,14 + 3,14 + 2,83 + 0,5 + 0,3 + 0,9 + 0,45 + 0,45 + 0,45 + 1,0 + 2,5 + 0,74 + 0,74 + 1,5 + 0,88 + 0,88 + 1,4 + 2,8 = 48,01 \text{ м}^2;$$

де 4,9 – виробнича площа на 1 людину, м<sup>2</sup>;

2,5 – площа змішувача, м<sup>2</sup>;

0,45 – площа насосу, м<sup>2</sup>;

12,56 – відстань від ТФО до сходів, м<sup>2</sup>;

1,12 – відстань від збірника ФП до стіни, м<sup>2</sup>;

0,5 – відстань від змішувача до стіни, м<sup>2</sup>;

2,5 – відстань від змішувача до другої стіни, м<sup>2</sup>;

3,14 – площа ТФО, м<sup>2</sup>;

1,0 – площа від ТО до стінки, м<sup>2</sup>;

0,74 – відстань від ТФО до стінки, м<sup>2</sup>;

0,88 – відстань від ТО до насосу, м<sup>2</sup>;

1,5 – відстань від збірника ФП до 2-ої стіни, м<sup>2</sup>;

2,83 – відстань від ТФО до 2-ої стіни, м<sup>2</sup>;

0,9 – відстань від ТО1 до ТО2, м<sup>2</sup>;

1,4 – площа ТО, м<sup>2</sup>;

0,3 – відстань від ТФО2 до насосу, м<sup>2</sup>;

0,33 – відстань від ТФО1 до ТФО2, м<sup>2</sup>.

Загальна площа відділень:

- площа зони замісу:

$$F_1 = 5,5 * 5,9 = 32,45 \text{ м}^2$$

де 5,5 і 5,9 – відповідні розміри стін відділення, м<sup>2</sup>;

- площа відділення ТФО:

$$F_2 = 6,5 * 9,5 = 61,75 \text{ м}^2$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де 3,5 і 9,5 – відповідні розміри стін відділення, м<sup>2</sup>;

- площа зони охолодження:

$$F_3 = 5,5 * 5,9 = 32,45 \text{ м}^2$$

де 5,5 і 5,9 – відповідні розміри стін відділення, м<sup>2</sup>;

$$F_{\text{заг}} = 32,45 + 32,45 + 61,75 = 129,65 \text{ м}^2.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення

Контроль сировини, проміжних продуктів основного виробництва, якості готової продукції, побічних продуктів здійснюється працівниками заводської лабораторії. Лабораторією сировини контролюється якість сировини, що транспортується на завод. Центральною лабораторією контролюється технологічний процес, проміжні продукти основного виробництва та якість спирту. Лабораторією контролюється технологічний процес, тобто проміжні продукти виробництва, а також якість готової продукції.

Контроль сировини, проміжних продуктів і якості готової продукції здійснюється у відповідності до показників, зазначених в ДСТУ для кожного виду продукції на технічних умовах.

Завідуючою лабораторії щомісячно оформляється звіт про використання сировини та вихід етилового спирту і інших побічних продуктів виробництва. Лабораторіями ведуться журнали контролю по обліку сировини та напівпродуктів на кожній стадії виробництва.

На спиртовому заводі розроблено положення виробничо-технічної лабораторії, яке розроблено у відповідності з «Правилами акредитації на право проведення метрологічних робіт (ММУ-18-2000)», які затвердженні наказом Держстандарту України № 687 від 04.12. 2000 року.

На заводі сертифіковані та функціонують система управління якістю ISO 9001-2001 та система управління безпечністю харчових продуктів згідно вимог ДСТУ 4161-2003. Це свідчить про те, що завод випускає тільки якісну та безпечну продукцію, яка відповідає вимогам нормативно – технічної документації та задовольняє всі потреби споживачів.

В таблиці 7.1 наведена схема технохімічного і мікробіологічного контролю технологічних процесів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 – Схема технохімічного і мікробіологічного контролю технологічних процесів

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічний показник	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Зерно, що поступає на виробництво	Від кожної партії	Колір	Органолептичний	Світло-жовтий	1 раз на зміну	Хімік по сировині
	Від кожної партії	Запах	Органолептичний	Не допускається затхлий	1 раз на зміну	Хімік по сировині
	Від кожної партії	Смак	Органолептичний	Смак свіжих огірків	1 раз на зміну	Хімік по сировині
	Середньодобова проба	Натура, г	Визначення маси 1л зерна	570 г/л не менше	1 раз на зміну	Хімік по сировині
	В зерні, що поступає на виробництво	Засміченість, %	Перебирання з наступним зважуванням	5, не більше	1-2 рази на зміну	Хімік по сировині
	В зерні, що поступає на виробництво	Вологість, %	Висушуванням до постійної маси	16, не більше	1-2 рази на зміну	Хімік по сировині

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
	В зерні, що поступає на виробництво	Крохмалистість, %	Поляриметричний метод Еверса	14-17	1-2 рази на зміну	Хімік по сировині
	В зерні, що поступає на виробництво	Зараженість, %	По ГОСТу 3768-98	I сорт 1-5, II сорт 6-10	1 раз на зміну	Хімік по сировині
Подрібнення	Після дезінтегратора	Якість подрібнення, %	Просіювання крізь сито	90-100	2-3 рази на зміну	Хімік
Заміс	Пробовідбірник на чанку замісу	Температура, °С	Термометром	45-50	5 раз на зміну	Хімік
Розрідження крохмалю замісу	Переточна труба	Температура, °С	Термометром	85	5 раз на зміну	Хімік
Сусло	Після теплообмінника	СР, %	Цукромір	24-25	4 рази на зміну	Хімік
		Кислотність	Титрування	0,02		
		Повнота оцукрення	Проба на йод	Жовтий		
		Величина рН	рН-метром	3,6-4,2		

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Дріжджі в період розмноження	Дріжджанка	Видима густина, % СР	Аерометр	Залежно від тривалост	Систематично не менше 2-3 рази в зміну	Хімік
	Дріжджанка	Кислотність, град	Титруванням	Така як в дріжджевому суслі	Систематично не менше 2-3 рази в зміну	Хімік
Виробничі дріжджі	Дріжджанка	Видима густина, % СР	Аерометр	1/3 початкової концентрації дріжджевого сусла	-//-	-//-
		Кислотність, град	Титруванням	Така як в дріжджевому суслі	-//-	-//-
		Кількість дріжджових клітин	Підрахунок в камері Горяєва	180 млн	-//-	-//-

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
	Дріжджанка	Мікробіологічний стан	Мікроскопіювання	Клітина містить в собі глікоген брунькуючих клітин, к-сть мертвих клітин не більше 3%	-//-	-//-
Бражка	Бродильний апарат	Концентрація спирту, % СР	Аерометричний	9-12	2 рази на зміну	-//-
		Вміст незброджених цукрів	Хімічний	0,250-0,450	-//-	-//-
		Нерозчинність крохмалю, г/100см <sup>3</sup>	Хімічний	0,1	-//-	-//-
		Кислотність, мг/дм <sup>3</sup>	Хімічний	0,35-0,45	-//-	-//-
		Концентрація спирту об, %	Хімічний	13,5	-//-	-//-

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Спирт етиловий ректифікований	На кому-нікації підводу	Концентрація спирту %, об	Аерометричний	Не менше 96,3	-//-	-//-
		Мас. частка альдегідів в перерахунку на оцтовий мг/дм <sup>3</sup>	Хімічний	Не більше 2,0	-//-	-//-
		Мас. к-ція сив. масла, в перерахунку на ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	Хімічний	0,2	-//-	-//-
		Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, % не більше	Хімічний	0,01	-//-	-//-

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Барда	Пробник	Кислотність	Титрування	0,2-0,35	3 рази на зміну	-//-
		Температура	Термометр	88	-//-	-//-
		Концентрація спирту, %	Хімічний	Не більше 0,015	Через кожні 4 год	-//-
Лютерна вода	Пробник	Кислотність	Титрування	0,7-0,65	-//-	-//-
		pH	Потенціометричний	4,7-5,0	-//-	-//-
		Концентрація спирту, %	Хімічний	0,000	-//-	-//-
Концентрат естеров-сивушний	Збірник КЕС	Концентрація спирту, %	Аерометричний	0,626-0,950	2 рази на зміну	-//-
		Густина, г/см <sup>3</sup>	Аерометричний	0,826-0,950	-//-	-//-

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ УМОВ

### ПРОМСАНІТАРІЇ

#### Вимоги до побутових приміщень

В зв'язку з тим, що виробництво спирту з крохмалевмісної сировини базується на застосуванні біохімічних процесів з використанням спеціальних мікроорганізмів, підтримування стерильних умов середовища має важливе значення для ефективної реалізації технології.

Боротьбу з інфекцією в спиртовому виробництві ведуть з допомогою таких заходів, як антисептування та стерилізація напівпродуктів, обробка води, стерилізація та дезінфекція технологічного обладнання, підтримування санітарного порядку у виробничих приміщеннях.

Дріжджанки після кожного циклу приготування виробничих дріжджів ретельно промивають водою та дезінфікують внутрішні поверхні розчином дезактину, фріконту або хлорним вапном, а після цього пропарюють. Продуктові комунікації промивають водою та пропарюють до і після перекачки дріжджів. В дріжджебродильному відділенні стіни та стелі повинні підтримуватись у санітарному стані, що відповідає вимогам виробництва. Підлоги, фундаменти, майданчики покривають масляною фарбою або плиткою, миють теплою водою кожну зміну. Бродильні апарати, особливо внутрішні поверхні кришок, ретельно миють водою після звільнення їх від бражки. Потім дезінфікують.

Одночасно з апаратом промивають та стерилізують насоси. Стерилізацію дріжджових і бродильних апаратів проводять при закритих люках. Спиртовловлювач очищують, промивають і пропарюють один раз на декаду.

#### Характеристика дезінфікуючих засобів

*Хлорне вапно* (ГОСТ 1962-85) – білий порошок, який використовується для дезінфекції приміщень, підлоги, сходів, каналізаційних кранів. У вигляді декантованого водного розчину використовують для обробки технологічних апаратів і трубопроводів. Хлорне вапно зберігають у добре зачиненій тарі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зберігання товарних запасів хлорного вапна допускається тільки у зачинених, затемнених приміщеннях, що добре вентилуються.

При попаданні хлорного вапна на шкіру або очі – промити великою кількістю води уражені ділянки тіла.

*Дезактин* (ТУ У 22920528.002-97) - препарат який містить високу антисептичну активність, використовують для санітарної обробки внутрішніх поверхонь обладнання, трубопроводів при відсутності або замість хлорного вапна.

Являє собою композицію на основі похідних гідантіона. Порошок з вмістом води не більше 0,3%, розчинний у воді, не діє на алюміній, залізо, емаль і бетон в концентрації від 0,05 до 0,5 %. Містить 15,1- 16,5 % активного хлору. Стабільний в часі. Зберігають в закритому приміщенні на відстані від джерел тепла.

*Фріконт*- безпечний антимікробний засіб, спрямований на придушення інфікуювачої мікрофлори спиртового виробництва. Має яскраво виражену бактерицидну дію відносно грампозитивних мікроорганізмів, до яких належать молочнокислі бактерії як основний представник інфікуювачої мікрофлори спиртового виробництва. Зберігання в сухому складському приміщенні при температурі від 0 до 25°C.

### **Вимоги до сировини та готової продукції**

Сировина, допоміжні матеріали та готова продукція повинні відповідати вимогам діючих стандартів, технічних умов, санітарних норм та гігієнічних нормативів, мати гігієнічний сертифікат та сертифікат відповідності. Сировина, допоміжні матеріали допускаються у виробництво лише при наявності висновку лабораторії або спеціалістів технологічного контролю підприємства.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В табл. 8.1 представлена характеристика допоміжних, миючих, дезінфекційних засобів.

Таблиця 8.1- Характеристика допоміжних, миючих, дезінфекційних засобів

Назва допоміжних матеріалів	Назва та позначення НД	Назва показника	Номінальне значення показника
Кислота сірчана технічна	Кислота серная техническая Технические условия-ГОСТ 2 184-77	Масова частка моно-гідрата, %	Не менше 92,5
Концентровані ферментні препарати: оцукрюючий фермент Амілекс	Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи України №05.03.02-03/14946 від 16.04.2004р.	Зовнішній вигляд	Без осаду
Карбамід	Карбамид Технические условия-ГОСТ 208 1-92	Зовнішній вигляд	Білий гранульований і порошок
Ортофосфорна кислота	ГОСТ 10678-76		
Хлорне вапно	Известь хлорная Технические условия-ГОСТ 1692-85	Масова частка активного хлору, %	Не менше 28
Каустична сода	Натр едкий технический Технические условия ГОСТ 2263-79	Зовнішній вигляд Білий порошок	

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО

### Розрахунки витрат електроенергії

Розрахунки витрат електроенергії наведені в таблиці 9.1

Таблиця 9.1 – Витрати 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	загальної				
Норія НЦИ 100	1	45	45	0,8	1	3	135
Шнек ВК-320	1	3.0	3.0	0,8	1	20	60
Вентилятор ВД-7	1	22	22	0,8	1	10	220
Дезінтегратор	1	35	35	0.8	1	20	700
Мішалка збірника замісу	1	1.0	1.0	0.8	1	24	24
Дисмембратор-змішувач	1	5.5	5.5	0.8	1	20	110
РПА	1	30	30	0.8	1	20	600
Мішалки апаратів АТФО	2	2.0	4.0	0.8	2	24	96
Насос ЕВАРА 3М 40-200/7.5	7	7.5	52.5	0.8	7	24	360
Разом	16	-	198	-	16	165	2305

### 1.13 Розрахунки витрат води і об'ємів стічних вод

Загальні витрати води та кількості стічних вод які використовуються на підприємстві наведено в таблиці 1.17.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.2 – Загальні витрати води та кількість стічних вод

Технологічна операція	Характеристика забору води	Температура споживаної води	Добова витрата води, м <sup>3</sup>	Джерело водопостачання і добова потреба, м <sup>3</sup>				Використовується повторно	Виходить з продуктом або безповоротно	Режим скидання стоків
				водопровідна	Артезіанська свердловина	Відкрите водоймище	Оборотна вода			
Приготування замісу	Безперервний	65	541,08	-	324,68	-	216,4	-	541,08	-
Охолодження розріджуючої маси	Безперервний	12	321,6	-	-	321,6	-	321,6	-	Безперервний
Миття обладнання	Періодичний	20	600	600	-	-	-	-	600	Періодичний
На приготування ФП	Періодичний	20	2,7	-	2,7	-	-	-	2,7	-
Всього на технологічні потреби	-	-	1465,4	600	327,4	321,6	216,4	321,6	1143,78	-
Господарсько-побутові потреби	-	-	13,03	-	-	-	-	-	-	-
Разом		-	1478,4	-	-	-	-	-	-	-

### Розрахунки витрат пари

Загальні витрати пари наведені в таблиці 1.18.

Таблиця 9.3 – Загальні витрати пари

Технологічна операція	Параметри пари		Тривалість споживання протягом доби, год	Витрата пари		Тривалість виділення конденсату протягом доби, год	Добова кількість конденсату, кг
	Тиск, МПа	Температура, °С		добова	годинна		
1	2	3	4	5	6	7	8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота	Арк.

## Продовження таблиці 9.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Підігрів замісу: для РС для ТС для Б	0,3	95	24	12024	501	-	-
				7920	330		
				6600	275		
Для стерилізації обладнання	0,5	130	0,2	1158	48,25	-	-
Всього на технологічні потреби: для РС для ТС для Б	-	-	-	13182	549,25	-	-
				9078	378,25		
				7758	323,25		
Втрати в навколишнє середовище	-	-	-	2212,8	92,2	-	-
Разом: для РС для ТС для Б	-	-	-	15394,8	641,45	-	-
				11290,8	470,45		
				9970,8	415,45		

## Розрахунки витрат діоксиду вуглецю

Розрахунки витрат стисненого повітря наведені в табл. 9.4

Таблиця 9.4 – Розрахунки витрат діоксиду вуглецю

Технологічна операція	Тиск CO <sub>2</sub> , МПа	Витрати CO <sub>2</sub> , м <sup>3</sup>		Примітка
		за годину	за добу	
Ректифікований спирт				
При зброджуванні дріжджів	101	0,0039	0,0952	-
Зброджування сусла	101	0,0314	0,754	-
Разом	-	0,03174	0,8492	-

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Основним завданням прийнятих проектних рішень є забезпечення якісних показників товарної продукції, відповідність виробництва екологічним та безпечним умовам для працюючих, використання ресурсо- та енергозберігаючих способів, інтенсифікація технологічних процесів, інформаційне забезпечення виробництва та досягнення найбільшого прибутку. Ці завдання можуть бути виконані тільки при врахуванні основних технологічних принципів: ефективного використання сировини, скорочення часу проведення процесів, використання вторинних енергоресурсів, сучасного обладнання, та новітніх способів утилізації відходів.

Водно–теплова обробка сировини споживає приблизно 30-32 % енергії від загального її споживання підприємством (при цьому витрати на паливо та електроенергію є другою за величиною втрат статтею собівартості). Тому вдосконалення процесів і обладнання водно–теплової обробки, використання низькотемпературної схеми розварювання замість дозволяє суттєво скоротити витрати на виробництво, і, відповідно зменшити собівартість готової продукції.

Проектом передбачено наступні енергозберігаючі заходи:

- встановлення дезінтеграторної установки, що забезпечить 100 % прохід через сито діаметром 250 мкм;
- встановлення ротаційно – пульсаційного апарата замість відцентрового насосу, що приведе до покращення механоактивації;
- використання нової раси дріжджів, що краще зброджує цукри;
- впровадження напівбезперервного способу зброджування з рециркуляцією бражки в спарених бродильних чанах, що покращує умови бродіння та дозволяє більш ефективно переробляти сировину, зменшує витрати ферментних препаратів та забезпечує тривалість зброджування сула за 60-72 год.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 11. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Нинішня екологічна ситуація в Україні характеризується як глибока екологічна-економічна криза, що зумовлена закономірностями функціонування адміністративно-командної економіки колишнього СРСР. Довгі роки нарощування продуктивних сил здійснювалося практично без врахування екологічних наслідків

Для забезпечення нормальних та безпечних умов праці на виробництві і злагодженого функціонування всіх природних зон навколо промислового комплексу необхідно проводити контроль повітряного середовища виробничих приміщень, контроль водоймищ, а також напівфабрикатів, продукту та виробничих відходів.

У відділенні водно - теплової обробки працюючим необхідно працювати з речовинами, вміст яких у приміщенні робочої зони є шкідливим фактором, що діє на обслуговуючий персонал. До таких факторів належать: діоксид вуглецю, що утворюється під час спиртового бродіння, пил, стічні води.

### Утилізація газів бродіння:

Бульбашки діоксиду вуглецю, що проходять через шар бражки насичуються парами спирту, кількість якого тим більша, чим вища міцність бражки та її температура. Втрати спирту при його випаровуванні становлять у середньому 0,74 %. Найбільш ефективним способом уловлювання спирту з газів бродіння є абсорбція його водою у спеціальних уловлювачах ковпачкових або з наповнювачами .

### Нормування якості води.

Оцінка якості та придатності води в ріках, озерах і водоймах для господарсько-питного водовикористування здійснюється органами санітарної служби Міністерства охорони здоров'я України . З метою охорони вод, які використовуються для питних і побутових, курортних, лікувальних і оздоровчих потреб встановлюються округи й зони санітарної охорони із суворим режимом використання. Для визначення відповідальності проводяться обстеження і лабораторний аналіз, який дозволяє оцінити стан

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

води та відповідність фізичних, хімічних та бактеріологічних показників санітарно-гігієнічним вимогам.

### Забруднення води

Основними забруднювачами водних джерел залишаються підприємства та організації металургії, енергетики, вугільної, целюлозно-паперової промисловості, лісохімічного та агропромислового комплексів а також комунальне господарство, частка якого складає майже половину забруднених стоків країни. Рівень забруднення води по окремих інгредієнтах перевищує 30 ГДК. Серед інших регіонів найвищий рівень забруднення води спостерігається в басейні ріки Дністер, що пояснюється сусідством хімічних і переробних підприємств

Якість води-це сукупність фізичних, хімічних, біологічних та теплових показників. Вона визначається ступенем її забруднення. Показниками якості води є

- запах
- колір
- показник концентрації водневих іонів(pH)
- концентрація зрівноважених речовин
- сухий залишок
- вміст компонентів, специфічних для даного виду виробництва

### Очистка стічних вод:

Біля 30 % загального споживання води у харчовій промисловості припадає на долю спиртових заводів. Загальна витрата води на виробництво 1000 дал спирту із зерна складає 1756 м<sup>3</sup>, у тому числі артезіанської води - 479, річної чи ставкової - 1009, відпрацьованої - 268 м<sup>3</sup>. Для очистки стічних вод на підприємствах застосовують механічні та біологічні способи.

### Відходи

В країни не вирішена проблема утилізації технологічних відходів харчової промисловості, зокрема рідких відходів спиртзаводів (післяспиртова барда). Жодний спиртзавод в Україні не здійснює утилізацію післяспиртової

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

барди, а вивозить її на за межі підприємства (бардополя). Біологічна і хімічна переробка. Були проведені дослідження процесів біологічного перетворення органічних відходів у корисні продукти. До таких відходів входять побутові відходи, відходи сільськогосподарського виробництва, лісової, харчової та інших галузей промисловості, а також осади стічних вод. Продуктами цих процесів є одноклітинний білок, метан і спирт. Відходи проходять попередню обробку: сепарацію, класифікацію, відстоювання, ущільнення фільтрування, крім того, відбувається генерація потребуючих видалення відходів які не підлягають утилізації і осадів стічнихвод. Ці процеси мають безліч різновидів, але переважно застосовуються для безпосереднього згодовування тваринам, в мікробіологічних процесах шумування і анаеробній ферментації.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 12. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 12.1. Організація служби охорони праці підприємства

Згідно з Законом України «Про охорону праці» прийнятим Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року № 2695-ХІІ зі змінами та доповненнями від 21 листопада 2002 року №229-ІV служба охорони праці на спиртовому заводі створена для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням та аваріям у процесі праці і для загального поліпшення умов праці. Даний закон є основною законодавчою базою охорони праці, його доповнюють нормативні акти про охорону праці – стандарти, норми, правила та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання усіма установами та працівниками України.

Службу охорони праці на підприємстві очолює інженер з охорони праці та техніки безпеки, який призначений директором підприємства. Служба техніки безпеки відповідно підпорядкована головному інженеру.

Навчання та перевірка знань з питань охорони праці працівника служби охорони праці проводяться в установленому законодавством порядку під час прийняття на роботу та періодично один раз на три роки.

Працівник служби охорони праці підприємства в своїй діяльності керується законодавством України, нормативно-правовими актами з охорони праці, колективним договором, Статутом підприємства, та актами з охорони праці, що діють в межах підприємства.

Служба охорони праці на підприємстві здійснює постійний контроль за додержанням працівниками технологічних процесів, правил поведіння з машинами, механізмами та устаткуванням, виконанням робіт у відповідності до вимог щодо охорони праці.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В цехах та робочих місцях вивішені «Інструкції з техніки безпеки» [7].

### **12.2. Фінансування заходів з охорони праці відділень**

Відповідно до ст. 19 Закону України «Про охорону праці» фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем.

Для підприємств, незалежно від форм власності, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від фонду оплати праці за попередній рік.

На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 відсотка від фонду оплати праці.

Суми витрат з охорони праці, що належать до витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначено постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку заходів і засобів з охорони праці, витрати на здійснення та придбання яких включаються до витрат» від 27 червня 2003 р.

№994.

Суми витрат, сплачених (нарахованих) у зв'язку з вжиттям заходів та придбанням засобів з охорони праці, які є складовою частиною підготовки, організації і ведення виробництва, а також суми заробітної плати виконавців робіт або інші витрати на заходи і засоби з охорони праці відповідно до переліку повинні враховувати у складі витрат лише один раз.

### **12.3. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів**

До основних технологічних операцій, що здійснюються у відділеннях підготовки зернової сировини та зброджування сусла відносяться: подрібнення, приготування замісу, перекачування маси (сусла) на різних технологічних стадіях, розрідження, оцукрювання, бродіння.

Перекачування пов'язано з підвищеним рівнем небезпеки в зв'язку з експлуатацією насосного обладнання.

При бродінні сусла виділяється високий вміст CO<sub>2</sub>. Охолодження або

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підігрівання проводиться в спіральних теплообмінниках і пов'язане з випромінюванням холоду чи тепла в навколишнє середовище.

Робота в даних відділеннях передбачає встановлення площадок для обслуговування резервуарів на великій висоті, тому повинне бути забезпечене спеціальне огороження при роботі на таких майданчиках.

Підвищені рівні шуму та вібрації створюються внаслідок роботи електродвигунів насосів, очищувальних, подрібнюючих та перемішуючих пристроїв.

Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників виробництва необхідно проаналізувати роботу проектного обладнання.

Для прикладу наводиться спрощена апаратурно-технологічна схема варильного та бродильного відділень спиртового заводу.

Згідно санітарних вимог для кожного робочого місця нормуються: повітря робочої зони (мікроклімат, загазованість, запиленість); шум; вібрація; освітленість; випромінювання (іонізуюче, радіаційне, лазерне, магнітне, ультразвукове); забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями. **16.1.**

### **Контроль за дотриманням нормативів ГДВ на підприємстві.**

Згідно з "Правилами встановлення допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами (Державний загальносоюзний стандарт ГОСТ 17.2.3.02-78) підприємства для яких установлені нормативи ГДВ повинні організувати систему, контролю за їх дотриманням.

Графік контролю щорічно узгоджується з місцевими органами міністерства екоресурсів України і затверджується керівником підприємства.

Система контролю промислових викидів в атмосферу являє собою сукупність органів контролю, які здійснюють комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на виконання вимог законодавства в області охорони атмосферного повітря, в т.ч. на забезпечення подвійного контролю за виконанням планів заходів по охороні атмосферного повітря, дотриманням нормативів гранично допустимих викидів (ГДВ) і виконання

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

планів зниження викидів шкідливих речовин для встановлення нормативів ГДВ.

Види контролю поділяються на рівні:

- Державний;
- виробничий;
- громадський.

Державний контроль промислових викидів здійснюється спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів, його територіальними органами, а також іншими спеціально уповноваженими на це органами виконавчої влади. Порядок здійснення державного контролю в галузі охорони атмосферного повітря визначається відповідно до закону України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.92.

Виробничий контроль за охороною атмосферного повітря здійснюється підприємствами в процесі їх господарської та іншої діяльності.

Громадський контроль здійснюється громадським інспектором охорони навколишнього середовища відповідно до закону України "Про охорону навколишнього природного середовища".

#### **12.4 Організація робіт по контролю за викидами на підприємстві**

При здійсненні контролю службами підприємства згідно з рекомендаціями складається перелік джерел, які мають шкідливий вплив на стан атмосфери, перелік узгоджується з місцевими органами Міністерства екоресурсів України.

Службою підприємства складається характеристика змін в часі потужності викидів джерел, які підлягають контролю, з вказівкою очікуваних максимальних викидів, як в межах доби, так і на протязі року.

Основними при контролі викидів шкідливих речовин в атмосферу повинні бути прямі вимірювання. У випадку неможливості їх проведення допускається використання розрахункових (балансових) методів визначення викидів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль за викидами шляхом прямих вимірювань здійснюється за графіком, який затверджується керівником підприємства і узгоджується з органами державного контролю за охороною атмосферного повітря.

Для проведення вимірювань на підприємстві організується служба контролю викидів, яка підпорядкована одному з керівників підприємства.

Керівник служби контролю за викидами складає програму робіт, яка містить:

- перелік джерел, які підлягають контролю;
- загальну кількість вимірювань по кожному джерелу і види контролю з вказівкою точок відбору проб визначення речовини в кожній точці, і методів вимірювань, а також загальну кількість джерел, контрольованих тільки розрахунковими методами ;
- заходи по обладнанню точок для проведення вимірювань ;
- затверджений спеціальним розпорядженням по підприємству перелік.

Програма робіт повинна бути затверджена керівництвом підприємства і узгоджена місцевою службою Мінекоресурсів.

Вимірювання кількості шкідливих речовин, які виділяються від окремих технологічних агрегатів виконуються в газових потоках після очистки (при наявності пилоочисних пристроїв), в точках на газоходах, відмічених в програмі проведення вимірювань.

При виконанні вимірювань параметрів пилогазових потоків визначаються:

- об'єм газових потоків ( $\text{м}^3/\text{с}$ );
- швидкість газоповітряної суміші на виході ( $\text{м}/\text{с}$ ) ;
- ступінь уловлювання шкідливих речовин в газоочисних і пиловловлюючих установках;
- кількість шкідливих речовин які викидаються в атмосферу, максимальне ( $\text{г}/\text{с}$ ) і середнє ( $\text{т}/\text{рік}$ ) значення.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Річний викид (т/рік) кожної забруднюючої речовини, яка викидається в атмосферне повітря від джерел підприємства, не повинен перевищувати встановленого для даного джерела річного значення ГДВ.

Максимальний викид (г/с) не повинен перевищувати встановленого для даного джерела контрольного значення ГДВ.

Дані про параметри викидів заносяться в журнали, на основі яких складається форма 2ТП (повітря), яка направляється з встановленою періодичністю у відповідні організації.

### 12.5. Мікроклімат

Мікроклімат на спиртовому заводі забезпечується відповідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Оптимальними мікрокліматичними умовами вважаються такі, поєднання яких при тривалій і систематичній дії на людину зберігають його тепловий стан без напруги і порушення механізмів терморегуляції. Вони створюють умови для відчуття теплового комфорту і забезпечують передумови для високого рівня працездатності.

Нормуються такі параметри мікроклімату, як: температура ( $t$ , °C), відносна вологість повітря ( $W$ , %), швидкість руху повітря ( $V$ , м/с), потужність теплового потоку ( $J$ , Вт/м<sup>2</sup>). Нормуються вони залежно від категорії робіт по складності і періоду року. При нормуванні мікроклімату календарний рік ділиться тільки на 2 періоди: холодний і теплий. Параметри мікроклімату в відділенні розварювання сировини та дріжджебродильному відділенні в залежності від пори року дещо відрізняються.

Відповідно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони наведені в табл. 3.1 [4].

*Таблиця 12.1* - Норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування професії	Категорія роботи по важкості	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична
Варник харчової продукції	<b>Холодний період</b>						
	Па	19-21	18-20	40-60	75	0,2	0,3
	<b>Теплий період</b>						
	Па	27-29	29-31	40-60	75	0,3	0,4
Апаратник процесу бродіння	<b>Холодний період</b>						
	Па	19-21	18-20	40-60	75	0,2	0,3
	<b>Теплий період</b>						
	Па	27-29	29-31	40-60	75	0,3	0,1

### **Шум**

Нормування шуму для промислових підприємств здійснюється згідно з ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [17].

Гранично допустимий рівень шуму (ГДР) на постійних робочих місцях та на території підприємства не повинен перевищувати 80 дБ. ГДР на робочих місцях треба знижувати в залежності від важкості та напруженості роботи. Не дозволяється перебування працюючих в зоні з рівнем звукового тиску понад 135 дБ в будь-якій октавній смузі. Шум виникає у варильному та бродильному відділеннях внаслідок роботи насосів, мішалок в АТФО і досягає рівня 75-80 дБ, що є в межах норми.

Для зменшення негативного впливу шуму на організм людини застосовують як загально-технічні методи зниження шуму, так й індивідуальні засоби захисту.

Щоб запобігти шуму передбачаються такі заходи:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- звукоізоляція за рахунок огорожуючих конструкцій чи спеціальних пристроїв;
- повітродувні машини та вентилятори високого тиску, встановлені в окремому звукоізолюваному приміщенні;
- віброізоляція використовується для зниження вібрації за рахунок сталених пружин, прокладок з пружинних матеріалів (резина, войлок);
- періодичне ретельне змащування і своєчасну заміну спрацьованих деталей;
- балансування деталей, які рухаються.

### ***Вібрація***

Вібрація – це сукупність механічних рухів пружних тіл, машин, верстатів, механізмів і пристосувань, що повторюються через певні проміжки часу і що поширюються на будівельні конструкції через опори, перекриття і так далі. Вібрація характеризується амплітудою, швидкістю і прискоренням. Ці параметри визначають дію на людину, устаткування, будівельні конструкції.

Гігієнічне нормування вібрації передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкостей в м/с. Вібрація на робочих місцях не повинна перевищувати гранично допустимі рівні, що їх наведено у ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» (за ГОСТ 12.1.012-2004 ССБП «Вибрационная безопасность. Общие требования»). При роботі з вібруючим устаткуванням сумарний час контакту з вібруючими поверхнями не повинен перевищувати 75% тривалості робочого дня. Понаднормові роботи з вібруючим устаткуванням не допускаються [5].

У варильному та бродильному відділеннях вібрація виникає внаслідок роботи відцентрових насосів та мішалок.

### ***Освітлення***

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Освітлення – один із найважливіших елементів умов праці. Основна задача освітлення у виробництві – створення сприятливих умов для ведення технологічного процесу і забезпечення максимальної продуктивності праці.

Освітлення в приміщеннях повинно задовольняти вимогам ДНБ В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Для запобігання негативних фізіологічних впливів на оператора джерел природного і штучного освітлення при проектуванні необхідно врахувати: раціональне розташування робочого місця відносно вікон проникнення крізь їх природного світла та джерел штучного освітлення, наявність рівномірного розподілу яскравості в полі зору, відсутність прямого світла та інші дискомфортні умови.

У вечірні та нічні години доби використовується штучне освітлення загальне, місцеве та аварійне.

Аварійне освітлення здійснюється від незалежного джерела живлення постійного струму.

У дріжджебродильному відділенні та відділенні термоферментативної обробки сировини освітленість робочих місць здійснюється природнім світлом в світлі години доби і штучним світлом в темні години. Штучне освітлення здійснюється за допомогою електричних джерел світла. Норми штучної освітленості робочих місць для даних професій наведені в галузевих нормах (таблиця 12.2)

Таблиця 12.2 - Норми штучного освітлення робочих місць

Найменування професії	Точність зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк (при штучному освітленні)
				Загальна: газорозрядні лампи
Апаратник процесу бродіння	Малої точності	V	-	100
Варник харчової сировини	Малої точності	V	-	100

В темну пору дня застосовуються газорозрядні лампи типу ЛД-40, які створюють світловий потік площею 1960 лм. І так, як роботи в бродильному та варному відділеннях відносяться до V розряду малої точності, то потрібно забезпечити мінімальну освітленість в 100 лк.

### ***Випромінювання***

Тривала дія несприятливих метеорологічних умов на організм людини порушує терморегуляцію, різко погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці, призводить до захворювань. У виробничих приміщеннях передача теплоти здійснюється конвекцією та випромінюваннями.

Основні методи захисту:

- теплоізоляція;
- застосування ізоляції;
- засоби індивідуального захисту;
- екранування (від випромінювання).

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» температура поверхні обладнання не повинна перевищувати 45°C, а в приміщеннях з пожежо- і вибухонебезпечним середовищем – 35 °С.

У дріжджебродильному відділенні та відділенні розварювання сировини існує теплове випромінювання, воно виникає внаслідок нагрівання поверхні обладнання і паропроводів. Теплота виділяється при нагріванні паром затору в заторному апараті, при варінні суслу в апаратах термо- ферментативної обробки, в бродильних апаратах та в теплообмінниках. Це може привести до опіків при доторканні до цих поверхонь, тому потрібно бути уважним і обережним, для уникнення травмування.

### **12.6 Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями**

На підприємствах у відповідності до діючих будівельних норм та правил існують загальні побутові приміщення та обладнання:

– роздягальня – площа не менше 3,0 м<sup>2</sup>. Роздягальні для зберігання домашнього чи робочого одягу повинні бути обладнані лавками шириною

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0,3 м.

– душові потрібно розміщувати в приміщеннях, суміжних з роздягальнями. Розміри відкритих душових кабін 0,9×0,9 м, а закритих 1,8 х 0,9 м. Ширина проходу між рядом душових кабін в плані приймають не менше 2,0 м.

– умивальні – розміщують в окремих приміщеннях суміжних з роздягальнями, чи в приміщеннях роздягалень; частину умивальників (до 20% розрахункової кількості) розміщують на вільних ділянках виробничої площі – біля робочих місць. Відстань між кранами умивальників не менше – 0,6 м. Кількість кранів в умивальниках береться у розрахунковій кількості людей на один кран, які працюють в найбільш численній зміні, залежно від групи виробничих процесів.

Приміщення суспільного харчування – площа для харчування визначається з розрахунку 1,0 м<sup>2</sup> на одного відвідувача, але не менше 12 м<sup>2</sup>.

Медичні пункти повинні розміщуватися на першому поверсі. Відстань від робочих місць до пункту не далі 1000 м. Є IV категорії медичних пунктів.

Керівник підприємства організовує спостереження і несе відповідальність за експлуатацію вказаних об'єктів.

### **12.7 Пожежна безпека**

Пожежо- та вибухобезпека на підприємстві регламентується ГОСТ 12.1.004-85 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования» та ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Пожежна небезпека на підприємствах різноманітна і залежить від того, які горючі речовини і матеріали переробляються на різних стадіях технологічного процесу або зберігаються в будівлях і спорудах. У зв'язку з цим особливого значення для розробки і здійснення заходів захисту від пожежі і забезпечення безпеки робітників набуває встановлення категорії приміщень за вибухо- і пожежонебезпекою.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до норм технологічного проектування ОНТП 24-86 всі приміщення за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою підрозділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д; з них А, Б – вибухопожежонебезпечні; В, Г, Д – пожежонебезпечні.

Пожежа та вибух може статися при утворенні іскри механічного походження, теплового проявлення електричного струму, розрядів статичного електроструму.

Для запобігання виникнення небезпеки необхідно проводити інструктаж працюючих, пожежний нагляд.

Всі виробничі, складські і підсобні приміщення, зовнішні установки і будівлі забезпечені первинними засобами пожежогасіння і пожежним інвентарем, які завжди в робочому стані і на видному місці з безперешкодним доступом.

Бродильне відділення спиртового заводу належить за вибухопожежно-небезпекою до категорії А – вибухопожежонебезпечні.

### **12.8. Електробезпека**

Електробезпека досягається при дотриманні положень основних нормативних документів: Категорія приміщень згідно ПУЄ, способи та заходи з електробезпеки електрообладнання та персоналу. Статична електрика. Аналіз фактичного стану електробезпеки і пропозиції щодо його поліпшення. ДБН В.2.5.27-2006 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд», норми зазначені в ДБН, ПУЄ, ПТБ, ПТЕ. Регламентується ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом та залежно від стану виробничого середовища за “Правилами улаштування електроустановок” (ПУЄ) діляться на:

- приміщення з підвищеною небезпекою;
- особливо небезпечні приміщення;
- приміщення без підвищеної небезпеки.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Небезпека ураження електричним струмом існує всюди, де використовуються електроустановки, тому приміщення без підвищеної небезпеки не можна назвати безпечними.

Територія, де розміщені зовнішні електроустановки, відноситься до особливо небезпечних.

Щоб уникнути травматизму при експлуатації електричного обладнання, воно все заземляється. Для цього в усіх промислових приміщеннях прокладуть заземлення, до якого приєднують корпус електричного обладнання, розподіляючих пристроїв, пускову аварійну апаратуру, металева основа, на яких встановлено обладнання.

Персонал, обслуговуючий дане обладнання забезпечене інструкціями безпеки. Для заземлення використовують різні заземлювачі: металічні стержні та кутову сталь. У приміщенні, де встановлені бункери для зберігання зерна, як заземлювачі використовуються спеціальні дроти. Допустимий опір заземлювачів не більше 4,0 Ом.

Відповідно призначень будівель і споруд необхідність виконання захисту від блискавки і вторинних її проявів та його категорія, а при використанні стержневих та тросових блискавковідводів – тип зони захисту повинні визначатись у відповідності з вимогами РД 34.21.122-87. Як заземлювачі захисту від блискавки всі рекомендовані ПУЄ заземлювачі електроустановок, за винятком нульових проводів повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ.

- .

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вибрационная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.012-2004 [1991-07-01] / ССБП, 1990. – 21 с.
2. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Державні санітарні норми і правила (ДСанПіН 2.2.4-171-10).
3. Гетун, Г.В. Основи проектування промислових будівель: навч. пос./ Г.В. Гетун. Київ Кондор, 2009. – 210 с.
4. Закон України «Про охорону праці»: (офіц. текст: за станом на 21 листопада 2002 р.) / Верховна Рада України. Київ Парламентське вид-во, 2006. – 668 с.
5. Кукурудза. Технічні умови: ДСТУ 4525:2006. – [Чинний від 2007-04-01]. Київ Держспоживстандарт України, 2007. – 7 с. (Національний стандарт України).
6. Методичні вказівки до виконання і захисту дипломного проекту (з доповненням) студентами денної та заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробства» напряму підготовки 6.0951701 «Харчові технології та інженерія» / уклад: А.М. Куц, П.Л. Шиян, В.О. Маринченко та ін. Київ НУХТ, 2012. – 54 с.
7. Методичні рекомендації щодо складання принципівих і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технології продуктів бродіння і виноробства» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад: П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ НУХТ, 2012. – 67 с.
8. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005-88 [1989-01-01] / ССБТ, 1989. – 79 с.
9. Основи охорони праці: підручник для студ. вищ. закл. освіти харч.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пром.-сті / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степаненко [та ін.] // під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка Київ Основа, 2000. - 416 с.

10. Основи охорони праці: конспект лекцій для студентів напряму 6.051701 "Харчові технології та інженерія" денної та заочної форм навчання / уклад. Н. В. Володченкова, О. В. Євтушенко Київ НУХТ, 2013. – 78 с.

11. ДСТУ 7940:2015 Масло сивушне. Технічні умови Київ Держстандарт України 2015- 11с.

12. ДСТУ 7402:2013 Фракція головна етилового спирту. Технічні умови Київ Держстандарт України 2013- 14с.

13. Сосницький, В.В. Розробка технології культивування виробничих дріжджів при переробці зерна в спирт з використанням ферментних препаратів: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.07 / Укр. держ. ун-т харч. технол. Київ 2000. – 17 с.

14. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови: ДСТУ 4221:2003. [Чинний від 2008-01-01]. Київ Держспоживстандарт України, 2007. – 12 с. – (Національний стандарт України).

14. Технологія спирту: підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян [та ін.]. // За ред. В.О. Маринченка. Київ НУХТ, 2003. – 496 с.

15. Технологічний регламент на виробництво спирту із крохмалевмісної сировини. – К.: Укрспиртбіопрод, 2001. – 144 с.

16. Шиян, П.Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія / П.Л.Шиян, В.В.Сосницький, С.Т.Олійнічук. Київ Асканія, 2009. – 424 с.

17. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку Київ Держспоживстандарт України, 1999. – 17 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		