

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

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » лютого 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » лютого 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»
на тему: Проект відділень підготовки, термоферментативної обробки і зброджування крохмалевмісної сировини спиртового заводу потужністю 3000 дал умовного спирту-сирцю на добу з впровадженням ресурсоощадних технологій

Виконав: здобувач 3 курсу,
групи ЗТБ-3-1ск

Логінський Юрій Романович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Бабич Ірина Михайлівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

_____ Юрій ЛОГІНСЬКИЙ
підпис

Київ – 2022 р.

національний УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства

_____Анатолій КУЦ

20 вересня 2021 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Логінського Юрія Романовича

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи «Проект відділень підготовки, термоферментативної обробки і зброджування крохмалевмісної сировини спиртового заводу потужністю 3000 дал умовного спирту-сирцю на добу з впровадженням ресурсоощадних технологій»

Керівник роботи Бабич Ірина Михайлівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання студентом роботи 31 січня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Потужність спиртового заводу – 3000 дал умовного-спирту-сирцю спирту на добу.

2. Виробляється спирт етиловий ректифікований сорту «Люкс» 96,3 % об. із кукурудзи з вмістом крохмалю 61,5 % і вологістю 12,4 та засміченістю 1,5 %.

3. Продуктові розрахунки виконують на 100 дал умовного спирту-сирцю, добову і годинну потужності заводу.

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

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Плани і розрізи – 2 аркуші

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 20 вересня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

Юрій ЛОГІНСЬКИЙ

Керівник роботи, доцент

Ірина БАБИЧ

АНОТАЦІЯ

Темою даної кваліфікаційної роботи є «Проект відділень підготовки, термоферментативної обробки і зброджування крохмалевмісної сировини спиртового заводу потужністю 3000 дал умовного спирту-сирцю на добу з впровадженням ресурсоощадних технологій»

Кваліфікаційною роботою пропонуються наступні технологічні режими і операції для підвищення ресурсозаощадності:

- для подрібнення зерна був обраний дезінтегратор, який забезпечує прохід 100% помолу через сито з діаметром 250 мкм;

- замість 50% води в збірник замісу надходить фільтрат барди для скорочення технологічних втрат за рахунок часткового повернення незброджених вуглеводів;

- температура ТФО знижена до 70-90 ° С, що призводить до зменшення витрат теплової енергії і до збільшення виходу спирту з 1 т умовного крохмалю;

- охолодження розвареної маси проходить в спіральному теплообміннику, який має велику площу теплообміну, невелику теплоємність, має гарну теплопередачу при невеликому тиску;

- бродіння проходить періодичним способом, який строго обмежений в часі і від початку до кінця проводиться в одному апараті;

- в бродильний апарат задаються термотолерантні дріжджі за допомогою яких на 30% зменшується витрата води на охолодження бражки.

Роботою запропоновані заходи щодо забезпечення санітарного режиму і охорони праці.

Запропоновані схеми технохімічного і мікробіологічного контролю основної сировини, основних і допоміжних матеріалів.

Ключові слова: фільтрат барди, дезінтегратор, ферменти, кавітація, сусло, ТФО, термотолерантні дріжджі, бродіння, зріла бражка.

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

АННОТАЦИЯ

Темой данной квалификационной работы является «Проект отделения подготовки, термоферментативной обработки и брожджування хромалевмиссной сыворотки спиртового завода потужному 3000 дал умовного спирта-сирца на добу с впровадженням ресурсощадних технологій»

Квалификационной работой предлагаются следующие технологические режимы и операции для повышения ресурсосбережения:

- для измельчения зерна был выбран дезинтегратор, обеспечивающий проход 100% помола через сито с диаметром 250 мкм;

- вместо 50% воды в сборник замеса поступает фильтрат барды для сокращения технологических потерь за счет частичного возврата несброженных углеводов;

- температура ТФО снижена до 70-90°C, что приводит к уменьшению расхода тепловой энергии и к увеличению выхода спирта из 1 т условного крахмала;

- охлаждение разваренной массы проходит в спиральном теплообменнике, который имеет большую площадь теплообмена, небольшую теплоемкость, имеет хорошую теплопередачу при небольшом давлении;

- брожение проходит периодическим способом, строго ограниченным во времени и от начала до конца производится в одном аппарате;

- в бродильный аппарат задаются термотолерантные дрожжи с помощью которых на 30% уменьшается расход воды на охлаждение бражки.

Работой предложены меры по обеспечению санитарного режима и охраны труда.

Предложены схемы технохимического и микробиологического контроля основного сырья, основных и вспомогательных материалов.

Ключевые слова: фильтрат барды, дезинтеграторы, ферменты, кавитация, сусло, ТФО, термотолерантные дрожжи, брожение, зрелая бражка.

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

ANNOTATION

The theme of this qualification work is “The project for the preparation, thermo-enzymatic processing and fermentation of starch syrup for the distillery 3000 gave vodka alcohol for extraction with the use of resource-saving technologies”

The following technological modes and operations are offered by qualification work to increase resource savings:

- a disintegrant was selected for grain grinding, which provides the passage of 100% grinding through a sieve with a diameter of 250 μm ;
- instead of 50% of water, the bard filtrate enters the batch collection to reduce technological losses due to the partial return of unfermented carbohydrates;
- TFO temperature is reduced to 70-90 ° C, which leads to a decrease in heat consumption and increase the yield of alcohol from 1 ton of standard starch;
- cooling of the boiled mass takes place in a spiral heat exchanger, which has a large heat transfer area, low heat capacity, has good heat transfer at low pressure;
- fermentation takes place in a periodic manner, which is strictly limited in time and from start to finish is carried out in one device;
- thermotolerant yeast is set in the fermentation apparatus, with the help of which the consumption of water for cooling the brew is reduced by 30%.

The work proposes measures to ensure sanitation and labor protection.

Schemes of technochemical and microbiological control of the main raw materials, basic and auxiliary materials are offered.

Key words: bard filtrate, disintegrant, enzymes, cavitation, wort, TFO, thermotolerant yeast, fermentation, mature malt.

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	10
1.1 Структура підприємства	10
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ	11
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції	11
2.2 Принципова технологічна схема	12
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва...	13
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	21
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	23
3.1 Характеристика проекрованої продукції	23
3.2 Характеристика сировини	25
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	26
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	37
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	47
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	57
7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	59
8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	63
9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	64
10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	66
11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	67
12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	68
13 ОХОРОНА ПРАЦІ	74
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81

					Проект відділень підготовки, термоферментативної обробки і зброджування крохмалевмісної сировини спиртового заводу потужністю 3000 дал умовного спирту-сирцю на добу з впровадженням ресурсоощадних технологій		
Зм.	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата			
Розроб.		Космінський			Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.		Бабич І.М.			К	Р	7
Н. контр.					НУХТ ННІХТ ЗТБ-3-1ск		
Затв.		Квц А.М.					

**ПОЯСНЮВАЛЬНА
ЗАПИСКА**

ВСТУП

Спиртова промисловість належить до числа галузей харчової індустрії. Етиловий спирт знаходить широке застосування. Харчова промисловість – його головний споживач: спирт використовують при виготовленні лікєро-горілочаних та плодово-ягідних напоїв, для кріплення виноматеріалів і купажування виноградних вин, у виробництві оцту, харчових ароматизаторів і парфюмерно-косметичних виробів. У мікробіологічній і медичній промисловості спирт потрібний для осадження ферментних препаратів і з культуральної рідини або екстракту із твердо фазної культури, для одержання вітамінів та інших препаратів і ліків, також етиловий спирт використовується як дезінфікуючий засіб і як речовина, яка запобігає інфікуванню і псуванню лікувальних екстрактів. Невелика кількість спирту використовується у хімічній, машинобудівельній, автомобільній та інших галузях промисловості, а також у ветеринарії і фармакології . У виробництві, крім основних продуктів - спирту і діоксиду вуглецю – одержують побічні – головну фракцію етилового спирту, сивушне масло, барду, лютерну воду.

Технологія спирту як наука пройшла довгий шлях розвитку, перш ніж досягла високого сучасного науково-технічного рівня, у створенні і вдосконаленні її брали участь видатні вчені й інженери багатьох країн, у тому числі російські й українські.

В.О.Маринченко і П.Л.Шиян розробили принципово нові способи підготовки цукро- і крохмалевмісної сировини до зброджування. Велику увагу було приділено дослідженням і підбору високопродуктивних штамів спиртових дріжджів, більш повному використанню рафінози меляси і целюлози крохмалевмісної сировини у спиртовому виробництві (В.О. Маринченко, П.Л. Шиян), розробкам ресурсозберігаючих технологій.

Однією з основних умов для вирішення є розробка технологічного регламенту низькотемпературного розварювання та визначення тонини помелу для зерна із різних видів сировини, а також комплексу ферментних препаратів.

В даній кваліфікаційній роботі запропоновано використання дезінтегратора, який забезпечить отримання помелу з 100% проходом через сито в 1 мм, що

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

дозволить знизити гідромодулі замісу. Для створення більш ефективного контакту ферментів з крохмалем сировини та підвищення ферментативної активності передбачено в збірнику замісу використовувати РПА (роторно-пульсаційний апарат) та використовувати спосіб оцукрення сусла за допомогою концентрованих ферментних препаратів у бродильному апараті сприяє вирішенню задачі зниження собівартості готової продукції, витрат енергоносіїв та спрощення апаратурного оформлення процесу.

Кваліфікаційна робота включає в себе: пояснювальну записку на 84 сторінках друкованого тексту, 4 графічних аркушів формату А1, а саме апаратурно-технологічну схему, плани і розрізи, демонстраційний плакат.

					ВСТУП	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

Основними виробничими підрозділами заводу є:

- відділенням підготовки сировини;
- варильне відділення;
- дріжджебродильне відділення;
- брагоректифікаційне відділення;
- спиртоприймальне відділення;
- склад готової продукції;
- відділенням теплопостачанням (котельня);
- механічна майстерня;
- адміністративний корпус.

1.1 Режими роботи виробничих цехів, відділень, дільниць

Робочі години, години відпочинку працівників підприємствам регулюється положенням чинного законодавства, колективного договору та правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Встановлений наступний графік роботи: для працівників з п'ятиденними робочими тижнем робочий день розпочинається о 8.00 годині, закінчується о 17.00. Перервам 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 встановленому законодавством. Праця в понад робочий час сплачується у подвійному розмірі відповідному ст. 106 КЗпП, а праця у святкові і неробочі дні сплачується у подвійному розмірі відповідному ст.107 КЗпП.

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

За кожен годину роботи у вечірню зміну проводиться доплата у розмірі 20 %, в нічну зміну - в розмірі 40 % тарифної ставки (посадового окладу). Нічною вважається зміна, якщо не менше 50 % її тривалості випадаємо в нічний час (з 22.00 години до 6.00 години).

					СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

В табл. 2.1 представлений асортимент проектованої продукції спиртового заводу потужністю 3000 дал за добу.

Таблиця 2.1 - Асортимент проектованої продукції

Назва продукції	Відсоток в загальному обсязі, %	Виробництво в перерахунку на умовний спирт-сирець, дал		Виробництво перерахунку на товарний продукт, дал	
		На добу	На рік	На добу	На рік
Умовний спирт-сирець,	100	3000	990000	-	-
у тому числі:					
спирт етиловий ректифікований «Люкс»	98,4	2952	974160	2845,5	939090,5
концентрат естеровищний	0,6	9	2970	17,4	5725,5
втрати під час перегонки	0,4	12	3960	-	-
втрати під час ректифікації	0,6	36	5940	-	-
Барда	100	2844	938520	2844	938520

2.2 Принципова технологічна схема виробництва

Принципова технологічна схема відділення термоферментативної обробки замісів наведена на рис. 2.1

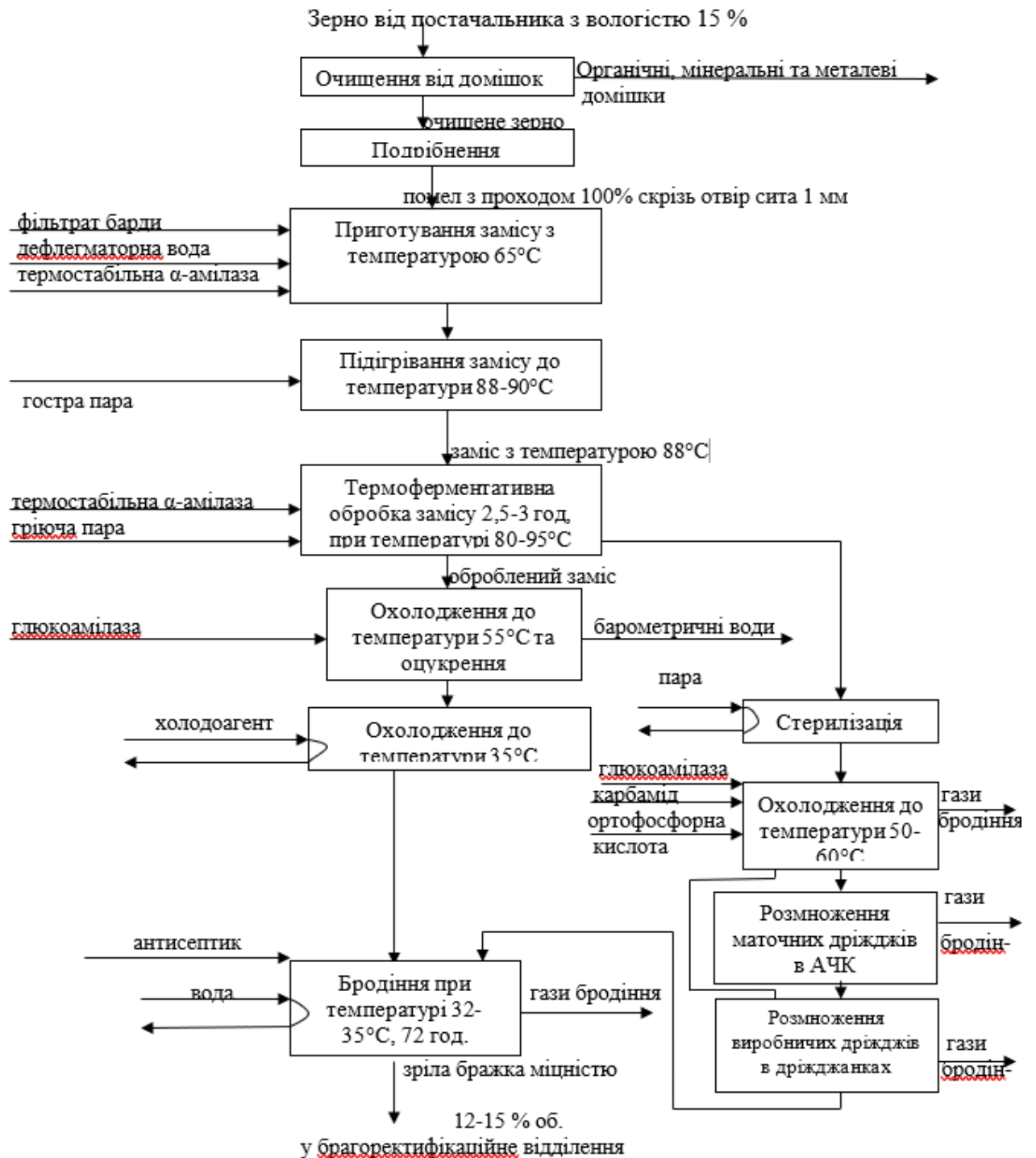


Рис. 2.1 Принципова технологічна схема відділення термоферментативної обробки замісів

2.3. Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва

Типовими схемами установок для термоферментативної обробки є: ємкісна (Мічуринська), трубчаста (Мироцька) або комбінована (Немирівська). Але починаючи з 2000 р. спиртові заводи України перейшли на низькотемпературну термоферментативну обробку зернових замісів. Тому в роботі будуть розглядатись технологічні прийоми, пов'язані з цією технологією.

Механічні властивості зерна в значній мірі залежать від його вологості. Сухе зерно — крихке, вологе — більш пластичне. Це пов'язано зі зміною колоїдних властивостей крохмалю і білків. Питомі витрати енергії руйнування зерна з підвищенням його вологості збільшуються.

Ці особливості механохімічної деструкції зерна враховують при його переробленні в спирт і виборі подрібнюючих машин.

У результаті механохімічної деструкції високомолекулярних речовин змінюються їх властивості, зменшується молекулярна маса, змінюються розчинність, прискорюються хімічні реакції за участю всіх речовин і їх складових, збільшується біохімічна активність.

Механічне диспергування супроводжується зміною розмірів і форм частинок. Збільшення в сотні разів величини поверхні частинок подрібненого 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.

2.3.1. Очищення зерна

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

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Повітряно-ситове сепарування

Домішки, які відрізняються від зерна даної культури товщиною або шириною і аеродинамічними властивостями, відокремлюють на повітряно-ситовому сепараторі.

Зерно, яке надходить у сепаратор, спускається по аспіраційному каналу, у ньому маса зерна пронизується потоком повітря, що створюється вентилятором, і очищується від легких домішок. Потім на двох ситах, які коливаються, відокремлюються крупні та дрібні домішки. Очищене зерно з другого сита надходить у інший аспіраційний канал.

Швидкість повітря у аспіраційних каналах не повинна перевищувати 7 м/с (при більшій швидкості можливе здування зерна). У очищеному зерні вміст домішок повинен бути не більше 1 %.

Магнітне сепарування

Дрібні металеві домішки, які містяться у зерні після очистки у повітряно-ситових сепараторах, відокремлюють за допомогою магнітних сепараторів. Сепаратори з постійним магнітом вмонтовуються у дно похилого жолобу, по якому рухається зернова маса. Металеві частки, які затримуються у заглибленнях біля полюсів магніту, періодично видаляють вручну. При несвоєчасному видаленні домішок можливе замикання полюсів, і тоді дія магніту припиняється. Сепаратори з постійним магнітом установлюють під кутом біля 40°. Вони мають довжину магнітного поля від 288 до 816 мм, силу притягання 88,3 Н і продуктивність по зерну від 1,08 до 3,06 т/год.

Більш досконалі є електромагнітні сепаратори з постійним магнітним полем. Зверху на барабан, який обертається за годинниковою стрілкою з круговою швидкістю до 0,5 м/с, по всій довжині поступає зерно шаром не більше 5 мм. Металеві домішки притягуються до поверхні барабану й утримуються на ній до тих пір, доки не вийдуть з дії магнітного поля. При діаметрі барабану 300 мм сепаратор, залежно від культури зерна, має продуктивність від 4 до 9 т/год, витрачаючи 0,6.. .0,9 кВт·год електроенергії.

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Отже, для очистки зерна від різних видів домішок на підприємствах широко застосовується повітряне-ситове сепарування, яке далі продовжується магнітним сепаруванням. Ці дві стадії невід'ємні одна від одної, так як дозволяють отримати високодисперсний помел сировини і очищення зерна з мінімальним вмістом домішок.

2.3.2 Подрібнення

Для низькотемпературного розварювання потрібно забезпечити помел зерна не менше 100%-го проходу через сито 1 мм.

Деструкції клітинної структури сировини досягають подрібненням її на *дробарках* і спеціальних машинах з наступною водно-тепловою обробкою *замісів*. У результаті використання ВД помелів зерна зменшуються втрати зброджуваних речовин при розварюванні і зменшуються *витрати теплової енергії*.

Перспективним для спиртової промисловості є створення прогресивних *технологій* спирту з використанням дезінтеграторних, вібраційних, електромагнітних та *інших* подрібнювачів з метою більш ефективного використання сировини й *оцукрюючих матеріалів*, а також зменшення *витрат* теплової енергії.

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*.

Дезінтегратори і дисмембратори належать до подрібнювачів ударної дії. За їх допомогою одержують високодисперсні помели будівельних матеріалів. Однією з важливих особливостей роботи дезінтеграторів є те, що оброблений у них матеріал підлягає механічній активізації. Активізація речовин під дією великої механічної енергії є новим прогресивним видом удосконалення технологічних процесів. У подальшому будемо називати це явище механохімічною активізацією (МХА) сировини і напівпродуктів спиртового виробництва, що проводиться за допомогою РПА (роторно-пульсаційний апарат).

Під час приготування зернових замісів з високим ступенем подрібнення зерна та використанням гарячої води утворюються грудки муки. В більшій мірі це

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		15

відбувається при приготуванні замісів з високим вмістом сухих речовин при гідромодулі 1:2,5. та 1:3,0. При утворенні грудок погіршуються умови водно-теплової обробки сировини, збільшуються витрати крохмалю. На стадії ферментативного гідролізу ускладнюється доступ ферментів до біополімерів сировини, уповільнюється спиртове бродіння, підвищується кислотність бражки.

В кваліфікаційній роботі для подрібнення зерна пропонується застосування дезінтегратора, який має такі переваги над іншими подрібнювачами:

- високу продуктивність;

- можна використовувати, як високоефективний змішувач для рідких і сухих матеріалів [6].

2.3.3 Приготування замісу

Підтримання температури, рН і концентрації сухих речовин (СР) в межах оптимальних параметрів є визначальними для подальших технологічних процесів отримання якісного етилового спирту з максимальним виходом з одиниці умовного крохмалю. Особливо це важливо при впровадженні енергозберігаючої схеми низькотемпературного розварювання замісів із використанням концентрованих ферментних препаратів.

Дослідженнями спеціалістів УкрНДІспиртбіопрод доведено ефективність використання до 30 % грубого фільтрату барди замість води на стадії приготування замісу з покращанням загальних результатів переробки сировини на спирт [8]. Збільшення зазначеної дози зменшує вихід спирту із крохмалю зерна.

Таким чином в роботі передбачено використання фільтрату барди при частковій заміні води. Даний технологічний прийом дозволяє:

- підвищити текучість замісу при підвищених концентраціях СР;

- поліпшити життєдіяльність дріжджів, особливо в умовах дефіциту азотного живлення, при використанні концентрованих ферментних препаратів;

- скоротити технологічні втрати за рахунок часткового повернення незброджених вуглеводів;

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		16

-зменшити споживання технологічної води, скоротити вихід барди та витрати на її подальшу переробку.

Також на стадії приготування замісу разом із фільтратом барди в змішувач задається розріджуючий ферментний препарат Termamyl 120L.

Виходячи з цього можна зробити висновок, що високий ступінь та однорідність помелу, низький гідромодуль при одержанні замісу з частковим використанням фільтрату барди та застосування розріджуючих ферментів визначають основу енергозберігаючої технології переробки зерна у спирт на її початковому етапі.

2.3.4 Термоферментативна обробка

Технологія низькотемпературної термоферментативної обробки зернової сировини. Цьому сприяв прогрес в мікробіологічній промисловості, завдяки чому на ринку з'явилися концентровані ферментні препарати селективної дії, в т.ч. термостабільна α -амілаза бактеріального походження. Використання концентрованих ферментних препаратів дає змогу здійснювати фракційне введення ферментів в ті зони технологічного процесу, де їх дія найбільш ефективна, а саме - на стадіях приготування замісу, термоферментативної обробки, оцукрення та бродіння.

Мета розварювання замісів сировини - звільнити крохмаль з рослинних клітин та перевести його у розчинний стан.

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

Температура термоферментативної обробки знижена до 70-90 °С. При зниженні температури розварювання із 150 до 95 °С витрати теплової енергії зменшуються в середньому на 8,1 ГКал на 1000 дал спирту та на 0,5-0,7 дал збільшується вихід спирту з тони умовного крохмалю. Резервом енергозбереження є подальше зменшення температури розварювання до 65-67 °С.

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.3.5 Охолодження та оцукрення

Оцукрювання розрідженого сусла може здійснюватися двома способами – оцукрювання в традиційному оцукрювачі та оцукрювання в бродильному апараті.

Наведені вище результати лабораторних та виробничих досліджень свідчать про те, що об'єднання процесу водно-теплової та термоферментативної обробки зернових замісів забезпечує оптимальні технологічні параметри використання термостабільної α -амілази та дає можливість отримати розріджене сусло, добре підготовлене до оцукрювання. Таке сусло містить декстрини, ступінь полімеризації яких не створює складнощів для дії глюкоамілази. Це створює умови, при яких класичний спосіб оцукрювання можна вивести з технологічного циклу і здійснювати остаточний гідроліз біополімерів в бродильному апараті під час бродіння, тобто об'єднати два технологічні процеси (оцукрювання та спиртового бродіння) в один.

Використання способу оцукрення зернового сусла за допомогою концентрованих ферментних препаратів не в оцукрювачі, а безпосередньо у бродильному апараті сприяє вирішенню задачі зниження собівартості готової продукції за рахунок зменшення інактивації ферментів в оцукрювачі, витрат енергоносіїв та спрощення апаратурного оформлення процесу.

У процесі оцукрення розрідженої маси 75-80 % крохмалю гідролізується до мальтози ферментами солоду або до глюкози і мальтози ферментами мікробного походження, залишаються 20-25 % граничних декстринів, які дооцукрюються в процесі зброджування сусла.

Оцукрювання можна проводити безперервним способом в оцукрювачі з вносним вакуум-охолодженням та безпосередньо в бродильному апараті.

При оцукрюванні у бродильному апараті фермент задається безпосередньо у бродильний апарат і оцукрювання проводиться разом з бродінням.

Кваліфікаційною роботою передбачено проводити оцукрення в бродильному апараті, оскільки даний спосіб є менш енергозатратним, заощаджує час, не потребує додаткових площ та обладнання.

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.3.6 Підготовка сусла до розмноження дріжджів

Частина розрідженої маси поступає в дріжджанки. Для оцукрення розрідженої маси використовують ферментні препарати мікробного походження. Сусло для дріжджів готують з додатковим введенням цих ФП(витрати глюкоамілази на оцукрювання сусла з жита становить 0,6 одиниць на 1 т крохмалю) та джерел фосфорного живлення (ортофосфорну кислоту, діамоній фосфату) і азотного живлення (карбамід) []. Потреба дріжджів у азотному живленні пов'язана, головним чином, з синтезом білку у процесі їх розмноження термостабільної α -амілази та дає можливість отримати розріджене сусло, добре підготовлене до оцукрювання. Таке сусло містить декстрини, ступінь полімеризації яких не створює складнощів для дії глюкоамілази. Це створює умови, при яких класичний спосіб оцукрювання можна вивести з технологічного циклу і здійснювати остаточний гідроліз біополімерів в бродильному апараті під час бродіння, тобто об'єднати два технологічні процеси (оцукрювання та спиртового бродіння) в один.

Використання способу оцукрення зернового сусла за допомогою концентрованих ферментних препаратів не в оцукрювачі, а безпосередньо у бродильному апараті сприяє вирішенню задачі зниження собівартості готової продукції за рахунок зменшення інактивації ферментів в оцукрювачі, витрат енергоносіїв та спрощення апаратурного оформлення процесу.

У процесі оцукрення розрідженої маси 75-80 % крохмалю гідролізується до мальтози ферментами солоду або до глюкози і мальтози ферментами мікробного походження, залишаються 20-25 % граничних декстринів, які дооцукрюються в процесі зброджування сусла.

Оцукрювання можна проводити безперервним способом в оцукрювачі з вносним вакуум-охолодженням та безпосередньо в бродильному апараті.

При оцукрюванні у бродильному апараті фермент задається безпосередньо у бродильний апарат і оцукрювання проводиться разом з бродінням.

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Кваліфікаційною роботою передбачено проводити оцукрення в бродильному апараті, оскільки даний спосіб є менш енергозатратним, заощаджує час, не потребує додаткових площ та обладнання.

2.3.7 Підготовка сусла до розмноження дріжджів

Частина розрідженої маси поступає в дріжджанки. Для оцукрення розрідженої маси використовують ферментні препарати мікробного походження. Сусло для дріжджів готують з додатковим введенням цих ФП(витрати глюкоамілази на оцукрювання сусла з жита становить 0,6 одиниць на 1 т крохмалю) та джерел фосфорного живлення (ортофосфору кислоту, діамоній фосфату) і азотного живлення (карбамід) []. Потреба дріжджів у азотному живленні пов'язана, головним чином, з синтезом білку у процесі їх розмноження.

Висновки

На підставі аналізу існуючих схем термоферментативної обробки проектом було передбачено використання низькотемпературного розварювання. Температура термоферментативної обробки знижена до 70-90 °С, таким чином витрати теплової енергії зменшуються в середньому на 8,1 ГКал на 1000 дал спирту та на 0,5-0,7 дал та збільшується вихід спирту з тони умовного крохмалю.

На стадії подрібнення був встановлений дезінтегратор, що гарантує отримання помелу з проходом 100 % через отвір 1 мм, що сприяє для одержання однорідного помелу зерна.

При приготуванні замісу замість води було впроваджено часткове використання фільтрату барди. Також на цій стадії додається ферментний препарат: Termamyl 120L, який в порівнянні з іншими, зберігає стабільність при низькому рН (до 5,2), збільшує вихід спирту на 3 % та зменшує в'язкість зернових замісів, покращує оцукрення.

Після приготування замісу передбачено використання РПА. За рахунок ефективного подрібнення сировини та інтенсивної дифузії фосфорних та інших сполук із помелу зерна в розчин, кислотність сусла, що обробляється за допомогою РПА, збільшується в 1,5-2 рази.

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Роторно-пульсаційний апарат дозволяє провести механоактивування ферментів, що відбувається під дією гідроакустичних пружних коливань частотою 1-5 кГц протягом 10-30 циклів обробки. Суть способу механоактивації ферментів полягає в звільненні ферментів, які знаходяться у зимогенному стані і зв'язані з целюлозою, поліпептидами та іншими речовинами. За рахунок цього збільшується кількість активних ферментів і підвищується загальна активність амілаз і протеаз ферментів.

Процес оцукрення проводиться в бродильному апараті, оскільки даний спосіб є менш енергозатратним, заощаджує час, не потребує додаткових площ та обладнання.

Зменшення електроенергії і води на охолодження розрідженої маси приблизно на 30%. На цій стадії додається оцукрюючий ферментний препарат SAN SUPER 240L.

Для охолодження замісу до температури бродіння доцільно використовувати спіральні теплообмінники, які мають коефіцієнт теплопередачі в 1,5-1,7 рази вищий, ніж звичайні теплообмінники «труба в трубі» []. Спіральний теплообмінник займає меншу площу, більш зручний для чистки, в ньому більш ефективно використовується охолоджуюча вода. Недоліком є неможливість застосування його при тиску робочого середовища більше ніж 10 кгс/см².

2.4. Опис апаратурно-технологічної схеми

Зерно на підприємство доставляється автотранспортом, частина його направляється в зерносховище, а інша вивантажується в проміжний бункер 1, і далі іде на виробництво. Норією 2 надходить в збірник 4. Вихідне зерно поступає в сепараційну камеру, повітряно-ситового сепаратора 5, де очищується від легких домішок. Потім зерно поступає в магнітний сепаратор 6, де звільнюється від металевих домішок. Очищене зерно направляється в дезінтегратор 8, подрібнюється і потім подається в збірник замісу 11, куди задають 30 % від загальної маси ФП Tegmatyl 120L, Type L із збірника 7, ФП Tegazyme RT75L із збірника 10 і фільтрат

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		21

барди у кількості 50% із відповідного йому збірника 9. Попередньо нагрітий до 45-50 °С і розріджений заміс подається по переливному патрубку у вловлювач 13 для уловлювання згустків.

Внаслідок проходження замісу через ротаційно-пульсаційний апарат (РПА) 12 відбувається його механоактивація. Активована маса плунжерним насосом 14 надходить у контактну головку 15, де під дією гострої пари нагрівається до температури 85-90 °С. В перший апарат АТФО-1 16 вносять решту розріджуючого ферментного препарату Termamyl 120L при інтенсивному перемішуванні. Подальший процес розрідження зернового сусла та його витримування в загальній кількості 120-130 хв. при інтенсивному перемішуванні вертикальною мішалкою відбувається в апараті АТФО-2 17. Заповнення першого і другого апаратів АТФО проходить послідовно і виключає проходження зернового сусла транзитом, з утворенням застійних зон. Після АТФО частина сусла (10%) направляється на дріжджегенерацію у у дріжджанку 25, куди також задається ЧКД з лабораторії розчин карбаміду, діамоній фосфату і ФП San Super 240 L, із відповідних збірників, а решта на охолодження в спіральний теплообмінник і подається в бродильний апарат 30, в якому внаслідок зброджування термотолерантними дріжджами, перетворюється у зрілу бражку, яка насосом через спіральний теплообмінник 24 потрапляє в бражну колону.

					ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Спирт етиловий ректифікований

Залежно від ступеня очистки спирт етиловий ректифікований виготовляють таких сортів: «Пшенична сльоза», «Люкс», «Екстра», «Вищої очистки». Згідно із завданням виробляється спирт ректифікований «Люкс».

За органолептичними і фізико-хімічними показниками спирт етиловий ректифікований повинен відповідати вимогам ДСТУ 4221:2003, зазначеним в табл. 3.1, 3.2 та 3.3 [11].

Таблиця 3.1 - Органолептичні показники

Назва показника	Характеристика	Метод контролю
<i>Зовнішній вигляд</i>	Прозора рідина без сторонніх домішок	ДСТУ 4221:2003
<i>Колір</i>	Безбарвна рідина	ДСТУ 4221:2003
<i>Смак і запах</i>	Характерний для кожного сорту етилового спирту, виробленого із відповідної сировини, без присмаку та запаху сторонніх речовин	ДСТУ 4221:2003

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники етилового спирту «Люкс»

Назва показника	Норма для спирту	Методи аналізу
	«Люкс»	
Об'ємна частка етилового спирту за температури 20 °С, не менше	96,3	ДСТУ 4221:2003
Проба на чистоту з сірчаною кислотою	витримує	ДСТУ 4221:2003
Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий альдегід в безводному спирті, мг/дм ³ , не менше	2,0	ДСТУ 4221:2003 та ДСТУ 4222
Проба на окислюваність за температури 20°С, хв., не менше	22	Згідно з ДСТУ 4221:2003
Масова концентрація сивушного масла: пропілового, ізопропілового, бутилового, ізобутилового та ізоамілового спирти, в перерахунку на суміш пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів (3:1:1) в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	4,0	Згідно з ДСТУ ДСТУ 4221:2003 та ДСТУ 4222
Масова концентрація сивушного масла, в перерахунку на суміш ізоамілового та ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм, не більше	2,0	Згідно з ДСТУ 4221:2003 та ДСТУ 4222
Масова концентрація естерів, у перерахунку на оцтовий естер в безводному спирті, мг/дм, не більше	2,0	Згідно з ДСТУ 4221:2003 та ДСТУ 4222
Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	0,01	Згідно з ДСТУ 4221:2003 та ДСТУ 4222
Масова концентрація вільних кислот (без CO ₂), в перерахунку на оцтову кислоту в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	8,0	Згідно з ДСТУ 4221:2003
Масова концентрація органічних речовин	18,0	Згідно з ДСТУ 4221:2003
Проба на фурфурол	витримує	Згідно з ДСТУ 4221:2003
Масова концентрація сухого залишку, мг/дм ³ , не більше	5,0	Згідно з ДСТУ 4221:2003

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 3.3 - ГДК важких металів і миш'яку

Назва показника	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Метод контролю
Вміст важких металів:		Згідно з ДСТУ 30178
Свинець	0,300	Згідно з ДСТУ 26932
Кадмій	0,030	Згідно з ДСТУ 26932
Ртуть	0,005	Згідно з ДСТУ 26927
Цинк	4,000	Згідно з ДСТУ 26934
Вміст миш'яку	0,200	Згідно з ДСТУ 26930

3.2 Характеристика сировини

Кукурудза. Із зернових культур найкращою сировиною для виробництва спирту є кукурудза. У ній міститься відносно більше крохмалю, менше клітковини, більше жиру (що підвищує кормову цінність барди). Врожайність у 2-3 рази вища врожайності інших зернових культур.

На прямостоячому стеблі рослини заввишки від 0,6 до 2,6 м розвиваються 1-2 (інколи більше) качани, на поверхні яких розташовані уздовж початку від 300 до 1000 зернівок (зерен). Зернівки мають жовте або біле забарвлення, рідше – оранжеве. Зернівка становить від 75 до 85% маси качану. Качан обгорнутий декількома шарами листків.

В залежності від форми зерна та ступеню розвитку ендосперму, кукурудзу поділяють на 7 ботанічних груп: кременисту, пуповидну, крохмалевмісну, восковидну, цукрову, лущату. Для виробництва спирту доцільніше використовувати крохмалисту і пуповидну кукурудзу, яку легко розварювати.

В табл. 3.4 наведена характеристика кукурудзи

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 3.5 – Характеристика кукурудзи

№ п/п	Назва показника	Характеристика
1	ДСТУ	ДСТУ 4525: 2006 "Кукурудза. Технічні умови"
2	Колір	Жовтий, червоно-жовтий
3	Запах	Характерний для здорового зерна
4	Вологість, %, не більше	15,0
5	Натура, г/дм ³ , не менше	780
6	Засміченість, %	5,0
7	Зернова домішка, %, не більше	15,0
8	Зараженість	Кліщ 1 ст.

Концентрат естеров-сивушний

Концентрат естеров-сивушний одержують в процесі переробки побічних продуктів та напівпродуктів брагоректифікації за ресурсозберігаючими технологіями.

КЕС призначений для використання у виробництві товарів побутової хімії, лакофарбової, хімічної, металургійної промисловості, у виробництві біоетанолу, або як рідке паливо для котелень та за потреби продукт дозволено утилізувати шляхом спалювання. Виробляють КЕС згідно з чинним технологічним регламентом, затвердженим у встановленому порядку з дотриманням санітарних норм і правил, затверджених центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України.

За органолептичними та фізико-хімічними показниками КЕС повинен відповідати вимогам ТУ У 24.6-30219014-004:2005, наведеним у табл. 3.4 та 3.5.

Таблиця 3.6 – Органолептичні показники КЕС

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх домішок і без осаду
Забарвлення	Рідина з жовтуватим або зеленуватим відтінком
Запах	Різкий, характерний для суміші сивушного масла, альдегідів та інших компонентів

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники КЕС

Назва показника	Нормативні значення
Густина за температури 20°C, г/см ³	Від 0,826 – до 0,950
Масова концентрація альдегідів у перерахунку на оцтовий альдегід, г/дм ³ не більше	350
Масова концентрація естерів у перерахунку на оцтово-етиловий естер, г/дм ³ не більше	250
Масова концентрація вищих спиртів (сивушного масла), г/дм ³ , не більше	300

Зернова барда

Післяспиртова зернова барда - це складна полідисперсна система, сухі речовини якої знаходяться у вигляді зависів і у розчиненому стані. При відгонці спирту у барді залишаються: невикористана при бродінні частина органічної речовини зерна, мінеральні речовини зерна, накопичена біомаса дріжджових грибів та продуктів їх життєдіяльності (гліцерин, органічні кислоти та інші) та частина подрібненого солоду.

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 речовини – 3,4-3,8 %.

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Основні матеріали

Вода

На спиртових заводах вода витрачається на технічні потреби, для охолодження напівпродуктів та продуктів, живлення парових котлів. У технологічних процесах вода використовується для приготування замісу або картопляної кашки, мелясного суслу, для замочування зерна, приготування солодового молока і миття технологічного обладнання. Вода, що використовується для технологічних цілей, входить до складу напівпродуктів спиртового виробництва, і хімічний склад її має суттєвий вплив на протікання технологічних процесів та якість продукції.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Для технологічних потреб використовують артезіанську воду, для технічних цілей - воду з відкритих джерел водопостачання (річок, ставків).

Вода для технологічних цілей повинна відповідати таким самим вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10, що й до питної води. Із солей у воді містяться бікарбонати і сульфати калію і магнію, що надають воді жорсткості, яка не повинна перевищувати 7 ммоль/дм³, бути прозорою, без кольору і неприємних запахів. Не допускається присутність важких металів - ртуті, барію та інших.

Окислюваність не повинна перевищувати 2 см³ 0,01 н розчину перманганату калію. Густиий осад не повинен бути більше 1000 мг/ дм³. природну воду, яка не відповідає цим вимогам, піддають виправленню: фільтруванню крізь кварцовий пісок, інколи із коагуляцією колоїдних домішок, обеззараженню хлором, а при необхідності і пом'якшенню содово-вапняним або іонічним способом.

Дуже небажана для виробництва вода з великою жорсткістю. Для проведення усіх технологічних процесів потрібна слабокисла реакція середовища (рН 4,5-5,5). Так, крохмалевмісна сировина розварюється тим швидше і повніше, чим нижче рН. При рН 4,5-5,5 крохмаль швидше оцукрюється, рН 5,0-5,5 найбільш сприятливе для спиртового бродіння. Нейтральна або слаболужна реакція сприяють розвитку кислотоутворюючих бактерій. У лужному середовищі при бродінні утворюється більше гліцерину.

Надлишок гідрокарбонатів кальцію та магнію шкідливий, бо зміщує рН розвареної маси в бік підвищення, аж до нейтральної реакції. Окрім того, гідрокарбонат кальцію, вступаючи в реакцію обмінного розкладу з фосфатами сировини, перетворює їх у нерозчинні сполуки, які не можуть засвоюватися дріжджами.

У воді з кальцієвими і магнієвими солями сірчаної, соляної і азотної кислот підвищується кислотність розвареної маси, і з цієї точки зору такі солі корисні. Вони сприяють також стабілізації амілази у процесі оцукрювання. У зв'язку з цим при розварюванні зернового замісу дуже жорстку воду підкислюють сірчаною кислотою або фільтратом барди, а воду, яка йде на замочування зерна і

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		28

приготування солодового молока, підкислюють сірчаною кислотою вже при жорсткості 8 ммоль/дм³.

Показниками бактеріальної чистоти води є колі-титр і колі-індекс. Колі-титр дорівнює найменшій кількості води в см³, у якій виявляється одна кишкова паличка, а колі-індекс - кількість кишкових паличок, які виявляються в 1 дм³ води.

Колі-титр повинен бути не меншим ніж 300, а колі-індекс - не більшим ніж 3. Загальна кількість мікроорганізмів в 1 см³ води не повинна перевищувати 70, а під час повені - 100.

Оцукрюючі матеріали

При виробництві із крохмалевмісної сировини потрібні гідролітичні ферменти, які каталізують гідроліз крохмалю, целюлози, азотистих і пектинових речовин. Застосування амілолітичних ферментів, завдяки дії яких крохмаль спочатку перетворюється в декстрини, а потім в зброджувану мальтозу і глюкозу. Дія протеаз на білкові речовини зернового суслу підвищує ефективність його гідролізу, збагачуючи середовище легкозасвоюваними амінокислотами та вуглеводами, що сприяє, в остаточному результаті, підвищенню фізіологічної активності дріжджових клітин, інтенсифікації бродіння та підвищенню виходу цільового продукту.

Ферменти або ензими – це каталізатори білкового походження, які здатні каталітично прискорювати усі хімічні реакції.

Основну частину ферментів, одержуваних промисловим способом, становлять гідролази. До них відносяться, в першу чергу амілолітические ферменти: α -амілаза, β -амілаза, глюкоамілаза. Їх основна функція - гідроліз крохмалю і глікогену. Крохмаль при гідролізі розщеплюється на декстрини, а потім до глюкози.

Протеолітичні ферменти утворюють клас пептидгідролаз. Їхня дія полягає у прискоренні гідролізу пептидних зв'язків у білках і пептидах. Важлива їхня особливість - селективний характер дії на пептидні зв'язки у білковій молекулі.

Пектолітичні ферменти зменшують молекулярну масу і знижують в'язкість

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		29

пектинових речовин. Пектиназу ділять на дві групи - гідролази та транселімінази. Гідролази відчеплюють метильні залишки або розривають глікозидні зв'язки. Транселімінази прискорюють негідролітичні розщеплення пектинових речовин з утворенням подвійних зв'язків.

Целлюлолітичні ферменти дуже специфічні, їх дія виявляється в деполімеризації молекул целюлози. Зазвичай використовуються у вигляді комплексу, який доводить гідроліз целюлози до глюкози.

Ферментні препарати мають наступні характеристики, 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 целлюлолітичних 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 (сироподібні 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 збродження 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 зароджуваних речовин у процесі термоферментативної обробки, а також проводити збродження при порівняно низьких рН бражки, що забезпечує мікробіологічну чистоту бродіння. Використання ферментних препаратів 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.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Фактори, що впливають на активність ферментів

Наявність 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 α -амілази в ферментних препаратах 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 ферментного препарату чи в 1 см³ 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 см³ глибинної культури. За одиницю глюкоамілазної активності приймають таку кількість 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.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		31

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 дм³ розчину ферменту.

Найбільш поширені у спиртовому виробництві знайшли такі концентровані ферментні препарати:

SanSuper 240L – використовується в спиртовій промисловості для оцукрення заторів, які містять розріджений крохмаль.

Загальна характеристика San-Super 240L :

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

Густина..... 1,25 г/см³;

Ферментативна активність:

за даними фірми:

амілоглюкозидази..... 240;

α-амілази..... 147;

протеази..... 0,062;

згідно діючої методики, од/см³:

глюкоамілази..... 3000;

α-амілази..... 700;

протеази..... 0,062

Головний компонент San-Super 240L – амілоглюкозидаза – ензим, котрий гідролізує крохмаль і декстрини повністю до глюкози. В додаток до цієї активності препарат має збалансований вміст α-амілази і протеази.

Amylex 3T (α-амілаза). Ферментний препарат бактеріальної α-амілази Амилекс 3Т отримують шляхом глибинного культивування штаму бактерій *Bacillus subtilis*. Цей ферментний препарат являється ендoferментом і гідролізує внутрішні α-1,4-глюкозидні зв'язки крохмалю, декстринів і продуктів їх послідовного розщеплення. Кінцевими продуктами дії бактеріальної α-амілази на

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		32

крохмаль являються розчинені декстрини, олігосахариди і мальтоза. Дія ферменту призводить до швидкого зниження в'язкості клейстеризованого крохмалю, особливо на стадії розщеплення.

Termamyl 120L — бактеріальна α -амілаза, застосовується для розрідження замісу. Препарат замінює всі α -амілази і будь-які інші. Навіть при такій низькій дозі (0,3-0,4 кг/т зерна) препарата розріджений продукт має меншу в'язкість і більш високий показник декстрозного еквівалента (DE). Termamyl 120L активний і при температурах 105-110 °С, хоча оптимум його активності 95-105 °С.

Termamyl 120L являється рідким ензимним препаратом, що містить включно термостабільну α -амілазу, продуковану генетично модифікованим штамом *Bacillus Licheniformis*. Ензим являється ендоамілазою, котра гідролізує α -1,4-глюкозидні зв'язки в амілазі та амілопектині, тому крохмаль швидко розчіплюється до розчинних декстринів та олігосахаридів, завдяки чому зменшується в'язкість. Через це Termamyl називають "розріджуючою амілазою"

Оптимальна температура 50-60 °С.

Допоміжні матеріали

На спиртовому заводі для виробництва спирту етилового використовують такі допоміжні матеріали, вимоги до яких наведені в табл. 1.9.

Полідез - дезинфікуючий засіб з високою протимікробною активністю, проти грам-позитивних, так і проти грам-негативних, як проти аеробних, так і проти анаеробних мікроорганізмів, а також проти стійких до дії дезінфектантів спорових форм пліснявих грибів та дріжджів. Також, як антисептик використовують хлорне вапно.

Діамоній фосфат та ортофосфорну кислоту застосовують, як джерело азотного та фосфорного живлення. Також в якості азотного живлення використовують карбамід - являє собою білі або безбарвні кристали без запаху, легко розчинні у полярних розчинниках: воді, спирті, рідкому аміаку, сірчистого ангідриду. Розчиняється у неполярних розчинниках (алкани, хлороформ).

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Для створення оптимального рН середовища використовують сірчану кислоту.

Характеристика допоміжних матеріалів наведена в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Характеристика допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Стандарт чи технічні умови	Класифікація	Сорт	Основні показники якості або характеристика
1	2	3	4	5
Сірчана кислота в моногідраті	ДСТУ 2184-77	Для промисловості	-	Колір від безбарвного до світло коричневого. Не повинна мати в своєму складі сполук азоту, свинцю, миш'яку. Транспортується в залізничних цистернах і зберігається в нерозбавленому водою вигляді в сталених ємностях.
Діамонійфосфат	ДСТУ 8515-75	Для промисловості	-	Це біла сіль, що містить не менше 50 % P_2O_5 і 22% NH. Розчинність при 50°C – 89,2 г/100 см ³ води. Пакують діамонійфосфат в бітумовані крафт-мішки масою 50 кг, зберігають в сухому складі.
Карбамід (сечовина)	ДСТУ 2081-95	Для промисловості	-	Виробляють в кристалічному і гранульованому вигляді з вмістом азоту не менше 46%. Одержують синтетичним шляхом з аміаку і двоокису вуглецю. Відносна густина 1,335, добре розчинний у воді, не гідроскопічний. Транспортують та зберігають в крафт-мішках.
Хлорне вапно	ДСТУ 1692-85	Технічна	-	Білий порошок. Токсичну дію на організм може справляти як хлор, що відщеплюється, так і пил хлорного вапна. ГДК хлору, мг/м ³ : у повітрі робочої зони - 1,0, у повітрі населених міст 0,1. Зберігають у добре зачиненій тарі.
Полідез	ТУ У 24.2–31826657.001–2002	Для промисловості	-	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 15,1-16,6 % активного хлору. Стабільний в часі. Зберігають в складському приміщенні на відстані від джерела тепла.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата	34

1	2	3	4	5
Ортофосфорна кислота	ТУ 10678-76Е, 6552-80	Для промисловості	-	Це малопрозора рідина, безбарвна або слабо-жовтого кольору. Відносна густина 1,530. Вміст ортофосфорної кислоти у термічній кислоті біля 70% (50,7% у перерахунку на P ₂ O ₅) і не більше 0,0003% миш'яку.

Вибір і характеристика мікроорганізмів-продуцентів

Для спиртових заводів, які переробляють крохмалевмісну сировину, дріжджі повинні мати такі характеристики:

- витримувати високі концентрації сухих речовин та спирту;
- повністю зброджувати вуглеводи сусла;
- накопичувати максимальну кількість спирту і мінімальну біомасу;
- бути стійкими до негативної дії сторонньої мікрофлори та підвищеної кислотності.

Saccharomyces cerevisiae K-81 мають овальну або яйцевидну форму, розміри їх клітин: діаметр 4,5-5,5 мкм, довжина 6,2-7,5 мкм. Ці дріжджі на 40 % зброджують арабінозу. Використання термотолерантних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae K-81* дозволяє на 30 % зменшити витрати води на охолодження бражки і підвищити вихід спирту внаслідок більш повного вибродження вуглеводів і меншого накопичення альдегідів (на 20-25) і гліцерину (на 40-45 %).

Штам дріжджів *Saccharomyces cerevisiae ДТ-05* відселекціоновано шляхом багаторазового відбору із виробничих бражок заводів України з наступною селекцією за ознаками термотелерантності, осмофільності та здатності зброджувати граничні декстрини.

Saccharomyces cerevisiae ДО-11 характеризуються високою осмофільністю, спроможні зброджувати сусло з концентрацією сухих речовин 22-31 % при температурі 32-35°C. Селекціонований штам дріжджів здатний накопичувати в зрілій

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		35

бражці 12-16 % об. спирту та зменшувати витрати води на охолодження бражки та теплової енергії.

Культурально-морфологічні ознаки - форма дріжджової клітини овальна, вегетативне розмноження брунькуванням. Розмір клітин добової культури на соловому суслі 10 % СР (4,4-5,8)*(5,1-6,1) мкм. В період інтенсивного розмноження дріжджі можуть утворювати скупчення (по 3-4 клітини). На ацетатному середовищі при температурі 25°C на протязі доби утворюють спори.

Фізіологічно-біохімічні ознаки – факультативні анаероби. Оптимум росту 34 - 38°C, желатину не розріджує.

Відношення до цукрів – зброджує глюкозу, галактозу, сахарозу, 1/3 рафінози, ½ граничних декстринів, мальтозу, занозу, інουλін, ксилолу, арабінозу.

Відношення до спиртів – засвоює етиловий спирт, гліцерин, не засвоює маніт, сорбіт і дульцин.

Данню кваліфікаційною роботою передбачено використання дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси ДО-11. Вони є термотолерантними і витримують температуру 36-37°C, при оптимальних умовах накопичують на 70-90 % більше дріжджових клітин, у порівнянні з іншими расами дріжджів.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		36

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

3.1 Вихідні дані для розрахунків

- продуктивність заводу $G = 3000$ дал / добу;
- розрахунок продуктів проводиться на $V = 100$ дал умовного спирту-сирцю;
- сировина для виробництва – кукурудза з крохмалистістю $K_p = 61,5\%$, вологістю $W = 12,4\%$,
- ступінь подрібнення зерна 100%, прохід помелу через сито з діаметром отворів 1 мм;
- 50% води міняється на фільтрат барди;
- α -амілазна активність $AA = 0,35$ дм³/т крохмалю, глюкоамілазна активність $ГЛА = 0,75$ дм³/т крохмалю, активність = $0,75$ дм³/т крохмалю;
- розріджуючий фермент: Termamyl 120L.
- оцукрюючий фермент: SAN SUPER 240L;
- вихід спирту з 1 т умовного крохмалю $B = 65,4$ дал/т.

3.2. Розрахунок продуктів

Вихід спирту

Плановий вихід спирту по нормам безперервного розварювання з надбавками на технічні вдосконалення (дал/т):

$$B_{пр} = B + 0,7;$$

$$B_{пр} = 63,9 + 0,7 = 64,6,$$

де 0,7 – збільшення виходу спирту внаслідок повної заміни солоду ферментними препаратами, дал/т умовного крохмалю.

Витрати зерна для отримання 100 дал спирту

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

$$G_{кrox} = 100 \cdot \frac{1000}{B_{пр}};$$

$$G_{кrox} = 100 \cdot \frac{1000}{64,6} = 1548 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Витрати зерна для отримання 100 дал спирту:

$$G_{\text{ж}} = G_{\text{крох}} \cdot \frac{100}{K_{\text{р}}};$$

$$G_{\text{ж}} = 1548 \cdot \frac{100}{61,5} = 2637,14$$

де 61,5- крохмалистість, %.

У цій кількості кукурудзи міститься:

Води:

$$G_{\text{в}} = G_{\text{ж}} \cdot \frac{W}{100};$$

$$G_{\text{в}} = 2637,14 \cdot \frac{15}{100} = 395,57 \text{ кг};$$

Сухих речовин :

$$C_{\text{р}} = G_{\text{ж}} - G_{\text{в}};$$

$$C_{\text{р}} = 2637,14 - 395,57 = 2241,57 \text{ кг};$$

З них зброджуваних:

$$C_{\text{р}_{\text{зб}}} = G_{\text{ж}} \cdot K_{\text{р}};$$

$$C_{\text{р}_{\text{зб}}} = 2637,14 \cdot 0,587 = 1548,001 \text{ кг};$$

Незброджуваних:

$$C_{\text{р}_{\text{незб}}} = C_{\text{р}} - C_{\text{р}_{\text{зб}}};$$

$$C_{\text{р}_{\text{незб}}} = 2241,57 - 1548,001 = 693,569 \text{ кг}.$$

Витрати ферментного препарату

Приймаємо для розрахунків: Termamyl 120L - 0,35 дм³; SAN SUPER 240L - 0,75 дм³.

Витрати Termamyl 120L складатиме:

$$V_{\text{ferm}} = C_{\text{р}_{\text{зб}}} \cdot 0,35;$$

$$V_{\text{ferm}} = 1548,001 \cdot 0,35 = 0,541 \text{ дм}^3.$$

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

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$V_{term1} = V_{term} \cdot 10;$$

$$V_{term1} = 0,541 \cdot 10 = 5,41 \text{ дм}^3.$$

Густина ферментного препарату 1,2 кг/ дм³, маса ферментного препарату:

$$m_{\phi} = V_{term} \cdot 1,2;$$

$$m_{\phi} = 0,541 \cdot 1,2 = 0,649 \text{ кг.}$$

Загальна маса розчину ферментного препарату Termamil 120L:

$$m_{\phiз} = m_{\phi} + V_{term1};$$

$$m_{\phiз} = 0,649 + 5,41 = 6,059 \text{ кг.}$$

Маса розчину ферментного препарату, що вводиться в заміс:

$$m_{\phiзам} = m_{\phiз} \cdot 0,3;$$

$$m_{\phiзам} = 6,059 \cdot 0,3 = 1,8177 \text{ кг.}$$

де 0,3 – 30% від об'єму ферментного препарату, який задають у збірник для приготування замісу:

Витрати SAN SUPER 240L:

$$V_{ss} = CP_{зб} \cdot 0,75;$$

$$V_{ss} = 1548,001 \cdot 0,75 = 1,161 \text{ дм}^3.$$

Об'єм води для розведення ферментного препарату:

$$V_{ss1} = V_{ss} \cdot 10;$$

$$V_{ss1} = 1,161 \cdot 10 = 11,61 \text{ дм}^3.$$

Маса ферментного препарату:

$$m_{ss} = V_{ss} \cdot 1,2;$$

$$m_{ss} = 1,161 \cdot 1,2 = 1,39 \text{ кг.}$$

Маса розчину ферментного препарату SAN SUPER 240L:

$$M_{p-nyss} = V_{ss1} + m_{ss};$$

$$M_{p-nyss} = 11,61 + 1,39 = 13 \text{ кг.}$$

Приготування замісу

Для приготуванню замісу використовують помел зерна(температура 20 °С), воду з температурою 50 °С і фільтрат барди из температурою 60 °С. Середню температуру замісу розраховуємо за поданною нижче схемою. У заміс задають 30% від загальних витрат розчину Termamil 120L.

Кількість води і фільтрату барди, яка потрібна для приготування замісу:

$$G_{в.б} = G_{ж} \cdot 3,0;$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$G_{в.б} = 2637,14 \cdot 3,0 = 7911,42 \text{ кг,}$$

де 3,0 – витрати води і фільтрату барди, кг на 1 кг помелу зерна.

Із цієї кількості витрат:

- фільтрату барди складатимуть:

$$G_{бар} = 7911,42 \cdot 0,3 = 2373,426 \text{ кг,}$$

- води складатимуть:

$$G_{в} = 7911,42 \cdot 0,7 = 5537,994 \text{ кг.}$$

Маса замісу складає:

$$M_{зам} = G_{ж} + G_{в.б} + m_{фз};$$

$$M_{зам} = 2637,14 + 7911,42 + 6,059 = 10554,6 \text{ кг.}$$

У замісі міститься води:

$$V_{зам} = G_{в.б} + G_{в} + V_{term1};$$

$$V_{зам} = 7911,42 + 395,57 + 5,41 \cdot 0,3 = 8308,61 \text{ кг.}$$

Сухих речовин у замісі таж сама кількість, що і в кукурудзі, тобто 2241,57 кг.

Процентний вміст сухих речовин у замісі

$$\frac{(2241,57 + 48,3) \cdot 100}{10554,6} = 21,69\%.$$

Температура замісу

Маса зерна – 2637,14 кг з температурою 20 °С і теплоємністю

$$C_1 = 1,423 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град.}$$

Маса дефлегматорної води – 5537,994 кг з температурою 50 °С і теплоємністю

$$C_2 = 4,204 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град.}$$

Маса фільтрату барди – 2373,426 кг з температурою 60 °С і теплоємністю

$$C_3 = 4,169 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град.}$$

Маса ферментного препарату Термауїл 120L – 6,059 кг з температурою 25 °С і

теплоємністю $C_4 = 4,185 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град.}$

Теплоємність замісу:

$$C_{зам} = \frac{(G_{ж} \cdot C_1 + G_{в} \cdot C_2 + G_{бар} \cdot C_3 + m_{фп} \cdot C_4 + m_{фп} \cdot C_5)}{M_{зам}};$$

$$C_{зам} = \frac{(2637,14 \cdot 1,423 + 5537,994 \cdot 4,204 + 2373,426 \cdot 4,169 + 6,059 \cdot 4,185 + 1,39 \cdot 4,18)}{10554,6}$$

$$= 3,50 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \cdot \text{град.}$$

Кількість тепла замісу:

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$Q_{\text{зам}} = G_{\text{ж}} \cdot C_1 \cdot t_{\text{ж}} + G_{\text{в}} \cdot C_2 \cdot t_{\text{в}} + G_{\text{бар}} \cdot C_3 \cdot t_{\text{бар}} + m_{\text{фп}} \cdot C_4 \cdot t_{\text{фп}} + m_{\text{фп}} \cdot C_5 \cdot t_{\text{фп}};$$

$$Q_{\text{зам}} = 2637,14 \cdot 1,423 \cdot 20 + 5537,994 \cdot 4,204 \cdot 50 + 2373,426 \cdot 4,169 \cdot 60 + 6,059 \cdot 4,185 \cdot 25 + 1,39 \cdot 4,18 \cdot 65 = 1833620,25 \text{ кДж.}$$

Температура замісу в збірнику:

$$t_{\text{зам}} = \frac{Q_{\text{зам}}}{M_{\text{зам}} \cdot C_{\text{зам}}};$$

$$t_{\text{зам}} = \frac{1833620,25}{10554,6 \cdot 3,50} = 49,63^{\circ}\text{C.}$$

Термоферментативна обробка замісу

У контактній головці перед поступленням в термоферментатор заміс підігривають до температури $t_{\text{к}}=88-90^{\circ}\text{C}$ парою з тиском 130 кПа. Витрата пари складає:

$$G_{\text{п.тфо}} = \frac{M_{\text{зам}} \cdot C_{\text{зам}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{зам}}) \cdot 1,02}{2739 - 398};$$

$$G_{\text{п.тфо}} = \frac{10554,6 \cdot 3,50 \cdot (88 - 49,63) \cdot 1,02}{2739 - 398} = 617,6 \text{ кг.}$$

де 1,02 – коефіцієнт, що враховує втрати пари в навколишнє середовище;

2739 – ентальпія пари (тиск 130 кПа), кДж/кг;

398 – ентальпія конденсату пари, кДж/кг;

Маса замісу, що виходить із контактної головки в термоферментатор:

$$G_{\text{зам.тфо}} = M_{\text{зам}} + G_{\text{п.тфо}};$$

$$G_{\text{зам.тфо}} = 10554,6 + 617,6 = 11172,2 \text{ кг.}$$

Оцукрювання розрідженої маси

Після розрідження відбирають 8-10% суслу на дріжджогенерування. Решта поступає на охолодження до температури з 85°C до температури бродіння.

Кількість суслу яка перекачується на охолодження до температури бродіння:

$$G_{\text{бр}} = \frac{G_{\text{зам.тфо}} \cdot 90}{100};$$

$$G_{\text{бр}} = \frac{11172,2 \cdot 90}{100} = 10054,98 \text{ кг.}$$

Кількість води, яка використовується на охолодження розрідженої маси при охолодженні її до 35°C :

$$G_{\text{охол.в}} = \frac{G_{\text{бр}} \cdot C_{\text{зам}} \cdot (85 - 30)}{C_{\text{в}} \cdot (45 - 20)};$$

$$G_{\text{охол.в}} = \frac{10054,98 \cdot 3,5 \cdot (85 - 30)}{4,2 \cdot (45 - 20)} = 17581,6 \text{ кг,}$$

де 45 і 20 – температура води на виході і вході в теплообмінник, $^{\circ}\text{C}$.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		41

У бродильний апарат вносять вносять антисептик «Полідез» з розрахунку 20см^3 на 1 м^3 сусла:

$$V_{\text{полідез}} = \frac{G_{\text{бр}} \cdot 20}{1000 \cdot 1000};$$
$$V_{\text{полідез}} = \frac{9589,97 \cdot 20}{1000 \cdot 1000} = 0,201\text{ дм}^3;$$

Антисептик розбавляють водою 1 : 10. Витрати суспензії антисептику:

$$V_{\text{сус.антис}} = V_{\text{полідез}} \cdot 10;$$
$$V_{\text{сус.антис}} = 0,201 \cdot 10 = 2,01\text{ дм}^3.$$

Приготування виробничих дріжджів

Кількість сусла, що йде в дріжджогенератори;

$$G_{\text{сус.др}} = G_{\text{зам.тфо}} \cdot 0,1;$$
$$G_{\text{сус.др}} = 11172,2 \cdot 0,1 = 1117,22\text{ кг.}$$

Витрати води на охолодження сусла в дріжджанці до $28-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$G_{\text{ох.в.др}} = \frac{G_{\text{сус.др}} \cdot C_{\text{зам}} \cdot (85-30)}{C_{\text{в}} \cdot (40-20)};$$
$$G_{\text{ох.в.др}} = \frac{1117,22 \cdot 1,1 \cdot (85 - 30)}{4,19 \cdot (40 - 20)} = 2823,05\text{ кг,}$$

де 20 і 40 – 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.

У дріжджанку вносять з розрахунку на 1 м^3 0,4 карбаміду, 1,3 кг ортофосфатної кислоти, тобто з розрахунку на 100 дал спирту вносять:

- карбаміду $1117,22 \cdot 0,4 / 1000 = 0,45\text{ кг,}$
- ортофосфатної кислоти $1117,22 \cdot 1,3 / 1000 = 1,45\text{ кг.}$

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

$$G_{\text{ВВ}} = \frac{G_{\text{сус.др}} \cdot 1,1 \cdot (22,08 - 10)}{100};$$
$$G_{\text{ВВ}} = \frac{1117,22 \cdot 1,1 \cdot (22,08 - 10)}{100} = 148,45\text{ кг,}$$

де 22,08 – початкова концентрація сухих речовин сусла, %;

10 – концентрація сухих речовин у дріжджах, %.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Під час вирощування дріжджів виділяється діоксиду вуглецю:

$$G_{CO_2} = \frac{G_{BV} \cdot B_{пр} \cdot 1,002 \cdot 0,7893}{100};$$
$$G_{CO_2} = \frac{148,45 \cdot 64,6 \cdot 1,002 \cdot 0,7893}{100} = 75,84 \text{ кг.}$$

де 1,002 – коефіцієнт, що враховує втрати спирту при перегонці бражки;

0,7893 – густина безводного спирту, кг/дм³;

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

Маса виробничих дріжджів:

$$M_{вр.др} = G_{сус.др} \cdot 1,1 - G_{CO_2} + 1,38 + 0,43;$$
$$M_{вр.др} = 1117,22 \cdot 1,1 - 75,84 + 1,38 + 0,43 = 1154,91 \text{ кг.}$$

Збродження сусла

Всього в бродильне відділення надходить продуктів:

$$G_{заг.бр.від} = G_{бр} + M_{вр.др} + \frac{M_{бр} \cdot 0,5}{100} + \frac{M_{вр.др} \cdot 2,5}{100};$$
$$G_{заг.бр.від} = 10054,98 + 1154,91 + \frac{10054,98 \cdot 0,5}{100} + \frac{1154,91 \cdot 2,5}{100} = 11289,03 \text{ кг,}$$

де 0,5 – кількість замивочної води для сусла, %;

2,5 - кількість замивочної води для дріжджів, %.

Вихід діоксиду вуглецю з розрахунку на 100 дал утвореного спирту:

$$G_{CO_2.100} = 100 \cdot 10 \cdot 0,7893 \cdot 0,9554 = 754,1 \text{ кг.}$$

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

$$\frac{11289,03 \cdot 2,5}{100} = 282,23 \text{ кг,}$$

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

Кількість зрілої бражки:

$$G_{бр.зр} = G_{заг.бр.від} - G_{CO_2.100} + 13,61;$$
$$G_{бр.зр} = 11289,03 - 282,23 + 13,61 = 11020,41 \text{ кг.}$$

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

$$100 + 100 \cdot 0,002 = 100,2 \text{ дал} = 1002 \text{ дм}^3,$$

або $1002 \cdot 0,7893 = 790,9 \text{ кг.}$

Об'єм зрілої бражки:

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$V_{\text{бр.зр}} = \frac{G_{\text{бр.дозр}}}{1,0099};$$

$$V_{\text{бр.зр}} = \frac{11020,41}{1,0099} = 10912,38 \text{ дм}^3;$$

де 1,0099 – густина зрілої бражки.

Вміст спирту в зрілій бражці:

$$V_{\text{спирт}} = \frac{1002 \cdot 100}{10912,38} = 12,18 \% \text{об.}$$

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

$$V_{\text{бр.зр.заг}} = \frac{10912,38 + 10912,38 \cdot 0,5}{100} = 10966,94 \text{ дм}^3,$$

де 0,5 – кількість промивної води, одержаної під час замивки бродильного апарата, % до об'єму бражки.

Спирт і продукти ректифікації

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

Приймаємо для прикладу вихід концентрата естеросивушного міцністю 80 об. % рівним 0,3 % .

Вихід концентрата естеросивушного при відборі 0,3 % міцністю 80 %:

$$V_{\text{кес}} = \frac{100 \cdot 0,3}{80} \cdot 100 = 0,375 \text{ дал} = 3,75 \text{ дм}^3.$$

Маса концентрата естеросивушного:

$$G_{\text{кес}} = 3,75 \cdot 0,850 = 3,187 \text{ кг.}$$

де 0,850 – густина концентрата естеросивушного 80,0 %.

Вихід ректифікованого спирту “ Люкс” міцністю 96,3 об. %:

$$V_{\text{люкс}} = 100 - 0,3 - 1,0 - 0,6 = 98,1\%.$$

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		44

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

$$\frac{100 \cdot 98,1 \cdot 100}{96,3 \cdot 100} = 101,8 \text{ дал} = 1018 \text{ дм}^3.$$

Його маса складає:

$$1018 \cdot 0,7893 = 803,5 \text{ кг.}$$

Розрахунок кількості сировини, проміжних і кінцевих продуктів ректифікації для отримання 100 дал умовного спирту-сирцю використовують для визначення їх величини для годинної та добової продуктивності

Розрахунок барди

Маса барди дорівнює масі бражки і пари, які надходять в колону, без маси одержуваного спирту.

Приймаємо, що витрата пари дорівнює 18 % маси бражки. Тоді її буде потрібно:

$$G_{\text{п}} = G_{\text{бр.з}} \cdot 0,18 = 11020,41 \cdot 0,18 = 1983,67 \text{ кг,}$$

де $G_{\text{бр.з}}$ — маса зрілої бражки, яка надходить в апарат, кг.

Маса водно-спиртової пари, яка залишає колону, буде:

$$G_{\text{сп.п}} = \frac{G_{\text{сп.без}} \cdot 100}{44,9};$$

$$G_{\text{сп.п}} = \frac{803,5 \cdot 100}{44,9} = 1789,53 \text{ кг,}$$

де $G_{\text{сп.без}}$ — маса безводного спирту, що міститься у бражці, яка надходить на перегонку, кг;

x — рівновагова концентрація водно-спиртової пари,

Барди буде одержано:

$$\begin{aligned} G_{\text{бар}} &= G_{\text{бр.з}} + G_{\text{п}} + G_{\text{сп.без}} = 11020,41 + 1983,67 + 803,5 \\ &= 13807 \text{ кг;} \end{aligned}$$

Кількість СР барди становить:

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

$$G_{\text{СРбар}} = \frac{G_{\text{незб}}}{G_{\text{барди}}} \cdot 100;$$

$$G_{\text{СРбар}} = \frac{693,569}{13807} \cdot 100 = 5\%.$$

Зведена таблиця розрахунків продуктів на 100 дал, добову і годинну потужність роботи заводу наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукт	Кількість продуктів на					
	100 дал безводного спирту		добова потужність (3000 дал)		годинна потужність (125дал)	
	кг	дм ³	кг	дм ³	кг	дм ³
Перевідний коефіцієнт для розрахунку	1	1	30	30	1,25	1,25
Сировина	1548		92880		3870	
Заміс	10554,6		633276		26386,5	
Вода для приготування замісу	5537,994	5496,004	166139,8	164880,12	6922,5	6870,05
Маса СР в замісі	2241,57		67247,1		2802	
Termamyl 120L	1,81		54,3		2,25	
Гостра пара для розварювання	617,6		18528		772	
SAN SUPER 240L	13		390		16,25	
Сусло, що надходить на бродіння	11289,03		338670,9		14111,25	
Зріла бражка	11020,4	10912,3	330612	327369	13775,5	13640,3
Безводний спирт в зрілій бражці	763,10	769,2	22893	23076	953,6	961,5
Спирт-ректифікований "Люкс"	763,10	769,2	22893	23076	953,6	961,5
КЕС	3,187	3,75	95,61	112,5	3,9	4,8
Барда	13807		414210		17258,5	
Вміст СР в барді, %	5%		5%		5%	

5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ

Основою для розрахунку і підбору обладнання є потужність (3000 дал/добу), прийнята апаратурно-технологічна схема, дані розрахунку продуктів, на добову і годинну потужність з табл. 3.1

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

Норія

Для підняття зерна в бункер добового запасу використовуємо норію типу ЕЛГ – 160, з продуктивністю 8 м³/год.

За годину переробляється 3,87 т жита, тоді:

$$n_n = \frac{3,87}{8} = 0,32 = 1$$

Повітряно-ситовий сепаратор

Так як за годину переробляється 3,87 т зерна, використовують повітряно-ситовий сепаратор типу ЗСМ-5, продуктивністю 5 т/год. Тоді:

$$n_n = \frac{3,87}{5} = 0,71 = 1$$

Магнітний сепаратор

Виходячи з того, що годинна потужність становить 3,87 т/год (табл.3.1.), використовують магнітний сепаратор типу ЕМ.120, продуктивність якого становить до 6 т/год. Тоді:

$$n_n = \frac{3,87}{6} = 0,6 = 1$$

Дезінтегратор

Продуктивність – 5 т/год. помелу зерна з розміром частинок менше 250 мкм, 1500 об/хв.

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

Розрахунок змішувача

1. Об'єм замісу:

$$G_3 = \frac{G}{\rho} = \frac{10554,6}{1180} = 8,9 \text{ м}^3,$$

де G - маса замісу, кг;

ρ - густина замісу, кг/м³.

2. Робочий об'єм апарата:

$$V_p = G_3 \cdot \tau = 8,9 \cdot 1,5 = 13,35 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}$$

де 1,5 – час, за який використовується заміс, хв

3. Повний об'єм апарата:

$$V_{\text{ап}} = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{13,35}{0,8} = 16,6 \text{ м}^3$$

4. Геометричні розміри (висота циліндричної, конічної частин, діаметр апарата)

$$H_{\text{ц}} = D; H_{\text{к}} = 0,3 \cdot D; V_a = \frac{1,1 \cdot \pi \cdot D^3}{4},$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_a}{1,1 \cdot 3,14}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 16,6}{1,1 \cdot 3,14}} = 2,7 \text{ м}$$

Приймаємо $D = 3 \text{ м}$, $H_{\text{ц}} = 3 \text{ м}$, $H_{\text{к}} = 0,3D = 0,9 \text{ м}$.

Гостропарова контактна головка

Технічна характеристика:

Діаметр трубопроводу для вводу продукту – 125 мм;

Діаметр отвору діафрагми на виході продукту – 70 мм;

Внутрішній діаметр циліндричної трубки – 108 мм;

Діаметр зовнішній внутрішньої трубки – 128 мм;

Внутрішній діаметр зовнішнього корпусу – 200 мм;

Діаметр штуцера для входу пари – 125 мм;

Внутрішній діаметр трубопроводу для виходу продукту – 200 мм;

Висота контактної головки – 500 мм;

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

Діаметр отворів – 6 мм;

Кількість рядів і отворів – 16·10 шт;

Матеріал – вуглецева сталь.

Розрахунок апаратів термоферментативної обробки

1. Об'єм замісу:

$$G_3 = \frac{G}{\rho} = \frac{11172,2}{1160} = 9 \text{ м}^3,$$

де G – кількість замісу, яка потрапляє в термоферментатор, кг

ρ – густина замісу, кг/м³.

2. Робочий об'єм апарата:

$$V_p = G_3 \cdot \tau = 9 \cdot 3 = 27 \frac{\text{м}^3}{\text{год}},$$

де τ – час, протягом якого маса перебуває в термоферментаторі, год.

3. Повний об'єм апарата :

$$V_{\text{ап}} = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{27}{0,8} = 33,7 \text{ м}^3$$

де φ – коефіцієнт заповнення збірника.

Так як маса перебуває у двох термоферментаторах, то їх об'єм буде:

$$V_{\text{ап1}} = \frac{V_{\text{ап}}}{2} = \frac{33,7}{2} = 16,8 \text{ м}^3.$$

Приймаємо діаметр циліндричної частини апарата 2,5 м.

Виходячи з формули визначення об'єму апарата ($V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H$), визначаємо H циліндричної частини апарата:

$$H = 4 \cdot \frac{V}{\pi \cdot D^2} = 4 \cdot \frac{16,8}{3,14 \cdot 2,5^2} = 3,4 \text{ м}$$

Діаметр конічної частини 2,5 м; висота 0,5 м.

$$V_{\text{кон}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h = \frac{1}{3} \cdot \frac{3,14 \cdot 2,5^2}{4} \cdot 0,5 = 0,75 \text{ м}^3$$

Висота загальна апарату: 2,4+0,5+0,5 = 3,4 м

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

Вловлювач

Висота вловлювача визначається дослідним шляхом. Зазвичай вона становить від 2 до 4 м. Діаметр вловлювача вибирають в залежності від швидкості пари, яка повинна бути не більше 1 м/с, щоб частки маси не виходили разом з парою у конденсатор. При вакуум-охолодженні 1 т розвареної маси з 100 °С до 62 °С виділяється 57,6 кг пари питомим об'ємом 7,5 м³/кг.

Діаметр вловлювача:

$$d_{\text{вл}} = \sqrt{\frac{v \cdot D}{270 \cdot \pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{7,5 \cdot 57,6}{270 \cdot 3,14 \cdot 1}} = 0,7 \text{ м}$$

Виходячи з цього об'єм становить:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H = \frac{3,14 \cdot 0,7}{4} = 1,09 \text{ м}^3$$

Розраховуємо діаметр барометричної води:

$$d_{\text{в}} = \sqrt{\frac{D}{900 \cdot \pi \cdot \omega_{\text{в}}}} = \sqrt{\frac{57,6}{270 \cdot 3,14 \cdot 1}} = 0,14 \text{ м}$$

Розрахунок теплообмінників

- спіральний теплообмінник для доохолодження розвареної маси водою:

60 → 33

$$\Delta t_{\text{г}} = 60 - 40 = 20 \text{ °С}, \quad \Delta t_{\text{м}} = 33 - 20 = 13 \text{ °С}$$

40 ← 20

$$t_{\text{ср}} = \Delta t_{\text{г}} / \Delta t_{\text{м}} = 20 / 13 = 1,5 \text{ °С}$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{в}} + \Delta t_{\text{м}}}{2,3 \cdot \ln\left(\frac{\Delta t_{\text{в}}}{\Delta t_{\text{м}}}\right)} = \frac{20 + 13}{2,3 \cdot \ln\left(\frac{20}{13}\right)} = 33,3 \text{ °С}$$

1. Витрати тепла:

$$Q = G \cdot C_3 \cdot (t_n - t_k) = 13193,25 \cdot 3,5 \cdot (60 - 33) = 1246762,125 \text{ кДж},$$

де G – кількість замісу (10554,6 · 1,25 = 13193,25), кг

C₃ - теплоємність замісу, кДж/кг·К

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

2. Площа поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{1246762,125}{2000 \cdot 14} = 44,5 \text{ м}^2,$$

де 2000 – коефіцієнт теплопередачі для спірального теплообмінника, кДж/м²·кг.

Поверхня теплообміну: F~50 м²

Розміри в мм: довжина 3000, ширина 1040, висота 2500, маса, кг 7510.

- кожухотрубний теплообмінник

Приймаємо площу поверхні теплообміну 13 м², тоді вага 380 кг, довжина 2650 мм, діаметр 400 мм, кількість трубок 55.

Розрахунок збірника для води, ферментних препаратів та фільтрату барди

- збірник для дефлегматорної води

1. Об'єм води:

$$G_3 = \frac{G}{\rho} = \frac{5537,994}{1000} = 5,53 \text{ м}^3,$$

G – кількість води, потрібна для приготування замісу (5537,994 дм³)

2. Робочий об'єм збірника:

$$V_p = G_3 \cdot \tau = 5,53 \cdot 2 = 11,06 \text{ м}^3,$$

де 2 - час, за який використовується вода, год

3. Повний об'єм збірника:

$$V_{ap} = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{11,06}{0,9} = 12 \text{ м}^3$$

Приймаємо діаметр збірника для води 3 м.

Тоді висота буде:

$$H = 4 \cdot \frac{V}{\pi \cdot D^2} = 4 \cdot \frac{12}{3,14 \cdot 3^2} = 1,7 \text{ м}$$

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

Збірник для ферментних препаратів (розріджуючий):

На 1 т умовного крохмалю задають 0,35 дм³ ферментного препарату Термапул 120L тому на 1,548 т потрібно:

$$\frac{1,548 \cdot 0,35}{1} = 0,54 \frac{\text{дм}^3}{100 \text{ дал}}$$

1,548 – кількість крохмалю, яка потрібна для отримання 100 дал спирту, т.

На годинну потужність об'єм ФП:

$$G_{\text{ФП}} = 0,54 \cdot 1,24 = 0,67 \text{ дм}^3/\text{год}$$

Робочий об'єм збірника:

$$V_p = G_{\text{ФП}} \cdot \tau = 0,67 \cdot 4 = 2,68 \text{ м}^3$$

Враховуючи розведення ферментного препарату водою в 10 разів, кількість розчину:

$$2,68 \cdot 10 = 26,8 \text{ дм}^3$$

Повний об'єм збірника:

$$V_{\text{ап}} = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{26,8}{0,9} = 29,7 \text{ дм}^3$$

φ – коефіцієнт заповнення збірника

Приймаємо об'єм збірника 30 дм³ = 0,03м³.

Приймаємо діаметр збірника 0,3 м. Тоді висота:

$$H = 4 \cdot \frac{V}{\pi \cdot D^2} = 4 \cdot \frac{0,03}{3,14 \cdot 0,3^2} = 0,42 \text{ м}$$

- Збірник для ферментних препаратів (оцукрюючий):

На 1 т умовного крохмалю задають 0,75 дм³ ферментного препарату San Super 240L, тому на 1,548 т потрібно:

$$\frac{1,548 \cdot 0,75}{1} = 1,161 \frac{\text{дм}^3}{100 \text{ дал}}$$

1,548 – кількість крохмалю, яка потрібна на 100 дал спирту, т.

На годинну потужність об'єм ФП:

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

$$G_{\text{фп}} = 1,161 \cdot 1,25 = 1,45 \text{ дм}^3/\text{год}$$

Робочий об'єм збірника:

$$V_p = G_{\text{фп}} \cdot \tau = 1,45 \cdot 4 = 5,8 \text{ м}^3$$

Враховуючи розведення ферментного препарату водою в 10 разів, кількість розчину:

$$5,8 \cdot 10 = 58 \text{ дм}^3$$

Повний об'єм збірника:

$$V_{\text{ап}} = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{58}{0,9} = 64,4 \text{ дм}^3$$

φ – коефіцієнт заповнення збірника.

Приймаємо об'єм збірника $64 \text{ дм}^3 = 0,064 \text{ м}^3$.

Приймаємо діаметр збірника 0,6 м.

Тоді висота:

$$H = 4 \cdot \frac{V}{\pi \cdot D^2} = 4 \cdot \frac{0,064}{3,14 \cdot 0,6^2} = 0,9 \text{ м}$$

Збірник фільтрату барди

1. Об'єм фільтрату барди:

$$G_3 = \frac{G}{\rho} = \frac{2373,426}{1160} = 2,04 \text{ м}^3,$$

де 2373,426 -кількість фільтрату барди, кг

2. Робочий об'єм збірника:

$$V_p = G_3 \cdot \tau = 2,04 \cdot 3 = 6,12 \text{ м}^3,$$

де 3 – час, за який фільтрат барди перебуває у збірнику, год

3. Повний об'єм збірника:

$$V_{\text{ап}} = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{6,12}{0,9} = 6,8 \text{ м}^3$$

φ – коефіцієнт заповнення збірника

Приймаємо діаметр збірника 0,9 м, тоді висота буде:

$$H = 4 \cdot \frac{V}{\pi \cdot D^2} = 4 \cdot \frac{6,8}{3,14 \cdot 0,9^2} = 2,2 \text{ м}$$

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

Розрахунок та підбір насосів

- насос для замісу (3): ЦНС 38-132

$Q = 38 \text{ м}^3/\text{год}$, H , м вод.ст. – 132, n об/хв = 2930,

Потужність споживана насосом – 21,5 кВт,

Габаритні розміри, мм: Довжина - 1123, ширина - 420, висота - 430, маса - 305 кг.

Годинна потужність:

$$E = \frac{N \cdot \tau}{6000} = 0,086 \text{ кВт/год}$$

-плунжерний насос: продуктивність- 20 м³/год, габаритні розміри, мм: довжина- 1400, ширина- 1100, висота-1800; маса-914 кг[].

Розрахунок дріжджанок і бродильних апаратів

При потужності заводу 3000 дал на добу за 24 години розраховуємо корисний та повний об'єм бродильного апарата:

Корисний об'єм бродильного апарата:

$$V_{\text{бр.ап.к}} = \frac{3000}{2,5} = 1200 \text{ м}^3$$

2,5 –спиртоз'єм з м³ за періодичним способом.

Повний об'єм бродильного апарата

$$V_{\text{бр.ап.п}} = \frac{V_{\text{бр.ап.к}}}{K_3}$$

$$V_{\text{бр.ап.п}} = \frac{1200}{0,9} = 1333 \text{ м}^3$$

10 бродильних апаратів об'ємом 266 м³ кожний.

Приймаємо діаметр бродильного апарата 6,5 м. Відношення висоти до діаметра становить $H:D = 1,5:1$.

Виходячи з формули визначення об'єму апарата ($V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H$), визначаємо H циліндричної частини апарата:

$$H = 4 \cdot \frac{V}{\pi \cdot D^2} = 4 \cdot \frac{226}{3,14 \cdot 6,5^2} = 8 \text{ м}$$

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

Добова потреба в виробничих дріжджах:

$$1155 \cdot 60 = 69300 \text{ кг} = 69,3 \text{ м}^3$$

Виходячи з того, що дріжджанка становить 10% бродильного апарата, отримуюмо об'єм дріжджанки = 26,6 м³.

Приймаємо 4 дріжджанки діаметром по 3 м кожна.

Звідки знаходимо висоту дріжджанки:

$$H = 4 \cdot \frac{V}{\pi \cdot D^2} = 4 \cdot \frac{26,6}{3,14 \cdot 3^2} = 4 \text{ м}$$

Через кожні 24 год дріжджанки звільнюють від виробничих дріжджів і їх готують до наступного вирощування. При наявності однієї дріжджанки для приготування суслу для дріжджів достатньо для забезпечення роботи мати 4 дріжджанок об'ємом по 26,6 м³.

У табл. 5.1 наведена специфікація технічного обладнання.

Таблиця 5.1 - Специфікація технологічного обладнання

№ п / п	Номери позицій на апаратурно-технологічній схемі	Найменування, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,25	Збірники для ферментних препаратів	2	загальний об'єм- 0,045м ³ діаметр - 0,6 м висота - 0,9 м		24	
2	8	Дезінтегратор	1	Довжина-0,7 м; ширина-0,7 м; висота-1,3 м; маса 920 кг		24	
3	9	Збірник для фільтрату барди	1	загальний об'єм - 6,8 м ³ діаметр - 0,9м висота - 2,2 м		24	
4	10	Збірник замісу	1	загальний об'єм -16,6 м ³ ; діаметр -2,7 м; висота- 3,2 м;	7,7	24	
5	16,17	Апарат термоферментативної обробки	2	загальний об'єм -33,7 м ³ діаметр - 2,5 м; загальна висота - 3,4 м	10,7	24	

Закінчення табл..5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
7	23	Спіральний теплообмінник для охолодження роз-	2	площа поверхні теплообміну - 50 м ² , довжина-3 м; ширина-1,04 м;		24	
8	21	Вловлювач	1	об'єм - 1,09 м ³ діаметр - 0,7 м висота - 2 м		24	
9	24	Спіральний теплообмінник для охолодження роз-	2	Площа поверхні теплообміну - 50 м ² , довжина-3 м; ширина-1,04 м;		24	
10	25	Дріжджанка	6	загальний об'єм- 26,6 м ³ ; діаметр- 3 м; висота - 4 м		24	
11	30	Бродильний апарат	10	загальний об'єм - 266 м ³ ; діаметр -6,5 м; висота - 8 м.			

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

6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Підприємство складається з трьох відділень: приймання сировини, термоферментативної обробки та бродильне. Приймання сировини та відділення термоферментативної обробки знаходяться в будівлі, яка складається з трьох поверхів загальною площею 864 м². На першому поверсі знаходиться санвузол площею 20 м². На другому поверсі розташована операторська з площею також 20 м².

Бродильне відділення розташовано в окремому приміщенні на двох поверхах загальною площею 3456 м². На першому поверсі знаходиться кабінет майстрів площею 20 м².

Площа 1 поверху 288 м²:

$$F_B = 288 - (1,96 + 0,32 + 0,6 + 0,6 + 4,2 + 3,04 + 0,32 + 0,6 + 0,6 + 10 + 10 + 20) + 4,5 = 240,26 \text{ м}^2,$$

де:

4,5 – виробнича площа на 1 людину, м²;

1,96 – площа змішувача, м²;

0,32 – площа вловлювача, м²;

0,6 – площа насосу, м²;

4,2 – площа спірального теплообмінника, м²;

1,57 – площа АТФО-1, м²;

1,57 – площа АТФО-2, м²;

10 – площа сходів, м²;

20 – площа санвузла, м².

Площа 2 поверху 288 м²

$$F_B = 288 - (1,57 + 2,25 + 10 + 10 + 10 + 10 + 1,2 + 0,3 + 0,3 + 0,5 + 1,57 + 1,57 + 0,6 + 0,6 + 1,37) + 4,5 = 240,67 \text{ м}^2,$$

де:

4,5 – виробнича площа на 1 людину, м²;

1,57 - площа сепаратора, м²,

2,25 – площа дезінтегратора, м²;

					РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		57

10 – площа сходів, м²

1,57 – площа АТФО-1, м²;

1,57 – площа АТФО-2, м²;

1,2 – площа теплообмінника, м²

0,3 – площа збірника ферментних препаратів, м²;

0,5 – площа збірника фільтрату барди, м²;

0,6 – площа насосу, м²;

1,37 – площа оцукрювача, м².

Площа 3 поверху 288 м²

На поверху знаходиться 3 площадки площею: 46 м² на висоті 1,65 м; 144 м² на висоті 1,75 та 61 м² на висоті 1,4 м. Площа поверху з площадками 539 м².

					РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		58

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 спиртових заводах розроблено положення виробничо-технічної лабораторії, яке розроблено в відповідності з "Правилами акредитації на право проведення метрологічних робіт (ММУ-18-2000)" , які затвердженні наказом Держстандарту України № 687 від 04.12. 2000 року.

На заводах 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.

Метрологічне забезпечення виробництва – це комплекс організаційно-технічних заходів, який забезпечує визначення з потрібною точністю характеристик виробів, вузлів, деталей, матеріалів і сировини, параметрів технологічних процесів і обладнання та дає змогу досягти підвищення якості продукції і

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		59

зниження невиробничих затрат на її розроблення та виробництво. Метрологічне забезпечення виробництва охоплює всі стадії життєвого циклу продукції, починаючи з етапу науково-дослідницьких та експериментально-конструкторських робіт, а саме:

- аналіз стану вимірювань;
- встановлення раціональної номенклатури вимірювальних величин та використання засобів вимірювання належної точності;
- здійснення повірки та калібрування засобів вимірювання;
- розроблення методик виконання вимірювань для забезпечення встановлених норм точності;
- здійснення метрологічної експертизи конструкторської і технологічної документації;
- акредитацію на технічну компетентність;
- здійснення метрологічного нагляду.

Надзвичайно важливою ланкою забезпечення якості продукції та послуг є метрологічна служба. Управління виробництвом неможливе без метрологічного забезпечення вимірювань яке відрізняється унікальними можливостями отримання кількісної інформації про матеріальні чи енергетичні ресурси, якість матеріалів та сировини, про стан навколишнього середовища, безпеку та охорону здоров'я людей, про якість технологічних процесів.

Що стосується метрологічного забезпечення підприємств та установ в області то його можна вважати задовільним. На більшості підприємств створені метрологічні служби або призначенні наказом керівника відповідальні за метрологічний стан.

В табл. 7.1 наведена схема технохімічного контролю технологічних процесів, під час термоферментативної обробки замісу і зброджування сусла.

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Таблиця 7.1 - Схема технохімічного контролю технологічних процесів, під час термоферментативної обробки замісу і зброджування сусла

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник одиниця вимірювання	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	
		Запах		Не допускається затхлий			
		Смак		Смак свіжих огірків			
	Середньодобова проба	Натура, г	Визначення маси 1л зерна	570 г/л не менше			
	В зерні, що поступає на виробництво	Засміченість, %	Перебирання з наступним зважуванням	5, не більше	1-2 рази на зміну		
		Вологість, %	Висушуванням до постійної маси	16, не більше	1-2 рази на зміну		
		Крохмалистість, %	Поляриметричний метод Еверса	14-17	1-2 рази на зміну		
		Зараженість, %	По ГОСТу 3768-98	I сорт-1-5, II сорт 6-10	1 раз на зміну		
	Подрібнення	Після дезінтегратора	Якість подрібнення, %	Просіювання крізь сито	92-100		2-3 рази на зміну
	Заміс	Пробовідбірник на збірнику замісу	Температура, °С	Термометром	65-70		5 раз на зміну
Термоферментативна обробка	Переточна труба	Температура, °С	Термометром	90-92	5 раз на зміну		
Сусло	Після теплообмінника	СР, %	Цукромір	15-18	4 рази на зміну	Хімік по сировині	
		Кислотність	Титрування	0,02			
		Повнота оцукрення	Проба на йод	Жовтий			
		Величина рН	рН-метром	3,4-4,5			

Закінчення табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Мікробіологічний контроль готових дріжджів	В кожній готовій дріжджанці	Мертві клітини, мікро-зара-же-ність, млн / см ³	Мікро - скопічно	90-100	В кожній партії дріжджів	Мікро - біолог

8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ

Санітарна організація здійснює вивчення і виявлення впливу умов праці на здоров'я і працездатність працівників. Вона розробляє необхідні санітарно-гігієнічні і лікувально-профілактичних заходи за допомогою санітарного нагляду. Попередження забруднень навколишнього середовища (ґрунту) шкідливими промисловими викидами, а також контроль організації і проведення заходів, які спрямовані на попередження захворювань є повними функціями санітарного нагляду.

Відповідно до санітарних вимог для робочого місця нормуються такі фактори: повітря робочої зони (мікроклімат; загазованість; запиленість), шум, вібрація, освітленість, випромінювання (радіаційні, магнітні, ядерні), забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями.

Крім санітарних норм існують правила безпеки, що в залежності від конкретних показників виробництва також нормують: пожежна безпека, електробезпека.

Санітарний стан приміщень є визначальним для культури виробництва для якості продукції. Приміщення повинні бути сухими, світлими, з достатнім об'ємом повітря.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		63

9. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО

9.1 Розрахунок витрат електроенергії

Розрахунок електроенергії проводимо по встановленій потужності і годинній роботі всіх електродвигунів. Дані зводимо в таблицю 9.1

Таблиця 9.1 - Розрахунок витрат електроенергії

№ п/п	Назва споживачів	Електродвигун		Тривалість роботи годин на добу	Всього кВт * год
		Потужність, кВт	Число об/хв		
1	2	3	4	7	8
1	Норія ЕЛГ-160	45	1500	3	45×3=135
2	Дезінтегратор	50	1500	20	100×20=200
3	Мішалка збірника замісу	1,0	1000	24	3×24=72
4	Кавітатор КАП-15	3	1000	20	3×20=60
5	Мішалки апаратів ТФО	2,0	1000	24	6×24=144
6	Насос ЦНС 38-132	21,5	2930	24	21,5×24=516
Всього					1127

$$1127/24 = 47 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Погодинні витрати електроенергії становлять 47 кВт

9.2 Розрахунок витрат води

Затрати води на технологічні потреби частково розраховані у розділі 1.6 «Продуктові розрахунки».

На приготування замісу витрата оборотної води становить - 5537,994 кг на 100 дал спирту.

Для розведення ферментного препарату Termamyl 120L витрата води становить – 5,41 дм³, San Super 240L - 11,61 дм³ на 100 дал.

					ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Розраховуємо норму витрат води на охолодження в теплообміннику.
Кількість суслу, що надходить на охолодження з апарату ТФО – 2 становить 5027,49 кг/год. Кількість тепла, що має бути виведена:

$$Q = 5027,49 \cdot 3,5 \cdot (85 - 30) = 967791,5 \text{ кДж}$$

Отже, витрати води на охолодження суслу в теплообміннику становлять:

$$G_B = \frac{967791,5}{4,2 \cdot (45 - 20) \cdot 1000} = 9,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Тоді за добу:

$$G_B = 9,2 \cdot 24 = 220,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрата води на миття обладнання при дезінфекції складає біля 20 % від добової потужності заводу, тобто за добу: $3000 \cdot 0,2 = 600 \text{ м}^3$

9.3 Розрахунок витрат пари

Під час виробництвам спирту із зернової сировини пара витрачається на теплову обробку, ректифікацію спирту та пропарювання деякого обладнання та комунікацій. Витрата пари на теплову обробку сировини із продуктового розрахунку (таблиця 2.17) складаємо 533,7кг на 100 дал спирту.

Годинні витрати пари: $533,7 \cdot 1,25 = 667,125 \text{ кг/год.}$

Втрати пари в навколишнє середовище становлять 10 % від отриманої величини: $667,125 \cdot 0,1 = 66,7 \text{ кг/добу.}$

Дійсні витрати пари: $667,125 + 66,7 = 733,8 \text{ кг/год.}$

Дійсні витрати пари під час термоферментативної обробки замісів та зброджування крохмалевмісної сировини на 1 дал: $733,8 / 1,25 \cdot 24 : 3,500 = 4,02 \text{ кг/дал.}$

					ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		65

10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Серед розглянутих технологічних режимів, що здійснюються на заводі, роботою пропонується здійснити наступні заходи щодо енерго- і ресурсозбереження у варильному і дріжджебродильному відділеннях.

1. Для забезпечення високодисперсного помелу зерна молоткові дробарки замінюються на дезінтеграторну установку, а для зменшення витрат води на приготування замісу передбачається 30 % заміни необхідної кількості води замінити фільтратом барди.

2. Для економії пари на нагрів замісу в контактній головці встановлюємо спіральний теплообмінник (дозволяє скоротити витрати пари на 20 %) перед апаратами АТФО, який нагріває заміс за рахунок барди, яка надходить з АФТО-2.

3. Для охолодження розвареної маси замість теплообмінника типу "труба в трубі" буде встановлений спіральний теплообмінник.

4. Процеси оцукрення і зброджування відбувається одночасно в бродильному апараті. Для зброджування буде використана осмофільна раса дріжджів

ДО-11 та напівбезперервний спосіб зброджування сусла (продуктивність бродильного відділення).

5. Для запобігання розвитку сторонньої мікрофлори під час культивування дріжджів і бродіння передбачається використання біоциду Полідез та Хлорне вапно.

Ці заходи приводять до зменшення витрат води на технологчні цілі та на охолодження дріжджебродильної апаратури. Стерелізація ємкісного обладнання в апаратах відсутня, за рахунок цього скорочується витрати гострої пари. Альтернативою цього є викристання іпортного засобу.

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

11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Промислові будівлі призначені для виконання в них певних технологічних процесів по виготовленню продукції і покращення обслуговування процесу.

Кожна збудована будівля повинна відповідати експлуатаційним, інженерно-технічним і архітектурним вимогам. Експлуатаційні вимоги – капітальність будівель (довговічність, вогнестійкість). Технічні – міцність та стійкість будівель в цілому і окремих його елементів. Архітектурні вимоги – співпадання зовнішнього вигляду і інтер'єрів, застосованих матеріалів і обробка будівель за їх призначенням.

Насоси для перекачування напівпродуктів і збірники барометричної води розміщують на першому поверсі. Вакуум-насоси можуть бути встановлені на будь-якому поверсі з урахуванням зручності їх експлуатації.

Гарячі поверхні апаратів і трубопроводів повинні бути теплоізовані так, щоб температура зовнішньої поверхні не перевищувала 45 °С.

Обладнання на яких здійснюється послідовні операції розміщують поряд з дотриманням між ними необхідних експлуатаційних розривів.

Відстань між виступаючими частинами обладнання з урахуванням проходів для людей повинна бути не менше 0,8 м, а для обладнання підвищеної небезпеки (швидко обертаючих, нагрітих) до 1,5-2,0 м, між обладнанням і колоною не менше 0,5 м. Відстань між рядами обладнання повинна бути не менше 1,5 м. Крок колон у термоферментативному відділенні 6 м та 12 м у бродильному для зручності обслуговування. Площадки для обслуговування апаратів розміщених в один ряд мають ширину не менше 1,5 м, а відстань від площадки до кришки апарата 0,8-1м. Відстань трубопроводів до стіни 0,3 м.

					БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		67

12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

12.1 Характеристика відходів, стічних вод і викидів

Для створення безпечних умов праці на виробництві, необхідному проводити контроль повітряного середовища виробничих приміщень, контроль водоймищ, а також напівфабрикатів, сировини та виробничих відходів.

У виробництві спирту із крохмалевмісної сировини маються місце такі відходи:

- пил та борошному, що утворилось при подрібненні зерна;
- сміттеві домішки;
- гази бродіння;
- барда після спиртова;
- теплообмінні води;
- стічні води від мийки обладнання;
- стічні води від миття підлоги приміщення.

Всі джерела викидів паспортизовані і на них встановлені різні ГДВ Державними комітетом з охорони навколишнього середовища.

Основними джерелами забруднень навколишнього середовища у дріжджебродильному відділенні є гази бродіння. В газі, що виділяється після бродіння, міститься до 98 – 99,9 % вуглекислого газу. Решта компонентів, %:

- повітря – 0,3–1,0;
- волога – 0,5 –0,9;
- спирт – 0,4 – 0,8;
- леткі кислоти – 0,05 – 0,1;
- ефіри – 0,01 – 0,05;
- альдегіди – до 0,02.

Спиртзавод згідному санітарної класифікації по СН 245-71 відноситься до 4 класу, ширина санітарно-захисної зони становить 100 метрів. Санітарно-захисна зона витримана.

Гази з бродильних апаратів надходять у спиртовловлювач, де вивільняються від спирту. Діоксид вуглецю, що не використовується для виробітки у рідкій або твердій формі, а також той, що виділився у процесі дріжджегенерування, викидається в атмосферу природньою або припливно-витяжною вентиляцією. По завершенню циклу зброджування спиртовловлювач, дріжджанки та бродильні апарати миються, дезинфікуються розчином хлорного вапна та обробляються парою. Промивні води та конденсат скидаються у каналізацію. Трубопроводи також миються, дезинфікуються та пропарюють.

Характеристика відходів та викидів у дріжджебродильному відділенні та рекомендації щодо їх використання наведена у таблиці 12.1.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Таблиця 12.1 - Характеристика відходів та викидів у дріжджебродильному відділенні та рекомендації щодо їх використання

Найменування відходів та викидів	Агрегатний стан	Кількість відходів, м ³ /год	Кількість відходів, м ³ /добу	Рекомендації щодо використання
Гази бродіння з бродильних апаратів	Газ	312	7488	Переробка у рідкий і твердий СО ₂
Теплообмінні води	Рідина	114,3	2743,2	Придатні для використання в оборотному циклі
Стічні води від мийки обладнання	Рідина	1,4	33,6	Підлягають очищенню на очисних спорудах
Стічні води від миття підлоги приміщення	Рідина	0,13	3,12	Підлягають очищенню на очисних спорудах

12.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища

Аби забезпечити нормальні й безпечні умови праці на виробництві та злагоджене функціонування всіх природних зон навколо промислового комплексу, необхідно проводити контроль повітряного середовища виробничих приміщень, контроль водоймищ, а також напівфабрикатів, продукту та виробничих відходів.

У даному дріжджебродильному відділенні робітникам необхідно працювати з речовинами, вміст яких у приміщенні робочої зони є шкідливими фактором, що діємо на обслуговуючий персонал. До таких факторів відносять: діоксид вуглецю, що утворюється під час спиртового бродіння та стічні води.

Утилізація газів бродіння: бульбашки діоксиду вуглецю, що проходять через шар бражки насичуються парами спирту, кількість яких тим більше, 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. ГДК для діоксиду вуглецю в атмосферному повітрі населених пунктів повинна бути:

- максимальному разовам - 3,0 мг/м³ ;
- середньодобовам - 1,0 мг/м³.
- у повітрі робочої зони ГДК для діоксиду вуглецю - 20,0 мг/м³ [25].

Водопостачання і каналізація

Метою водопостачання спиртових заводів є забезпечення водою виробничих, протипожежних та господарсько-побутових потреб. На

підприємствах використовуються розподільні системи водопостачання технічною та питною водою.

Джерелом водопостачання технічною водою є ставки і річки, а питною водою – артезіанські свердловини, інколи – міський водопровід.

Каналізація на виробництві повинна бути організована таким чином, щоб забезпечити роздільне відведення стічних вод, що не вимагають спеціальної очистки, та стічних вод, що підлягають очистці від забруднень.

До стічних вод, які не вимагають спеціальної очистки, відносяться води, що виходять з теплообмінних апаратів (змійовики бродильних апаратів, дефлегматори, конденсатори, холодильники спирту та поверхневі конденсатори). Усі інші стічні води виробництва підлягають очистці.

Виробнично-забруднені та господарсько-побутові стічні води вміщують органічні речовини, що знаходяться в твердому, розчиненому та колоїдному стані, які легко окислюються, і тому повинні скидатись на очисні споруди повної біологічної очистки.

Зменшення витрат свіжої води можна досягнути за рахунок наступних мір підприємств:

- повторного використання води на технологічні і енергетичні потреби;
- впровадження системи оборотного водопостачання з використанням, в якості охолоджувача, оборотної води ставків-охолоджувачів або градирень;
- кондиціонування якості технічної води, що виключить відкладення солей жорсткості на внутрішній поверхні теплообмінних апаратів;
- автоматизація контролю та регулювання подачі води; температурного режиму роботи апаратів;
- своєчасного і якісного ремонту обладнання, що виключає втрати води крізь нещільності флянців, сальників та інших з'єднань апаратів.

Кількість стічних вод, що не потребують спеціальної очистки і можуть скидатись у поверхневі водойми, в залежності від особливостей технологічної схеми становить на 1000 дал спирту:

- при наявності солодовні – 148 м
- при використанні готових ферментних препаратів – 113 м

Показники санітарно-хімічного складу забруднених стічних вод залежать від апаратурно-технологічної схеми, якості сировини, наявності інших видів продукції, що виробляється на підприємстві, культури виробництва та інших факторів.

Норми витрат води

Норма витрат води залежить від системи водоспоживання, технологічної схеми, асортименту сировини та виду оцукрюючих матеріалів, що використовуються у виробництві.

Нормативи водоспоживання по окремих стадіях технологічного процесу наведені у збірнику «Поточні та перспективні технологічні нормативи використання води по видах виробництв спиртової промисловості», які

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		70

розроблені УкпНДІспиртбіопром, затверджені концерном «Укрспирт» та узгоджені Мінкобезпеки у 1999 р.

Для укрупнених рорахунків витрат води на 1000 дал спирту можуть бути прийняті по середньорічних нормах в залежності від існуючої на виробництві системи водопостачання:

1) прямоточне водопостачання з послідовним та повторним використання води;

- для виробництва спирту із зерна при наявності солодовні та з БРУ непрямої дії – 1549,0 м³, в тому числі питної – 397,0 м³;

- для виробництва спирту із зерна при наявності солодовні та з БРУ непрямої дії – 709,0 м³, в тому числі питної – 397,0 м³;

- для виробництва спирту із зерна з використання ферментних препаратів та з БРУ непрямої дії – 1517,0 м³, в тому числі питної – 336,0 м³;

- для виробництва спирту із зерна з використання ферментних препаратів з БРУ під вакуумом – 1447,0 м³, в тому числі питної – 336,0 м³;

2) оборотне водопостачання з послідовним та повторним використання води:

- для виробництва спирту із зерна при наявності солодовні та з БРУ непрямої дії – 709,0 м³, в тому числі питної – 397,0 м³;

- для виробництва спирту із зерна при наявності солодовні та з БРУ під вакуумом – 659,0 м³, в тому числі питної – 397,0 м³

- для виробництва спирту із зерна з використання ферментних препаратів та з БРУ непрямої дії – 647,0 м³, в тому числі питної – 336,0 м³;

- для виробництва спирту із зерна з використання ферментних препаратів та з БРУ під вакуумом – 607,0 м³, в тому числі питної – 336,0 м³.

При оборотному водопостачанні охолоджена оборотна вода протягом року може мати температуру +20 С...25 С, тому коефіцієнт середньорічної норми прийнятий рівним 1,0.

Біохімічна схема виробництва

Фізичні, хімічні та біологічні видозміни, зв'язані з перетворення крохмалю в етиловий спирт, можна представити 4-ма окремими стадіями:

Гідрація крохмалю. Прикскорює подрібнення зерна при рівномірному розподілі подрібненого продукту у воді.

Клейстеризація крохмалю. Обумовлена типом крохмалю, температурою і тривалістю теплової обробки, розміром часточок і концентрацією сушлаю

Ферментний гідроліз, крохмаль до сахаридів. Крохмаль гідролізується до глюкози, мальтози і декстринів.

Зброджування сахаридів сушла. Декстрини гідролізуються до глюкози і мальтозм. Остання мальтазою дріжді розщеплюється до глюкози і далі зброджується дріжджами до етилового спирту.

Біохімічні перетворення крохмалю схематично виглядають таким чном:

- Крохмаль – а-амілаза
- Декстрин – глюкоамілаза

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		71

- Мальтоза – Мальтаза дріжджів
- Глбкоза – комплекс ферментів дріжджів
- Етиловий спирт

Схема матеріального потоку

Технологічні процеси виробництва спирту можна подати у вигляді певної послідовності технологічних стадій, більшість яких є спільними незалежно від виду сировини та режимів обробки. Принципова схема виробництва передбачає такі основні технологічні стадії:

- виробництво солоду
- підготовка сировини
- водно- теплова обробка;
- оцукрювання крохмалю ферментами солоду або ферментами мікробного походження;
- зброджування сусла
- брагоректифікація зрілої бражки.

Відходи виробництва та викиди в атмосферу

В процесі виробництва спирту із крохмалевмісної сировини основним відходами виробництва є:

- барда зернова
- двоокис вуглецю
- пил зерна
- Вихід барди зернової залежить від вмісту спирту в бражці, наприклад,, при його 8,2 % об. Вихід барди складає на 13,5 дал на 1 дал спирту.

В залежності від місцевих умов і потужності спиртових заводів барду можна використовувати:

- у віжому вигляді для годівлі тварин;
- для вирощування кормових дріжджів;
- або сушити її

При неповному використанні барди необхідно передбачити інші засоби її

В процесі зброджування цукристих речовин виділяються гизи бродіння, що складаються переважно (98...99,8 %) з двоокису вуглецю з домішками парів спирту. Теоретичний вихід вуглекислого газу складає 95,5 % до маси спирту або 7,53 кг на добу 1 дал виробленого спирту (в розрахунку на умовний спирт-сирець)

З газами бродіння виноситься до 0,6 % спирту від кількості, що утворилась в бродильних апаратах. Гази бродіння проходять через спиртовловлювач, де вловлюється не менше 93% парів спирту. Питомий викид в атмосферу парів спирту після спиртовловлювача (при уові, що гази бродіння не утилізують) не перевищує 3,36/100 дал. гази після спиртоловушки потрапляють у вуглекислотний цех, де двоокис вуглею після очистки і зкраплення розливається під вискоим тиском в алони абі спеціальні ємкості.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		72

При подрібненні зерна, утворюється пил борошна. Обладнання для подрібнення (помелу зерна) оснащують аспіраційними установками (рукавними фільтрами)

Питомий викид в атмосферу зернового пилу за аспіраційним повітрям складає 0,010-0,012 кг / тонну зерна.

Відходи у вигляді зернового пилу та відходи від подрібнення і обрушення зерна можуть викристовуватись на відгодівлю худоби.

Ефективність очистки аспіраційного повітря та параметри джерел викидів (висота та діаметр вихідних труб) повинні забезпечувати достатнє розсіювання викидів пилу в атмосферу. Гранично допустимі викиди (ГДВ) розраховує згідно з вимогами ОНД – 86.

Наявність газів і пилу у повітрі концентрацій згідно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.

Контроль запиленості робочої зони повинен здійснюватися за ОСТ 59.01.003.01.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		73

13 ОХОРОНА ПРАЦІ

В Україні від 22 листопада 2002 р. діє нова редакція Закону "Про охорону праці" зі змінами та доповненнями. Цей закон, а також "Кодекс законів про працю України" є основною законодавчою базою охорони праці, їх доповнюють нормативні акти про охорону праці — це стандарти, правила, норми та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання усіма установами і працівниками України.

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

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації обладнання у відділенні.

У термоферментативному відділенні працюють четверо працівників що обслуговують обладнання.

- оператор — 1чол.
- автоматчик — 1чол.
- черговий слюсар - наладчик — 1чол.
- вантажник — 1чол.

Аналіз умов праці на об'єкті

Для людей, що працюють на виробництві, незалежно від роду їх діяльності, повинні бути створені умови зовнішнього середовища, які б не задавали шкоди.

Територія спиртового заводу огорожена, підтримується у чистоті. Заводські ділянки озеленені. Система опалення та вентиляції забезпечує необхідні гігієнічні умови повітря і гранично допустимий вміст у повітрі газів, парів та пилу у робочій зоні та в обслуговуючій зоні приміщень відповідно до вимог 12.1.005-88 "Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги."

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Умови праці у термоферментативному та дріжджебродильному віддуленнях відповідають вимогам. Стіни цих відділень пофарбовані фарбами, що відповідають вимогам технічної естетики і санітарним нормам, які ставляться до харчових підприємств. Підлога має рівне покриття, покрита плиткою, стійка до робіт механічного та хімічного впливу, при чому умови відповідають зручному прибиранні. Площа вікон відповідає вимогам.

Вибір устаткування з точки зору охорони праці

Композиційні рішення розроблені комплексно, тобто з врахуванням поточності технологічного процесу, зручного і безпечного обслуговування, монтажу, ремонту, чистки і демонтажу обладнання, з дотриманням будівельних і проектних норм і правил, вимог охорони праці і протипожежної техніки.

Обладнання розміщують у відповідності з оптимальними умовами експлуатації з урахуванням забезпечення самопливу напівпродуктів.

Дезінтегратор встановлюють в окремому приміщенні, поряд з приміщенням, де встановлені АТФО, на другому поверсі. Під дезінтегратором на першому поверсі встановлюють збірник замісу. Насоси для перекачування напівфабрикатів розміщуються на першому поверсі.

Витратні збірники суспензії ферментних препаратів встановлюють над оцукрювачем.

Насоси для перекачування напівпродуктів розміщують на першому поверсі.

Мікроклімат виробничого приміщення

Мікроклімат, або метеорологічні умови виробничих приміщень, визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні, відносною вологістю повітря, рухливістю повітря тощо.

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" мікрокліматичні умови подані у таблиці 13.1.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Таблиця 13.1 - Норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони

№	Професія	Категорія робіт за важкістю	Температура, С на робочих місцях				Віднос-на воло-гість	Швидкість руху повітря, м/с
			Верхня границя		Нижня границя			
			Постій-них	Непос-тійних	Постій-них	Непос-тійних		
1.	Оператор від-ділення		Холодна пора року				75	0,1
			21	23	15	13		
			Тепла пора року					
			27	29	20	21		
2.	Черговий слю-сар-наладчик		Холодна пора року				75	0,1
			21	23	15	13		
			Тепла пора року					
			27	29	20	21		

Загазованість повітря

Гази бродіння, які виділяються під час бродіння у дріжджебродильному відділенні не перевищують норм згідно з ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень". Також у термоферментативному відділенні загазованість повітря не нормується, оскільки в приміщенні немає обладнання, яке б його створювало.

Запиленість повітря

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" гранично допустима концентрація пилу становить 10 мг/м³, що знаходиться в межах норми у відділеннях термоферментативної обробки та дріжджебродильному.

Шум

Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються за ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку". Гранично допустимий рівень шуму (ГДР) на постійних робочих місцях та на території підприємства не повинен перевищувати 80 дБА. ГДР на робочих місцях треба знижувати в залежності від важкості та напруженості роботи. Не

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		76

дозволяється перебування працюючих в зоні з рівнем звукового тиску понад 135 дБА в будь-якій активній смузі. Шум у відділенні ТФО не перевищує нормативний.

Допустимі норми шуму для промислових підприємств, де є обладнання, що створює шум, згідно з ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку" подано в табл. 13.2.

Таблиця 13.2 - Норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівень звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постійні робочі місця і робочі зони у дріжджебродильному відділенні та відділенні розварювання сировини	103	99	92	86	83	80	78	76	74	80

Вібрація

Вібрація на робочих місцях не повинна перевищувати граничне допустимі рівні, що їх наведено у ДСН 3.3.6.039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації". Маса вібруючого устаткування або його частин, що утримується руками оператора у різних положеннях в процесі праці, не повинна перевищувати 10 кг. При роботі з вібруючим устаткуванням сумарний час контакту з вібруючими поверхнями не повинен перевищувати 75% тривалості робочого дня.

Освітлення виробничих приміщень

Освітлення в приміщеннях повинно задовольняти вимогам ДБН В.2.5.-28-2006 "Природне і штучне освітлення".

Для освітлення виробничого приміщення охорона праці передбачає такі основні вимоги : освітлення повинно бути достатнім, відповідати характеру зорової

робот, електроосвітлювальні установки повинні бути безпечними при обслуговуванні.

У дріжджебродильному відділенні та відділенні розварювання 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 (табл.13.3.)

Таблиця 13.3 - Норми штучного освітлення робочих місць.

Найменування професії	Харак-стика зорових робіт	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, як (при штучному освітленні)	
				Комбіноване освітлення, газорозрядні лампи	Загальне освітлення газорозрядні лампи
				Лампи розжарювання	Лампи розжарювання
Апаратник процесу бродіння	Грубе (дуже малої точності)	VI	-	-	150/75
Варник харчової сировини	Грубе (дуже малої точності)	VI	-	-	150/75

Природне освітлення нормується коефіцієнтом природного освітлення - (КПО) або e , %:

$$\text{КПО} = e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{зов}}} \cdot 100,$$

де: $E_{\text{вн}}$ - внутрішнє природне освітлення у приміщенні в місці, що розглядається, лк; $E_{\text{зов}}$ - зовнішня природна освітленість рівномірним світлом всього небосхилу, замірена одночасно з $E_{\text{вн}}$, лк.

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 колі зору, відсутність прямого світла та інші дискомфортні умови.

У відділенні також встановлюють освітлення робоче та евакуаційне. Норматив робочого освітлення - 10 % від нормального освітлення, а для евакуаційного: над виходами 2 – 2,5 лк, при освітленні евакуації – 0,5 лк.

Теплові випромінювання

В даних відділеннях термоферментативної обробки та дріжджебродильному мають місце тільки теплові випромінювання, які враховані при нормуванні мікроклімату, про що викладено вище в розділі “Повітря робочої зони”. Теплові випромінювання відповідають вимогам ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ ”Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”.

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 ДСН 3.3.6.047-99 „Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" температура поверхні обладнання не повинна перевищувати 45 °С, а в приміщеннях з пожежо- і вибухонебезпечним середовищем -35 °С.

Випромінювання тепла здійснюється двома теплообмінниками - спіральним для нагрівання і пластинчастим для охолодження.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		79

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційною роботою передбачено застосування наступних інноваційних технологічних способів технології:

- дезінтегратори забезпечують отримання помелу з проходом 100 % через отвір 1 мм, що дозволяє знизити гідромодуль замісу і одночасно зменшити вихід барди, скоротити витрати на нагрів, охолодження, перекачування напівпродуктів та перегонку спирту з бражки;

- використання фільтрату барди при заміні води на 50 % на стадії приготування замісу дозволяє підвищити текучість замісу, дозволить додатково забезпечити дріжджі азотним живленням, створити оптимальне рН для ферментів, скоротити технологічні втрати за рахунок часткового повернення незброджених вуглеводів та зменшити споживання технологічної води;

- для створення більш ефективного контакту ферментів та крохмальних зерен та підвищення ферментативної активності передбачено використання роторно-пульсаційного апарату (РПА);

- термоферментативна обробка при температурах нижчих 95 °С дозволяє зменшити у 2,5 рази витрату пари і у 2 рази витрату природнього газу, що значно зменшує собівартість готової продукції;

- Використання способу оцукрення сусла за допомогою концентрованих ферментних препаратів у бродильному апараті сприяє вирішенню задачі зниження собівартості готової продукції за рахунок зменшення інактивації ферментів в оцукрювачі, витрат енергоносіїв та спрощення апаратурного оформлення процесу.

- для зброджування сусла використовується раса дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* ДО-11, вона є термотолерантна та осмофільна і дозволяє на 30 % зменшити витрати води на охолодження бражки і підвищити вихід спирту внаслідок більш повного виброджування вуглеводів, і меншого накопичення альдегідів і гліцерину.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		80

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстрованому в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747.
2. Гетун, Г.В. Основи проектування промислових підприємств / Г.В. Гетун. Київ:Кондор, 2009. 210 с.
3. Метод. вказівки до викон. диплом. проекту для студ. спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навч. / уклад. В.Г. Юрчак та ін. Київ: НУХТ, 2017. 45 с.
4. Дипломне проектування: методичні вказівки щодо вибору ресурсів та енергозберігаючих технологій спиртового виробництва для студентів денної і заочної форм навчання спец. 7.091704 “Технологія бродильних виробництв і виноробства” напрям у підготовки 0917 “Харчова технологія та інженерія” / Уклад.: П.Л. Шиян, А.М. Куц, В.А. Домарецький. Київ.: НУХТ, 2009. 21 с. (64.01).
5. ДБН В. 2.6-14-95. Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд. Київ.,1998.
6. Жито. Технічні умови: ДСТУ 4522:2006. [Чинний від 2007-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 21 с.
7. Закон України “ Про охорону атмосферного повітря ”. Відомості Верховної Ради. 2012. № 46. 640с.
8. Закон України “ Про охорону навколишнього природного середовища ”. Відомості Верховної Ради. 2015. № 11. 75с.
9. Кукурудза. Технічні умови: ДСТУ 4525:2006. [Чинний від 2007-04-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 21 с.
10. Карбамид. Технические условия: ГОСТ 2081-92. Москва: ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 18 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		81

11. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації що до складанням принципів 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.

12. Технологія спирту / за ред. В.О.Маринченка. Вінниця: Поділля, 2003. 480с.

13. Технологія спирту, лікєро-горілочаних напоїв та дріжджів у задачах і прикладах: навч. посіб. / В.О. Маринченко та ін. // за ред. В.О. Маринченко. Київ: НУХТ, 2015. 354 с.

14. Основи охорони праці: підручник для студ. вищ. закл. освіти харч. пром.-сті / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець [та ін.] // Під ред. М.П. Купчик а, Київ: Основа, 2000. 416 с .

15. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768–98. [Чинний від 1998-07-01]. Київ: Держстандарт України, 1998. 15 с.

16. Полідез. Технічні умови: ТУ 9392-018-46907113-2002.

17. Спосіб зброджуванням сусла із крохмалєвмісної сировини . Олінійчук С.Т., Сосницький В.В., Псалом П.Г., Бойко П.М.: Патент №29299 С 12 F 7/0/ Україна. № 98052341; Заявл.07051998; Опубл. 16.09.2002.

18. Осмофільний штам дріжджів *Saccharomyces cerevisie* ДО-11 для мікробіологічного синтезу етилового спирту з крохмалєвмісної сировини / Іванов С.В., Шиян П.Л., Мудрак Т.О., Олінійчук С.Т., Бойко П.М., Єрмаков Г.В.: Патент 72045 Україна, МПК С12N 15/00. заявник і патентовласник НУХТ. – №201114490; заявл. 07.12.11; опубл. 10.08.12. Бюл. №15. 3 с.

19. ДСТУ 3240:2015. Метрологія. Забезпечення єдності вимірювань характеристик іонізувальних випромінень і ядерних констант. Основні положення. [Чинний від 2017-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 8 с

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата	82

20. СНиП 41-01-2003. «Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
21. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови: ДСТУ 4221:2003. – [Чинний від 2008-01-01]. Київ.: Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.
22. Сивушне масло. ДСТУ ГОСТ 10749.13-2008. [Чинний від 2008-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 3 с.
23. Технологічний регламент виробництвам спиртових бражок при низькотемпературному розварюванні крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів: ТУ У 00032744–812–2002. Затверджені Головою Державного департаменту продовольствам Мінагрополітики України Ю.В. Жихарєвими 16.12.2002. Київ. 2002. 92 с.
24. Технологічне обладнанням галузі [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконанням курсового проекту для студентів спеціальності 7.05050313, 8.05050313 «Обладнанням харчових і переробних виробництв» (спеціалізації «Обладнанням бродильних та спиртових виробництв») денної та заочної форм навчанням / уклад.: С.О. Удодов, Л.В.Марцинкевич, К.: НУХТ, 2014. 24 с.
25. Фракція головна етилового спирту: ДСТУ 7402:2013. . [Чинний від 2013-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 19 с.
26. Цивільний захист:Методичні рекомендації до виконанням розділу дипломного проекту (роботи) «Цивільний захист» для студентів технологічних спеціальностей та заочної форм навчання/Уклад.: О.В. Хіврич, В.А. Заєць, О.П. Слободян, Л.П. Нецадими. Київ:НУХТ, 2013. 19 с.(8166)
27. Шиян П.Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія / П.Л.Шиян, В.В.Сосницький, С.Т.Олійнічук. – К.: Асканія, 2009. 424 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		83