

**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 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » лютого 2023 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 термоферментативної обробки замісу та зброджування суслу спиртового заводу продуктивність 3000 дал спирту на добу з впровадженням прогресивної технології спиртової бражки**

Виконала: здобувачка
групи ЗТБ-3-1ск

Максимейко Вікторія Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Маринченко Віктор Панасович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

(підпис)

Вікторія МАКСИМЕЙКО

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства

_____ Анатолій КУЦ

28 жовтня 2022 року

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

Максимейко Вікторія Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект відділень термоферментативної обробки замісу та зброджування суслу спиртового заводу продуктивність 3000 дал спирту на добу з впровадженням прогресивної технології спиртової бражки

Керівник роботи Маринченко Віктор Опанасович, д.т.н., професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 жовтня 2022 року № 776-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 31 січня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

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

4. Виробляється спирт етиловий ректифікований сорту Люкс міцністю 96,3 % об. із кукурудзи з вмістом крохмалю 61,0 % і вологістю 13,0 %.

5. Продуктові розрахунки виконують на 100 дал спирта, добову та на річну потужність.

4. Зміст пояснювальної записки:

Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів та режимів технології термоферментативної обробки замісу та зброджування суслу з впровадженням прогресивної технології спиртової бражки. 3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення. 7. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання – 22 червня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	10.10.22-15.11.22	Виконано
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів технології термоферментативної обробки замісу та зброджування сусла з впровадженням прогресовної технології спиртової бражки		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	16.11.22-06.12.22	Виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	1-а атестація	07.12.22	
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	07.12.22-30.12.22	Виконано
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	31.12.22-06.01.23	Виконано
9.	Охорона праці	07.01.23-15.01.23	Виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки	16.01.23-30.01.23	Виконано
	2-а атестація	31.01.23	
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	31.01.23-03.02.23	Виконано
12.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	04.02.23-07.02.23	Виконано
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувачка

Вікторія МАКСИМЕЙКО

Керівник роботи, професор

Віктор МАРИНЧЕНКО

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі здійснено опис впровадження прогресивної технології спиртової бражки та запропоновані заходи завдяки яким зменшуються матеріальні та енергетичні витрати на її виробництво.

Використання фільтрату барди в кількості 30 % зменшує витрати технологічної води, знижує в'язкість замісу та сусла, покращує біологічну активність дріжджів, особливо в умовах дефіциту азотного живлення, викликаного використанням концентрованих ферментних препаратів, скорочуються технологічні втрати за рахунок часткового повернення незброджених вуглеводів.

Пропонується на стадіях приготування замісу та термоферментативної обробки використовувати термостабільну α -амілазу джерелом якої буде ферментний препарат Termamil 120L, для оцукрення розвареної розрідженої маси – ферментний препарат SAN SUPER240.

Впровадження термоферментативної обробки сировини дозволяє також проводити процес за температур нижче ніж 95 °С, що призводить до зменшення втрат вуглеводів на утворення меланоїдинів, карамелей та оксиметилфурфуролу, а суміщення процесів оцукрення і зброджування сусла в бродильному апараті сприяє збільшенню виходу спирту і зменшенню витрати зброджуваних речовин на утворення побічних продуктів бродіння.

Зброджування оцукреного сусла буде здійснюватися періодичним способом з використанням термостабільної та осмофільної раси дріжджів ДО-16.

В кваліфікаційній роботі наведені продуктові розрахунки 100 дал умовного спирту-сирцю з подальшим перерахунком на річну потужність заводу, розрахунки та підбір технологічного обладнання та схема технохімічного і мікробіологічного контролю у відділенні.

Ключові слова: термостабільна α -амілаза, глюкоамілаза, суміщення процесів оцукрення та бродіння, дозріла бражка.

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

ANNOTATION

I In the qualification work, a description of the introduction of the progressive technology of alcohol mash and the proposed measures thanks to which material and energy costs for its production are reduced.

The use of bard filtrate in the amount of 30% reduces the consumption of process water, reduces the viscosity of the dough and wort, improves the biological activity of yeast, especially in conditions of nitrogen deficiency caused by the use of concentrated enzyme preparations, reduces technological losses due to the partial return of unfermented carbohydrates

It is proposed to use thermostable α -amylase at the stages of dough preparation and thermo-fermentative processing, the source of which will be the Termamil 120L enzyme preparation, and the SAN SUPER240 enzyme preparation for saccharification of the boiled thin mass.

The introduction of thermo-fermentative processing of raw materials also allows the process to be carried out at temperatures lower than 95 °C, which leads to a decrease in the loss of carbohydrates for the formation of melanoidins, caramels and oxymethylfurfural, and the combination of the processes of saccharification and fermentation of wort in the fermenter helps to increase the yield of alcohol and reduce consumption of fermentable substances for the formation of fermentation by-products.

Fermentation of the sugared wort will be carried out in a periodic manner using thermostable and osmophilic yeast race DO-16.

In the qualification work, the product calculations of 100 dal of conditional crude alcohol with subsequent conversion to the annual plant capacity, calculations and selection of technological equipment and a scheme of technochemical and microbiological control in the department are given.

Key words: thermostable α -amylase, glucoamylase, combination of saccharification and fermentation processes, matured yeast.

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

ADNOTACJA

W pracy kwalifikacyjnej opis wprowadzenia postępowej technologii zacieru alkoholowego oraz proponowanych działań, dzięki którym obniżone zostaną koszty materiałowe i energetyczne jego produkcji.

Zastosowanie filtratu barda w ilości 30% zmniejsza zużycie wody technologicznej, zmniejsza lepkość ciasta i brzezki, poprawia aktywność biologiczną drożdży, szczególnie w warunkach niedoboru azotu spowodowanego stosowaniem skoncentrowanych preparatów enzymatycznych, straty technologiczne są ograniczone dzięki częściowemu zwrotowi niesfermentowanych węglowodanów.

Proponuje się zastosowanie termostabilnej α -amylazy na etapach przygotowania ciasta i obróbki termofermentacyjnej, której źródłem będzie preparat enzymatyczny Termamil 120L oraz preparat enzymatyczny SAN SUPER240 do scukrzania gotowanej rzadkiej masy.

Wprowadzenie termofermentacyjnej obróbki surowców pozwala również na prowadzenie procesu w temperaturach niższych niż 95 oC, co prowadzi do zmniejszenia strat węglowodanów na rzecz tworzenia melanoidyn, karmelków i oksymetylofurfuralu, a połączenie Procesy scukrzania i fermentacji brzezki w fermentorze sprzyjają zwiększeniu wydajności alkoholu i ograniczeniu zużycia substancji fermentujących do powstawania ubocznych produktów fermentacji.

Fermentacja brzezki słodzonej będzie prowadzona cyklicznie z użyciem drożdży termostabilnych i osmofilnych rasy DO-16.

W pracy kwalifikacyjnej podano obliczenia iloczynowe 100 dal warunkowego spirytusu surowego z późniejszym przeliczeniem na roczną wydajność zakładu, obliczenia i dobór urządzeń technologicznych oraz schemat kontroli techniczno-chemicznej i mikrobiologicznej na wydziale.

Słowa kluczowe: termostabilna α -amylaza, glukoamylaza, połączenie procesów scukrzania i fermentacji, dojrzałe drożdże.

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

ЗМІСТ

ВСТУП		8
1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ..		10
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМОФЕРМЕНТАТИВНОЇ ОБРОБКИ ЗАМІСУ ТА ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА З ВПРОВАДЖЕННЯМ ПРОГРЕСОВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СПИРТОВОЇ БРАЖКИ		12
2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції.....		12
2.2 Принципова технологічна схема виробництва		13
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва....		14
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми		23
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ		24
3.1 Характеристика проектованої продукції.....		24
3.2 Характеристика сировини.....		24
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....		34
4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ		40
5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ		50
6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ...		57
7. ОХОРОНА ПРАЦІ		65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ		70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		71

					Проект відділень термоферментативної обробки замісу та збродження сусла спиртового заводу продуктивність 3000дал спирту на добу з впровадженням прогресивної технології спиртової бражки						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА			<i>Лім</i>	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Максимейко В									7	72
Перевір.	Маринченко В										
Н. контр.											
Зав. каф.	Куц А. М.									<i>НУХТ, ННІХТ ЗТБ-3-1ск, 2023</i>	

ВСТУП

Спиртова галузь є однією з найприбутковіших галузей української економіки, вона відіграє важливу роль у ефективному функціонуванні інших галузей: фармацевтичної, харчової, агропромислового та паливно-енергетичного комплексів.

В Україні створено потужну виробничо-технічну базу з виробництва ректифікованого етилового спирту та лікєро-горілочаних виробів, що налічує 42 спиртових заводи і 27 лікєро-горілочаних виробництв загальною потужністю, відповідно, понад 14 млн дал спирту та 12 млн дал лікєро-горілочаних виробів. Об'єм внутрішнього споживчого ринку харчового спирту складає 8-10 млн дал, а потенційний об'єм експортних ринків, доступних для українських виробників – близько 5 млн дал.

Спиртова промисловість України повністю задовольняє внутрішні потреби держави у спирті для виготовлення лікєро-горілочаних виробів, використовуючи лише 30-35 % своїх загальних потужностей. Такий показник є підставою для пошуку нових ринкових можливостей і розвитку стратегічних ініціатив, формування нових (або розширення існуючих) потреб для повнішого використання виробничого потенціалу на засадах диверсифікації, у першу чергу – спорідненої, а також вертикальної інтеграції.

Президент Володимир Зеленський підписав закон про лібералізацію в сфері виробництва спирту та скасування державної монополії на спиртову галузь. Від приватизації ДП «Укрспирту» держава планує отримати близько 5 млрд гривень. Нині приватизовано понад 17 спиртових заводів і цей процес успішно продовжується.

На підприємства Укрспирту припадає приблизно 53 % галузевої виручки і 60 % надходжень від податків до держбюджету. Уряд наразі намагається зламати негативну тенденцію, через яку тінізація галузі досягла загрозливих розмірів. За даними Мінекономіки, це 50-55 %. Держава, розуміючи, що не здатна ефективно керувати підприємством, вирішила віддати його в приватні руки.

Українські горілочані компанії дуже потужні навіть за міжнародними мірками. Про це свідчить той факт, що з року в рік збільшуються поставки у Європу, США та інші країни світу.

Труднощі, які виникають у спиртовій промисловості, пов'язані з відсутністю нових сировинних ринків, ринків збуту продукції, скороченням обсягів експорту та зростанням обсягів імпорту. Відслідковується значне зниження попиту на вітчизняну продукцію, що, в свою чергу, призводить до незавантаженості потужностей спиртових підприємств. Тому варто впроваджувати певні інноваційні технології із виробництва нових видів продукції.

Основною тенденцією розвитку сучасної алкогольної промисловості є широке використання високоактивних ферментних препаратів (далі - ФП) для оцукрювання сировини, що

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

містить крохмаль. Використання ФП дає можливість підготувати сировину до ферментації за технологією низькотемпературної гідроферментативної обробки без використання тиску. Така технологія заснована на використанні термостабільних ферментних препаратів з бактеріальної α -амілази для періодичної обробки, а також передбачає двоступеневу ферментативну обробку сировини ферментами α -амілази та глюкоамілази. Впровадження термоферментної обробки зернової сировини також дозволяє проводити більш м'яку обробку, що призводить до зменшення втрат вуглеводів внаслідок утворення меланоїдинів, карамелей та оксиметилфурфуралу. Застосування термоферментної обробки та оцукрювання у бродильному апараті дозволяє значно зменшити втрати ферментованих речовин для утворення побічних продуктів та збільшити вихід спирту. Поєднання процесів оцукрювання та бродіння в одному апараті з використанням осмо- та теплофільних дріжджів допомагає підвищити ефективність процесу шляхом більш повного зброджування цукрів сусла і зменшення споживання води для підтримки оптимальної температури бродіння.

В кваліфікаційній роботі обґрунтовується ефективність використання концентрованих ферментативних препаратів селективної дії для поліпшення техніко-економічних показників роботи спиртового заводу. Для цього було обрано такі ферментні препарати: водний розчин ФП, Thermamil 120L та SAN SUPER240 та визначено оптимальний температурний режим термоферментної обробки суміші для підтримки високої ферментної активності. Оптимальні умови для процесу гідролізу крохмалю відповідно до температури - 80 ... 95 °С, рН – 5,5 ... 6,5. Для підвищення ефективності бродильного відділення пропонується об'єднати процеси оцукрювання та бродіння в бродильному апараті з подальшим зброджуванням оцукреного сусла дріжджами раси ДО-16, які є термостабільними та осмофільними і забезпечують більш високий вміст спирту в дозрілій бражці.

Метою кваліфікаційної роботи є впровадження прогресивної технології спиртової бражки у відділеннях термоферментативної обробки замісу та зброджування сусла на спиртовому заводі.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки на 67 сторінках формату А4 та графічної частини: апаратурно-технологічної схеми та демонстраційного плакату формату А1.

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

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура спиртового заводу

Основними виробничими підрозділами спиртового заводу є:

- сировинний склад (територія прирельсової бази);
- сировинний склад на території заводу;
- відділення підготовки сировини до термоферментативної обробки;
- відділення термоферментативної обробки сировини;
- дріжджебродильне відділення;
- брагоректифікаційне відділення;
- склад готової продукції;
- пристанційна спиртова база;
- цех по виробництву скрапленого діоксиду вуглецю;
- котельня.

Допоміжні підрозділи підприємства:

- транспортний підрозділ;
- мехмайстерня;
- заводська їдальня;
- будівельний підрозділ;

Адміністративна структура заводу передбачає, що його очолює генеральний директору, якому підпорядковуються:

1. Головний інженер (головний механік, головний енергетик, головний технолог).
2. Головний бухгалтер (економіст, бухгалтер, менеджер по кадрам).
3. Керівник відділу постачання і збуту (менеджер збуту, менеджер постачання, начальник складу, начальник логістики).
4. Завідувач лабораторії (лаборанти).
5. Керівник відділу маркетингу (маркетолог, менеджер з реклами).
6. Заступник директора з охорони праці.

Роботою передбачена розробка таких відділень спиртового заводу:

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

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

1.2 Режими роботи заводу

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

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

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

На основному виробництві робочий тиждень неперервний. Працює чотири бригади в три зміни по 8 год. В табл. 1.1 наведений графік роботи працівників по змінах.

Таблиця 1.1 – Графік роботи працівників по змінах

Зміна	Дні роботи													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I: 8 ⁰⁰ -16 ⁰⁰	Б	Б	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г	Г	А	Б
II: 16 ⁰⁰ -0 ⁰⁰	Г	Г	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В	В	В
III: 0 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	В	В	В	Г	Г	Г	Г	А	А	А	А	Б	Б	Б
Відпочинок	Б	А	Г	В	В	Б	А	Г	Г	В	Б	А	А	Г

А – 1 бригада, Б – 2 бригада, В – 3 бригада, Г – 4 бригада

Тривалість роботи заводу – 305 діб на рік.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМОФЕРМЕНТАТИВНОЇ ОБРОБКИ ЗАМІСУ ТА ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА З ВПРОВАДЖЕННЯМ ПРОГРЕСОВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СПИРТОВОЇ БРАЖКИ

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

Спирт етиловий ректифікований виробляють із різних видів зерна, картоплі, цукрового буряка, цукру-сирцю, меляси та іншої цукро- і крохмалевмісної харчової сировини та одержують його брагоректифікацією дозрілої бражки або ректифікації спирту етилового-сирцю, а також фракції головної етилового спирту, яку одержують як побічний продукт під час ректифікації спирту.

Залежно від ступеня очистки спирт етиловий ректифікований виготовляють сортів «Пшенична сльоза»; «Люкс»; «Екстра»; «Вищої очистки». Окрім нього, отримують також головну фракцію етилового спирту, масло сивушне, спирт сивушний, барду, скраплений діоксид вуглецю.

Асортимент та обсяг проектованої продукції наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Асортимент та обсяг проектованої продукції

Назва продукції	Відсоток від загальної кількості	Товарна продукція, дал	
		за добу	за рік (305 днів)
Умовний спирт-сирець, у т.ч.:	100 %	3000	915 000
Спирт етиловий ректифікований сорту «Люкс»	92,0	2904	885 720
Головна фракція етилового спирту	6,1	157,8	48 129
Масло сивушне	0,3	10,2	3 111
Спирт сивушний	1,0	35,4	10 797
Барда	100	30 000	9 150 000

1.2 Принципова технологічна схема виробництва

Принципова технологічна схема отримання дозрілої бражки у виробництві спирту з крохмалевмісної сировини наведена на рис. 2.1 [16-19].

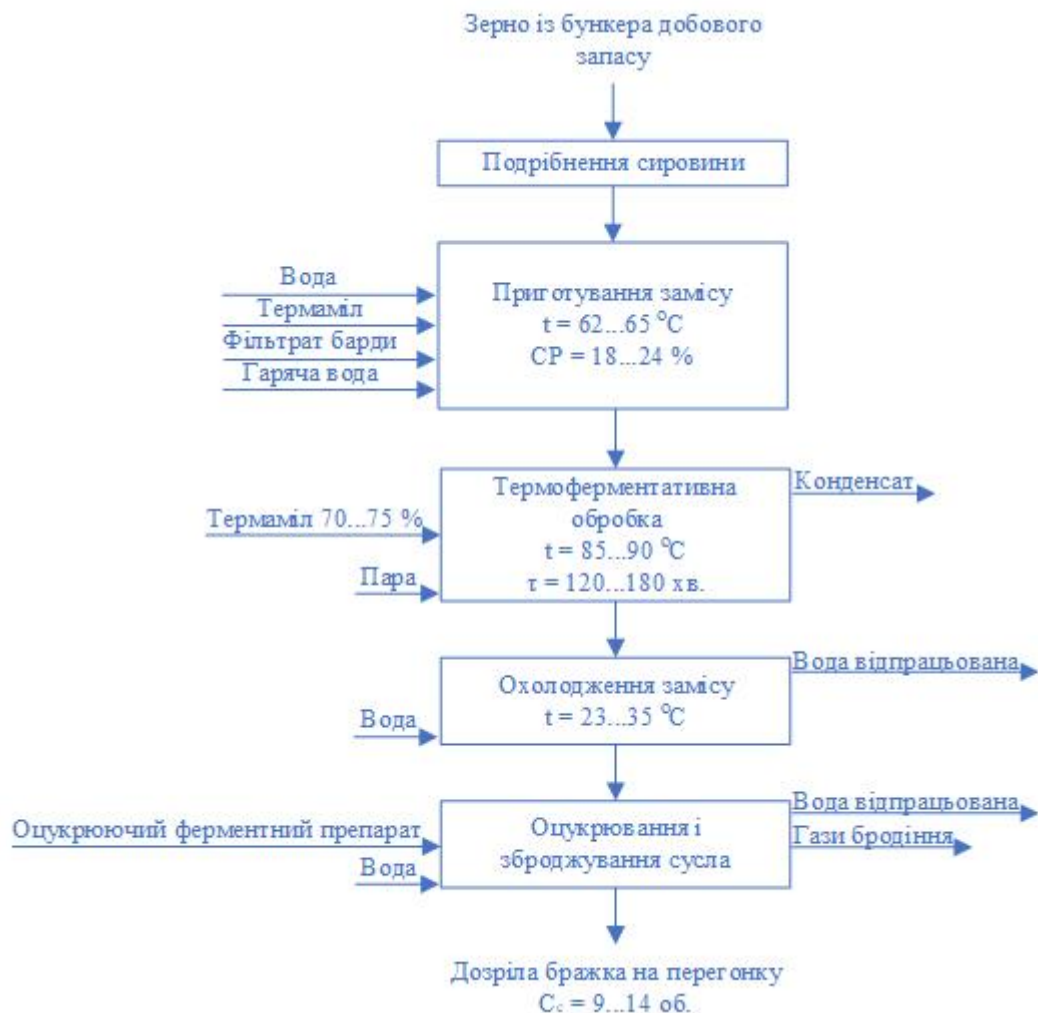


Рис 1.1 — Принципова технологічна схема отримання дозрілої бражки у виробництві спирту з крохмалевмісної сировини

2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва

Одним з найбільш енергоємних процесів у переробних галузях агропромислового комплексу є виробництво спирту з крохмалевмісної сировини та його складова частина — термоферментативна обробка та оцукрювання крохмалю до зброджуваних цукрів. Витрати пари на розварювання сировини для отримання 1000 дал спирту становлять 25000 кг. При зниженні температури розварювання на 1 °С витрати теплової енергії зменшуються а середньому на 3%. Витрати гріючої пари на розварювання становлять 32...35% від всіх витрат на технологічні потреби. Значним резервом зниження енерговитрат є дослідження та впровадження низькотемпературного розварювання крохмалевмісної сировини без надлишкового тиску.

В останні роки ведеться системне і послідовне удосконалення цієї технології. Температура водно-теплової обробки знижена до 70...90 °С. Внаслідок зниження температури розварювання від 150 °С до 90 °С витрати теплової енергії зменшуються в середньому на 8,1 кКал на 1000 дал спирту та на 0,5...0,7 дал збільшується вихід спирту з 1 т умовного крохмалю. Резервом енергозбереження є подальше зменшення температури розварювання до 65...67 °С.

Приготування зернового замісу є однією з ключових у спиртовому виробництві. 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. Підготовка крохмалевмісної сировини до збродження в етиловий спирт складається із таких технологічних стадій: подрібнення сировини → змішування помелу з водою (приготування замісу) → попередній підігрів замісу → водно-теплова обробка сировини → оцукрювання розвареної маси.

2.3.1 Очищення зерна

Окрім зерна, в зерновій масі є також домішки. До механічних домішок належать сміття та зерно. Усі види зерна, що надходять у виробництво, очищаються від пилу, ґрунту, каменів, металевих предметів (шматки дроту, цвяхів, горіхів) тощо Бруд засмічується, спричиняє швидкий знос або навіть пошкодження обладнання, порушує нормальний потік технологічних процесів, тому видаляється. Для видалення механічних та металевих домішок використовують різні механізми: повітряно-ситові сепаратори, магнітні сепаратори та ін.

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

Повітряно-ситове сепарування

Домішки, які відрізняються від зерна цієї культури товщиною або шириною та аеродинамічними властивостями, відокремлюються на повітряно-ситовому сепараторі. Зерно, що потрапляє в сепаратор, опускається по аспіраційному каналу, в який вага зерна пронизується повітряним потоком, що надходить від вентилятора, і очищається від легких домішок. Потім крупні та дрібні механічні домішки розділяються на двох коливальних ситах. Очищене зерно з другого сита потрапляє в інший всмоктувальний канал. Сита мають круглі отвори, діаметр яких залежить від культури зерна. Швидкість повітря в аспіраційних каналах не повинна перевищувати 7 м / с (за більших швидкостей можливе видування зерна).

Магнітне сепарування

Після очищення дрібні металеві домішки, що містяться в зерні, відокремлюються в магнітних сепараторах повітря за допомогою магнітних сепараторів. У нижній частині похилого жолоба встановлені сепаратори з постійним магнітом, через які рухаються зерна. Частинки металу, які залишаються в поглибленнях біля полюсів магніту, регулярно видаляються руками. Якщо домішки періодично не видаляти, полюси можуть замкнутися, що призведе до зупинення дії магніту. Сепаратори з постійними магнітами встановлені під кутом близько 40°. Більш досконалими є електромагнітні сепаратори з постійним магнітним полем.

Вони складаються з циліндричного барабана, виготовленого із немагнітного матеріалу, в середині якого розміщують електромагніту, що створює магнітне поле. На барабан, який обертається за годинниковою стрілкою з круговою швидкістю до 0,5 м/с, зверху по усій довжині надходить зерно шаром не більше 5 мм.

Металеві домішки притягуються до поверхні барабана і утримуються на ній до виходу з магнітного поля. Сепаратор з діаметром барабана 300 мм має продуктивність від 4 до 9 т / год залежно від культури зерна і споживає 0,6 ... 0,9 кВт-год електроенергії.

2.3.2 Подрібнення зерна

Механічні властивості зерна значною мірою залежать від його вологості. Сухе зерно - крихке, мокре - більш пластичне. Це пов'язано зі зміною колоїдних властивостей крохмалю та білків. Питома енергоємність зерна зростає із збільшенням вологості. Ці властивості механохімічного руйнування зерна враховуються при переробці його на спирт і при виборі подрібнювальних апаратів. В результаті механохімічного руйнування високомолекулярних речовин змінюються їх властивості, зменшується молекулярна маса, змінюється

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

розчинність, прискорюються хімічні реакції всіх речовин та їх компонентів та підвищується 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.

При використанні таких подрібнюючих механізмів ступінь подрібнення характеризується неоднорідністю розміру частинок, з яких 60 ... 90 % знаходиться в діапазоні від 0,25 до 1 мм. Дрібні частинки піддаються надмірній термічній обробці, що призводить до значної кількості продуктів розпаду оксиметилфурфуральних цукрів та участі в реакціях меланоїдиноутворення. Крохмаль великих частинок не повністю розчиняється, що призводить до збільшення втрат зброджуваних речовин. На деяких заводах використовують двоступеневий метод подрібнення зерна для отримання більш тонкої дисперсії та рівномірного помелу. На першому етапі зерно подрібнюють на молотковій дробарці, отримане подрібнення пневматичним транспортом або системою механічних конвеєрів направляють до розподільника сита для отримання двох фракцій подрібнення з різними розмірами частинок. На другому етапі фракція грубого помелу подається для подальшого подрібнення на роликівих апаратах.

Використання двоступеневого методу подрібнення зерна дозволяє зменшити температуру і час кипіння сировини та знизити втрати зброджуваних речовин. Однак використання цього методу ускладнює технологічну схему, вимагає додаткового обладнання та виробничих площ, збільшує витрати електроенергії для подрібнення зерна та транспортування подрібнення. Руйнування клітинної структури сировини досягається подрібненням її на дробарках та спеціальних машинах з подальшою масовою термічною обробкою водою. Високодисперсні помели зерна, які отримують за допомогою дезінтеграторів, кульових дробарок, корунду, струменевих та інших машин, мають не тільки зруйновану структуру зерна, клітин та крохмальних зерен, але й механічно зруйновані полімери (крохмаль, білки тощо), що дозволяє проводити їх термічну обробку водою при температурі не вище 100 °С.

Внаслідок використання високодисперсних помелів зерна знижуються втрати зброджуваних речовин під час термоферментативної обробки 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 та оцукрюючих матеріалів.

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

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. З їх допомогою отримують високодисперсні помели. Важливою властивістю дезінтегрантів є те, що оброблений в них матеріал піддається механічній активації. Активація речовин під дією великої механічної енергії є новим прогресивним видом вдосконалення технологічних процесів. Це явище називається механохімічною активацією (МХА) сировини та проміжних продуктів виробництва спирту.

При приготуванні зернових сумішей з високим ступенем подрібнення зерна та використанні гарячої води утворюються грудочки борошна. Найчастіше це відбувається у разі приготування замісу із високим вмістом сухої речовини з гідравлічним модулем 1: 2,5...1: 3,0. Внаслідок утворення грудок погіршуються умови для термоферментної обробки сировини, зростають втрати крохмалю. На стадії ферментативного гідролізу ускладнюється доступ ферментів до біополімерів сировини, сповільнюється спиртове бродіння і підвищується кислотність бражок.

Як зазначалось вище, одним із основних показників початкового етапу техно-логії є ступінь подрібнення зерна. Чим тонший та більш однорідний помел, тим менші витрати на його подальшу переробку. Зокрема, від ступеню помелу зерна залежать такі параметри технології як співвідношення «зерно:вода» (так званий гідро-модуль) при приготуванні зернових замісів, температура та тривалість термоферментативної обробки.

За чинним регламентом якість подрібнення зерна визначається за ступенем розділення помелу на ситі з діаметром отворів 1,0 мм без урахування однорідності помелу, що є вирішальним фактором для його водно-теплової обробки. Фракційний склад помелів розрізняється за ступенем дисперсності. В кожній фракції містяться частки, що відрізняються за розміром у 10...100 разів. Для кожної фракції помелу з метою скорочення втрат необхідний свій водно-тепловий режим. На практиці це реалізувати складно. Внаслідок за жорсткого режиму (130...140 °С) проходить карамелізація цукрів, які утворюються з дрібнодисперсних фракцій. При м'якому (до 100 °С) режимі відбувається неповне розчинення крохмалю грубо-дисперсних фракцій.

Для скорочення технологічних втрат та зниження тепло-енергозатрат необхідно одержати помел з високим ступенем дисперсності та однорідності. Це особливо важливо для зниження гідромодуля замісу, який визначає об'єм продуктового потоку, концентрацію напівпродуктів, включаючи вміст спирту в зрілій бражці та технологічні втрати як за стадіями, так і технології в цілому.

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

Зниження гідромодуля замісу дозволяє одночасно зменшити вихід барди та скоротити технологічні витрати на нагрівання, охолодження, перекачування напівпродуктів та перегонку зрілої бражки. Однак при зниженні гідромодуля замісу із-за підвищених концентрацій та клейстеризації крохмалю відбувається підвищення його в'язкості із зниженням текучості, особливо за температур 70...80 °С. Фактично це є лімітуючим фактором реалізації технології переробки зерна в режимі підвищених концентрацій. Для зменшення в'язкості високодисперсних замісів з підвищеною концентрацією сухих речовин необхідно використовувати розріджуючі ферментні препарати.

Висока текучість напівпродуктів важлива як для зниження навантаження на перемішуючі, перекачуючі пристрої, так і для ефективного ведення процесів нагрівання, охолодження, запобігання утворенню осадів і т. п.

2.3.3 Приготування замісу

Помел зерна змішують з водою у співвідношенні 1,5...3,0 дм³ на 1 кг помелу. Кількість води змінюють у залежності від крохмалистості і вологості зерна з урахуванням того, щоб концентрація сухих речовин сусла була 18...30 % за цукроміром. Температуру замісу регулюють у залежності від дисперсності помелу зерна. Для замісів із грубого помелу вона повинна бути 40...45 °С.

Оптимальні температури для приготування замісів із високодисперсних помелів зерна пшениці, ячменю і жита — 60 °С, просо — 70 °С, кукурудзи — 80 °С. Найбільша кількість розчинних вуглеводів накопичується в замісах, приготовлених при температурі 60...65 °С. Для приготування замісу використовують воду від дефлегматорів брагоректифікаційної установки. Підігрівають заміс вторинною парою.

При приготуванні зернового замісу частково використовують і фільтрат барди. Це зменшує кількість післяспиртової барди, підвищує в ній концентрацію сухих речовин та компенсує нестачу азотного живлення на стадії приготування виробничих дріжджів, скоротити технологічні витрати і за рахунок часткового повернення незброджуючих вуглеводів, зменшити потреби технологічної води, скоротити об'єм барди та витрати на її подальшу переробку. Повторне використання фільтрату барди — один з найбільш простих і ефективних технологічних прийомів, що забезпечує позитивний вплив на технологію в цілому, включаючи скорочення виходу барди.

Повернення фільтрату барди до виробництва може здійснюватися безпосередньо у змішувач у кількості 15...60 %, без значного зниження рН, що не впливає на дію α -амілази. При приготуванні висококонцентрованих замісів повернення фільтрату барди доцільно

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

здійснювати у два прийоми: 15...20 % подають у змішувач, а другі 15...20 % вносять в оцукрене сушло, де діє в основному кислотостійкий глюкоамілазний ФП.

Для зменшення в'язкості замісу використовують бактеріальні препарати з термостабільною α -амілазою.

Використання таких ферментних препаратів приводить до розрідження замісів, не викликає значного накопичення низькомолекулярних цукрів і не впливає на втрати зброджуваних речовин при розварюванні.

Таким чином, на стадії приготування замісу позитивним є те, що для його приготування використовують гарячу дефлегматорну воду. Це дозволяє зекономити енергоресурси на підігрів води, зменшити її витрати та скоротити час роботи установки. А також застосування фільтрату барди в технології і його переваги, що були зазначенні вище. Слід зазначити, що нагрів замісу до температури 90...95 °С здійснюється в гостропаровій головці, яка встановлена на комунікації замісу між апаратами термоферментативної обробки першого і другого ступеня [16-19].

Таким чином, високий ступінь та однорідність помелу, низький гідромодуль під час приготування 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 замісу

Основною метою термоферментної обробки є підготовка до оцукрення крохмалю, коли він доступний для дії амілолітичних ферментів, тобто для руйнування оболонки, що оточують зерна крохмалю.

Під час термічної обробки за температур вище 140 °С також відбувається періодична стерилізація, що важливо в інших технологічних процесах оцукрювання та бродіння.

Вітчизняні спиртові заводи використовують постійно діючі установки. Основними вимогами до них є підготовка сировини, що містить крохмаль, до оцукрення з мінімальними енергетичними витратами. Установки прості в обслуговуванні та безпечні в експлуатації.

В даний час в Україні для термоферментативної обробки використовується лише низькотемпературне обладнання, що використовує термостабільні мікробні ферментні препарати, тому в кваліфікаційній роботі розглядається термоферментативна обробка сировини за низьких температур. Така технологія забезпечує найвищий вихід спирту із 1 т крохмалю порівняно з іншими.

					ОБҀРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Особливістю схеми за низьких температур є здійснення обробки з використанням термостабільних ферментних препаратів. Процес проводять при температурі 85-90 ° С. Тривалість процесу 120-180 хв.

Перевагами такої обробки є:

зменшуються витрати пари;

температура термообробки знижується, що уповільнює реакції утворення карамелей і меланоїдинів;

немає необхідності використовувати обладнання під тиском.

Нагрітий заміс направляють в апарат термоферментативної обробки, де її підтримують за температури 93-95 ° С при постійному механічному перемішуванні.

Тривалість замісу в апараті термоферментативної обробки при оптимальній температурі в ньому залежить від виду сировини та технологічних властивостей інших операцій з приготування спиртової суспензії.

Співвідношення тривалості і температури обробки повинно забезпечити ефективну пастеризацію замісу та його мікробіологічну чистоту.

В апараті ТФО під дією температури, механічного перемішування та розріджувачого ферменту, в основному, закінчується клейстеризація та розрідження крохмалю.

Особливий акцент слід зробити на перспективах використання термостабільної α -амілази, що дає змогу поєднувати процеси термічної обробки та гідролізу зі зниженням температури обробки партії з 145 до 165 до 93-95 ° С в середньому на 0,4 %.

Після термоферментної обробки партія надходить у спіральний теплообмінник для охолодження до температури 33 - 35 ° С.

Охолодження розрідженого замісу до температури бродіння

У зв'язку з використанням термотолерантних дріжджів поширюється спосіб оцукрення охолодженого до 33-35 ° С розрідженого замісу безпосередньо в бродильних апаратах. Для цього проводять охолодження замісу у спіральному теплообміннику, використовуючи як холодильний агент воду.

Оцукрення та зброджування сула

Охолоджений розріджений заміс поступає в бродильний апарат. Одночасно в бродильний апарат задають розрахункову кількість розведеного з водою у співвідношенні 1:10 оцукрюючого ферментного препарату Diazyme SSF. Після заповнення конічної частини задають виробничі дріжджі. Дозволяється задавання оцукрюючого ферментного препарату в дріжджанку безпосередньо перед передачею виробничих дріжджів до бродильного апарату.

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

Для зброджування доцільно використовувати термотолерантні і осмофільні раси дріжджів і підтримувати температуру бродіння 34-36 °С для кращого оцукрення замісу.

Для ферментації рекомендується використовувати термотолерантні та осмофільні раси дріжджів та підтримувати температуру бродіння 34-36 °С для кращого оцукрювання суміші [16-19].

Для виробництва спирту відомі наступні способи бродіння: періодичний, циркуляційний, циклічний, безперервний. На лікєро-горілчаних заводах в Україні застосовують метод регулярного бродіння сусла для отримання спиртової каші з крохмалесодержащей сировини, згідно з якою всі операції від початку бродіння до зрілої каші виконуються в одному пристрої, в якому 8-10 % дріжджі з виробництва. Стандартний час бродіння - 72 год.

Періодичне бродіння дозволяє уникнути закисання бражки, але потребує великих об'ємів бродильних апаратів і використовується на заводах малої та середньої потужності (3000-5000 дал спирту на добу).

Відомий проточно-рециркуляційний спосіб зброджування сусла із крохмалєвмісної сировини з рециркуляцією бражки з другого або третього апаратів у перший апарат батареї, що зменшує потужність як першого апарату, так і бродильної батареї в цілому.

Крім того, при рециркуляції в головний бродильний апарат разом із бражкою повертаються сторонні мікроорганізми, що може викликати закисання бражки і припинення бродіння.

На деяких заводах застосовують безперервний (безперервно-проточний) спосіб одержання спиртових бражок. Суть цього способу полягає у безперервному притоці сусла і додаванні дріжджів у головний бродильний апарат бродильної батареї, яка складається з поступово з'єднаних апаратів і відтоку дозрілої бражки з останнього бродильного апарата на перегонку. Проте цей спосіб не застосовують в Україні під час переробки крохмалєвмісної сировини внаслідок великої небезпеки інфікування вмісту бродильних апаратів та відсутності високоефективних антисептиків.

Основні показники бродіння і склад дозрілої бражки за різних способах бродіння наведенні у табл. 2.2 [19].

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

Таблиця 2.2 – Характеристика різних способів бродіння

Способи бродіння	Тривалість бродіння год	Вихід спирту, дал/т	Спиртозйом, дал/(м ³ *доу)	Видимі СР, %	Дійні СР, %	Незброджені РР, г/100 см ³	Нерозчинний крохмаль, г/100 см ³	рН	Міцність, % об
Рециркуляційно-проточний	51	65,6	4,1	-0,2	3,1	0,17	0,05	4,5	8,5
Безперервно-проточний	56	65,4	3,0	-0,1	3,3	0,23	0,08	4,5	8,4
Циклічний	66	64,9	2,3	0,2	3,4	0,35	0,1	4,3	8,2
Періодичний	72	64,7	2,0	0,35	3,6	0,45	0,12	4,5	8,0

З табл. 2.2 видно, що бродіння закінчується швидше при рециркуляційно-проточному і безперервно-проточному способах, повільніше – за циклічним. Найбільш тривалим є періодичний. Безперервні способи мають і інші переваги: більший вихід спирту з 1т крохмалю і його отримання з 1 м³ бродильного апарата за добу.

Технологічні показники дозрілої бражки характеризують роботу не тільки бродильного відділення, а й попередніх. Помилки технології на попередніх ділянках виробництва впливають на показники якості дозрілої бражки. Найважливішими з цих показників є: вміст незброджених цукрів, фактична та видима концентрація сухих речовини, кислотність та міцність дозрілої бражки.

Отже, при використанні безперервного бродіння суслу із крохмальвмісної сировини вихід спирту збільшується на 0,33 дал /т умовного крохмалю порівняно із періодичним способом бродіння. Спиртозйом з 1 м³ бродильного апарату збільшується до 2,3 дал/(м³×добу) порівняно з 2,0 дал/(м³×добу) за періодичного бродіння, тобто збільшується продуктивність бродильного відділення.

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

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Зерно на завод подається автомобільним транспортом 1, зважується і поступає на спеціально облаштований майданчик для розвантаження автомобілів з під'ємними пристроєм. З проміжного бункера 2 зерно самопливом поступає в норію 3, яка переміщує зерно в силос 4 та у виробничий бункер 5. З виробничого бункера зерно самопливом поступає на розсів – бурат 6, де відбувається розсів. Зерно і з розсів-бурату 6 шнеком 8 подається у дезінтегратор 12. Помел зерна під дією відцентрової сили та повітряного потoku у від вентилятора 9 по трубопроводу надходить у середню частину сепараційної камери 7. Повітря, що подається вентилятором 9 в нижню частину сепараційної камери 7, виносить з собою помел зерна з розміром частинок менше 250-450 мкм в циклон 10, з якого помел шлюзовим затвором подається в дезмембратор 11 де змішується з гарячою водою і надходить у чанок замісу 13.

Приготування замісу проходить в збірнику замісу 13. В нього з збірника 16 подається 30% розріджувачого ферментного препарату у Termamil 120L. Далі заміс через кавітатор 15 та ловушку 17 подається насосом 18 на спіральний теплообмінник 19 де підігрівається бардою до температури 68-70 °С. Після цього заміс надходить в АТФО-1 де підігрівається гострою парою до температури 85-90 °С через контактну головку. В АТФО-1 вносимо решту 70% розріджувачого ферментного препарату. Після апарату термоферментативної обробки 21 (АТФО-2) 10% розрідженого замісу насосом 18 перекачується у відділення для приготування дріжджів. Решта розрідженого замісу подається на охолодження в спіральний теплообмінник 22 де охолоджується до температури 30-32 °С і подається в головний бродильний апарат 23 з температурою 32-34 °С і концентрацією сухих речовин 24,78 %, в який додають оцукрюючий ферментний препарат. Дріжджі з дріжджанок 26 надходять у розброджувачі 33. З головного бродильного апарату бражка самопливом поступає в наступні бродильні апарати. Із останнього бродильного апарату бражка насосом 18 подають у передаточний бродильний апарат 25.

Під час бродіння виділяються гази бродіння у верхню частину бродильних апаратів і по трубопроводам поступають в спиртовловлювач 31, де вловлюється спирт водою утворюючи водно-спиртову суміш, яка збирається у збірник водно-спиртової суміші 32, звідки надходить в передаточний апарат 25. З передаточного бродильного апарату бражка надходить в БРУ.

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

Закінчення табл. 3.2

1	2	3
Масова концентрація сивушного масла, в перерахунку на суміш ізо-амілового та та ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм, не більше	2,0	Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Масова концентрація естерів, у перерахунку на оцтовий естер в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	2,0	Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222
Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	0,01	Згідно методики
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 4181
Проба на фурфурол	Витримує	Згідно з ДСТУ 4181
Масова концентрація сухого залишку, мг/дм ³ , не більше	5,0	Згідно з ДСТУ 4181

Згідно з вимогами ДГН 6.6.1.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді» вміст радіонуклідів не повинен перевищувати рівні [3] вказані у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Гранично допустимі концентрації вмісту важких металів, радіонуклідів і миш'яку у ректифікованому спирті

Назва показника	Допустимі рівні, мг/кг, не більше
Свинець	0,300
Кадмій	0,030
Ртуть	0,005
Цинк	4,000
Миш'як	0,200
Цезій 137, БК/кг	600,0
Стронцій 90, БК/кг	200,0

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

3.2 Характеристика сировини

Масло сивушне

Сивушне масло - побічний продукт спиртового виробництва, це суміш спиртів (мас. %): 45-65 амілового, 15-25 ізобутилового, 0,5-2 н-бутилового, 2-15 н-пропілового, 3-15 етилового. Крім того, в товарному сивушному маслі міститься 8-15 мас. % води й 0,5-4,0 мас. % інших органічних сполук (кислот, альдегідів, амінів та ін.). Сивушне масло виділяють з сивушної фракції обробкою її водою, при цьому одержують дві рідкі розшаровані фази: сивушне масло (рафінат) і екстракт, що складається з екстрагента (води) з вилученим із вихідної суміші етиловим спиртом.

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

Характеристика масла сивушного масла у табл. 3.4 згідно з вимогами ДСТУ 7940-2015 [10].

Таблиця 3.4 – Органолептичні і фізико-хімічні показники масла сивушного

Назва показника, одиниця виміру	Характеристика показника
Зовнішній вигляд	прозора рідина без механічних домішок та помутніння
Колір	від світло-жовтого до світло-коричневого
Температурна границя перегонки при тиску 101,325 кПа (760 мм рт. ст), °С	не менше 120,0
Об'ємна частка сивушного масла, %	не менше 50,0
Показник заломлення n^{D20}	не менше 1,395
Густина за температури 20 °С, г/см ³	не більше 1,0

Спирт сивушний

Сивушний спирт - безбарвна або трохи жовтувата рідина без сторонніх включень явно вираженим фруктовим запахом, зумовлений присутністю в ньому оцтовоїзоамілового ефіру.

Сивушний спирт відбирають в кількості 0,8-2,5% від спирту, введеного в колону, при температурі на 18-й тарілці (рахуючи знизу) біля 80° С. У його складі звичайно міститься 5-20 % пропанолу й ізобутанолу, 0,3-0,8 % об. ефірів та невелика кількість

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

азотистих речовин, альдегідів та кислот. До останнього часу сивушний спирт як побічний продукт з установки на більшості заводах не виводився. І тільки в зв'язку з підвищенням вимог до якості спирту його стали відбирати.

Фракція головна етилового спирту

Об'єм відбору головної фракції встановлюють практичним шляхом в залежності від аналітичних і органолептичних показників ректифікованого

спирту і складу вказаної фракції. Головна фракція має бути прозорою, безбарвною, трохи жовтуватою або зеленуватою, з видимою концентрацією не більше 92 об. %. Допускається такий склад її (г/дм³): кислот не менше 1, ефірів не менше 30, альдегідів при переробці крохмалевмісної сировини не менше 10, при переробці меляси не менше 35; вміст метанолу (об. %): при переробці меляси не менше 0,05, зерна не менше 1,5, картоплі не менше 2,5, змішаної сировини не менше 6. у головній фракції більше 90 % етилового спирту, 2-6 % легких домішок і 5-6 % води. Склад і кількість домішок значною мірою залежить від якості сировини, умов її переробки й об'єму головної фракції, що відбирається.

Характеристика головної фракції наведена у табл. 3.5 згідно з вимогами ДСТУ 7402-2013 [9].

Таблиця 3.5 — Характеристика фракції головної етилового спирту

Назва показника	Характеристика показника
Об'ємна частка етилового спирту, %	не менше 92,0
Масова концентрація альдегідів в перерахунку на оцтовий, г/дм ³ безводного спирту	не більше 10,0
Масова концентрація вищих спиртів (сивушного масла) в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (3:1), г/дм ³ безводного спирту	не більше 20,0
Масова концентрація складних естерів в перерахунку на оцтово-етиловий, г/дм ³ безводного спирту	не більше 30,0
Об'ємна частка метилового спирту, %	не більше 1,5
Масова концентрація кислот в перерахунку на оцтову кислоту, г/дм ³ безводного спирту	не більше 1,0

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.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Склад і поживність барди залежить від виду сировини, що переробляється на спирт. Свіжа барда має кислу реакцію (рН 4,2...4,4). Містить 6,7...8,4 % сухих речовин, в т. ч. незброджених цукрів — 0,25...0,45 %, сирий протеїн — 1,8...2,2 %; клітковина — 0,9...1,7 %; зола — 0,6...0,7 %; безазотисті екстрактивні речовини — 3,4...3,8 % [17, 19].

Сировина, яка використовується для одержання спирту, повинна щорічно відтворюватися у кількості, достатній для промислової переробки, містити високу концентрацію крохмалю чи цукру і добре зберігатися, що забезпечуватиме економічну доцільність виробництва. Цим умовам відповідають зерно рослин, які належать до м'якотлих злаків, м'яса і бульби картоплі. У відповідності з географічним розташуванням і структурою господарства для виробництва спирту використовують різні види сировини. Це залежить від змін у споживанні, від кон'юктурних та інших факторів.

Якість зернової культури оцінюють за показниками загального і технологічного значення. Важливими показниками загального значення є вологість і засміченість зерна, яке закладають на зберігання, величини яких не повинні перевищувати для кукурудзи відповідно 13,0...15,0 і 3,0...5,0 %.

Основним технологічним показником оцінки зерна для виробництва є вміст крохмалю. Робота виробництва оцінюється за виходом спирту з 1 тонни умовного крохмалю.

Норма виходу спирту – це встановлена кількість спирту, яку можна одержати з 1 тонни умовного крохмалю визначеного виду сировини при мінімальних технологічних втратах. Встановлено нормативні виходи спирту з 1 тонни умовного крохмалю окремо для кожної культури зерна.

Норми виходу спирту з 1 тонни умовного крохмалю, дал/т, при роботі за безперервною схемою виробництва та з використанням ферментних препаратів: пшениця – 66,3; кукурудза – 66,5; жито – 65,4; тритікале – 66,1; зернове сорго – 65,2. У розрахунку продуктів передбачено вихід з тонни умовного крохмалю кукурудзи 66,5 дал.

Дефектна сировина і відходи

Бардою, яка одержана від переробки такого зерна, дозволяється годувати велику рогату худобу в кількості:

- не більше 30 дм³ барди за добу на голову великої рогатої худоби (I ступінь токсичності);
- слаботоксичного зерна (II ступінь токсичності) – за умови його переробки в суміші з доброякісним зерном у співвідношенні 1:9.

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

Барду, одержану після переробки зерна III та IV ступенів токсичності, заборонено використовувати для згодовування тваринам. В господарствах, де використовують барду як корм, необхідно встановити постійний ветеринарний нагляд за станом здоров'я тварин.

Методи аналізу зернових культур в промисловості регламентують такими державними стандартами:

ДСТУ 4864:2007 Сировина крохмалевмісна для спиртового виробництва. Методи визначення вологості;

ДСТУ 46.045:2003 Зерно. Методи визначення умовної крохмалистості;

- іншими чинними нормативними документами.

При виробництві спирту допускається використання, як повноцінного зерна, так і дефектного. В табл. 3.6 приведена характеристика дефектного зерна.

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

Таблиця 3.6 – Характеристика дефектного зерна

Ступінь де-фектності	Характеристика стану зерна	Примітка
Перша	Зерно із солодовим запахом, яке вийшло із стану спокою і в якому проявляються підсилені фізіологічні процеси (дихання); є сприятливим середовищем для життєдіяльності пліснявих мікроміцетів на поверхні зерна	Зерно без відповідної підробки є нестійким при подальшому зберіганні, але повністю може бути використаним для продовольчих цілей. Зерно, яке має кислий запах прирівнюється до зерна із солодовим запахом і вважається як зерно першого ступеня де-фектності
Друга	Зерно із плісняво-затхлим запахом; в зв'язку із різним ступенем пошкодження пліснявими мікроорганізмами, зерно має різні відтінки основного запаху	При відсутності пошкодження пліснявими мікроорганізмами ендосперму і зародку, після відділення спеціальною обробкою квіткових і плодо-вих оболонок, зерно може бути приведено в стан, придатний для продовольчого викори-стання; в протилежному випадку таке зерно може бути використано тільки для кормових і технічних цілей
Третя	Зерно з гнилистно-затхлим запахом, який обумовлений сильним розпадом білкових речовин і жирів під впливом пліснявих грибів і бактерій	Зерно придатне тільки для технічних цілей
Четверта	Зерно з зовсім зміненою оболонкою буро-чорного кольору, яке піддавалося сильному самозігріванню, внаслідок високої вологості і надмірно швидкому проходженню процесу самозігрівання при високих температурах	Зерно придатне тільки для технічних цілей

Кваліфікаційною роботою передбачено використання кукурудзи.

Кукурудза. Із злаків найкращою сировиною для виробництва спирту є кукурудза. Він містить відносно більше крохмалю, менше клітковини, більше жиру (що збільшує харчову цінність барда). Урожайність у 2-3 рази перевищує врожайність інших круп. Стебло у кукурудзи - міцна, пряма, висока, міцна, груба, округла солома, розділена на вузлики, заповнена вільною паренхімою. У південних районах України рослина досягає у висоту 2,5-3 м. Його висота коливається від 60 до 100 см у ранньому дозріванні та до 5-6 м у пізньому дозріванні, залежно від біологічних особливостей сорту чи гібриду та факторів урожайності. Товщина - 2-7 см. Кількість міжвузлів на ніжці на початку кукурудзи досягає 8 - 12, дуже пізніх - до 30-40 і більше. Листя лінійно-ланцетні, великі, довжина листової

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

пластинки 70 - 110 см, ширина 6-12 см і більше. Листок опушений вгорі, має невеликий язичок і вух немає. Листя розміщують на стеблі по черзі, не затінюючи один одного. Їх краї ростуть швидше, ніж в середині, і тому вони хвилясті, що збільшує загальну поверхню листя рослини. Кількість листків на стеблі пропорційна кількості вузлів стебла.

Залежно від форми зерна та ступеня розвитку ендосперму кукурудзу поділяють на 7 ботанічних груп: кремнієву, пупкову, що містить крохмаль, воскову, цукрову, лускату. Для виробництва спирту підходить використання крохмалю та пупкової кукурудзи, яку легко приготувати.

Вологість зерна залежить не тільки від його гігроскопічних властивостей, але також від стиглості та інших умов. Існує чотири стани зерна, що торгується: сухе, середньо сухе, вологе та сире. У разі дефектного і вологого зерна вміст вологи може досягати близько 30% і більше. Волога, яка відповідає сухому стану, є колоїдно-згуртованою, життєві процеси мінімізовані, при середній сухості з'являється невелика кількість вільної води і зерно можна оживити. Вологість, що відповідає цьому стану зерна, називається критичною.

Суха речовина. Кукурудза містить у середньому 84 % органічних та 2 % мінеральних речовин, а саме (%): крохмаль - 52, цукри - 3, клітковина - 6, пентозани та пектин - 9, азотисті речовини - 11, жир - 3 [17]. Вміст крохмалю в: накрохмалена кукурудза 61-70, пуповина - 58-64, кремнієва - 54-71. При неправильному зерні кількість крохмалю зменшується. Цукри у здоровій кукурудзі зазвичай становить від 0,6 до 7,0%. Вони складаються в основному з сахарози та невеликої кількості три- та тетрасахаридів. У незрілому, замороженому та пророщеному зерні воно містить більше цукрів, які складаються головним чином із відновлювальних цукрів (інвертний цукор, мальтоза).

В табл. 3.7 наведені вимоги до якості кукурудзи крохмалистої за ДСТУ 4525:2006 [8].

Таблиця 3.7 – Вимоги до якості кукурудзи крохмалистої

Найменування показника	Нормативні значення
Колір	Жовтий-червоно-жовтий
Запах	Характерний для здорового зерна
Вологість, %, не більше	15,0
Натура, г/дм ³ , не менше	780
Засміченість, %, не більше	5,0
Зернова домішка, %, не більше	15,0
Зараженість	Кліщ 1ст.

Дозволяється переробляти на спирт зерно будь-якої якості.

Вода

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

Вода, що використовується в технологічних цілях, входить до складу проміжних продуктів виробництва спирту, і тому її хімічний склад суттєво впливає на перебіг технологічних процесів та якість продукції.

Для технологічних потреб використовують артезіанську воду, для технічних - воду з відкритих джерел водопостачання (річок, ставків). Вода для технологічних потреб повинна відповідати тим самим вимогам, що і питна вода. Солі у воді містять бікарбонати та сульфати калію та магнію, які надають воді твердість, яка не повинна перевищувати 7 ммоль/дм³, прозорі, без кольору та запаху. Не допускається наявність важких металів - ртуті, барію та інших. Окиснюваність не повинна перевищувати 2 см³ 0,01 н розчину перманганату калію. Природна вода, яка не відповідає наступним вимогам, піддається корекції: фільтрацією через кварцовий пісок, іноді з коагуляцією колоїдних домішок, дезінфекцією хлором та, при необхідності, пом'якшенням натрієво-кальцієвим або іонним методом.

Вода з високою жорсткістю дуже небажана для виробництва. Для проведення всіх технологічних процесів необхідна слабокисла реакція середовища (рН 4,5...5,5). Таким чином, сировина, що містить крохмаль, розварюється швидше і повніше, чим нижче рН. За рН 4,5 ... 5,5 крохмаль швидше оцурюється, рН 5,0 ... 5,5 є найбільш сприятливим для спиртового бродіння. Нейтральна або слаболужна вода сприяє розвитку кислотоутворюючих бактерій. У лужному середовищі під час бродіння утворюється більше гліцерину.

Воду питну на виробництві використовують для приготування розчинів ферментних препаратів, замісу та поживних середовищ для вирощування виробничих дріжджів.

Вода використовується в технологічних процесах, а також входить до складу напівпродуктів і спирту, отже її якість повина відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [5].

В табл. 3.8. наведені основні вимоги до якості питної води.

Таблиця 3.8. – Основні вимоги до якості питної води

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Величина показника
Запах при 20 °С і при підігріві води до 60 °С, не більше	Бал	2
Присмак при 20 °С, не більше	Бал	2
Колірність, не більше	градусів	20
Мутність за стандартною шкалою, не більше	мг/дм ³	1,5
Загальна жорсткість, не більше	ммоль/дм ³	7
Вміст, не більше:		
Хлоридів		350
Сульфатів		500
Заліза	мг/дм ³	0,3
Марганцю		0,1
Міді		1,0
Цинку		5,0
Щільний осад, не більше	мг/дм ³	1000
Мікробіологічна чистота, кількість колоній, не більше	КУЕ/см ³	300

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

В табл. 3.9 наведені фізико-хімічні показники технічної води.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники технічної води

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Величина показника
1	2	3
Значення рН, не менше	од.	5,0
Жорсткість, не вище	ммоль/дм ³	12
Вміст аміаку, не більше	мг/дм ³	200
Зважених речовин, не більше	мг/дм ³	100-150
Відсутність корозійної активності, солей важких металів (ртуті, свинцю, барію, та ін.)		
Сульфідів, хлоридів, не більше, двовуглекислих солей, не більше	мг/дм ³	300-400
Нітритів, нітратів, фосфатів, силікатів, не більше	мг/дм ³	200
ХПК, не більше	мг O ₂ /дм ³	85-100
БПК, не більше	мг O ₂ /дм ³	40-50

На технічні потреби вода використовується для охолодження напівпродуктів та продуктів, живлення парових котлів. У технологічних процесах вода використовується для приготування замісу, розчинів ферментних препаратів і антисептиків, розчинів допоміжних матеріалів, миття технологічного обладнання тощо.

Основні вимоги до якості води технологічного призначення для виробництва спирту наведено у табл. 3.10 [17].

Таблиця 3.10 – Основні вимоги до води технологічного призначення для виробництва спирту

Назва матеріалів	Назва та позначення нормативного документа на сировину та матеріали	Назва показника	Номінальне значення показника
Вода технічна	«Інструкція по технохімічному контролю спиртового виробництва»	Лужність, ммоль/дм ³	Не більше 6,0
		Жорсткість, ммоль/дм ³	Не більше 12

Таблиця 3.11 – Гранично допустима концентрація хімічних речовин, що містяться у воді

[5]

Найменування хімічної речовини	Гранично допустиме значення	Метод визначення
Нікель, мг/дм ³ , не більше	0,02	ДСТУ ISO 11885-2005
Хлориди, мг/дм ³	80,0	Згідно ДСТУ 4089
Амоній, мг/дм ³ , не більше	0,5	ДСТУ ISO 6778-2003
Кадмій, мг/дм ³ , не більше	0,001	ДСТУ ISO 11885-2005
Кобальт, мг/дм ³ , не більше	0,1	ДСТУ ISO 11885-2005

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

Діоксид хлору, мг/дм ³ , не більше	0,1	ДСТУ ISO 10301-2004
Ціаніди, мг/дм ³ , не більше	0,050	ДСТУ ISO 6703-1:2007

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Окрім основної сировини у виробництві спирту етилового ректифікованого застосовують різні види основних і допоміжних матеріалів. До них, зокрема, відносять оцукрюючі матеріали, антисептики, мінеральні кислоти, джерела азотистого і фосфорного живлення. У зв'язку з тим, що головним вуглеводом кукурудзи є крохмаль, його треба оцукрити, тобто провести гідроліз.

3.3.1 Характеристика основних матеріалів

Основні матеріали

Оцукрюючі матеріали використовують для отримання спирту з крохмалесодержащої сировини, яка зазвичай містить комплекс ферментів для гідролізу полімерів: крохмаль, білки, пектин, пентозани, целюлозу та ін. Ферментні препарати мікробного походження та їх суміші можуть бути використані як оцукрюючі матеріали. Нині спиртова промисловість повністю відмовилася від використання солоду на користь ферментних препаратів. В даний час для виробництва спирту в Україні використовують лише концентровані ферментні препарати [16, 17, 19]. Концентровані ферментні препарати (сиropи) характеризуються тривалим терміном зберігання, стандартизованою активністю, мікробіологічною чистотою та термостійкістю. Застосування таких ферментних препаратів дозволяє заводам проводити низькотемпературну термоферментативну обробку зернових сумішей. Температура термічної обробки знижується від 140-160 до 85-95 °С. Завдяки мікробіологічній чистоті концентрованих ферментних препаратів пастеризація суслу для виробництва промислових дріжджів повністю виключається. Застосування термостабільної амілази може значно спростити технологію отримання дозрілої бражки та значно зменшити питоме споживання енергії.

Протеази гідролізують білки до амінокислот, необхідних для життєдіяльності дріжджів, а також запобігають утворенню білкового осаду на трубах, бродильному апаратів та бражній колоні.

Мальтогенну амілазу (термостабільну α -амілазу) використовують для розріджування та оцукрювання крохмалю, завдяки чому скорочується тривалість бродіння. Целюлолітичні ферменти розщеплюють некрахмалисті полісахариди, зменшують в'язкість замісу та збільшують вихід спирту [17, 19]. Найбільш важливими для виробництва спирту є амілолітичні ферментні препарати, які повністю гідролізують крохмаль і декстрини до глюкози. Існує багато ферментних препаратів, які належать до цієї групи. Кожен

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

ферментний препарат розводять 1:10 питною водою в окремому збірнику, виходячи із тривалості зміни. Для запобігання інактивації ферментів їх дозують окремо.

Termamil 120L (α -амілаза) – ферментний препарат термостабільної α -амілази. Застосовується у виробництві спирту на стадії гідроферментативної обробки зернових сумішей для розведення крохмалю. Амілолітична активність при 30 ° С становить 1000 ± 50 одиниць/ см3. Оптимальні умови роботи: рН 5,7-6,0; температура 70-80 ° С; доза 0,7-0,8 дм3 / т умовного крохмалю. Термостабільна α -амілаза має ряд переваг: вона зберігає свою активність за високих температур, що перешкоджає розвитку мезофільної мікрофлори, має високу специфічність, прискорює перебіг реакцій завдяки термостабільності. Відповідно, це зменшує тривалість процесу та зменшує виробничі витрати. Ці властивості важливі на фазі гідротермічної ферментативної переробки зернистої сировини у виробництві спирту.

SanSuper 240L – оцукрюючий ферментний препарат з активністю 6870±10 од/см3. Оптимальні параметри дії: рН – 3,0-5,0; температура – 30-65 °С; дозування – 0,9-1,0 дм3/т умовного крохмалю.

Дозування ФП здійснюють за одиницями активності, оскільки внаслідок тривалого або неправильного зберігання у них може зменшуватись активність.

Дріжджі

Виробничими дріжджами спиртового виробництва називають зброжене сусло для дріжджів, масова частка сухих речовин у якому зменшилась до 1/3 від початкової, з вирощеними дріжджами концентрацією від 180 до 200 млн клітин в 1 см3.

Виробничі дріжджі, вирощені на підкисленому сірчаною кислотою суслі, називають *сірчаноокислими дріжджами*, а вирощені на підкисленому молочною кислотою суслі – *молочноокислими дріжджами*.

Засівні дріжджі – природночиста культура дріжджів, вирощена на стерильному суслі і призначена для подальшого розмноження.

Цукри сусла зброджують у спирт дріжджами *Saccharomyces cerevisiae*, які є одноклітинними мікроорганізмами класу аскоміцетів (сумчастих грибів).

У звичайних умовах дріжджі розмножуються брунькуванням і дуже рідко (при великому дефіциті живильних речовин) спороутворенням.

Дріжджові клітини бувають яйцевидної, еліпсоїдальної, овальної або витягнутої форми, яка, як і їхня довжина (6-11 мкм), залежить від виду дріжджів та умов їх розвитку. Відношення поверхні клітини до її об'єму впливає на швидкість масообмінних процесів між клітиною і живильним середовищем, та отже і на інтенсивність життєдіяльності дріжджів.

Наприклад, відношення поверхні клітини до її об'єму дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси XII дорівнює 0,46, термотолерантних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* К-

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

81 – 0,5-0,62, дріжджів *Shizosacharomyces pombe* – 0,46. Дріжджі раси К-81 накопичують більше біомаси дріжджових клітин, ніж дріжджі раси XII, при різних значеннях рН середовища (3,2-4,2) і оптимальній температурі для кожної з них.

Дріжджова клітина складається із оболонки, цитоплазми, ядра. Зовнішня частина оболонки утворена поліцукридами типу геміцелюлоз, переважно мананом і невеликою кількістю хітину, внутрішня частина – білковими речовинами, фосфоліпідами та ліпоїдами. Оболонка регулює стан клітинного вмісту і має селективну проникливість, тим самим суттєво відрізняється від звичайних напівпроникних мембран. Товщина клітинної стінки дріжджів до 400 нм.

Вимоги до дріжджів, які використовують у виробництві спирту: висока бродильна енергія (дріжджі повинні швидко і повністю зброджувати цукри), анаеробний тип дихання, стійкість до продуктів свого обміну та продуктів обміну сторонніх мікроорганізмів, а також до змін складу середовища, здатність переносити велику концентрацію солей та сухих речовин сусла.

При збродженні сусла з крохмалевмісної сировини традиційно використовують дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси XII. Вони добре зброджують мальтозу, цукрозу, глюкозу і фруктозу, але не зброджують граничні декстрини. Гідроліз граничних декстринів продовжується під час збродження сусла під дією декстринази солоду або глюкоамілази мікробного походження. Тому швидкість збродження сусла із крохмалевмісної сировини лімітується швидкістю гідролізу граничних декстринів.

Велике практичне значення мають результати селекції термотолерантних рас дріжджів, які дозволяють прискорити процес вирощування виробничих дріжджів і збродження сусла з крохмалевмісної сировини, частково гідролізувати і зброджувати граничні декстрини, збільшити вихід спирту та зменшити витрати холодоагента. Такими дріжджами є, наприклад, *Saccharomyces cerevisiae* К-81 та *Shizosaccharomyces pombe* 80, які виділені, досліджені та впроваджені на спиртових заводах. Оптимальна температура збродження сусла цими дріжджами 35-36^оС. У дозрілій бражці, одержаній з використанням термотолерантних дріжджів, міститься приблизно в 10 разів менше декстринів у порівнянні з контрольною бражкою при використанні дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси XII.

Термотолерантні дріжджі раси К-81 у 2 – 2,5 рази більше накопичують вищих спиртів і на 40-45% менше гліцерину в порівнянні із расою XII. Дріжджі *Shizosaccharomyces pombe* 80 накопичують у 10 разів менше вищих спиртів у порівнянні з расою XII.

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

Способами генетичної інженерії одержані високоефективні раси дріжджів, які мають амілолітичну активність. Промислове використання таких дріжджів дозволить суттєво прискорити процес зброджування сусла та зменшити витрати оцукрюючих матеріалів.

Для зброджування сусла спиртового виробництва використовують дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси XII, XII-T, K-81, ДТ-05 та *Shizosacharomyces pombe* 80. Ці дріжджі осмофільні, стійкі до спирту і можуть накопичувати до 12-13% спирту.

У кваліфікаційній роботі пропонується для зброджування сусла використовувати расу дріжджів ДО-16 із сімейства *Saccharomyces cerevisiae*.

Високоосмофільна раса ДО-16 для мікробіологічного синтезу етилового спирту з крохмалесодержащої сировини здатна ферментувати сусло з концентрацією сухих речовин 22-30 % з накопиченням спирту в зрілій бражці 12-16 об.%.
Дріжджова раса ДО-16 має наступні морфологічні та фізіологічні властивості.

Культурально-морфологічні особливості. Форма дріжджової клітини овальна, вегетативне розмноження брунькуванням. Добовий розмір клітин культури на суслі 10% СР (4,4-5,8) × (5,1-6,1) мкм.

У період інтенсивного розмноження дріжджі можуть утворювати скупчення з 3-4 клітин. Спори утворюються на ацетатному середовищі протягом дня при 25 ° С. Колонії сусла-агару після 96 годин росту при 30 ° С круглі, плоскі з поглибленням посередині. Хвилі ледь помітні по краю колонії. Колір колонії матовий. Вони напівпрозорі, коли світло проходить. На суслі з концентрацією 10 % СР дріжджі утворюють густий осад.

Фізіологічні та біохімічні властивості - факультативні анаероби. Оптимальна температура розмноження 34-38 ° С, не розбавляє желатин.

Ставлення до цукру. Зброджується глюкоза, галактоза, сахароза, 1/3 рафінози, 1/2 граничних декстринів, мальтоза, розщеплення, інулін, ксилон, арабіноза.

Відношення до спиртів. Засвоює етиловий спирт, гліцерин, не засвоює маніт, сорбіт та дульцин.

Відношення до органічних кислот. Засвоює оцтову та молочну кислоти, не засвоює бурштинову, яблучну, винну та лимонну кислоти.

Біотехнологічні властивості. Зброджує сусло із сировини, що містить крохмаль, із нормативним виходом спирту та накопиченням спирту в дозрілій

бражці 10-16 об.%. [19]. Таким чином, використання гонки ДО-16 у виробництві спирту з крохмальної сировини дає змогу збільшити концентрацію спирту в дозрілій бражці до 12,0 - 16,0 об.%. для його перегонки.

Застосування термотолерантних дріжджів дозволяє зменшити витрату води на 30% для охолодження бродильного апарату та збільшити вихід спирту за рахунок більш повного

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

зброджування вуглеводів та меншого утворення альдегідів (20-25%) та гліцерину (40- 45%) порівняно з расою XII.

3.3.2 Характеристика допоміжних матеріалів

Джерела азотистого і фосфорного живлення

Основним джерелом азотного живлення є сечовина або сечовина - амід карбамінової кислоти або загальний амід вуглекислоти. Виробляється у кристалічній та гранульованій формі із вмістом азоту не менше 46 %. Сечовина отримується шляхом синтезу з аміаку та вуглекислого газу. Відносна щільність 1335, вільно розчинний у воді: розчинність при 50 ° С - 67,23%.

Технічна ортофосфорна кислота є джерелом живлення фосфором. Це непрозора рідина, безбарвна або злегка жовта. Відносна щільність становить 1630. Вміст ортофосфорної кислоти в термічній кислоті становить близько 70% (50,7% у перерахунку на P₂O₅) і не більше 0,0003% миш'яку.

Діамоній фосфат (джерело азотного та фосфорного живлення) використовується як складна їжа. Діамоній фосфат - технічною для харчової промисловості є біла сіль, яка містить (%): азот - 21%; фосфорна кислота - 74; P₂O₅ - 53,5; миш'як - не більше 0,005 та фтор - не більше 0,3. Розчинність при 50 ° С - 89,2 г на 100 г води [16, 17].

Антисептики

Антибактеріальний препарат Фріконт використовується для забезпечення стабільності процесу бродіння крохмалесодержащей сировини. Безпечний протимікробний засіб спрямований на придушення інфекційної мікрофлори виробництва спирту.

Основною діючою речовиною Фріконту є антибіотик, який повністю розкладається під час брагоректифікації, і залишок у барді не виявлений. Фріконт має сильну бактерицидну дію проти грампозитивних мікроорганізмів, включаючи молочну кислоту як основного представника інфекційних мікрофлора виробництва спирту. Препарат не пригнічує активність дріжджових клітин. Фріконт знаходиться у формі порошку. Необхідна кількість препарату в кількості 1... 2 г / м³ обробленої рідини. Випускається у формі 0,5: 1 дм³ розчину води.

Антисептичний Полідез, розроблений на основі біоцидних полімерних сполук, безпечних для людини та навколишнього середовища. Він має пролонговану дію і характеризується високою антимікробною активністю щодо грампозитивних, грамнегативних, аеробних та анаеробних мікроорганізмів, спор грибів та дріжджів. Він не має запаху, є нелетким і не потрапляє в повітря після дезінфекції, не агресивний до будь-яких матеріалів, не

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		38

викликає корозію після дезінфекції, добре промивається водою. Полідез постачаються у формі концентрованого розчину із вмістом активної речовини 20%.

Полідез - це полімерний препарат на основі високомолекулярних солей полігексаметиленгуанідину (ПГМГ). Перевагою таких препаратів є широкий спектр антимікробної дії на грамнегативні та грампозитивні бактерії, віруси, дріжджі, дерматофіти тощо. [19].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		39

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані для розрахунків

В розрахунках використовуються наступні вихідні дані:

- продуктивність за умовним спиртом-сирцем – 3000 дал на добу;
- сировина, яку перероблюють – кукурудза з вмістом крохмалю 61% та вологістю 14%;
- ступінь подрібнення – 80...100%, прохід помелу крізь сито діаметром отворів не більше 250 мм;
- вихід спирту з 1т умовного крохмалю – $65,9+0,7 = 66,6$ дал;
- ферментні препарати Termamil 120L та SanSuper 240L.

4.2 Продуктові розрахунки

Витрати зерна для отримання 100 дал спирту:

$$\frac{100}{66,6 \times 0,985} = 1,524 \text{ т,}$$

де 0,985 – коефіцієнт переводу крохмалю кукурудзи в умовний крохмаль

Витрата кукурудзи при цьому складає:

$$\frac{1,524}{0,61} = 2498,3 \text{ кг.}$$

У табл. 4.1 наведений склад сировини, яка використовується для приготування замісу.

Таблиця 4.1 – Склад сировини, що використовується

№	Найменування	Вміст, %	Кількість, кг/100 дал
1	Сухі речовини:		
	- зброджувані	61,0	1523,963
	- незброджувані	25,0	624,575
2	Усього сухих речовин	86,0	2148,538
3	Вода	14,0	349,762
	Разом	100,0	2498,3

4.3 Розрахунки основних та допоміжних матеріалів

Приготування замісу

Для приготування суміші в суміші з питною водою з колектора та гарячою водою використовують 30 % фільтрату спиртової барди. Температура суміші повинна бути на рівні 60...70 °С. Співвідношення кількості води до помелу становить 3:1. Отже, витрата води для приготування суміші для отримання 100 дал спирту:

$$2498,3 \times 3 = 7494,9 \text{ кг.}$$

Із цієї кількості витрати фільтрату барди складають:

$$7494,9 \times 0,3 = 2248,47 \text{ кг.}$$

Гарячої води з колектора:

$$7494,9 \times 0,7 = 5246,43 \text{ кг.}$$

Загальна кількість замісу:

$$2498,3 + 7494,9 = 9993,2 \text{ кг.}$$

Витрати ферментних препаратів

В розрахунках для проведення технологічних прийомів розрідження та оцукрювання використовують ферментні препарати: Termamil 120L (0,5дм³) та оцукрюючий SanSuper 240L (1 дм³) на 1т умовного крохмалю.

Termamil 120L

Для приготування замісу нам потрібно ферментного препарату:

$$1,524 \times 0,5 = 0,762 \text{ дм}^3,$$

де, 0,5 – кількість розріджуючого ферменту на 1 т умовного крохмалю, дм³;

1,524 – кількість умовного крохмалю за добу, т.

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

$$0,762 \times 10 = 7,62 \text{ дм}^3 = 7,62 \text{ кг.}$$

При густині ферментного препарату 1,2 кг/ дм³ його маса буде:

$$0,762 \times 1,2 = 0,914 \text{ кг.}$$

Загальна маса розчину ферментного препарату Termamil 120L:

$$0,914 + 7,62 = 8,534 \text{ кг.}$$

Маса розчину ферментного препарату, що вводять в збірник замісу (використовуємо 50%):

$$8,534 \times 0,5 = 4,26 \text{ кг.}$$

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

SanSuper 240L

$$1,524 \times 1 = 1,524 \text{ дм}^3,$$

де, 1 – кількість оцукрюючого ферменту на 1 т умовного крохмалю, дм^3 ;

1,524 – кількість умовного крохмалю за добу, т.

Об'єм води для розведення ферментного препарату:

$$1,524 \times 10 = 15,24 \text{ дм}^3.$$

При густині ферментного препарату 1,2 кг/ дм^3 його маса буде:

$$1,524 \times 1,2 = 1,829 \text{ кг.}$$

Маса розчину ферментного препарату SanSuper 240L:

$$15,24 + 1,829 = 17,07 \text{ кг.}$$

Приготування замісу

Кількість замісу з додаванням розчину ферменту у збірник замісу (50% розріджуючого ферменту)

$$9993,2 + 4,26 = 9997,46 \text{ кг.}$$

Температура кукурудзи після подрібнення приймається 45°C .

Кількість тепла, введеного в заміс з помелом (Q1), водою (Q2), фільтратом барди (Q3) та ферментним препаратом (Q4):

1. З помелом:

$$Q1 = Q_{\text{помелу}} \cdot 1,5 \times 45 = 2498,3 \cdot 1,5 \cdot 45 = 168635,25 \text{ кДж,}$$

де, Q – кількість помелу, кг;

1,5 – теплоємність помелу, кДж/кг·град;

45 – температура помелу, $^\circ\text{C}$.

2. З гарячою водою:

$$Q2 = Q_{\text{води}} \times 4,2 \times 65 = 5246,43 \times 4,2 \times 65 = 1432275,39 \text{ кДж,}$$

де, $Q_{\text{води}}$ – кількість води, кг;

4,2 – теплоємність води, кДж/кг·град;

65 – температура води, $^\circ\text{C}$.

3. З фільтратом барди:

$$Q3 = Q_{\text{фб}} \times 4,2 \cdot 90 = 2248,07 \times 4,2 \times 90 = 849770,46 \text{ кДж,}$$

де, $Q_{\text{фб}}$ – кількість фільтрату барди, кг;

4,2 – теплоємність фільтрату барди, кДж/кг·град;

90 – температура фільтрату барди, $^\circ\text{C}$.

4. З ферментним препаратом:

$$Q4 = Q_{\text{п}} \times 4,185 = 4,26 \times 4,185 \times 25 = 445,7 \text{ кДж,}$$

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

де, Qфп – кількість ферментного препарату, внесеного в збірник замісу;

4,185 – теплоємність ферментного препарату при температурі 25 °С.

Загальна кількість тепла, введена в збірник замісу:

$$Q_{\text{замісу}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 168635,25 + 1432275,39 + 849770,46 + 445,7 = 2451126,8 \text{ кДж.}$$

Вміст сухих речовин в замісі:

$$\frac{(2148,538 + 44,96) \times 100}{9997,46} = 21,95\%,$$

де, 2148,538 – усього сухих речовин у кукурудзі, кг;

44,96 – кількість сухих речовин, що внесли з фільтратом барди, концентрація СР в якому 2% (2248,07×0,02).

Теплоємність замісу:

$$S_{\text{замісу}} = S_{\text{ср}} \times 0,2195 + S_{\text{води}} \times 0,7805 = 1,74 \text{ кДж / кг} \times \text{град} \times 0,2195 + 4,2 \text{ кДж / кг} \times \text{град} \times 0,7805 = 3,66 \text{ кДж / кг} \times \text{град},$$

де, Ср – теплоємність сухих речовин, кДж/кг × град;

Своди – теплоємність води, кДж/кг × град;

0,2195 – вміст сухих речовин в замісі, в перерахунку на 100%;

0,7805 – вміст води в замісі, в перерахунку на 100%.

Температура замісу в змішувачі:

$$t = \frac{Q_{\text{замісу}}}{9997,46 \times 3,66} = \frac{2451126,8}{9997,46 \times 3,66} = 67 \text{ °С},$$

де, 3,66 – теплоємність замісу, кДж/(кг×град).

Термоферментативна обробка замісу

Витрати гострої пари тиском 0,3 МПа, необхідної для нагрівання замісу в контактній головці від 82 °С до 95 °С, становлять:

$$\frac{9997,46 \times 3,66 \times (95 - 82) \times 1,02}{(2739 - 398)} = 207,26 \text{ кг},$$

де, 2739 – ентальпія пари (тиск 400кПа), кДж/кг;

398 – ентальпія конденсату пари, кДж/кг;

1,02 – коефіцієнт, що враховує втрати пари навколишнє середовище.

Маса замісу, що виходить із контактної головки в термоферментатор:

$$9997,46 + 207,26 = 10204,72 \text{ кг.}$$

Оскільки при знаходженні маси в апаратах ТФО мають місце втрати тепла (перепад температури з 95 °С до 91-90 °С), для підтримання температури маси 95 °С необхідні додаткові витрати пари тиском 0,3 МПа, в кількості:

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

$$\frac{10204,72 \times 3,66 \times (95 - 90) \times 1,04}{(2739 - 398)} = 82,96 \text{ кг,}$$

де, 2739 – ентальпія пари при тиску 0,3 МПа, кДж / кг × град;

398 – ентальпія конденсату пари при, 95 °С кДж / кг × град.

Кількість замісу, що виходить з апарату ТФО:

$$10204,72 + 82,96 = 10287,68 \text{ кг}$$

Оцукрювання розрідженої маси

Оцукрювання розрідженої маси проводиться безпосередньо в бродильному апараті, куди задається оцукрюючий ферментний препарат SanSuper 240L. Розріджена маса через теплообмінник, охолоджуючись від 95 °С до 35 °С, поступає в бродильний апарат.

Витрати охолоджуючої води в теплообміннику:

$$Q_{\text{води}} = \frac{Q_{\text{замісу}} \times C_{\text{замісу}} \times (95 - 35)}{C_{\text{води}} \times (55 - 26)} = \frac{10287,68 \times 3,66 \times (92 - 35)}{4,2 \times (55 - 26)} = 17478,69 \text{ кг,}$$

де, $Q_{\text{замісу}}$ – кількість замісу, кг;

$C_{\text{замісу}}$ – теплоємність замісу, кДж/кг·град;

95, 35 – температури замісу на вході та виході в теплообмінник, відповідно, °С;

55, 26 – температура води на виході та вході в теплообмінник, відповідно, °С.

Із цієї кількості 10% сусла відбирають для приготування виробничих дріжджів:

$$10287,68 \times 0,1 = 1028,76 \text{ кг.}$$

Тому в бродильний апарат на зброджування та оцукрювання потрапляє:

$$10287,68 - 1028,76 = 9258,92 \text{ кг.}$$

У бродильний апарат вносять антисептик Полідез з розрахунку 20 см³ на 1 м³ сусла:

$$\frac{9258,92 \times 20}{1000} \div 1000 = 0,184 \text{ дм}^3.$$

Антисептик розбавляють водою у співвідношенні 1:10. Тоді витрати розчину антисептику:

$$0,184 \times 10 = 1,84 \text{ дм}^3.$$

В бродильному апараті всього сусла:

$$9258,92 + 1,84 = 9260,76 \text{ кг.}$$

Приготування виробничих дріжджів

Витрати води для охолодження сусла в дріжджанці з 90 °С до 23 °С:

$$\frac{1028,76 \times 1,1 \times 3,66 \times (90 - 23)}{4,2 \times (60 - 15)} = 1456,42 \text{ кг,}$$

де, 15 і 60 – температура охолоджуючої води на вході і виході з поверхні охолодження, °С;

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

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

В дріжджанку вносять в розрахунку на 1м³ сусла 0,4кг карбаміду і 0,13кг ортофосфорної кислоти, тобто в розрахунку на 100 дал спирту вносять:

$$\text{- карбаміду } \frac{1028,76 \times 0,4}{1000} = 0,4 \text{ кг;}$$

$$\text{- ортофосфорної кислоти } \frac{1028,76 \times 0,13}{1000} = 0,13 \text{ кг;}$$

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

$$\frac{1028,76 \times 1,1 \times (21,95 - 10)}{100} = 134,14 \text{ кг,}$$

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

21,95 – початкова концентрація сухих речовин сусла, %;

10 – концентрація сухих речовин у виробничих дріжджах, %.

Під час вирощування дріжджів виділяється двоокису вуглецю:

$$\frac{134,14 \times 66,6 \times 1,002 \times 0,7893 \times 0,9554}{100} = 67,5 \text{ кг,}$$

де, 66,6 – вихід спирту з 1т умовного крохмалю;

1,002 – коефіцієнт, що враховує втрати спирту під час перегонки бражки;

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

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

Маса виробничих дріжджів:

$$1028,76 \times 1,1 - 67,5 + 0,4 + 0,13 = 1055,547 \text{ кг.}$$

Зброджування сусла

Всього в бродильне відділення надходить продуктів:

$$\frac{9260,76 + 1055,547 + 9260,76 \times 0,5}{100 + 1055,547 \times 2,5 / 100} = 10313,937 \text{ кг,}$$

де, 9260,76 – кількість сусла, кг;

1055,547 – кількість виробничих дріжджів, кг;

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

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

Вихід двоокису вуглецю з розрахунку на 100 дал утвореного спирту:

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

$$100 \times 10 \times 0,7893 \times 0,9554 = 754,1 \text{ кг,}$$

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

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

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

$$\frac{10313,937 \times 2,5}{100} = 257,85 \text{ кг,}$$

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

Кількість до зрілої бражки:

$$10313,937 - 754,1 + 257,85 = 9817,687 \text{ кг,}$$

де, 10313,937 – загальна кількість суслу в бродильному апараті, кг;

754,1 - вихід двоокису вуглецю з розрахунку на 100 дал утвореного спирту;

257,85 - кількість водно-спиртового розчину, що надходить із спиртовловлювача у бражку.

Кількість спирту у зрілій бражці з урахуванням його втрат під час перегонки (0,2%):

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

$$\text{Або } 1002 \times 0,7893 = 790,9 \text{ кг.}$$

Об'єм зрілої бражки:

$$\frac{9260,76}{1,0099} = 9211,44 \text{ дм}^3,$$

де, 1,0099 – густина зрілої бражки, кг/дм³.

Вміст спирту у зрілій бражці:

$$\frac{1,002 \times 100 \times 1000}{9211,44} = 10,3 \text{ об. \%}$$

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

$$\frac{9211,44 + 9211,44 \times 0,5}{100} = 9770,05 \text{ дм}^3,$$

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

Спирт і продукти ректифікації

Продукти були розраховані на 100 дал безводного спирту. Під час перегонки, випрямлення та випрямлення на пристроях для брагоректифікації виникають втрати, які залежать від типу та продуктивності приладів, а також від сезону.

В середньому під час ректифікації під час виробництва зернового ректифікованого спирту "Люкс" вони становлять 0,6 % безводного спирту-сирцю, поставленого на ремонт.

Вихід окремих продуктів перегонки спирту варіюється залежно від виду сировини, обраної схеми технологічного процесу та інших умов у таких межах, %:

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

Головна фракція етилового спирту - 5,0-7,0%;

Сивушне масло - 0,3-0,5%;

Сивушний спирт, якщо його видалити з установки брагоректифікації 0,5-1,5%.

Приймаємо вихід основної фракції етилового спирту міцністю 95 об.%, що дорівнює 5,0%, сивушного масла міцністю 85 об.% - 0,3%, сивушного спирту міцністю 85 об.% - 1,0%. Тоді, об'ємна частка головної фракції етилового спирту становитиме:

$$\frac{100 \times 5,0 \times 100}{195} \div 100 = 5,26 \text{ дал} = 52,6 \text{ дм}^3,$$

Маса головної фракції етилового спирту:

$$52,6 \times 0,8114 = 42,68 \text{ кг},$$

де, 0,8114 – густина водно-спиртового розчину міцністю 95,0%, кг/дм³.

Об'єм сивушного масла міцністю 88% при відборі 0,3 %:

$$\frac{100 \times 0,3 \times 100}{88} \div 100 = 0,34 \text{ дал} = 3,4 \text{ дм}^3,$$

Маса сивушного масла:

$$3,4 \times 0,8357 = 2,84 \text{ кг},$$

де, 0,8357 – густина сивушного масла, кг/дм³

Об'єм сивушного спирту міцністю 85% при відборі:

$$\frac{100 \times 1 \times 100}{85} \div 100 = 1,18 \text{ дал} = 11,8 \text{ дм}^3,$$

Маса сивушного спирту:

$$11,8 \times 0,8449 = 10 \text{ кг},$$

де, 0,8449 – густина сивушного спирту, кг/дм³

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

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

де, 0,6 – втрати спирту під час ректифікації, %

З урахуванням цих даних визначають об'єм ректифікованого спирту міцністю 96,3 об. %, який можна одержати із 100 дал умовного спирту-сирцю:

$$\frac{100 \times 93,1 \times 100}{96,3} \div 100 = 96,68 \text{ дал} = 966,8 \text{ дм}^3,$$

Його маса складає

$$966,8 \times 0,7891 = 763,1 \text{ кг}.$$

В табл. 4.2 наводять зведені розрахунки продуктів.

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

Таблиця 4.2 – Зведена таблиця розрахунку продуктів

№ п/п	Найменування	Кількість напівпродуктів, кг					
		На 100 дал		На 3000 дал (добова потужність)		На 125 дал (годинна потужність)	
		кг	дм ³	кг	дм ³	кг	дм ³
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сировина очищена кукурудза на розварювання	2498,3		74949		3122,875	
2	Заміс Надходить у збірник замісу: а) помел б) вода сумарно в тому числі - фільтрат барди (30%) - гаряча вода із збірника (70%) в) розчин ферментного препарату розріджуючої дії (100%) Усього замісу	2498,3 7949,3 2248,7 5246,43 4,26 9997,46		74949 238479 67461 157392,9 127,8 299923,8		3122,875 238479 67461 157392,9 106,5 254172,7	9936,625 2810,875 6558,04 4,44 10590,5
3	ТФО замісу - витрата гострої пари (P = 0,3 МПа) на підігрів замісу в контактній головці від 820 °С до 950 °С Усього маси надходить в апарат ТФО-1 Додаткова витрата гострої пари (P=0,3 МПа) для підтримання температури маси Усього маси, що виходить з ТФО2	207,26 10204,7 82,96 10287,86	8648	6217,8 306141 2487,9 308635,8	259441,5 259,075 12755,88 103,66 261555,7	10810 12755,88 103,66 12859,8 10898,1	
4	Приготування виробничих дріжджів а) витрати охолоджуючої води на охолодження сусла від 90° С до 23° С б) витрати вуглеводів на накопичення біомаси дріжджів в) кількість CO ₂ , що утворюється Маса виробничих дріжджів	1456,42 134,14 67,5 1055,55	1456,42	43692,6 4024,2 2025 31666,5	43692,6 167,675 84,375 1319,44	1820,53 167,675 84,375 1319,44	
5	Зброджування та оцукрювання сусла а) кількість сусла, яке потрапляє на зброджування та оцукрювання б) кількість розчину антисептику Полідез в) всього у бродильне відділення потрапляє сусла та виробничих дріжджів з промивною водою	9260,76 10313,94	1,84	277822,8 309418,2	55,2 12892,43	11575,95 2,3	
6	Дозріла бражка: а) виділилось CO ₂ б) приєднано водно-спиртової рідини зі спиртовловлювача Кількість дозрілої бражки Вміст спирту в дозрілій бражці, % об. Об'єм зрілої бражки, що надходить у браго ректифікаційне відділення з урахуванням розведення водою (при замові апаратів, що вивільняються, 0,5% об. до об'єму зрілої бражки)	754,1 257,85 9817,69 10,3 9770,05		22623 7735,5 294530,7 10,3 293101,5	942,625 322,3 12272,11 10,3 12212,56		
ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ							Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата			48

Закінчення табл. 4.2.

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Спирт і продукти ректифікації						
	Спирт ректифікований «Люкс»	763,1	966,8	22893	29004	953,88	1208,5
	Головна фракція етилового спирту	42,68	52,6	1280,4	1578	53,35	65,75
	Сивушне масло	2,84	3,4	85,2	102	3,55	4,25
	Сивушний спирт	10	11,8	300	354	12,5	14,75

5 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Приймання і зберігання зерна

Ємкість зерносховища розраховують на 3 – 5 місячний запас. Згідно продуктового розрахунку на річну річну потреба заводу в зерні складатиме (для спиртового заводу потужністю 3000 дал/добу):

$$64715,7 \times 305 = 19738,2 \text{ т.}$$

Ємкість зерносховища:

$$\frac{19738,2 \times 5}{10} = 9869,1 \text{ т.}$$

В типових проектах зерносховищ вказують ємкість в перерахунку на зберігання зерна пшениці з об'ємною масою 750 кг/м^3 , засміченістю 2 % і вологістю 15,5 %. При визначенні фактичної потреби місткості зерносховища, його місткість потрібно помножити на наступні коефіцієнти: в південних районах – на 1,1; в центральних – на 1,2; в східних – на 1,3. Необхідно враховувати значні відміни об'ємної маси різних культур пшениці. Площа сховища для токового зберігання можна розрахувати наступним чином:

$$S = a \cdot G / (\rho \cdot h) \text{ або } S = L \cdot B,$$

$$S = \frac{a \times G}{(\rho \times h) \text{ або } S} = L \times B,$$

де, – коефіцієнт збільшення площі на проходи – проїзди (1,2 – 1,3),

G – місткість зерносховища, т;

ρ – об'ємна маса зерна, т/м^3 ;

h – висота шару зерна (2-4), м;

L і B – довжина і ширина, м.

$$S = \frac{1,2 \times 9869,1}{0,75 \times 3} = 5263,5 \text{ м}^2.$$

Для приймання зерна потрібне наступне обладнання: ваги, автомобіленавантажувачі, приймальний бункер, норії, розподільчий стрічковий транспортер або розподільчий шнек.

Обладнання розраховують і підбирають, виходячи із максимальної годинної здатності, яка рівна добовій потребі заводу.

$$P_{\text{мат}} = \frac{m_t}{2} = \text{т/год};$$

де, m_t – добова потреба заводу;

$$P_{\text{мат}} = \frac{64715,7}{2} = 32,3 \text{ т/год};$$

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

Приймальний бункер, що приймає зерно із залізничного транспорту має бути місткістю не менше 60 т і для приймання зерна із автотранспорту 15 – 30 т.

Відділення підготовки крохмалевмісної сировини до зброджування

Обладнання відділення підготовки крохмалевмісної сировини до зброджування вибирається по годинній продуктивності. Згідно продуктового розрахунку годинна продуктивність по очищеному зерні складає 2,7 т/год.

Приймальний бункер, норію для підйому зерна в бункер 2-3 добового запасу обираємо по добовій потребі зерна в одну зміну (12 год.).

$$G_4 = \frac{64,7}{12} = 5,3 \text{ т/год.}$$

Для механізованого завантаження одного автомобіля плануємо автомобільний розвантажувач ГУАР-15.

Місткість прийомного бункеру розраховуємо по годинній витраті зерна (15 м³). При розрахунку повної місткості бункера приймається коефіцієнт запасу, рівний 1,1 – 1,2.

Вибираємо норію 1-2-10/10...45, продуктивністю 5 т/год.

Необхідний об'єм бункера 2 – 3-х добового запасу:

$$V_6 = 64715,7 \times 3 \times 1,1 = 141783,2 \text{ м}^3;$$

де 1,1 – коефіцієнт запасу;

64715,7 – об'єм добової потреби заводу в зерні (згідно продуктового розрахунку).

Стрічковий конвеєр для подачі зерна з бункеру на норію підбираємо по годинній продуктивності заводу по зерну 2,7 т/год. Встановлюємо стаціонарний стрічковий конвеєр.

Ваги автоматичні повинні мати таку продуктивність, як і норія. Приймаємо ваги ДН-50 (Q=4-12 т/год).

Норія

Використовують норію типу НЦ - 100, потужністю 45 кВт.

Шнек

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

Згідно годинній продуктивності встановлюємо магнітний сепаратор ЭМ-101 продуктивністю 6 т/год.

Проміжний бункер для зерна встановлюється перед дезинтеграторною установкою і призначений для забезпечення безпечної роботи установки.

Об'єм бункера розраховується на півгодинний запас зерна.

Годинна витрата очищеного зерна 2,7 т.

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

$$V_{S.повн} = 2,7 \times 0,5 \times 1,1 = 1,4 \text{ м}^3,$$

де, 1,1 – коефіцієнт запасу;

Згідно годинній продуктивності по очищеному зерні 2,7 т вибираємо дезинтеграторну установку, продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо бункер для подрібненого зерна - на 12 годинну продуктивність.

$$V_{бун} = 2,7 \times 12 \times 1,1 = 35,6 \text{ м}^3,$$

де, 2,7 – годинна витрата зерна, м³;

1,1 – коефіцієнт запасу.

Збірник замісу повинен мати корисний об'єм на час перебування в ньому маси протягом 10 – 15 хвилин (приймаємо 12 хвилин або 0,2 години) коефіцієнт заповнення апарату 0,75 – 0,85 (приймаємо 0,8). Згідно продуктового розрахунку годинна продуктивність по замісу складає 1808,1 дм³.

Апарат для приготування замісу

$$G4 = \frac{2728,8 \times 0,2}{0,8} = 682,2 \text{ дм}^3 = 6,8 \text{ м}^3;$$

Розхідний збірник α -амілази розраховується на 12-годинний розхід ферментного препарату і коефіцієнт заповнення $\varphi = 0,8$.

Годинний розхід суспензії ФП Амілекс НТ (з врахування розведення водою) згідно продуктового розрахунку складає 5,0 дм³. Приймаємо $H_{ц} : B = 1,2 : 1$, висота конуса днища $h_{к} = 0,15D$.

$$G4 = \frac{5 \times 8}{0,8} = 0,035 \text{ м}^3.$$

Насос для перекачування замісу вибираємо по годинній продуктивності згідно продуктового розрахунку годинна витрата замісу складає 11142,43 дм³/год.

Спіральний теплообмінник “сусло-вода ”

Кількість тепла, що відводиться від охолоджуючого замісу:

$$D = M_c \times C_c \times (T_1 - T_2),$$

де, M_c - маса замісу, кг/год;

C_c - теплоємність замісу, кДж/(кг·град);

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

$$D = 11142,43 \times 3,6 \times (58,1 - 32) = 1133753 \text{ кДж/год} = 314931,3 \text{ Вт}.$$

Площина поверхні охолодження теплообмінника:

$$P = \frac{D}{K \times \Delta T}$$

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

де d - теплота навантаження на теплообмінник, Вт;

K - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

A_1 - різниця температур, °С.

$$P = \frac{314931}{250 \times 20} = 62,9 \text{ м}^2.$$

Спіральний теплообмінник "заміс-барда "

Кількість тепла, що відводиться від охолоджуючого замісу:

$$d = M_c \cdot C_c \cdot (T_1 - T_2) ;$$

де, M_c - маса замісу, кг/год;

C_c - теплоємність замісу, кДж/(кг·град);

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

$$d = 11142,43 \times 3,6 \times (58 - 45) = 521445,6 \text{ кДж/год} = 144846 \text{ Вт.}$$

Площина поверхні охолодження теплообмінника:

$$P = d / K \cdot \Delta T,$$

де, d - теплота навантаження на теплообмінник, Вт;

K - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

A_1 - різниця температур, °С.

$$P = \frac{144846}{250 \times 36} = 16,09 \text{ м}^2.$$

Апарат ГФО має циліндричну форму з конічним днищем.

Об'єм апарата ГДФО-1 розраховується на 1 – 1,5 години витримки замісу в ньому (приймаємо 1,5 години), коефіцієнт заповнення 0,75 – 0,8 (приймаємо 0,8).

Згідно продуктового розрахунку в апарат АТФО-1 надходить заміс в годину

$$V_{\text{зам}} = 11142,43 \text{ дм}^3 = 11,176 \text{ м}^3.$$

Приймаємо

$$H:D = 1,4:1. H_k = 0,15 \text{ Д};$$

$$D = \sqrt{4 \times V / 1,45 \times \pi} = \sqrt{4 \times 11,176 / 1,45 \times 3,14} = 1,8 \text{ м};$$

$$V = (7,6 \times 1,5) / 0,8 = 14,25 \text{ м}^3;$$

$$H = 1,8 \times 1,4 = 2,52 \text{ м}; H_k = 1,8 \times 0,15 = 0,27 \text{ м};$$

$$H_{\text{п}} = H + H_k = 2,52 + 0,27 = 2,79 \text{ м.}$$

Об'єм апарата ГДФО-2 розраховується на 1,0 – 1,5 години витримки замісу в ньому (приймаємо 1,5 години), коефіцієнт заповнення 0,75 – 0,8 (приймаємо 0,8). Згідно продуктового розрахунку в апарат АТФО-1 надходить заміс в годину

$$V_{\text{зам}} = 7594,78 \text{ дм}^3 = 7,6 \text{ м}^3.$$

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

Приймаємо

$$H:D = 1,5:1. H_k = 0,15 D;$$

$$D = \sqrt{4 \times V / 1,55 \times \pi} = \sqrt{4 \cdot 7,6 / 1,55 \times 3,14} = 2,5 \text{ м};$$

$$V = (7,6 \times 1,5) / 0,8 = 15,25 \text{ м}^3;$$

$$H = 1,8 \times 1,5 = 2,7 \text{ м}; H_k = 1,8 \times 0,15 = 0,27 \text{ м};$$

$$H_{\text{п}} = H + H_k = 2,7 + 0,27 = 2,97 \text{ м.}$$

Бродильний апарат

Кількість сусли буде дорівнювати:

$$G = \Pi \times m \times \rho / 24;$$

$$G = 3000 \cdot 11,15 / 100 \cdot 1,0298 / 24 = 13,9 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Необхідний об'єм бродильної батареї, м^3 :

$$V_{\text{бат}} = G \times \tau / \rho \times \varphi,$$

де, τ - термін перебування сусли в апараті,

φ - коефіцієнт заповнення.

$$V_{\text{бат}} = 13,9 \times 68 / 1,0298 \times 0,8 = 778 \text{ м}^3.$$

Необхідний об'єм бродильного апарата, м^3 ;

$$V_{\text{ап}} = V_{\text{бат}} / 9;$$

$$V_{\text{ап}} = 778 / 9 = 86, \text{ м}^3.$$

Округлюємо об'єм апарата до 80 м^3 .

$$H = 1,5 \times d;$$

$$h_k = 0,3 \times d;$$

$$h_{\text{кр}} = 0,125 \times d;$$

$$V = \pi \times d^2 / 4 \times 1,5 \times d + \frac{1}{3} \times \pi \times d^2 / 4 \times 0,3 \times d + \frac{1}{3} \times \pi \times d^2 / 4 \times 0,125 \times d.$$

Звідси діаметр бродильного апарата буде:

$$d = \sqrt[3]{V / (1,5 \times \frac{\pi}{4} + 0,3 \times \frac{\pi}{3 \cdot 4} + 0,125 \times \frac{\pi}{3 \cdot 4})};$$

$$d = \sqrt[3]{90 / (1,5 \times \frac{3,14}{4} + 0,3 \times \frac{3,14}{3 \cdot 4} + 0,125 \times \frac{3,14}{3 \cdot 4})} = 3,47 = 3,5 \text{ м.}$$

Висота циліндричної частини апарата буде:

$$H = 1,5 \times 3,5 = 5,25 \text{ м.}$$

Висота конусної частини апарата:

$$h_k = 0,3 \times 3,5 = 1,05 \text{ м.}$$

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

Висота кришки апарата:

$$h_{кр} = 0,125 \times 3,5 = 0,4375 \text{ м.}$$

Дріжджанка

Кількість суслу буде дорівнювати, м³ /год:

$$G = \Pi \times m / 24,$$

де, Π - умовна продуктивність заводу, дал/добу;

m - кількість суслу.

$$G = 3000 \times 0,18/100 \times 24 = 0,24 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Необхідний об'єм дріжджанки, м³:

$$V = G \times m / \varphi;$$

$$V = 0,25 \times 50/0,8 = 15 \text{ м}^3;$$

$$H = 1,5 \times d;$$

$$h_k = 0,3 \times d;$$

$$h_{кр} = 0,125 \times d;$$

$$V = \pi \times d^2/4 \times 1,5 \times d + \frac{1}{3} \times \pi \times d^2/4 \times 0,3 \times d + \frac{1}{3} \pi \times d^2/4 \times 0,125 \times d.$$

Звідси діаметр дріжджанки буде:

$$d = \sqrt[3]{V / (1,5 \times \frac{\pi}{4} + 0,3 \times \frac{\pi}{3 \times 4} + 0,125 \times \frac{\pi}{3 \times 4})};$$

$$d = \sqrt[3]{15 / (1,5 \times \frac{3,14}{4} + 0,3 \times \frac{3,14}{3 \times 4} + 0,125 \times \frac{3,14}{3 \times 4})} = 2,2 \text{ м.}$$

Висота циліндричної частини апарата буде:

$$H = 1,5 \times 2,2 = 3,3 \text{ м.}$$

Висота конусної частини апарата:

$$h_k = 0,3 \times 2,2 = 0,66 \text{ м.}$$

Висота кришки апарата:

$$h_{кр} = 0,125 \times 2,3 = 0,34 \text{ м.}$$

Розброджувач

$$V = V_{др} \times 2 = 15 \times 2 = 30 \text{ м}^3;$$

$$H = 1,5 \times 4,6 = 8,0 \text{ м;}$$

$$d = 2,3 \times 2 = 3,5 \text{ м;}$$

$$h_k = 0,3 \times 4,6 = 1,3 \text{ м;}$$

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

$$h_{кр}=0,125 \times 4,6=0,633 \text{ м.}$$

Нижче в табл. 5.1 наведена специфікація.

Таблиця 5.1 - Специфікація обладнання.

п/п	Номери позицій на апаратурно-техно-логічній схемі	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна	Тривалість роботи Двигуна	Примітка
1	2	Проміжний бункер	1	Об'єм 12 м ³			
2	3	Норія	1	Марка НЦИ – 100. Продуктивність 100 т/г	45	3	
3	4	Силос	4	Об'єм 120 м ³			
4	5	Виробничий бункер	1				
5	6	Розсів- бурат	1	A1-БМС-6	1,5	20	
6	7	Сепараційна камера	1				
7	8	Шнек	1	Марка ВК - 320	3,0	20	
8	9	Вентилятор	1	ВД - 7	22	10	
9	10	Циклон	1				
10	11	Дизмембратор	1	25 м ³ /год	5,5	20	
11	12	Дезінтегратор	1		50	20	
12	13	Збірник замісу	1				
13	14	Шлюзовий затвір	1				
14	15	Кавітатор	1	КАП-15, 15 м ³ /г	3	20	
15	16	Збірник ФП	1	H= 0,3м, D= 0,5м Об'єм 65 дм ³			
16	17	Вловлювач	1				
17	18	Насос	6	EBARA 3M 40-200/7,5			
18	19	Спиральний теплообмінник “заміс-барда”	1	F=37 м ³			
19	20	АТФО I-ступення	1	V=38 м ³ D=2,29 м, H=9,16 м			
20	21	АТФО II-ступення	1	V=38 м ³ D=2,29 м, H=9,16 м			
21	22	Спиральний теплообмінник “сусло-вода”	1	F=37 м ³			
22	23	Головний бродильний апарат	4	5800/7700, V=180 м ³			
23	24	Бродильний апарати	4	3800/5700, V=90 м ³			
24	25	Передаточний апарат	1	3800/5700, V=90 м ³			
25	26	Дріжджанка	1				
26	27	Маточник	1				
27	28	Збірник ФП (Глюкоамілаза)	1	300/300 Об'єм 65 дм ³			
28	29	Збірник карбаміду	1				
29	30	Збірник артофосфорної кислоти	1	350/300 Об'єм 25 дм ³			
30	31	Спиртовловлювач	1				
31	32	Збірник водно-спиртової суміші	1				
32	33	Зброджувач	1	3800/5700, V=90 м ³			

6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Основна реалізація технохімічного контролю полягає в наступному:

- 1) забезпечення виробництвом та постачанням виробничої продукції, яка не забезпечує органи влади типовими документами;
- 2) поліпшення технологічних відмінностей і збільшення відповідальності всіх виробничих ліній за виробництво товарів;
- 3) застосування заходів з раціонального використання матеріальних ресурсів, постійного створення цієї основи виробництва продуктів із 1т сировини при менших затратах матеріальних, трудових, фінансових та енергетичних ресурсів.

Функції технологічного контролю:

- 1) контроль якості сировини, а також основних та вітчизняних матеріалів;
- 2) контроль якості готового виробництва, пакування, пакування, маркування та замовлення виробничої продукції;
- 3) контроль матеріалів, процесів та матеріалів для збору сировини, матеріалів та готової продукції;
- 4) контроль сировини, матеріалів та виробництва готової продукції;
- 5) контроль реакційної активності, яка використовується для аналізу, пом'якшувачів та дезінфікуючих засобів та готовності до них;
- 6) контроль немінучих прихильностей; підготовка та проведення днів якості продукції та в ній. [13].

Схема технохімічного та мікробіологічного контролю наведена у табл. 6.1.

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 6.1 — Схема технохімічного і мікробіологічного контролю

Об'єкт контро-лю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічний показник	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Зерно, що поступає на виробництво	Від кожної партії	Колір	Органолептичний	Світло-жовтий	1 раз на зміну	Хімік по Сировині
	Від кожної партії	Запах	Органолептичний	Не допускається затхлий	-//-	-//-
	Від кожної партії	Смак	Органолептичний	Смак свіжих огірків	-//-	-//-
	Середньодобова проба	Натура, г	Визначення маси 1л зерна	570 г/л не менше	-//-	-//-
	В зерні, що поступає на вир-во	Засміченість, %	Перебирання з наступним зважуванням	5, не більше	1-2 рази на зміну	-//-
	В зерні, що поступає на вир-во	Вологість, %	Висушуванням до постійної маси	16, не більше	-//-	-//-
	В зерні, що поступає на виробництво	Крохмалистість, %	Поляриметричний метод Еверса	14-17	-//-	-//-

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7
Зерно, що поступає на виробництво	В зерні, що поступає на виробництво	Зараженість, %	Згідно з чинною НД	I сорт 1-5, II сорт 6-10	1 раз на зміну	Хімік по сировині
Зерно при зберіганні	В зерні на зберіганні	Не допускається самонагрівання	Термометр	Температура, 0 °С	Не менше 1 разу в 5 днів	Хімік по сировині
Ферментні препарати	В ферментах, що поступають на виробництво	Зовнішній вигляд, запах, колір	Візуально, нюханням	Інформація про ферменти фірм-постачальників	Від кожної партії, що надходить на завод	Старший хімік
Подрібнене зерно (помел)	Якість подрібнення	Не менше 90% прохід через сито з $d_{отв.}=1\text{мм}$	Просіювання через набір сит з послідовним зважуванням фракцій на технічних вагах	90-100	Після дробарки, 2-3 рази за зміну	Змінний хімік
Заміс	Пробовідбірник на чанку замісу	Температура, °С	Термометром	45-50	5 разів на зміну	-//-
Розварювання замісу	Переточна труба	Температура, °С	Термометром	68-70	5 разів на зміну	-//-
Сусло	Після теплообмінника	СР, %	Ареометричний	24-25		-//-

1	2	3	4	5	6	7
Сусло	Після теплообмінника	Кислотність	Титрометричний	0,02	Змінний хімік	
		Повнота оцукрення	Йодометричний	Жовтий		
		Величина рН	Потенціометричний	3,4-4,5		
		Видима густина, % СР	Ареометричний	Залежно від тривалості		
Дріжджі в період розмноження	Дріжджанка	Видима густина, % СР	Ареометричний	Залежно від тривалості	Систематично не менше 2-3 рази в зміну	-/-
	Дріжджанка	Кислотність, град	Титрометричний	Така як в дріжджевому суслі	-/-	-/-
Виробничі дріжджі	Дріжджанка	Видима густина, % СР	Ареометричний	1/3 початкової концентрації дріжджевого сусла	Перед спуском її у бродильний апарат	-/-
	Дріжджанка	Кислотність, град	Титрометричний	Така як в дріжджевому суслі	-/-	-/-
Виробничі дріжджі	Дріжджанка	Кількість дріжджових клітин	Підрахунок в камері Горяєва	180 млн	Перед спуском її у бродильний апарат	Змінний хімік
	Дріжджанка	Мікробіологічний стан	Мікроскопіювання	Клітина містить в собі глікоген брунькуючі клітини, кількість мертвих клітин не більше 3%	-/-	-/-

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7
Бражка в процесі бродіння	Бродильний апарат	Видима густина сухих речовин, %	Ареометричний	В залежності від тривалості процесу бродіння	Не менше 2-3 разів в зміну з кожного бродильного апарату	-//-
		Кислотність, град.		Наростання кислотності не повинно перевищувати 0,2 град., за весь період бродіння		-//-
		Мікробіологічний стан дріжджів		Дріжджові клітини повинні містити в собі глікоген, брунькуватися, кількість мертвих клітин не повинно перевищувати 3%	При необхідності	-//-

1	2	3	4	5	6	7
До-зріла бражка	Бродиль-ний апарат	Видима густина сухих речовин,%	Ареометричний	Залежно від виду перероблюваної сировини (-0,4 ÷ +0,9)	У кожному бродильному апараті перед згонкою	Змінний хімік
		Вміст незброджених цукрів	Колориметричним методом з антроном, ФЕК	0,250-0,450	-//-	-//-
		Нерозчинений крохмаль,г/100 см ³	Розрахунок при визначенні незброджених вуглеводів	0,1	-//-	-//-
		Кислотність, мг/дм ³	Титруванням	0,25-0,5	-//-	-//-
		Концентрація спирту, %	У дистиляті після перегонки бражки, спиртоміром	7,0-10,0	-//-	-//-

Метрологічне забезпечення технологічного процесу

Надзвичайно важливою ланкою забезпечення якості на виробництві є метрологічна служба. Управління якістю 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 і, відповідно, про якість технологічних процесів та продукції. Забезпечення якості на виробництві визначається як "сукупність всіх взаємопов'язаних заходів щодо планування, підтримки і контролю найефективнішої для народного господарства якості продукції на основі ефективного метрологічного забезпечення при використанні державних стандартів".

Метрологічне забезпечення під час водопідготовки та очищення водно-спиртових сумішей наведено в табл. 6.2.

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Таблиця 6.2 - Метрологічне забезпечення технологічного процесу

№ з/п	Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Параметр, що контролюється	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умови)	Межі вимірювання	Клас точності, допустимі похибки
1	2	3	4	5	6
1	Зерно, що надходить на виробництво	Колір, запах	–	–	–
		Сміттєва та зернова домішки, %	Набір сит лабораторних УКС-СЛ, ваги лабораторні електронні AR 3130	1,0 -2,0 мм 0-200 г	$\Delta \pm 0,07$ мм $\Delta \pm 0,002$ г, 2 клас
		Вологість, %	Шафа сушильна СЕШ-3М	105-130 °С	$\Delta \pm 1$ °С
		Зараженість шкідниками	–	–	–
		Крохмалистість, % а) пшениці б) кукурудзи та жита в) інших зернових культур	Поляриметр круговий СМ-2 Ваги лабораторні ВЛР-200 Млин зерновий лабораторний ЛЗМ-1	0-360 ° 0 – 200 г Наважка зернова 50 г, ємкість стакану 100 см ³	$\Delta \pm 0,04$ ° $\Delta \pm 0,15$ мг, 2 клас
2	Зерно при зберіганні	Температура	Термометр	-20 +70 °С, ціна поділки 1 °С	$\Delta \pm 0,01$ °С
3	Подрібнене зерно (помел)	Якість подрібнення, %	Сита лабораторні	Сито з дрової тканини з квадратними вічками 1,0; 0,8; 0,5 мм	$\Delta \pm 0,07$; 0,06, 0,015 мм
4	Розварена маса (після термоферментативної обробки)	Якість розварювання: колір, консистенція, запах	–	–	–
		Залишковий крохмаль	Сита лабораторні	1,0 мм	$\Delta \pm 0,07$ мм
		Температура в АТФО	Термометр електрореконтактний ТЛ-2	0-150 °С, ціна поділки 1 °С	

Закінчення табл. 6.2

1	2	3	4	5	6
5.	Сусло спиртового виробництва	Видима густина сухих речовин, %	Цукромір	0-25 %	
		Кислотність, °			
		Повнота оцукрювання	–	–	–
		Величина рН, од.	рН-метр	1 – 1000 (рН)	Δ±0,02 (для одновалентних іонів), Δ±0,04 (для двувалентних іонів)
6.	Сусло для дріжджів	Видима густина сухих речовин, %	Цукромір	0-25 %	
		Кислотність, °	–	–	–
		Величина рН, од.	рН-метр	1 – 1000 (рН)	Δ±0,02 (для одновалентних іонів), Δ±0,04 (для двувалентних іонів)
1	2	3	4	5	6
7.	Дріжджі в період розмноження	Видима густина сухих речовин, %	Цукромір	0-25 %	–
		Кислотність, °	–	–	–
8.	Виробничі дріжджі	Видима густина сухих речовин, %	Цукромір	0-25 %	
		Мікробіологічний стан дріжджів	Мікроскоп біологічний LEVENHUK D870T	Збільшує від 40 разів до 2000 разів	–
9.	Зріла бражка	Видима густина сухих речовин, %	–	–	–
		Вміст спирту, % об.	спиртомір	0-10 %	Δ±0,01 %
		Незброджені вуглеводи, г/100 см ³	КФК-2МП	0,1-100%	Δ±0,01 %
		Нерозчинений крохмаль, г/100 см ³	–	–	–

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Служба охорони праці підприємства

Для створення безпечних та нешкідливих умов праці в кожному структурному підрозділі та на кожному робочому місці керівник підприємства (власник) повинен створити систему управління охороною праці та забезпечити її ефективне функціонування. Система управління охороною праці (СУОП) є невід'ємною частиною управління бізнесом, що включає прогнозування та планування, організацію роботи, координацію та регулювання, активацію та стимулювання, контроль, облік та аналіз. Управління охороною праці - це підготовка, прийняття та реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, здоров'я та працездатності людини в процесі праці [2].

Управління охороною праці на підприємстві здійснює його керівник (власник); у магазинах, службах та на місці - керівник відповідних відділів та служб. Для цього розробляються та затверджуються положення про систему управління охороною праці на підприємстві.

Організаційно-методичну роботу в галузі управління охороною праці, підготовку управлінських рішень та контроль за їх виконанням виконує служба охорони праці, яка безпосередньо підпорядковується керівнику підприємства. На підприємствах виробничої сфери з кількістю працівників до 50 осіб, невиробничих - до 100 осіб, функції цієї послуги можуть виконувати люди з відповідною зовнішньою професійною освітою [2].

Умови праці визначаються характером і важкістю виконуваної роботи, а також параметрами виробничого середовища. При плануванні робочого місця він був захищений від впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів завдяки тому, що робітник не зменшував зазначену продуктивність під час зміни, витрачалася мінімальна кількість фізичних зусиль.

На ефективність праці, добробут та здоров'я працівників суттєво впливає робоче середовище.

Виробниче середовище характеризується мікрокліматичними умовами, складом та ступенем повітряної пилу, рівнями шуму та вібрації, типом та якістю освітлення, наявністю та інтенсивністю теплового, електромагнітного випромінювання та деякими іншими факторами.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		65

7.2 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників на спиртовому заводі

Згідно із санітарними вимогами для кожного робочого місця нормуються:

- мікроклімат;
- стан повітря робочої зони;
- шум;
- вібрація;
- освітленість;
- виробничі випромінювання.

7.2.1 Мікроклімат виробничого приміщення

Стан повітря у виробничому приміщенні називається мікрокліматом або метрологічними умовами [2, 6].

Мікроклімат або метрологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами:

- температура повітря в приміщенні, оС;
- відносна вологість, %;
- рухливість повітря, м / с;
- теплового випромінювання, Вт/м².

Всі ці параметри, як окремо і в комплексі, впливають на фізіологічні функції організму - його терморегуляцію та визначають самопочуття. Мікроклімат виробничих приміщень нормалізується залежно від теплових характеристик промислової зони, категорії матеріальних робіт та пори року.

Основним нормативним документами, що встановлює вимоги до мікроклімату є ДСН 3.36.042-99 "Санітарні стандарти щодо мікроклімату виробничих приміщень" [6].

Оптимальні мікрокліматичні умови - це такі параметри мікроклімату, які під час тривалої та систематичної дії на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму без тиску та порушень механізмів терморегуляції. Вони створюють відчуття теплового комфорту та передумови для високого рівня ефективності роботи. Категорії робіт нормують залежності від важкості та періоду року [6].

Для того, щоб виявити наявність шкідливих та небезпечних виробничих факторів, необхідно проаналізувати роботу обладнання відділень термоферментної обробки та бродіння.

Оптимальні параметри мікроклімату для проєктованих відділень наведені в табл. 6.1 [6].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Таблиця 7.1 – Оптимальні параметри мікроклімату для відділень термоферментативної обробки замісів та зброджування крохмалевмісної сировини

Виробничі ділянки	Категорія робіт	Період року	Оптимальні			Фактичні		
			t, °C	W, %	V, м/с	t, °C	W, %	V, м/с
Відділення термоферментативної обробки	Па	Теплий	21-23	40-60	0,3	23-25	55	0,2
		Холодний	18-20	40-60	0,2	20-22	55	0,2
Дріжджеброди-льне відділення	Пб	Теплий	20-22	40-60	0,3	21-23	55	0,2
		Холодний	17-19	40-60	0,2	18-20	55	0,2

Параметри мікроклімату у проєктованих відділеннях знаходяться майже в межах норми, тому оптимальну температуру в них потрібно забезпечувати кондиціонуванням повітря та припливно-витяжною вентиляцією.

7.3.2 Склад повітря робочої зони

У відділах термоферментної періодичної обробки та бродиння сировини, що містить крохмаль, повітря робочого простору може забруднюватися шкідливими речовинами, які виникають в результаті технологічного процесу. Ці речовини потрапляють у повітря у вигляді пилу, газів або парів і негативно впливають на організм людини. Залежно від токсичності та концентрації в повітрі вони можуть спричинити хронічні отруєння чи професійні захворювання. Забруднення повітря регулюється відповідно до документа ДСН 3.36.042-99 "Санітарні норми щодо мікроклімату виробничих приміщень". Відповідно до вказаних норм підвищена запиленість повітря в робочій зоні обумовлена небезпечними та шкідливими факторами виробництва [6]. Забруднення повітря робочої зони регулюється гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг / м³, які наведені в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Найменування речовини	ГДК, мг/м ³	Фактична ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан в умовах виробництва	Клас безпеки	Особливості і дія на організм
Карбамід (сечовина)	10	3-4	а	III	Аерозоль переважно фіброгенної дії
Сірчана кислота	1	0,1-0,2	а	III	Аерозоль переважно фіброгенної дії
Пил зерна (кукурудзи)	4	1	а	III	Аерозоль переважно фіброгенної дії

Зробивши оцінку усіх робочих зон, відповідно до вимог ДСН 3.36.042-99, можна зробити висновок, що всі шкідливі речовини у повітрі робочої зони знаходяться в межах норми.

7.3.3. Виробничий шум і вібрація

Шум

Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6-37-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Цей стандарт також встановлює класифікацію шуму, вимоги до шумових характеристик і до захисту від шуму на робочих місцях [6].

Гранично-допустимий рівень шуму на постійних робочих місцях та на території підприємства не повинен перевищувати 80 дБ. Працюючим не дозволено перебування в зоні з рівнем звукового тиску більше як 135 дБА.

У відділеннях термоферментативної обробки замісів та зброджування крохмалевмісної сировини шум виникає від такого обладнання: дезінтегратора, вентилятора, циклону, дисмембратора, збірника замісу, контактної головки, апаратів термоферментативної обробки, спіральних теплообмінників, відцентрових насосів і складає 55 дБ. Отже, рівень шуму знаходиться в межах норми.

Вібрація

Гігієнічний розподіл вібрацій згідно з ДСН 3.3.6.039-99 "Державні гігієнічні стандарти промислових загальних та місцевих вібрацій" передбачає визначення гранично допустимих рівнів швидкості вібрації в м/с [6].

У відділеннях термоферментної обробки та бродіння вібрації виникають від таких пристроїв: дезінтегратор, вентилятор, циклон, знос, пакетний колектор, контактна головка, термоферментні пристрої для обробки, спіральні теплообмінники, відцентрові насоси.

7.3.4 Освітлення виробничих приміщень

У проєктованих відділеннях освітлення робочих місць здійснюють природним двостороннім світлом при денному світлі та штучним світлом у вечірній та нічний час.

Стандарти штучного освітлення робочих місць для відповідних професій відповідно ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [2] наведені в табл. 7.3.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Таблиця 7.3 – Норми штучної освітленості робочих місць

Найменування приміщень, виробництв	Найменування професії	Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк при газоро-зрядних лампах	Фактична освітленість, лк
Відділення термоферментативної обробки	Варильник харчової сировини і напівфабрикатів	Середня точність	IV	200	190
Бродильне відділення	Апаратник процесу бродіння	Грубе (дуже малої точності)	VI	150	145

Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла - білих лампочок ЛД-40 (F = 2800 лм), які забезпечують мінімальне освітлення в відділенні термоферментативної обробки 200 люкс та бродильному відділенні, що містить крохмаль сировини 150 люкс. Ось чому освітлення проєктованих відділень знаходиться в межах норми.

7.3.5 Теплові випромінювання

Тривале випромінювання тепла пояснюється несприятливими погодними умовами, які негативно впливають на організм людини, порушуючи терморегуляцію, погіршуючи стан здоров'я, знижуючи продуктивність праці. Температура поверхні обладнання не повинна перевищувати 45 оС, а в приміщеннях із спекою і вибухонебезпечною атмосферою - 35 °С [2].

У відділенні термоферментної обробки поверхня апаратів ТФО може сягати 95 °С, тому потрібно їх теплоізулювати, щоб температура поверхонь в зоні людської діяльності не перевищувала 45 °С. У цьому відділенні відбувається також теплове випромінювання, для усунення якого встановлюються вентиляційні системи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі за результатами техніко-економічного аналізу сучасних методів та режимів та розрахунків обґрунтована технологія переробки кукурудзи на спирт етиловий ректифікований із впровадженням сучасних технологій економії енергії та ресурсів, яка має такі переваги.

1. Застосування фільтрату барди в кількості 30% зменшує споживання технологічної води, зменшує в'язкість замісу та сусла, збільшує бродильну активність дріжджів, особливо в умовах дефіциту азоту, викликаного використанням ферментних препаратів, зменшує технологічні втрати внаслідок часткового повернення зброджуваних вуглеводів.

2. Низькотермоферментативна обробка замісу за температури 85... 90 °С зменшує споживання пари в 2,5 рази, що значно знижує вартість готової продукції.

3. Впровадження термоферментної обробки сировини також забезпечує більш м'який режим процесу, завдяки чому зменшуються втрати вуглеводів на утворення меланоїдинів, карамелей та оксиметилфурфуролу.

4. Застосування дріжджів раси ДО-16 дозволяє збільшити концентрацію спирту в дозрілій бражці до 12,0-16,0 % об., що сприяє зменшенню витрат води на охолодження дозрілої бражки та пари для її перегонки.

5. Застосування антисептика Полідез забезпечить максимальну стерильність процесів культивування дріжджів та збродження сусла.

6. За результатами продуктових розрахунків розраховане та підібране технологічне та допоміжне обладнання.

7. Розроблено схему технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва дозрілої бражки.

8. Розроблено заходи щодо охорони навколишнього середовища, забезпечення безпечних умов праці та санітарії у проєктованих відділеннях.

9. Безперервний спосіб має переваги: більший вихід спирту з 1т крохмалю і його отримання з 1 м³ бродильного апарата за добу. Отже, при використанні безперервного бродіння сусла із крохмальвмісної сировини вихід спирту збільшується на 0,33 дал /т умовного крохмалю порівняно із періодичним способом бродіння. Спиртозйом з 1 м³ бродильного апарату збільшується до 2,3 дал/(м³×добу) порівняно з 2,0 дал/(м³×добу) за періодичного бродіння, тобто збільшується продуктивність бродильного відділення.

Тому застосування вищезазначених заходів є основою ресурсозберігаючої технології для переробці зерна на спирт із значним зменшенням матеріальних, енергетичних та людських ресурсів.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		70

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуць В.С., Євтушенко О. В. Основи промислового будівництва та санітарної техніки [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студентів напрямів підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 6.050601 «Теплоенергетика», 6.050604 «Енергомашинобудування» денної форми навчання. Київ: НУХТ, 2012. 120 с.

2. Гуць В.С., Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студентів денної форми навчання. Київ: НУХТ, 2016. 110 с.

3. ДГН 6.6.1.1-130-2006 Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Затверджені МОЗ України 03.05.2006 № 256 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 17.07.2006 за № 845/12719. (Державні гігієнічні нормативи).

4. Дипломне проектування: методичні вказівки до виконання і захисту дипломного проекту студентами денної та заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробства» напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, В.О. Маринченко та ін. Київ : НУХТ, 2010. 53 с.

5. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Вода питна. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010–12–05]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Державні санітарні правила і норми).

6. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 01.12.1999 р.]. Затвердженні постановою Головного державного санітарного лікаря України № 42 від 01 грудня 1999 р. (Державні санітарні правила і норми).

7. ДСТУ 4221:2003 Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. [Чинний від 2008-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.

8. ДСТУ 4525:2006 Кукурудза. Технічні умови. [Чинний від 2007-04-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 21 с.

9. ДСТУ 7402-2013 Фракція головна етилового спирту. Технічні вимоги. [Чинний від 2013-12-11]. Київ : Держспоживстандарт України, 2013. 23 с.

10. ДСТУ 7940-2015 Масло сивушне. Технічні вимоги. [Чинний від 2016-09-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с.

11. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		71

продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ : НУХТ, 2012. 67 с.

12. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навч. / уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, В.І. Бабенко та ін. Київ: НУХТ, 2017. 45 с.

13. Проектування підприємств галузі з основами САПР: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, З.М. Романова, М.В. Карпутіна. Київ : НУХТ, 2015. 92 с.

14. Технології продуктів спиртового бродіння. Модуль 2. Технологія спирту [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсової роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, В.П. Маринченко, С.І. Олійник та ін. Київ : НУХТ, 2020. 92 с.

15. ТР У 00032744–812–2002 Технологічний регламент виробництва спиртових бражок при низькотемпературному розварюванні крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів. Затверджений Головою Державного департаменту продовольства Мінагрополітики України Ю.В. Жихаревим 16.12.2002. Київ. 2002. 92 с. (Нормативний документ Мінагрополітики України. Технологічний регламент)

16. Технологія спирту: підручник / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян та ін. // під ред. В.О. Маринченка. Вінниця: Поділля-2000, 2003. 496 с.

17. Технологія спирту, лікєро-горілочаних напоїв та дріжджів у задачах і прикладах: навч. посіб. / В.О. Маринченко, А.М. Куц, П.Л. Шиян та ін. // за ред. В.О. Маринченко. Київ: НУХТ, 2015. 354 с.

18. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія. Київ: Видавничий дім «Асканія», 2009. 424 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		72