

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)

« » червня 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 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 варильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн дал на рік з інтенсифікацією процесу освітлення пивного сусла**

Виконав: здобувач 4 курсу,

групи ТБ-4-8 (або ТБ-4-8ск)

НЕБЕСЬКА Валерія Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник МУКОЇД Роман Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Рецензент КАРПОВИЧ Інна Віталіївна

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

Валерія НЕБЕСЬКА

(підпис)

Київ НУХТ– 2023

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
27 березня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ
Небеської Валерії Анатоліївни

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн дал на рік з інтенсифікацією процесу освітлення пивного сусла
Керівник роботи Мукоїд Роман Миколайович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від 28 березня 2023 року
№ 196-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 05 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Передбачити виробництва сортів пива: Берлінське світле, Прибалтійське напівтемне, Портер темне.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які повинно розробити)

Титульна сторінка. Завдання на проектування. Зміст. Вступ. 1. Обґрунтування та вибір способів і режимів освітлення пивного сусла у виробництві пива. 2. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів. 3. Технологічні розрахунки. 4. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 5. Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва. 6. Екологічна частина. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

1. Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

2. Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|-----------------|
| 1. | Структура підприємства та режими його роботи | 11.04.23-08.05.23 | Виконано |
| 2. | Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва білих столових сухих вин за кахетинською технологією | | |
| 3. | Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів | | |
| 4. | Технологічні розрахунки | 10.05.23-14.05.23 | Виконано |
| 5. | Розрахунки та підбір технологічного обладнання | | |
| | 1-а атестація | 15.05.23 | Виконано |
| 6. | Викреслювання апаратурно-технологічної схеми | 16.05.23-21.05.23 | Виконано |
| 7. | Оформлення креслення і погодження з керівником | | |
| 8. | Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення | 22.05.23-24.05.23 | Виконано |
| 9. | Охорона праці | 25.05.23-27.05.23 | Виконано |
| 10. | Оформлення пояснювальної записки | 28.05.23-05.06.23 | Виконано |
| | 2-а атестація | 05.06.23 | Виконано |
| 11. | Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат | 01.06.23-15.06.23 | Виконано |
| 12. | Попередній розгляд проекту на кафедрі | | Виконано |
| 13. | Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК | 16.06.23-19.06.23 | Виконано |
| 14. | Захист роботи в ЕК | Згідно графіку | |

Здобувач

_____ Валерія НЕБЕСЬКА

Керівник роботи, доцент

_____ Роман МУКОЇД

АНОТАЦІЯ

У даній кваліфікаційній роботі розглянута тема: «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн дал на рік з інтенсифікацією процесу освітлення пивного сусла». Наведно характеристики проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів, здійснено обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва.

Проаналізовані сучасні способи та новітнє обладнання для процесу освітлення, які дозволяють інтенсифікувати технологічні процеси та підвищити потужність варильного відділення.

Виконані продуктові розрахунки по асортименту трьох сортів пива: Берлінське, Прибалтійське, Портер.

На основі аналітичних досліджень розраховане та підібране технологічне обладнання варильного відділення. Розроблена схема технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва.

У даній кваліфікаційній роботі проекті прийнято наступні технологічні рішення:

- ✓ передбачено виробництво наступних сортів пива: Берлінське, Прибалтійське, Портер;
- ✓ транспортування зернопродуктів із сховища відбувається механічним транспортом (норія, шнековий транспортер);
- ✓ приготування затору одновідварним способом - на даний час він є найпоширенішим способом приготування затору;
- ✓ проведення фільтрування затору відбувається на фільтр-пресі;
- ✓ для інтенсифікації процесу освітлення пивного сусла на виробництві використовують гідроциклонний апарат Вірпул;
- ✓ охолодження за допомогою пластинчастого теплообмінника;

Ключові слова: ячмінь, хміль, солод, варильне відділення, освітлення, дробина, вірпул, карагенани, ірландський мох.

| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | АНОТАЦІЯ | Арк. |
|-----|-----|----------|--------|------|----------|------|
| | | | | | | 4 |

ANATATION

The subject of this qualified robot was considered: “The project of brewing supply to the brewery with a pressure of 8 million gave for the brewery with the intensification of the process of clarification of the beer wort”. The characteristics of the designed products, syrovina, basic and additional materials, the priming and choice of methods and modes of vibration were determined.

Analyzed modern methods and innovations for the process of lighting, as they allow the intensification of technological processes and increase the tension of the varicose ventilation.

Vikonany produkti razrakhunki on the range of three sorts of beer: Berlin, Baltic, Porter.

On the basis of the insurance premium and the technologically advanced brewing allowance. The scheme of technochemical and microbiological control of virobnizstva has been expanded.

This qualified robotic project has adopted the following technological solutions:

- ✓ The selection of new beers has been changed: Berlin, Baltic, Porter;
- ✓ Transportation of grain products from the warehouse is carried out by mechanical transport (elevator, screw conveyor);
- ✓ Preparation of congestion in a single way - for a given hour of wine in the widest way of preparation of congestion;
- ✓ Carried out filtering of congestion in the filter press;
- ✓ For intensification of the process of clarification of beer wort on vicarious extraction, use the Virpul hydrocyclone apparatus;
- ✓ Cooling for the help of a plate heat exchanger;

Key words: barley, hops, malt, brewing, clarification, grain, whirlpool, carageenan, Irish moss.

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ANATATION | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|-----------|------|
| | | | | | | 5 |
| | | | | | | |

ABSTRAKT

In diesem qualifizierten Roboter wurde das Thema behandelt: „Das Projekt der Brauversorgung der Brauerei zur Erschöpfung von 8 Millionen Bier für den Fluss mit der Intensivierung des Prozesses der Klärung der Bierwürze“. Angegebene Eigenschaften der entworfenen Produkte, Syrovin, Grund- und Zusatzmaterialien, Grundierung und Auswahl der Methoden und Auswahlmodi.

Analysiert moderne Methoden und Innovationen für den Beleuchtungsprozess, da sie die Intensivierung technologischer Prozesse ermöglichen und die Spannung der Variantenlüftung erhöhen.

Vikonany produkti rorazrahunki Sortiment aus drei Biersorten: Berlin, Baltic, Porter.

Auf Basis der Versicherungsprämie und der technologisch fortschrittlichen Brauzulage. Das Schema der technochemischen und mikrobiologischen Kontrolle von Virobnizstva wurde erweitert.

Dieses qualifizierte Roboterprojekt hat die folgenden technologischen Lösungen übernommen:

- ✓ Die Auswahl an neuen Bieren wurde geändert: Berlin, Baltic, Porter;
- ✓ Der Transport der Getreideprodukte aus dem Lager erfolgt durch mechanischen Transport (Aufzug, Schneckenförderer);
- ✓ Vorbereitung des Staus auf eine einzige Art und Weise – für eine gegebene Stunde Wein im weitesten Sinne der Zubereitung des Staus;
- ✓ Filterung von Staus in der Filterpresse durchgeführt;
- ✓ Um den Klärungsprozess der Bierwürze bei der stellvertretenden Extraktion zu intensivieren, verwenden Sie den Virpul-Hydrozyklon.
- ✓ Kühlung mit Hilfe eines Plattenwärmetauschers;

Schlüsselwörter: Gerste, Hopfen, Malz, Brauen, Klärung, Getreide, Whirlpool, Carrageenan, irisches Moos.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|----------|------|
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ABSTRAKT | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| | | | | | | |

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 8 |
| 1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ..... | 9 |
| 2. ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ..... | 10 |
| 2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції..... | 10 |
| 2.2 Принципова технологічна схема виробництва..... | 12 |
| 2.3 Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів..... | 13 |
| 2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми..... | 20 |
| 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ..... | 21 |
| 3.1 Характеристика проекрованої продукції | 22 |
| 3.2 Характеристика сировини..... | 23 |
| 3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів..... | 28 |
| 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ..... | 30 |
| 4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків..... | 31 |
| 4.2 Продуктові розрахунки..... | 31 |
| 4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів..... | 33 |
| 5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ | 36 |
| 6.ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ..... | 46 |
| 7. ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 52 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 55 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 56 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|--------------|--------|------|--|--|--|--------------------|------|---------|--|--|
| | | | | | Тема: «Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн дал на рік з інтенсифікацією процесу освітлення пивного сусла». | | | | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Пояснювальна записка | | | Літ. | Арк. | Аркушів | | |
| | | | | | | | | | | 7 | | |
| Розроб. | | Небеська В.А | | | | | | Кафедра БПБВ, 2023 | | | | |
| Перевір. | | Мукоїд Р.М.. | | | | | | | | | | |
| Затверд. | | Куц А.М. . | | | | | | | | | | |

ВСТУП

Варильне відділення на пивзаводі є ключовим етапом виробництва включає такі основні завдання: приготування сусла, його освітлення, додавання хмелю, кип'ятіння і охолодження, ферментація, зберігання і контроль якості.

У даній кваліфікаційній роботі пропонується такий асортимент пива: Берлінське, Прибалтійське, Портер.

Наука і техніка в галузі пивоварної промисловості постійно розвиваються і вносять значний внесок у виробництво пива. Є кілька актуальних тенденцій і досягнень у цій галузі, такі як:

Нові сорти солоду і хмелю. Вчені постійно працюють над розробкою нових сортів солоду і хмелю з різними ароматичними та смаковими характеристиками. Це дозволяє пивоварним компаніям експериментувати зі створенням унікальних смаків та ароматів пива.

Технології освітлення. Розроблено нові технології освітлення, за допомогою сучасного обладнання та новітніх освітлюючих агентів, таких як ірландський мох, желатин і риб'ячий клей, які сприяють коагуляції та осіданню білків та інших твердих речовин, полегшуючи їх видалення із сусла.

Завданням даної кваліфікаційної роботи є: розглянути процес та способи інтенсифікації освітлення пивного сусла, надати характеристику проектованої продукції, основної сировини та допоміжних матеріалів; провести продуктові розрахунки трьох сортів пива, розрахувати та підібрати технологічне обладнання варильного відділення.

Робота викладена на 56 сторінках формату А4, графічний матеріал включає апаратурно-технологічну схему варильного відділення, викладену на 1 аркуші А1.

| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ВСТУП | Арк. |
|-----|-----|----------|--------|------|-------|------|
| | | | | | | |
| | | | | | | 8 |

1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

На кожному пивоварному підприємстві має бути структура, що складається з основних, побічних, допоміжних та обслуговуючих цехів та відділень. Головними виробничими підрозділами заводу є:

Відділення підготовки сировини для переробки:

- ✓ приймання зернопродуктів;
- ✓ очищення зернопродуктів;
- ✓ подрібнення зернопродуктів
- ✓ варильний цех;

Цех ферментації:

- ✓ дріжджове відділення;
- ✓ відділення бродіння та доброджування;
- ✓ фільтраційне відділення.

Цех водопідготовки; цех розливу:

- ✓ цех розливу у скло пляшку;
- ✓ цех розливу у кеги;
- ✓ виробнича лабораторія;
- ✓ відділ технічного контролю

Допоміжними підрозділами підприємства є:

- ✓ транспортний підрозділ;
- ✓ механічна майстерня;
- ✓ будівельний підрозділ;
- ✓ котельня;
- ✓ станція рекуперації CO₂.

До обслуговуючих підрозділів заводу належать:

- ✓ склад сировини та допоміжних матеріалів;
- ✓ склад тари;
- ✓ склад готової продукції.

Режим роботи цеху

Підприємство працює 330 діб на рік. Режим роботи підприємства двозмінний: I зміна з 8.00 до 20.00 год. II зміна з 20.00 до 8.00 год.

Зазвичай, робочий тиждень обмежений 40 годинами. Робочим графіком передбачена обідня перерва тривалістю 40 хвилин, а також дві 30-хвилинні перерви на відпочинок, які розподіляються по різних половинах робочої зміни. Тривалість робочого дня напередодні святкових або неробочих днів скорочується на одну годину.

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

2 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

Проект варильного відділення пивзаводу з інтенсифікацією процесу освітлення пивного суслу потужністю 8 млн дал на рік виробляють такі сорти пива: Берлінське, Прибалтійське, Портер.

Таблиця 2.1 – Асортимент проектованої продукції

| Найменування сорту пива | Відсоток від загальної кількості | Виробництво на | |
|--------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|
| | | рік, млн. дал | добу, тис. дал |
| Берлінське світле | 50 | 4,0 | 10958,9 |
| Прибалтійське напівтемне | 35 | 2,8 | 7671,2 |
| Портер темне | 15 | 1,2 | 3287,7 |
| <i>ВСЬОГО</i> | <i>100</i> | | |

Берлінське світле пиво. Відоме також як "Berliner Weisse", має свої унікальні переваги, які роблять його привабливим вибором, тому його було обрано у даній кваліфікаційній роботі. Берлінське світле пиво має кілька переваг з точки зору пивоварної промисловості.

✓ Популярність: Берлінське світле пиво є одним з найпопулярніших стилів пива у світі. Його високий попит серед споживачів створює ринкові можливості та забезпечує сталу популярність продукту.

✓ Розпізнаваність бренду: Берлінське світле пиво, завдяки своїй унікальній рецептурі і характерному смаку, може стати визнаним брендом в пивоварній промисловості. Це сприяє розпізнаваності продукту і залученню шанувальників пива.

✓ Міжнародний ринок: Берлінське світле пиво може мати потенціал для експорту на міжнародний ринок. Світлі пива є популярними у багатьох країнах, і успішне виробництво та експорт берлінського світлого пива може принести пивзаводам значні прибутки та розширити їх клієнтську базу.

Прибалтійське напівтемне пиво. Переваги даного сорту пива:

✓ Унікальний смаковий профіль: Напівтемне пиво поєднує в собі характеристики світлого і темного пива, що створює унікальний смаковий профіль. Воно має збалансовану гіркуватість темного пива і легкість світлого пива, що може привернути шанувальників обох стилів.

✓ Розширення асортименту та ринковий потенціал: Напівтемне пиво додає різноманітності до асортименту пивзаводу. Розширення асортименту дозволяє пивоварні привернути більше споживачів і задовольнити різні смакові уподобання.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|---|------|
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| | | | | | | 10 |

✓ **Можливості експериментів:** Напівтемне пиво дає пивоварні можливість експериментувати з рецептурами і смаковими профілями. Варіації у співвідношенні світлого і темного солоду, використання різних сортів хмелю та дріжджів дозволяють створювати унікальні інтерпретації напівтемного пива.

✓ **Популярність серед споживачів:** Напівтемне пиво є популярним серед споживачів, які цінують багатий смаковий діапазон і більш складний смак.

Портер темне пиво. Пиво стилю "портер" був обраний даною роботою, тому що має кілька переваг з точки зору пивоварної промисловості, таких як:

✓ **Багатий і складний смак:** Портер відомий своїм багатим, насиченим смаком, який поєднує нотки карамелі, шоколаду, кави, печених зерен та інших ароматів. Цей складний смак забезпечує високу якість пива та може привернути шанувальників, які цінують більш інтенсивні та комплексні смакові прояви.

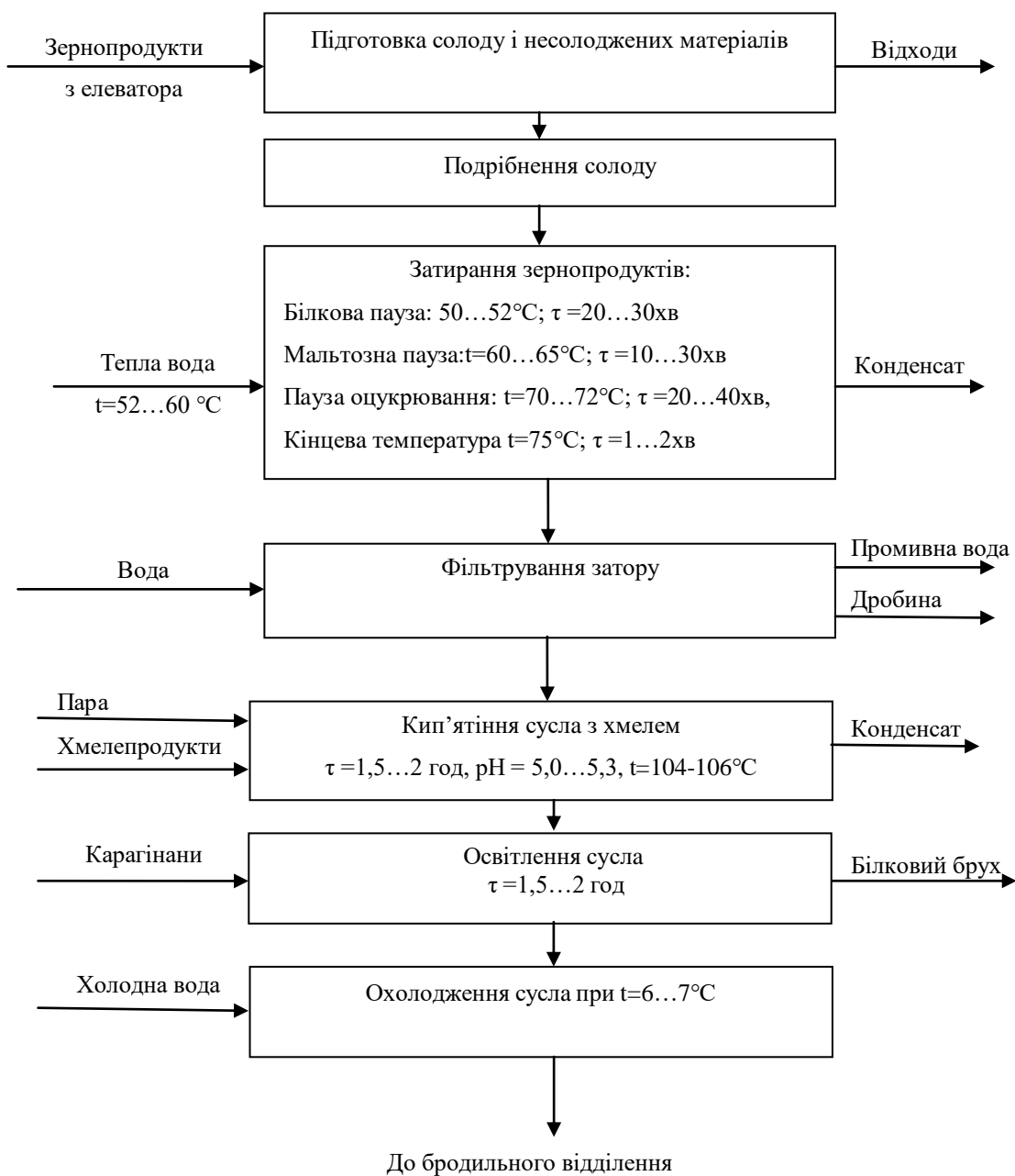
✓ **Унікальний стиль:** Портер є традиційним стилем пива з багатою історією. Він має свої власні характеристики, рецептури та технології виготовлення, що відрізняють його від інших стилів пива. Це дає пивоварням можливість вирізнитися на ринку та привертати увагу споживачів, які цінують автентичність і унікальність.

✓ **Варіативність:** Портер може мати різні варіації та модифікації, такі як балтійський портер, американський портер, імперський портер тощо. Це дозволяє пивоварням експериментувати зі складом, хмелевими сортами, солодами та іншими інгредієнтами, щоб створити унікальні смакові профілі та задовольнити різні смаки.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---|------|
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| | | | | | | 11 |

2.2 Принципова технологічна схема

Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла у варильному відділенні наведена на рис. 2.1



| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| | | | | |

2.3 Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів

Транспортування. До моменту подрібнення, ячмінь і готовий солод повинні пересуватися всередині підприємства неодноразово. Для транспортування сипучого матеріалу до заводу використовуються два типи транспортних засобів.

- ✓ механічні;
- ✓ пневматичні, за допомогою яких сипучий матеріал переміщується по трубопроводам потоком повітря.

Розрізняють такі механічні транспортні засоби:

- ✓ норії, або елеватори для вертикального переміщення;
- ✓ шнекові транспортери;
- ✓ стрічкові транспортери для горизонтального переміщення.

Перевагами норії є те, що це найбільш рентабельний транспортний засіб (в зв'язку з невеликим енергоспоживанням), і саме тому норії набули широкого розповсюдження. Вони легкі в обслуговуванні, безпечні в експлуатації і потребують мінімального догляду і ремонту.

Але норії мають і недоліки, до яких можна віднести те, що нижня частина норії ніколи не випорожнюється повністю. Це особливо негативно впливає, коли одним і тим же підйомником піднімають різні види сипучих матеріалів. Крім того, якщо відбувається збій в електропостачанні, то норія під тяжкістю наповнених ковшів починає рух в протилежну сторону. В зв'язку з цим монтують спеціальний блокуючий пристрій.

Найбільш розповсюдженим засобом для горизонтального транспортування ячменю і солоду до цих пір залишається **шнековий транспортер**. Перевагами шнекового транспортеру є те, що не дивлячись на досить високе енергоспоживання, він являється досить рентабельним видом горизонтального (або з підйомом до 30°) транспорту. Тому для переміщення на короткі відстані застосовують, в основному, шнекові транспортери.

Недоліком його являється те, що між жолобом і гвинтом шнеку завжди повинен залишатися проміжок від 3 до 5 мм (в протилежному випадку шнек буде зачіпляти за жолоб), і тому повне випорожнення жолобу неможливе. Крім того краї шнеку з часом гостро заточуються і можуть пошкоджувати зерно.

Очищення зернопродуктів. Очищення зернопродуктів на пивзаводі проходить кількома етапами, включаючи наступні:

- ✓ Попереднє очищення: Зерно попадає на пивзавод і проходить спочатку через процес попереднього очищення. На цьому етапі відбувається видалення великих домішок, таких як камені, грубі залишки рослин, пальне насіння, дрібні тверді частинки, які можуть пошкодити обладнання або вплинути на якість пива. Цей процес зазвичай включає вібраційні сита, магнітні сепаратори і може включати важільні машини для розсіювання зерна.

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | | 13 |

✓ Вологе очищення: Після попереднього очищення зерно піддається вологому очищенню, де використовуються спеціальні пристрої, наприклад, мокрі сепаратори або гідроциклони. Цей процес допомагає видалити пил, пісок, дрібні насінневі шкурки та інші домішки, що можуть бути присутні на поверхні зерна.

✓ Сорткування: Після вологого очищення зерно може пройти через процес сорткування і калібрування, де використовуються спеціальні сита або грохоти. Цей процес допомагає розділити зерно на різні фракції в залежності від розміру і форми, забезпечуючи однорідність зернопродукту.

✓ Магнітне сепарування: Для видалення металевих домішок, таких як дрібні металеві частинки або феромагнітні тіла, використовуються магнітні сепаратори. Ці пристрої здатні притягувати і видаляти металеві домішки з потоку зерна, що попадає до них.

✓ Фінальне очищення: Після всіх попередніх етапів очищення може відбуватися фінальне очищення зерна від залишків домішок. Це може включати використання спеціальних сит або сепараторів з повітряною струмінню, які видаляють останні залишкові частинки пилу, плови або інших легких домішок.

Ці процеси виконуються на пивзаводі для очищення зерна перед його подальшою обробкою і використанням у виробництві пива. Важливо забезпечити якість і чистоту зерна, оскільки це має вплив на смак, аромат і якість пива.

Подрібнення солоду. При подрібненні солоду в мокрому стані, оболонка зерна залишається майже непошкодженою і тим самим поліпшується фільтрування затору та підвищується вихід екстракту. Замочування сухого солоду перед подрібненням дає можливість виділити небажані гіркі й дубильні речовини, а також кремнієву кислоту, отже поліпшується смак пива.

Була обрана молоткова дробарка нового покоління «Meura». Основний принцип дії молоткової дробарки полягає в тому, що зерно проходить через ротор, на якому розміщені молотки, які розмелюють його на більш дрібні частинки. За допомогою ротора обертаються змінні сталеві пластини з швидкістю від 60 до 100 м/с, розбиваючи зерно ячменю.

Затирання. Затирання – один з найважливіших процесів при виробництві суслу. Після подрібнення зернопродукти направляють на передзаторний апарат, де відбувається процес затирання, тобто змішування сировини з водою. Затирання проводиться наступним способом. Для приготування затирання відварки використовують помел пшениці та підготовлену. Далі змішаний з водою помел підігрівають у заторному (відварному).

При затиранні помел зернопродуктів перемішуються з водою, компоненти солоду переходять у розчинений стан і стають речовинами екстракту. Метою затирання – є розщеплення крохмалю на зброджувані цукри і розчинні декстрини. При цьому утворюються і інші екстрактивні речовини. Основна кількість екстракту утворюється при затиранні завдяки

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | | 14 |

дії ферментів, які можуть діяти при оптимальних для них умовах. При затиранні подрібненого солоду чи суміші подрібненого солоду і несолоджених матеріалів розчиняються часточки речовин, які можуть переходити у розчин без участі ферментів, набухають речовини, що знаходяться в колоїдному стані. Для затирання необхідно створити оптимальні умови для ферментів, тому планується витримування затору при температурі, яка найбільш сприятлива для дії гідролітичних ферментів. Важливими температурними паузами:

- ✓ Білкова пауза: $50...52^{\circ}\text{C}$; $\tau = 20...30\text{хв}$
- ✓ Мальтозна пауза: $t=60...65^{\circ}\text{C}$; $\tau = 10...30\text{хв}$
- ✓ Пауза оцукрювання: $t=70...72^{\circ}\text{C}$; $\tau = 20...40\text{хв}$,
- ✓ Кінцева температура $t=75^{\circ}\text{C}$; $\tau = 1...2\text{хв}$.

При затиранні відразу ж починається активація ферментативних процесів і у цей момент рекомендується проводити біологічне підкислення.

Процес оцукрювання контролюється за йодною реакцією, тому що крохмаль і декстрини утворюють різний колір з йодом:

- ✓ крохмаль і амілодекстрини → синій;
- ✓ еритродекстрини → червоно-бурий;
- ✓ ахродекстрини і інші продукти гідролізу колір йодного розчину

не змінюють.

Процес фільтрування затору. Після затирання затір складається із суміші розчинних і нерозчинних в воді речовин. Водяний розчин екстрактивних речовин називається суслом, а нерозчинна частина – дробина. Дробина в основному складається із м'яких оболонок, зародків і інших речовин, нерозчинних внаслідок затирання.

Для приготування пива використовують сусло, яке повинно бути відділене від дробини як можна краще. Процес розділення фаз називають фільтруванням.

Фільтрування – процес розділення неоднорідних систем із твердою дисперсною фазою, що ґрунтується на затриманні твердих часточок і пропускання прозорої рідини пористими перегородками.

Фільтрування затору на фільтраційному апараті - процес, при якому дробина бере на себе роль фільтруючого матеріалу.

Фільтрування затору на фільтрпресі. Послідовність операцій при роботі на фільтрпресі:

- ✓ наповнення фільтрпресу під надлишковим тиском 0,15 – 0,2 бар.
- ✓ фільтрування. При цьому перші 10 хвилин тиск зростає, до постійного. Коли весь затір пройде через фільтр, всі камери мають заповнитися дробиною. Збір першого суслу близько 20 хвилин.

✓ перше стиснення. При надлишковому тиску 0,5 – 0,6 бар проходить стиснення дробини і витискання таким чином залишків першого суслу. Це протягом 5 хв.

✓ промивання дробини. Цей процес триває максимум 50 – 55 хв. останнє стискання. Дробина ще раз пресується, тиск піднімають до надлишкового 0,7 бар. Завдяки цьому видаляється останній екстракт, і

| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів | Арк. |
|-----|-----|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | | |

дробина осушується приблизно до 32% вмісту СР. Тривалість протягом 10хв.

✓ виграшка дробини. При розбиранні пакету фільтра дробина падає в жолобі видаляється. Проводиться контроль на місткість залишків дробини. Процес триває 10 хв.

На даному підприємстві було обрано заторний фільтр-прес нового покоління фірм Hurrmann (Германія, який набагато зручніший в обслуговуванні і у якому суттєво знижено трудовитрати.

Фільтрпреси мають декілька переваг, включаючи велику питому площу фільтрування, можливість використання високого тиску (до 1,5 МПа), простоту конструкції та відсутність рухомих частин під час роботи, а також можливість відключення окремих несправних плит з закриттям вихідного крана. Однак, у них є кілька недоліків, таких як необхідність ручного обслуговування, неможливість повного промивання осаду, швидкий знос фільтрувальних "серветок" через часте розбирання фільтра та його роботу при підвищених тисках.

Кип'ятіння сусла з хмелем. Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його складу та ароматизація хмелем. Кип'ятінням досягають упарювання сусла до встановленої концентрації, екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивації ферментів, коагуляції білків та стерилізації сусла.

Для виробництва пива застосовують гранульований хміль, оскільки він дозволяє зберегти його цінні компоненти в порівнянні з шишковидним.

Мета кип'ятіння сусла з хмелем:

- ✓ Випаровування надлишкової води ДМС
- ✓ Охмелення
- ✓ Стерилізація сусла
- ✓ Коагуляція білку та його стабілізація, коагуляція дубильних речовин
- ✓ Іннактивація ферментів, це призводить до стабілізації складу сусла.
- ✓ Доведення сусла до потрібної консистенції (випаровування).
- ✓ Підвищення кислотності сусла. Кислотність сусла зростає від 5,1-5,2 до 5,6-5,7.

Освітлення сусла. Освітлення пивного сусла є важливим етапом у процесі пивоваріння, який передбачає видалення твердих частинок та інших домішок із сусла для отримання прозорого та яскравого пива.

З гарячого охмеленого сусла виділяються зависи, які складаються з крупних частинок розміром від 30 до 80 мкм. Вони важчі за сусло і добре осідають. Зависи є шкідливими з наступних причин: вони перешкоджають освітленню сусла, спричиняють злипання дріжджів; збільшують кількість втрат білків, а разом з ними - втрати сусла; містять жирні кислоти солоду; ускладнюють процес фільтрування пива. Існує кілька способів інтенсифікації процесу освітлення пивного сусла.

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | | 16 |
| | | | | | | |

Один із способів-це використання очищувальних агентів. Освітлювальні агенти, такі як ірландський мох, желатин і риб'ячий клей, можна додавати до сусла під час процесу кип'ятіння, щоб сприяти коагуляції та осіданню білків та інших твердих речовин, полегшуючи їх видалення із сусла. Особливим видом обладнання для освітлення сусла є котел-вирпул. Це метод, який використовується переважно для відділення гранул хмелю та осаду від сусла після його кип'ятіння. Метод передбачає обертання сусла круговими рухами для створення вихру, який допомагає концентрувати тверді частинки в центрі посудини, полегшуючи їх видалення із сусла. Основними перевагами цього методу є його висока ефективність освітлення, простота використання, знижений вміст диметилсульфіду (DMS) та посилений аромат та смак хмелю зарахунок підтримування температури, яка запобіжить збільшення ізомеризації, так як пиво може отримати сильний, різкий гіркий смак. Також високого ступеня освітлення пива можна досягти при подвійному фільтруванні через масфільтр. Під фільтруванням розуміють пропускання неоднорідних систем (суспензій) через пористу перетинку. Цей метод зазвичай використовується на комерційних пивоварнях.

Також одним із способів – є ферментативне освітлення. Воно може бути корисним для пивоварів, які хочуть створити світліші сорти пива, але не хочуть змінювати інші характеристики сусла. Водночас, варто враховувати, що ферментативне освітлення може змінювати смак та аромат пива. У процесі ферментативного освітлення в пивне сусло додаються ферменти, які розщеплюють темні сполуки, що відповідають за колір. Ці сполуки називаються меланоїнами. Ферменти, що використовуються для ферментативного освітлення, зазвичай отримують з грибів або бактерій, що містяться в природі.

Зазвичай використовуються два види ферментів: лактопероксидаза та лактопероксидаза/глюкооксидазна система. Лактопероксидаза/глюкооксидазна система – це комбінація двох ферментів. Ця система складається з лактопероксидази та глюкооксидази. Глюкооксидаза - це фермент, який може бути отриманий з грибів. Вона каталізує окислення глюкози, що призводить до утворення пероксидів. Лактопероксидаза використовує ці пероксиди для каталізування розщеплення меланоїнів, що відповідають за темний колір пивного сусла. Загалом, процес освітлення пивного сусла має вирішальне значення для виробництва високоякісного пива. Використання одного або кількох із цих методів може допомогти покращити прозорість і якість пива шляхом видалення твердих частинок і домішок із сусла.

В даній кваліфікаційній роботі відбувається освітлення сусла за допомогою гідроциклонного апарата (**вірпула**). Сусло закачується у вірпул тангенціально, цим досягається закручування потоку, через що зависає у

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---|------|
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів | Арк. |
| | | | | | | 17 |

формі конуса осаджуються на дні у центрі ємкості. При цьому після обробки у Вірпулі, сусло стає максимально освітленим, а гарячий труб після перекачування сусла в охолоджувач має осісти на дно апарата. Та в роботі пропонується освітлення сусла за допомогою таких очищувальних агентів, як ірландський мох та карагенани.

Ірландський мох. Ірландський мох (Irish Moss) є одним з найбільш популярних речовин застосовуваних для освітлення сусла. Ірландський мох – це морські водорості виду *Chondrus crispus* сімейства червоних водоростей Rhodophyceae. Завдяки особливим властивостям ірландський мох сприяє очищенню і освітленню сусла, допомагає запобігти холодне помутніння шляхом зв'язування білків і інших частинок в суслі.

Ірландський мох містить багато негативних зарядів. Білки, що формують осад у суслотварковому казані, мають позитивні заряди. Ірландський мох притягує частинки білка, як магніт, що допомагає утримувати білки разом із великими фрагментами. Таніни, що містяться в хмелі, таким чином легше знаходять білки і випадання осаду відбувається швидше, що сприяє очищенню та освітленню пивного сусла, допомагає запобігти холодному помутнінню шляхом зв'язування білків та інших частинок у пивному суслі. Утворює досить компактний осад.

Карагенани. Каррагінан або караген - хімічно активна речовина, складова стабілізатора E407, числиться в групі лінійних сульфатних полісахаридів. Природний стабілізатор E407 Карагінан входить до складу морських червоних водоростей. Недалеко від берегів Ірландії росте однойменний вид червоних водоростей.

Їх дія. Білки, що містяться в солоді, мають позитивний заряд. Вони взаємодіють із негативно зарядженими молекулами карагенану, утворюють тверді частинки, що швидко ростуть у розмірах. Ці частки випадають у осад. Білок з карагінаном зв'язується настільки щільно, що не руйнується і повністю відфільтровується.

Дозування карагенану залежить від кількох факторів. Найбільш важливий рівень рН сусла. Чим нижче рН, тим більше карагенану потрібно додати. Для утворення пластівців оптимальна величина рН 5. Зазвичай на підприємствах або крафтових пивоварнях використовують Whirlflock T у таблетках, він являє собою покращену суміш ірландського моху та очищеного карагінану, витягнутого з червоних морських водоростей (Rhodophyceae), що використовуються у всьому світі для освітлення пива.

Охолодження. Охолодження гарячого сусла проводиться в теплообмінних апаратах різної конструкції: пластинчастих, типу «труба в трубі», кожухотрубних. У даній кваліфікаційній роботі рекомендується використовувати пластинчасті теплообмінники через їх переваги:

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|------|
| | | | | | 18 |

- ✓ Вони не потребують складного монтажу і налаштування.
- ✓ Конструкція забезпечує мікробіологічну чистоту.
- ✓ Компактна конструкція не потребує великої площі для розміщення.
- ✓ Вони прості у використанні.
- ✓ Мають високу теплопередачу при невеликих втратах тиску.
- ✓ Легко очищаються.
- ✓ Сусло затримується в холодильнику на короткий термін.

| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів | Арк. |
|-----|-----|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | | |

2.4 . Опис апаратурно-технологічної схеми

Зернопродукти із зерносховища поступають на норію (1) , звідки шнековим транспортером (2) трнанспортують на ваги автоматичні (9) , де відбувається зважування. В бункер для світлого солоду (3) , бункер для темного солоду (4), бункер для несолодженої сировини (5) та бункер карамального солоду (6) подають зернопродукти та несолоджену сировину. Далі солод потрапляє на очищення в магнітний сепаратор (8), де відбувається відокремлення магнітних домішок і далі прямує на повітряно-ситовий сепаратор (7). Солод та несолоджену сировину направляють у бункер (10) і (11) на одну варку. Далі відбувається подрібнення зернопродуктів у молотковій дробарці (12). Після чого подрібнену сировину подаємо у предзаторний апарат (13) для змішування з водою. Відцетрованим насосом (14) затір подаємо на фільтрування, яке відбувається на фільтр-пресі (16). Дробину, яка виділилась переказуємо до збірника дробини (17), а промивну воду – до збірника промивних вод (19). Після чого сусло подаємо у суслозбірник (18), звідки далі йде на кип'ятіння сусла з хмелем у сусловарильному апараті (21). Сусло циркулює через хмелевий бачок (23), тим самим проходить процес охмелення сусла. Вже охмелене сусло освітлюється у гідроциклонному апараті (25). Охолодження суславідбувається на двохсекційному пластинчастому теплообміннику (26). Після чого сусло подаємо до бродильного відділення.

| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | Арк. |
|-----|-----|----------|--------|------|------|
| | | | | | 20 |

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

3.1 Характеристика проекрованої продукції (вимоги ДСТУ і рецептури)

Проектованою продукцією даної кваліфікаційної роботи є три сорти пива, які повинні відповідати вимогам ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови» наведеним у табл. 2.1, 2.2. [4]

Таблиця 3.1 — Органолептичні показники пива

| Назва показника | Характеристика показника | |
|------------------|---|--|
| | пиво світле | пиво темне |
| Зовнішній вигляд | Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень | |
| Аромат | Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів та присмаку | |
| Смак | Солодовий та хмельовий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива | Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива |
| Піноутворення | Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8% до 11,5%: висота піни, не менше, мм, - 20 піностійкість, не менше, хв, - 2 Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 12% до 20%: висота піни, не менше, мм, - 30 піностійкість, не менше, хв, - 2 | |

Таблиця 3.2 — Фізико-хімічні показники пива

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

За мікробіологічними показниками пиво повинно відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.3.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------|
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| | | | | | | 21 |

Таблиця 3.3 — Мікробіологічні показники пива

| Назва показника | Норма для пива в пляшках з масовою часткою сухих речовин, % | |
|--|---|--------------------------------------|
| | 8-11,5 | 12-20 |
| Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП | Не допускаються в 3 см ³ | Не допускаються в 10 см ³ |
| Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, не більше, КУО/см ³ | — | — |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела | Не допускаються в 25 см ³ | Не допускаються в 25 см ³ |

Вміст токсичних елементів у пиві не повинен перевищувати допустимі рівні, зазначені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 — Вміст токсичних елементів у пиві

| Назва показника | Допустимий рівень, мг/кг, не більше |
|-----------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 |
| Залізо | 15,0 |
| Свинець | 0,3 |
| Ртуть | 0,005 |
| Кадмій | 0,03 |
| Миш'як | 0,2 |
| Мідь | 5,0 |
| Цинк | 10,0 |
| N-нітрозаміни | 0,003 |

3.2. Характеристика сировини

Основною сировиною для виробництва пива є солод ячмінний, несолоджена сировина (ячмінь, рисова січка), хміль, вода та дріжджі. Солод повинен відповідати вимогам ДСТУ 4282:2004 «Солод пивоварний ячмінний. [6] Загальні технічні умови» наведеним у табл. 3.5-3.8.

Таблиця 3.5 — Органолептичні показники солоду

| Назва показника | Характеристика солоду | | |
|------------------|---|--------------|----------|
| | Світлого | Карамельного | Паленого |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішній вигляд | Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих та пошкоджених зерен. | | |

Продовження табл. 3.5

| | | | |
|----------------------|--|---|---|
| Колір | Для солоду високої якості — від світло-жовтого до жовтого. Для солоду I та II класу дозволено сірувато-жовтий. | Від світло-жовтого до брунатного з глянцевою відливом | Темно-коричневий. Не дозволено чорний |
| Запах | Солодовий. Не дозволено: кислий, запах плісняви та інші не властиві солодовому. | Солодовий. Не дозволено: пригорілий, затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому | Запах, що нагадує каву. Не дозволено пригорілий |
| Смак | Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак. | Солодкуватий. Не дозволено гіркий і пригорілий | Кавовий. Не дозволено пригорілий і гіркий |
| Вид зерна на розрізі | Не регламентується | Запечена коричнева маса. Не дозволено обвуглілу масу | Темно-коричнева маса. Не дозволено чорну масу |

Таблиця 3.6 — Фізико-хімічні показники світлого солоду

| Назва показника | Норма для солоду | | |
|--|------------------|--------------|---------------|
| | Високої якості | I класу | II класу |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Просів через сито (2,2×20) мм, %, не більше | 2,0 | 3,0 | 7,0 |
| Масова частка смітної домішки, %, не більше | Не дозволено | 0,3 | 0,5 |
| Кількість зерен, %: | | | |
| мучнистих, не менше | 90,0 | 85,0 | 80,0 |
| склоподібних, не більше | 2,0 | 4,0 | 8,0 |
| темних, не більше | Не дозволено | Не дозволено | 4,0 |
| Масова частка вологи (вологість), %, не більше | 4,0 | 5,0 | 5,8 |
| Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, % не менше | 80,0 | 78,5 | 76,0 |
| Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, % | 1,0-1,5 | 1,6-2,5 | Не більше 3,5 |
| Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше | 10,5 | 11,0 | 11,5 |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|------|
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМЕЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| | | | | | | 23 |

| | | | |
|---|----------------|----------------|---------------------------------|
| Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха), % | 39-41 | 37-41 | — |
| Розчинний азот у солоді(на сухій основі), % | 0,75-0,70 | 0,69-0,65 | 0,64-0,55 |
| Тривалість оцукрювання, хв, не більше | 10 | 15 | 25 |
| Лабораторне сусло | | | |
| Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води | Не більше 0,18 | Не більше 0,23 | Не більше 0,40 |
| або в одиницях ЕВС | Не більше 3,2 | Не більше 0,23 | Не більше 6,6 |
| Кислотність, см ³ 1моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ сусла | 0,9-1,1 | 0,9-1,2 | 0,9-1,3 |
| Прозорість(візуально) | Прозоре | Прозоре | Дозволена незначна опалесценція |
| Кінцевий ступінь зброджування, % | 79-81 | 75-78 | 74-70 |
| В'язкість, МПа·с за 20°С | 1,45-1,54 | 1,55-1,60 | 1,61-1,78 |

Таблиця 3.7 — Фізико-хімічні показники карамельного і темного солоду

| Назва показника | Норма для типів солоду | | |
|--|------------------------|----------|---------|
| | Карамельного | | Темного |
| | I класу | II класу | |
| Масова частка вологи (вологість), %, не більше | 5,0 | 6,0 | 6,0 |
| Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, %, не менше | 75,0 | 70,0 | 70,0 |
| Кількість карамельних зерен, %, не менше | 93,0 | 25,0 | — |
| Масова частка смітної домішки, %, не більше | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Колір (Лн), не менше | 20,0 | 20,0 | 100,0 |

Таблиця 3.8 — Вміст токсичних елементів, N-нітрозамінів та мікотоксинів у солоді

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|------|
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМОЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| | | | | | | |

| Назва показника | Допустимий рівень, мг/кг, не більше |
|-----------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 |
| Ртуть | 0,03 |
| Миш'як | 0,2 |
| Мідь | 10,0 |
| Свинець | 0,5 |
| Кадмій | 0,1 |
| Цинк | 50,0 |
| N-нітрозаміни | 0,015 |
| Мікотоксини: | |
| Афлатоксин В1 | 0,005 |
| Зеараленон | 1,0 |
| T-2 токсин | 0,1 |

Ячмінь повинен відповідати вимогам ДСТУ 3769-98 «Ячмінь. Технічні умови», наведеним у табл. 3.9, 3.10 [3].

Таблиця 3.9 — Фізико-хімічні показники ячменю

| Найменування показника | Ячмінь | |
|---------------------------------------|--|-------------------------------|
| | I класу | II класу |
| Колір | світло-жовтий | від світло-жовтого до жовтого |
| Вологість, %, не більше | 14,5 | 15,0 |
| Маса 1000 зерен, г, не менше | 40,0 | 38,0 |
| Масова частка білка, %, не більше | 11,0 | 11,5 |
| Смітна домішка, %, не більше | 1,0 | 2,0 |
| Зернова домішка, %, не більше | 2,0 | 5,0 |
| Дрібні зерна, %, не більше | 5,0 | 7,0 |
| Крупність, %, не менше | 85,0 | 70,0 |
| Здатність до проростання, %, не менше | 95,0 | 92,0 |
| Життєздатність, %, не менше | 95,0 | 95,0 |
| Зараженість шкідниками | Не допускається, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня | |

Таблиця 3.10 — Вміст токсичних елементів в ячмені

| Назва показника | Допустимий рівень, мг/кг, не більше |
|-----------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 |
| Ртуть | 0,03 |
| Миш'як | 0,2 |
| Мідь | 10,0 |
| Свинець | 0,5 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Кадмій | 0,1 |
| Цинк | 50,0 |
| Мікотоксини: | |
| Афлатоксин В1 | 0,005 |
| Зеараленон | 1,0 |
| Т-2 токсин | 0,1 |
| Дезоксиніваленон (вомітоксин) | 1,0 |

Для зниження витрат та розширення асортименту готової продукції, а також для зміни складу екстрактивних речовин у суслі, на практиці використовують несолоджену сировину замість солоду. В стандарті для пива допускається використання несолодженого ячменю, рисової січки, пшениці. Головні вимоги до несолодженої сировини - це її чистота і відповідність стандартам для продовольчої сировини. Вимоги до якості рисової січки наведені в табл. 3.11 (ГОСТ 6292 – 93).

Таблиця 3.11 — Фізико-хімічні показники рисової січки

| № | Показники | Характеристика і норми |
|------|---|---|
| | | Перший сорт |
| 1 | Колір | Білий з різними відтінками |
| 2 | Запах | Властивий рисовій крупці без сторонніх запахів, не затихлий, не пліснявий |
| 3 | Смак | Властивий рисовій крупці без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий |
| 4 | Вологість, % не більше | 15,5 |
| 5 | Доброякісне ядро, %, не менше | 99,4 |
| | Рис подрібнений, %, не більше | 9,0 |
| | Пожовклі ядра рису, %, не більше | 2,0 |
| | Крейдові ядра риса, %, не більше | 2,0 |
| | Ядра з червоними смугами, %, не більше | 3,0 |
| | Червоні ядра, %, не більше | Не допускається |
| | Глютинозні ядра, %, не більше | 2,0 |
| | Лущенні зерна просянки, %, не більше | - |
| 6 | Нелущенні зерна рису, %, не більше | 0,2 |
| | Смітна домішка, % не більше в тому числі: мінеральна домішка, органічна домішка | 0,3 |
| | | 0,05 |
| 0,05 | | |

| | | |
|---|--|-----------------|
| 7 | Зараженість шкідниками хлібних запасів | Не допускається |
| 8 | Забрудненість мертвими шкідниками хлібних запасів: мертві жуки, екз. в 1 кг, не більше | 15 |
| 9 | Металомагнітна домішка, мг в 1 кг, не більше | 3 |

Хміль гранульований повинен відповідати вимогам ДСТУ 7067:2009 «Хміль. Технічні умови», наведеним у табл. 3.12.

Таблиця 3.12 — Показники якості хмелю

| Найменування показника | Норма |
|---|---|
| Колір | Зелений, жовто-зелений, жовтий з коричневими плямами, бурий |
| Вміст α -кислоти, %, до сухої речовини | 5,5 |
| Вміст вологи, %, не більше | 12,0 |
| Вміст хмельових домішок, %, не більше | 5,0 |
| Вміст насіння, %, не більше | 3,0 |

Вода повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» наведеним у табл.3.13-3.16.

Таблиця 3.13 — Органолептичні показники технологічної води

| Назва показника | Норма |
|--|-------|
| 1 | 2 |
| Запах при 20°C і при нагріванні до 60°C, бали, не більше | 2 |
| Смак і присмак при 20°C, бали, не більше | 2 |
| Колірність, градуси, не більше | 20 |
| Мутність за стандартною шкалою, не б. | 1,5 |

Органолептичні показники води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вода повинна бути без запаху при 20°C та при нагріванні її до 60°C, а також при підкисленні до рН 3. Вода не повинна мати сторонніх присмаків при 20 °C. Колір води може варіюватися від безбарвного до слабо-жовтуватого на шкалі до 10 градусів за платиново-кобальтовою або імітуючою шкалою. Технологічна вода має бути прозорою.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------|
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМЕЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| | | | | | | 27 |

Каламутність води повинна бути не більшою за 1 мг/дм за стандартною шкалою. Оптимальна каламутність для води, яка використовується для розбавлення пива з високою густиною - 0 мг/дм за стандартною шкалою .

Таблиця 3.14 — Фізико-хімічні показники технологічної води

| Назва показника | Норма |
|---|---------|
| Водневий показник, рН | 6,0-9,0 |
| Залізо, мг/дм ³ , не більше | 0,3 |
| Загальна жорсткість, не більше | 7,0 |
| Марганець, мг/дм ³ , не більше | 0,1 |
| Мідь, мг/дм ³ , не більше | 1,0 |
| Поліфосфати, мг/дм ³ , не більше | 3,5 |
| Сульфати, мг/дм ³ , не більше | 500 |
| Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше | 1000 |
| Хлориди, мг/дм ³ , не більше | 350 |
| Цинк, мг/дм ³ , не більше | 5,0 |

Таблиця 3.15— Мікробіологічні показники технологічної води

| Показник | Норма |
|---|-------|
| Число мікроорганізмів в 1см ³ води, не більше | 100 |
| Число бактерій групи кишкової палички в 1 дм ³ (колі-індекс), не більше | 3 |
| Колі-титр, см ³ , не більше | 300 |

Таблиця 3.16 — Токсикологічні показники технологічної води

| Назва хімічного відновника | Норма |
|--------------------------------------|-------|
| Алюміній залишковий, мг/л, не більше | 0,5 |
| Миш'як, мг/л, не більше | 0,05 |
| Нітрати, мг/л, не більше | 45 |
| Свинець, мг/л, не більше | 0,03 |
| Стронцій, мг/л, не більше | 0,7 |
| Хлор залишковий, мг/л, не більше: | |
| вільний | 0,5 |
| зв'язаний | 1,2 |

3.3. Характеристика допоміжних матеріалів

До допоміжних матеріалів відноситься молочна кислота, яка повинна відповідати вимогам ДСТУ 4621:2006 «Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови». Характеристика молочної кислоти наведена в табл. 3.17, 3.18.

| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | |

Таблиця 3.17— Фізико-хімічні показники кислоти молочної харчової

| Назва показника | Характеристика |
|---|----------------|
| Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше | 40±1 |
| Масова частка ангідридів, %, не більше | 2,5 |
| Колірність, градуси, не більше | 6,5 |
| Масова частка золи, %, не більше | 0,6 |
| Масова частка заліза, %, не більше | 0,007 |
| Масова частка сульфатів, %, не більше | 0,3 |
| Масова частка хлоридів, %, не більше | 0,1 |
| Масова частка редуковувальних речовин, %, не більше | 1,0 |

Таблиця 3.18 — Токсикологічні показники кислоти молочної харчової

| Назва токсичного елемента | Допустимі рівні, мг/дм ³ , не більше |
|---------------------------|---|
| Свинець | 5,0 |
| Кадмій | 0,5 |
| Ртуть | 0,1 |
| Миш'як | 1,0 |

Таблиця 3.19- Рецептатура проєктованих сортів пива

| Сорт пива | Витрати на 1 дал | | Примітка |
|---------------|---|----------|------------|
| | Зернопродуктів, кг | Хмелю, г | |
| Берлінське | Солод світлий— 87 % Солод ячмінний— 13 % | 10 | Світле |
| Прибалтійське | Солод світлий — 80 % Рисова січка — 10 % Солод карамельний— 10 % | 65 | Напівтемне |
| Портер | Солод світлий — 70 % Солод темний — 20 % Солод карамельний — 10 % | 20 | Темне |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------|
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМЕЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| | | | | | | |

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Згідно завданню на проектування потужність пивоварного заводу 8 млн. дал на рік. Асортимент пива (у % до загального випуску): Берлінське — 50, Прибалтійське — 35 і Портер — 15.

У наведеному прикладі сировина і основні матеріали мають наступні показники: світлий солод вологістю 5 % та екстрактивністю 78 % від маси сухих речовин; карамельний — 6 % і 72 %. Вологість пивної дробини становить 86 %.

Режим роботи- 330 діб.

4.2 Продуктові розрахунки

Берлінське пиво. Пиво Берлінське світле з застосуванням 87 % солоду ячмінного світлого та 13 % ячменю, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 87 кг світлого солоду та 13 кг ячменю. Під час полірування солоду втрати становлять 0,1 %, або $87 \times 0,001 = 0,087$ кг. На подрібнення солоду надходить: $87 - 0,087 = 86,913$ кг. При вологості солоду 5 % і ячменю 15 % кількість сухих речовин в заторі буде:

в солоді — $86,913 \times (1-0,050) = 82,57$ кг;

в ячменному борошні — $13 \times (1-0,15) = 11,05$ кг.

Всього: $82,57 + 11,05 = 93,62$ кг.

Приймаємо екстрактивність ячмінного солоду 78 % , а ячменю — 72% від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

в солоді — $82,57 \times 0,78 = 64,41$ кг;

у ячмені — $11,05 \times 0,72 = 7,96$ кг.

Всього екстрактивних речовин міститься: $64,41 + 7,96 = 72,37$ кг.

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

$$72,37 \times (1-0,0175) = 71,10 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$93,62 - 71,10 = 22,52 \text{ кг.}$$

Пиво Прибалтійське. Готується із солоду ячмінного світлого 80%, солоду карамельного 10% і рисової січки 10%, тобто в 100кг вихідної сировини знаходиться 80 кг світлого солоду, 10% карамельного солоду та 10% рисової січки.

Під час очищення солоду втрати становлять 0,1% або $(80+10) \times 0,001 = 0,09$ кг. На подріблення світлого та карамельного солоду надходить:

$$90 - 0,001 = 89,99 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин в заторі:

в світлому солоді — $80 \times (1-0,050) = 76$ кг;

в карамельному солоді — $10 \times (1-0,050) = 9,5$ кг;

в рисовій січці — $10 \times (1-0,15) = 8,5$ кг.

Всього: $76 + 9,5 + 8,5 = 94$ кг.

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | | 30 |

Приймаємо екстрактивність світлого ячмінного –78 %, карамельного – 72 %, рисової січки –85% від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

в світлому солоді – $76 \times 0,78 = 59,28$ кг;

в карамельному солоді – $9,5 \times 0,72 = 6,84$ кг;

у рисовій січці – $9,35 \times 0,85 = 7,95$ кг.

Всього екстрактивних речовин міститься: $59,28 + 6,84 + 7,95 = 74,07$ кг.

Втрати екстракту в дробині — 2,2 % від маси екстрактивних речовин сировини, що затирається. Отже, в сусло перейде екстрактивних речовин $74,07 \times (1 - 0,022) = 72,44$ кг.

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$94 - 72,44 = 21,56 \text{ кг.}$$

Пиво Портер. Готується з: солод ячмінний світлий – 70 %, солод темний - 20 %, Карамельний солод – 10%. При поліровці солоду втрати становлять 0,1% від його маси, або $(70 + 20 + 10) \times 0,001 = 0,09$ кг. На подрібнення солоду надходить:

світлого солоду – $70 - 0,07 = 69,93$ кг;

темного солоду – $20 - 0,02 = 19,98$ кг;

карамельного солоду – $10 - 0,01 = 9,99$ кг;

При вологості світлого солоду 5 %, темного солоду 5 %, карамельного солоду 6 %, кількість сухих речовин:

в світлому солоді – $69,93 \times (1 - 0,050) = 66,44$ кг;

в темному солоді – $19,98 \times (1 - 0,05) = 18,98$ кг;

в карамельному солоді – $9,99 \times (1 - 0,06) = 9,4$ кг.

Всього кількість сухих речовин в сировині, яка поступає на подрібнення:

$$66,44 + 18,98 + 9,4 = 94,74 \text{ кг.}$$

При екстрактивності світлого ячмінного солоду 78 %, темного солоду 74 %, карамельного – 72 % від маси сухих речовин на затирання надходить:

зі світлим солодом – $66,44 \times 0,78 = 51,82$ кг;

з темним солодом – $18,98 \times 0,74 = 14,05$ кг;

з карамельним солодом – $9,4 \times 0,72 = 6,77$ кг.

Всього в сировині міститься $51,82 + 14,05 + 6,77 = 72,64$ кг.

Екстрактивних речовин (при втраті з дробиною 2,2 %) в сусло переходить:

$$72,64 \times (1 - 0,022) = 71,04 \text{ кг}$$

В дробині залишається сухих речовин:

$$94,74 - 71,04 = 23,7 \text{ кг.}$$

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

Гаряче сусло. Із проведених розрахунків в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин:

Берлінське – 71,10 кг;

Прибалтійське – 72,44 кг;

Портер – 71,04 кг.

| Зм. | Арк. | № докцм. | Підпис | Дата | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | | 31 |
| | | | | | | |

При встановленій концентрації Берлінське – 11%, Прибалтійське– 13% та Портер – 14% із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

$$\text{Берлінське} - (71,10 \times 100) / 11 = 646,36 \text{ кг};$$

$$\text{Прибалтійське} - (72,44 \times 100) / 13 = 557,25 \text{ кг};$$

$$\text{Портер} - (71,04 \times 100) / 15 = 473,06 \text{ кг}.$$

Об'єм сусла при 20 °С (при відносній густині сусла Берлінського– 1,0442, Прибалтійського – 1,0526, Портер – 1,0611):

$$\text{Берлінське} - 646,36 / 1,0442 = 619,00 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Прибалтійське} - 557,25 / 1,0526 = 529,42 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Портер} - 473,06 / 1,0611 = 445,85 \text{ дм}^3.$$

Об'єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 рази:

$$\text{Берлінське} - 619,00 \times 1,04 = 643,76 \text{ дм}^3 ;$$

$$\text{Прибалтійське} - 527,78 \times 1,04 = 550,57 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Портер} - 445,85 \times 1,04 = 463,66 \text{ дм}^3$$

Холодне сусло. Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Берлінського– 5,8 %, Прибалтійського – 6,4 %, Портер – 6,0 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20 °С. Таким чином, об'єм холодного сусла:

$$\text{Берлінського} - 643,76 \times (1 - 0,058) = 606,42 \text{ дм}^3 ;$$

$$\text{Прибалтійського} - 550,57 \times (1 - 0,064) = 515,33 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Портер} - 463,66 \times (1 - 0,060) = 435,84 \text{ дм}^3.$$

Фільтроване пиво. Витрати у цеху бродиння та цеху фільтрації становлять для пива Берлінське – 2,3 %, Прибалтійське– 2,4 %, Портер – 2,6 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

$$\text{Берлінське} - 591,26 \times (1 - 0,023) = 577,66 \text{ дм}^3 ;$$

$$\text{Прибалтійське} - 503,99 \times (1 - 0,024) = 491,89 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Портер} - 425,81 \times (1 - 0,026) = 414,73 \text{ дм}^3$$

Товарне пиво. Втрати товарного пива до об'єму відфільтрованого пива при у розливі у пляшки складають для всіх найменувань пива 2,5 %, при розливі у кеги – 0,5 %. Пиво Берлінське напівтемне розливається у пляшки 2,8 млн дал, в кеги – 0,7 млн дал, що в процентному співвідношенні складає від загальної кількості 3,0 млн дал відповідно 80 % і 20 %. Тоді втрати пива Прибалтійське напівтемне дорівнюють

$$0,80 \times 2,5 + 0,2 \times 0,5 = 2,1 \text{ \%}.$$

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | | 32 |

Отже, кількість готового пива буде:

Берлінське – $577,66 \times (1-0,025) = 563,22$ дм³ ;

Прибалтійське – $491,89 \times (1-0,021) = 481,56$ дм³;

Портер – $414,73 \times (1-0,025) = 404,36$ дм³.

Сумарні видимі втрати по рідкій фазі визначають за різницею об'ємів гарячого суслу і готового пива:

Берлінське – $643,76 - 563,22 = 80,54$ дм³;

Прибалтійське – $550,57 - 481,56 = 69,01$ дм³;

Портер – $463,66 - 404,36 = 59,3$ дм³ або у % до об'єму гарячого сусла:

Берлінське – $80,54 \times 100/643,76 = 12,51$ %;

Прибалтійське – $69,1 \times 100/550,57 = 12,55$ %

Портер – $62,64 \times 100/463,66 = 13,50$ %.

Визначення витрат хмелю і молочної кислоти:

Хміль .За рецептурою прийнято використовувати 100 % гранульованого хмелю з вмістом α -кислоти 9 %. За встановленими нормами витрати хмелю на 1 дал пива будуть.

Берлінське. На 1 дал необхідно 0,73 г α -кислоти, а на 56,5 дал — 11,3 г або 0,01133 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % необхідно — 0,04 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю потрібно

$$0,02 \times 100 / 9 = 0,22 \text{ кг на 1 дал сусла}$$

Прибалтійське. На 1 дал необхідно 0,65 г α -кислоти, а на 48,9 дал — 15,62 г або 0,01562 кг. Так, як вихід гірких речовин 31 %, то на 100 % необхідно 0,05 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю необхідно

$$0,025 \times 100 / 9 = 0,28 \text{ кг.}$$

Портер. На 1 дал необхідно 0,5 г α -кислоти, а на 55,1 дал — 11, г або 0,011 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % потрібно — 0,033 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю потрібно $0,0165 \times 100 / 9 = 0,18$ кг, а хмелевого екстракту

$$0,0165 \times 100 / 51,9 = 0,03 \text{ кг.}$$

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

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначається множенням кількості СР, що залишились в дробині, на коефіцієнт $100 / (100 - 86) = 7,14$. Кількість пивної дробини при варці сусла пива:

Берлінське - $23,05 \times 7,14 = 164,58$ кг;

Прибалтійське- $22,08 \times 7,14 = 157,65$ кг;

Портер - $27,49 \times 7,14 = 196,28$ кг.

| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|-----|-----|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | | 33 |

Надлишкові дріжджі. Витрати дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦБА — 1,53 дм³. Половина надлишкових дріжджів використовують як засівні, а інша - є відходом. Кількість дріжджів, яка йде на відходи, визначають множенням кількості товарного пива в дм³ на 0,01 і складають:

$$\text{Берлінське } 506,4 \times 0,01 = 5,06 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Прибалтійське } 435,48 \times 0,01 = 4,35 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Портер } 495,2 \times 0,01 = 4,95 \text{ дм}^3.$$

Діоксид вуглецю. Із рівняння спиртового бродіння виходить, що із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджений екстракт являє собою мальтозу, то можна підрахувати кількість діоксиду вуглецю, що утворюється таким чином. В бродильне відділення поступило холодного сусла пива:

$$\text{Берлінське } 512,04 \times 1,0442 = 534,67 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Прибалтійське } 440,32 \times 1,0569 = 464,93 \text{ дм}^3$$

$$\text{Портер } 500,68 \times 1,0526 = 527,02 \text{ дм}^3.$$

В ньому міститься екстрактивних речовин

$$\text{Берлінське } 534,67 \times 0,125 = 66,84 \text{ кг};$$

$$\text{Прибалтійське } 464,93 \times 0,145 = 67,41 \text{ кг};$$

$$\text{Портер } 527,02 \times 0,13 = 68,51 \text{ кг}.$$

При дійсній степені зброджування Берлінське утворюється діоксиду вуглецю 51,4 %, Прибалтійське 55 % і Портер 47,5 %,

Берлінське

$$66,84 \times 0,514 \times (176/342) = 17,52 \text{ кг};$$

Прибалтійське

$$67,41 \times 0,55 \times (176/342) = 18,9 \text{ кг};$$

Портер

$$68,51 \times 0,475 \times (176/342) = 16,59 \text{ кг}.$$

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

$$\text{Берлінське } 534,67 \times 0,0035 = 1,87 \text{ кг};$$

$$\text{Прибалтійське } 464,93 \times 0,0035 = 1,63 \text{ кг};$$

$$\text{Портер } 527,02 \times 0,0035 = 1,84 \text{ кг}.$$

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

$$\text{Берлінське } 17,52 + 1,87 = 19,39 \text{ кг};$$

$$\text{Прибалтійське } 18,9 + 1,63 = 20,53 \text{ кг};$$

$$\text{Портер } 16,59 + 1,84 = 18,43 \text{ кг}$$

Маса 1 м³ діоксиду вуглецю при 20°C і тиску 0,1 МПа складає 1,832 кг. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

$$\text{Берлінське } 19,39 \times 1,832 = 35,53 \text{ м}^3$$

$$\text{Прибалтійське } 20,53 \times 1,832 = 37,62 \text{ м}^3;$$

$$\text{Портер } 18,43 \times 1,832 = 33,77 \text{ м}^3.$$

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | | |

Кількість утилізованого діоксиду вуглецю, який виділяється при головному бродінні на 1 дал пива:

Берлінське $15650/53,467 = 292$ г;

Прибалтійське $17270/46,493 = 371,45$ г;

Портер $14740/ 52,702 = 279,68$ г.

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

Зведена таблиця розрахунку продуктів. Наведеними розрахунками для кожного найменування пива визначена кількість проміжних продуктів, готового пива і відходів, які отримують із 100 кг зернової сировини. При перерахунку на 1 дал пива кількість кожного продукту ділять на кількість пива (дал), яке отримано з 100 кг зернопродуктів. Річну кількість продуктів визначають множенням кількості продуктів на 1 дал на річний випуск пива. Отримана кількість продуктів на 1 дал пива та річний випуск продукції зведена в табл.

| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|-----|-----|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | | 35 |

| Зм. | Арк. | № докум. | Листів | Дат. | Технологічні розрахунки | Продукт | Берлінське світле пиво | | | Прибалтійське напівтемне пиво | | | Портер темне пиво | | | На річний випуск 8,0 млн. дал |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|
| | | | | | | | на 100 кг зернової сировини | на 1 дал пива | На 4,0 млн. дал | на 100 кг зернової сировини | на 1 дал пива | На 2,8 млн. дал | на 100 кг зернової сировини | на 1 дал пива | На 1,2 млн. дал | |
| | | | | | | Зернова сировина, кг: | | | | | | | | | | |
| | | | | | | світлий солод | 87 | 1,55 | 6200000 | 80 | 1,78 | 4984000 | 70 | 1,41 | 1692000 | 12876000,00 |
| | | | | | | темний солод | - | - | - | - | - | - | 20 | 0,70 | 840000 | 840000 |
| | | | | | | Карамельний солод | - | - | - | 10 | 0,23 | 644000 | 10 | 0,23 | 276000 | 920000 |
| | | | | | | ЯчмінЬ | 13 | 0,23 | 920000 | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | Рисова січка | - | - | - | 10 | 0,23 | 644000 | - | - | - | 64400 |
| | | | | | | Всього, кг | 100 | 1,78 | 7120000 | 100 | 2,08 | 5824000 | 100 | 2,34 | 2808000 | 15752000,00 |
| | | | | | | Інші види сировини, г: | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Гранульований хміль | - | 9,48 | 37920000 | - | 11,1 | 31080000 | - | 8,35 | 10020000 | 79020000,00 |
| | | | | | | Молочна кислота 100 %-ва | 0,08 | 0,0014 | 5600 | 0,08 | 0,0017 | 4760 | 0,08 | 0,0019 | 2280 | 12640 |
| | | | | | | Ферментні препарати | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | Проміжні продукти, дм ³ : | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Гаряче сусло | 643,76 | 11,43 | 45720000 | 548,89 | 11,42 | 31948000 | 489,91 | 11,47 | 13764000 | 91432000,00 |
| | | | | | | Холодне сусло | 606,42 | 10,77 | 43080000 | 513,76 | 10,70 | 29960000 | 460,52 | 10,78 | 12936000 | 85976000,00 |
| | | | | | | Молоде пиво | 591,26 | 10,50 | 42000000 | 502,46 | 10,45 | 29960000 | 449,93 | 10,53 | 12636000 | 84596000,00 |
| | | | | | | Фільтроване пиво | 577,66 | 10,26 | 41040000 | 490,40 | 10,20 | 28560000 | 438,23 | 10,26 | 12312000 | 81912000,00 |
| | | | | | | Готове пиво | 563,22 | 10,00 | 40000000 | 480,59 | 10,00 | 28000000 | 427,27 | 10,00 | 12000000 | 80000000,00 |

| Зм. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------------------------|--------------------------------------|--------|-------|----------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|----------|
| Арк. | Відходи: | | | | | | | | | | |
| № докум. | Пивна дробина, кг | 160,79 | 2,85 | 11400000 | 154,22 | 3,21 | 8988000 | 172,43 | 4,04 | 4848000 | 14976000 |
| підпис | Білковий відстій, кг | 1,75 | 0,03 | 120000 | 1,75 | 0,04 | 112000 | 1,75 | 0,04 | 48000 | 280000 |
| Дати | Надлишков дріжджі, дм ³ | 5,63 | 0,10 | 400000 | 4,81 | 0,10 | 280000 | 4,27 | 0,10 | 120000 | 800000 |
| | Діоксид вуглецю, кг | 15,24 | 0,27 | 1080000 | 18,44 | 0,38 | 1064000 | 17,68 | 0,41 | 492000 | 2636000 |
| | Відходи при підготовці солода, кг | 0,087 | 0,002 | 8000 | 0,089 | 0,002 | 5600 | 0,09 | 0,002 | 2400 | 16000 |
| | Виправний брак пива, дм ³ | 11,26 | 0,20 | 800000 | 9,61 | 0,20 | 560000 | 8,55 | 0,20 | 240000 | 1600000 |
| Технологічні розрахунки | | | | | | | | | | | |
| Арк. | 37 | | | | | | | | | | |

5 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок обладнання для очистки зернопродуктів. Річна потужність заводу – 8 млн дал /рік (Q). Рецептúra проєктованих сортів пива: Берлінське: 87 % – світлий солод, 13 % – солод ячмінний. Прибалтійське: 80 % – світлий солод, 10 % – рисова січка, карамельний -10% .Портер: 70 % – світлий солод, 20 % - темний солод, 10 % – карамельний солод.

Розрахунок: Загальна річна потреба у зернопродуктах.

$$G = q \times Q$$

для пива Берлінське

$$G = 1,78 \times 5000000 = 8900000 \text{ кг} = 8900 \text{ т.}$$

для пива Прибалтійське

$$G = 2,08 \times 3000000 = 6240000 \text{ кг} = 6240 \text{ т.}$$

для пива Портер

$$G = 2,34 \times 2000000 = 4680000 \text{ кг} = 4680 \text{ т.}$$

$$G_{\text{річне}} = 8900 + 6240 + 4680 = 19820 \text{ т.}$$

Добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період року складає:

$$G = G_p * K_{\text{кв}} / T ,$$

де G_p — річна переробка зернопродуктів, т; $K_{\text{кв}}$ — частка річного об'єму продукції заводу, що виробляється у найнапруженіший квартал, т (30 %); T — тривалість роботи заводу, діб (28,5);

Варильне відділення працює 28,5 діб в місяць, 1,5 доби в місяць відводиться для дезінфекції і профілактичного ремонту апаратів і трубопроводів). Добова витрата зернопродуктів становить:

$$G = 19820 \times 0,3 / (28,5 \times 3) = 69,54 \text{ т} = 70 \text{ т/добу}$$

Підбираємо 1 чотирьохапаратний агрегат із кількістю варок на добу. Засип на 1 варку:

$$70/7 = 10 \text{ т.}$$

Норія для солоду. Норія для подачі солоду з зерносховища працює кожен день протягом 4,5 год. Тоді продуктивність її повинна бути не менше:

$$70/4,5 = 15,6 \text{ т/год}$$

Підбираємо норію КМЗКО з продуктивністю 20 т/год по «важкому» зерну насипною масою 0,76 т/м³. При транспортуванні солоду насипною масою 0,53 т/м³ продуктивність її становить:

$$G_{\text{норії}} = G_{\text{доб}} / 4,5 = 70/4,5 = 14 \text{ т/год.}$$

Шнековий транспортер GGH повинен бути такою продуктивністю, як і норія 14 т/год.

Бункер для солоду. Бункер повинен вміщувати добовий запас солоду, тобто 70 т. Для виробництва різних сортів пива необхідно 87 % світлого солоду; 30 % темного солоду; 10 % карамельного солоду; 11 % рисова січка; 13 % ячмінне борошно.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|-----|
| | | | | | Розрахунок та підбір технологічного | Арк |
| | | | | | | 38 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Об'єм бункеру добового запасу для світлого солоду розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{доб.св.сол}} = G_{\text{доб}} / 0,53 \times 85 \times 0,9 = 70 / 0,53 \times 0,85 \times 0,9 = 101,0 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{доб.тем.сол}} = 70 / 0,53 \times 0,3 \times 0,9 = 35,7 \text{ м}^3;$$

Об'єм бункера добового запасу карамельного солоду:

$$V_{\text{доб.кар.сол}} = 70 / 0,53 \times 0,1 \times 0,9 = 11,9 \text{ м}^3;$$

Об'єм бункера добового запасу для ячмінного ячмінного борошна:

$$V_{\text{доб.ячмін.бор}} = (70 \times 13 / 0,53) \times 1,1 = 18,8 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{доб.ячм}} = 70 / 0,53 \times 0,13 \times 0,9 = 15,4 \text{ м}^3,$$

де 0,53 - об'ємна маса товарного солоду та ячменю; 0,9 – коефіцієнт заповнення бункера. Обираємо один бункер добового запасу для світлого солоду об'ємом 110 м³, один бункер для темного солоду об'ємом 40 м³, один бункер для карамельного солоду об'ємом 15 м³ і один бункер для рисової січки об'ємом 20 м³. Проектуємо бункери квадратного перерізу із пірамідальним днищем.

Геометричні розміри бункера для світлого солоду при стороні квадрата $a = 4$ м і куті відкоса 30° будуть наступні.

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = 2 \times 0,5774 \times 4 = 1,6 \text{ м}, 2$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \sqrt{V / a^2 - 1} \times h_1 / 3 = 110 - 1/42 \times 1,6/3 = 6,34 \text{ м},$$

де V - це об'єм бункера для світлого солоду, ($V = 110 \text{ м}^3$). Геометричні розміри бункера для темного солоду при стороні квадрата $a = 4$ м і куті відкосу 30° будуть наступні. Висота пірамідальної частини:

$$h = \sqrt{\frac{V}{a^2} - \frac{1}{3}} \times h_1 = 2 \text{ м},$$

де V – це об'єм бункера для темного солоду, ($V = 40 \text{ м}^3$).

$$h = 70/4^2 - 1/3 \times 1,63 = 3,83 \text{ м}.$$

Геометричні розміри бункеру для карамельного солоду при стороні квадрата $a = 2$ м і куті відкосу 30° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = 2/2 \times 0,5774 \times 2 = 0,8 \text{ м},$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|-----|
| | | | | | Розрахунок та підбір технологічного | Арк |
| | | | | | | 39 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

засипом на 10 т. Габаритні розміри, мм: діаметр – 5300, висота – 4900.

Фільт-прес. Приймаємо один апарат «Нуртманн». На 1 т зернопродуктів для затирання приймається 6-7 м³ його місткості і 5 м² необхідної площі фільтрації. Висота шару дробини 0,35 м. Габаритні розміри, мм: діаметр– 6400, висота – 7800.

Збірник дробини. Кількість дробини , що утвориться в найнапруженіший кварталроку за добу:

$$G_{др.} = 24720000 \times 0,3 / 28,5 \times 3 = 86,7 \text{ т.}$$

Приймаємо один бункер Нуртманн ВСТ-V9,9. V=90 м³, кількість бункерів –1. Габаритні розміри, мм: 5500x4000x4000.

Збірник промивних вод, що отримуються при промивці дробини, повинен мати об'єм 2,4 м³ на 1 т зернопродуктів, що поступають на варку, тобто:

$$V_{збір.} = 2,4 \times 10 = 24 \text{ м}^3.$$

Сушварильний апарат. Приймаємо два апарати Нуртманн марки WKT- D5000-V62,9. Об'єм, м³: повний – 62,9, робочий – 43,5; габаритні розміри, мм: діаметр – 5000, висота – 5200; маса – 9750 кг.

Гідроциклонний апарат - закритий резервуар з нахиленим під кутом 1° дном. Гаряче сушло протягом 15-20 хв насосом тангенційно зі швидкістю 2-2,5 м/с подають апарат через сопло діаметром 40-80 мм, яке розташоване вище днища на 0,5-1 м з нахилом 10-20°. При такому направленні сушла у апарат відбувається доцентровий рух з утворенням воронки і випадання на дно конусоподібного осаду. Осадження частинок білку триває протягом 20-40 хв після випуску всього сушла у апарат.

$$V_{г} = V_{зат} * K$$

де $V_{зат}$ – кількість сушла, одержувана з одного затору, м³; K – коефіцієнт заповнення.

Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м³ сушла і коефіцієнт заповнення 0,8. Місткість апарата $V_{г}$ становитиме:

$$V_{г} = 6,0 \times 10,8 / 0,8 = 75,7 \text{ м}^3.$$

Приймаємо до установки гідроциклонний апарат Whirpool марки W-D4100- V52. Габаритні розміри, мм: діаметр – 5200, висота – 4200; маса – 3250 кг.

Сушварильний апарат. Відповідно до режиму варки сушла з хмелем перекачка охмеленого сушла із сушварильного апарату відбувається протягом 30 хвилин.

Об'єм сушла, відповідно до продуктового розрахунку, приблизно становить 620 дм³ на 100 кг зернопродуктів. Тоді, із одної варки отримуємо сушла:

$$V_{Сушла} = 6064 \times 620 / 100 = 37597 \text{ дм}^3.$$

Розрахункова потужність сушлого насоса повинна становити:

$$Q_{сусл.насоса} = 37597 \times 60 / 30 = 75194 \text{ дм}^3/\text{год.}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|-----|
| | | | | | Розрахунок та підбір технологічного | Арк |
| | | | | | | 41 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Приймаємо до установки три насоси марки GGH - відцентрові, багатоступінчасті, консольного типу, які призначені для перекачки води і інших незабруднених рідин температурою до 105°C. Габаритні розміри, мм: 2200x820x600.

Двохсекційний пластинчастий теплообмінний апарат. Для охолодження сула приймаємо до установк пластинчастий охолоджувач StartHeat продуктивністю 6000 дм³/год. Габаритні розміри, мм: 1590x700x1330, маса 520 кг.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|-----|
| | | | | | Розрахунок та підбір технологічного | Арк |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

Таблиця 5.1 – Специфікація встановлюваного обладнання

| Поз. № | Найменування і марка | Кіл-сть | Технічна характеристика | Потужність електродвигуна, кВт | Тривалість роботи, год/добу |
|--------|---|---------|--|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Норія КМЗКО | 1 | Продуктивність 20 т/год, висота не більше 40 м, габаритні розміри: ширина стрічки 300мм, шаг ковшів 180 мм, маса головки 405 кг, башмака 275 кг. | 2 | 8 |
| 2. | Шнековий транспортер GGH | 1 | Продуктивність 14т/год, діаметр гвинта 400 мм, шаг гвинта 120 мм, частота обертання 75 об/хв. | 1 | 8 |
| 3. | Бункер добового запасу світлого солоду Агроінвест | 1 | Об'єм – 130 м ³ ; габаритні розміри, мм: 3200х4500х3200 | - | - |
| 4. | Бункер добового запасу темного солоду Агроінвест | 1 | Об'єм – 70 м ³ ; габаритні розміри, мм: 1600х3000х1600 | - | - |
| 5. | Бункер добового запасу карамельного солоду Агроінвест | 1 | Об'єм – 15 м ³ ; габаритні розміри, мм: 1200х2500х1200 | - | - |
| 6. | Бункер добового запасу несолодженої сировини Агроінвест | 1 | Об'єм – 20 м ³ ; габаритні розміри, мм: 800х1200х800 | - | - |
| 8. | Повітряно – ситовий сепаратор А1-БІС-100 | 1 | Продуктивність 3,5т/год; габаритні розміри 1500х800х1100; маса 1450 кг. | 2,1 | 8 |
| 7. | Магнітний сепаратор Оліс | 1 | Продуктивність – 3,5 т/год; габаритні розміри, мм: 270х200х470; маса – 40 кг | 1,3 | 8 |
| 9. | Ваги автоматичні НВП Техноваги | 2 | Продуктивність 1,5-7 т/год, величина порції 250-500кг, габаритні розміри 1500х1700х1850; маса 350 кг | 4 | - |
| 10. | Бункер солоду на одну варку Агроінвест | 1 | Об'єм – 20 м ³ ; габаритні розміри, мм: 1200х2500х1200 | - | - |
| 11. | Бункер несолодженої сировини на одну варку Агроінвест | 1 | Об'єм – 20 м ³ ; габаритні розміри, мм: 1200х2500х1200 | - | - |
| 12. | Молоткова дробарка Меуга | 1 | Продуктивність 15т/год, необхідна площа установки 2,5-3,9м ² , загальна висота дробарки 8м | - | - |

Розрахунок та підбір технологічного обладнання

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Продовження табл. 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|---------------------------------------|---|---|------|----|
| 13. | Передзаторний апарат Hurrmann | 1 | Засип – 6,7 т; габаритні розміри, мм: даметр – 2000, висота – 2700. | 11 | 6 |
| 14. | Насос відцентровий GGH | 8 | Продуктивність –100 м ³ /год, напір – 11 м; габаритні розміри, мм: 2200x820x600; маса – 49 кг | 7,5 | 4 |
| 15. | Заторний апарат Meuga | 2 | Засип – 10 т; габаритні розміри, мм: діаметр – 5300, висота – 5500 | 15 | 6 |
| 16. | Фільтр-прес Hurrmann | 1 | Затір – 10,0 т; місткість 37,5 м ³ , площа поверхні фільтрації 25,9м ² , діаметр габаритні розміри, мм: діаметр – 6400, загальна висота –7800; висота циліндричної частини 2800мм, кришки – 1800; маса пустого апарата – 13720 кг, маса заповненого апарата – 46500 кг. | 22,2 | 24 |
| 17. | Збірник дробини Orion.Group | 1 | Об'єм бункеру, м ³ : повний – 90; робочий – 84; габаритні розміри, мм: 5500x4000x4000 | - | - |
| 18. | Збірник промивних вод Orion.Group | 1 | Об'єм збірника 25 м ³ , Габаритні розміри, мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг | - | - |
| 19. | Суслозбірник Orion.Group | 1 | Об'єм збірника 65 м ³ , Габаритні розміри, мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг | - | - |
| 20. | Сусловарильний апарат Hurrmann | 1 | Об'єм, м ³ : повний – 62,9, робочий – 43,5; габаритні розміри, мм: діаметр – 5000, висота – 5200; маса – 9750 кг | - | 12 |
| 21. | Конденсатор теплообмінника STENECKER | 1 | Потужність-6000W Висота-230мм, довжина-320мм | | - |
| 22. | Хмелевий бачок | 2 | Об'єм бачка 25 м ³ , Габаритні розміри, мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг | - | - |
| 23. | Гідроциклонний апарат «Вірпул» | 1 | Продуктивність 792 м ³ /год, повний об'єм -62,5м ³ . Діаметр – 5700мм, висота – 2500мм | 7 | - |
| 24. | Збірник білкового осаду | 1 | Об'єм збірника 25 м ³ , Габаритні розміри, мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг | - | - |
| 25. | Пластинчастий теплообмінник StartHeat | 1 | Продуктивність 5 м ³ /год; площа охолодження водою 6,6 м ² , холодоагентом – 3,2 м ² , габаритні розміри 3100x700x1300мм, маса 325кг | - | - |

Розрахунок та підбір технологічного обладнання

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

44

Арк

Закінчення табл. 5.1

| | | | | | |
|-----|---------------------------------------|---|---|---|---|
| 26. | Двохсекційний теплообмінник StartHeat | 1 | Продуктивність 6 м3/год; площа охолодження водою 8,6 м2, холодоагентом – 4,2 м2, габаритні розміри 3100x700x1300мм, маса 525кг. | - | - |
| 27. | Збірник холодної води | 1 | Об'єм збірника 25 м3, Габаритні розміри, мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг | - | - |
| 28. | Збірник гарячої води | 1 | Об'єм збірника 25 м3, Габаритні розміри, мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг | - | - |
| 29. | Збірник карагенану | 1 | Об'єм збірника 25 м3, Габаритні розміри, мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг | - | - |
| 30. | Збірник ірландського моху | 1 | Об'єм збірника 25 м3, Габаритні розміри, мм: діаметр - 1500, висота - 5000; маса – 2580 кг | - | - |

Розрахунок та підбір технологічного обладнання

Зм.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

Арк

45

6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Для забезпечення виробництва високоякісної продукції на підприємстві необхідно обов'язково використовувати відповідні прилади вимірювальної техніки для контролю якості продукції. Важливою умовою ефективного ведення технологічних процесів високоякісної продукції є організація технологічного контролю виробництва. Його завдання включає запобігання випуску продукції, яка не відповідає нормативним документам, а також запобігання порушень технологічного процесу і санітарно-гігієнічного стану обладнання.

На початковому етапі технологічного контролю (вхідний контроль) проводиться перевірка якості сировини. Вся сировина повинна відповідати вимогам стандарту. Вхідному контролю також підлягає допоміжна сировина та тара.

Технологічний і мікробіологічний контроль, який здійснюється на заводі, відбувається під керівництвом завідувача лабораторії і затверджується директором заводу. Технологічний контроль передбачає мету контролювати якість сировини і матеріалів не лише при їх надходженні, але й під час тривалого зберігання на складах. При цьому відстежуються такі параметри технологічного процесу, як температура, рН середовища, масова частка сухих речовин і вологи, відносна щільність, кислотність.

Технохімічний контроль передбачає наступні функції:

- ✓ контроль якості сировини та допоміжних матеріалів, необхідні для визначення вмісту в них цінних речовин і небажаних домішок;
- ✓ контроль якості напівпродуктів, необхідний для контролю за ходом і регулюванням технологічних процесів;
- ✓ контроль готової продукції, необхідний для оцінки якості всієї партії продукту та його відповідності вимогам діючих державних стандартів;
- ✓ контроль відходів виробництва, необхідний встановлення втрат цінних речовин з метою їх утилізації;
- ✓ контроль санітарного стану виробничих приміщень, обладнання, тари та інвентарю з мета виявлення сторонніх мікроорганізмів, що викликають втрати і зниження якості продукції.

Схема технохімічного і мікробіологічного контролю наведено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1. – Таблиця технохімічного контролю на виробництві.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---|-----|
| | | | | | ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | Арк |
| | | | | | | 46 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | Об'єкт контролю | Місце відбору проби | Контрольований показник, одиниця виміру | Метод і частота контролю | Нормативний документ | Відповідальний за проведення аналізу |
|---|-----------------|---------------------|---|---|---|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Солод | Склад солоду | <p>Органолептичні показники</p> <p>Кількість мучнистих зерен</p> <p>Скловидність</p> <p>Масова частка вологи</p> <p>В лабораторному суслі:</p> <p>Масова частка екстракту в СР солоду тонкого помелу</p> <p>Тривалість оцукрення</p> <p>Прозорість</p> <p>Забарвленість</p> <p>Кислотність Амінний азот В'язкість</p> <p>Тривалість фільтрації</p> <p>Різниця масових часток екстракту в сухій речовині солоду тонкого та грубого помелів</p> | <p>Органолептично</p> <p>Зріз на ферінатомі</p> <p>Висушування в СЭШ- 3</p> <p>Візуально</p> <p>Фотокалориметр РН-метр</p> <p>Мідний метод</p> <p>В'язкозиметр</p> <p>Освальда</p> <p>Кожна партія при надходженні</p> <p>В разі необхідності</p> | <p>ДСТУ428 2:2004</p> <p>Правила користування рН-метром, ДСТУ 4282:2004</p> | Інженер- хімік |
| 2 | Ячмінь | Склад сировини | <p>Вологість</p> <p>Крупність</p> <p>Вміст білку</p> <p>Зараженість шкідниками</p> <p>Масова доля смітної або зернової домішки.</p> | <p>Висушування Апарат</p> <p>Фогеля Метод</p> <p>Кельдаля Метод</p> <p>Брудной Або метод розколювання зерен</p> <p>Візуально</p> <p>Кожна партія у прийманні</p> | ГОСТ-3769 | Інженер- хімік |
| 3 | Рисова січка | Склад сировини | <p>Колір, смак, запах</p> <p>Вологість</p> <p>Екстрактивність</p> <p>Масова доля смітної домішки</p> | <p>Органолептично</p> <p>Висушування в СЭШ- 3</p> <p>Метод дослідного затирання з солодовою витяжкою</p> <p>Візуально</p> | ГОСТ 6292-93 | Інженер- хімік |

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---|--|-----|
| | | | | | ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | | Арк |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 47 |

| | | | | | | |
|---|-----------------------|---------------------------------------|--|--|--|-----------------------|
| 4 | Гранули хмелю | Склад сировини | Органолептичні показники Масова частка вологи Масова частка α -кислот | Органолептично Висушування наважки в СЕШ Кондуктометричний метод Кожна партія при надходженні або, якщо якість гарантована | ТУ У054537-52-001-99 | Технік-хімік |
| 5 | Питна вода | Відділення водо підготовки | Органолептичні показники Загальна жорсткість рН Загальна лужність | Органолептично Комплексометричний метод рН-метр Титрування 2 рази на тиждень або в разі необхідності | ГОСТ 4151-72 Правила користування рН-метром | Ведучий інженер-хімік |
| 6 | Кислота молочна | Склад сировина | Прозорість Кислотність Масова частка молочної кислоти | Візуально Титрування 1 раз у півріччя і в разі необхідності | ГОСТ 490-79 | Інженер-хімік |
| 7 | Ферментні препарати | Склад сировини | Питома вага | Кожна партія при надходженні або рідше, якщо якість гарантована | НД заводу-постачальника | Інженер-хімік |
| 8 | Вода виробництва пива | Водопідготовка, збірник холодної води | Загальна жорсткість рН Загальна лужність Вміст вільного залишкового хлору | Комплексометричний метод рН-метр Титрування 2 рази на тиждень та в разі необхідності | ГОСТ 4151-72 Правила користування рН-метром Інструкція технохімічного контролю ГОСТ 18190-72 | Інженер-хімік |
| 9 | Затір | Варильне відділення | Температура затирання | У кожному заторі. Термометр ТС-4, межа вимірювання 1-100 °С 40-45 50-52 62-63 70-72 75 | 50-77 °С (залежно від способу затирання) | Інженер-хімік |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---|-----|
| | | | | | ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | Арк |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

Закінчення табл. 6.1

| | | | | | | |
|----|----------------------------|------------|-------------------------------|---|-------------------|---------------|
| | | | Повнота оцукрювання | У кожному загорі . Йодокрохмальна проба | Повне оцукрювання | Інженер-хімік |
| 10 | Загальний екстракт дробини | Фільтрпрес | Концентрація сухих речовин, % | Пікно-метричний метод | 1,5-2,0 | Технолог |

| | | | | | | |
|----|-------------------|-----------------------|--|--|---|------------------|
| 11 | Вимивний екстракт | Фільтраційний апарат | Концентрація сухих речовин, % | Пікнометричний метод | 0,5-0,8 | Технолог |
| 12 | Охмелене сусло | Варильне відділення | | Сахарометр Йодна проба Колориметричне титрування РН-метр В'язкозиметр Освальда | Інструкція технохімічного контролю | Інженер-хімік |
| | | | Кислотність, у моль Іn р-ну NaOH на 100 см3 пив. | Титруванням | 0,9-1,2 | Технолог |
| 13 | Гаряче сусло | Варильне відділення | Освітлення, якість зависів гарячого сусла | Візуально, кожна варка | Повна прозорість | Інженер-хімік |
| 14 | Сусло | Сусловарильний апарат | Концентрація екстрактивних речовин, % | Цукроміром | 11 | Оператор процесу |
| 15 | СП | | Концентрація миючих та дезречовин | 1 раз на тиждень | Інструкція по визначенню концентрації речовин фірми-постачальника | Інженер-хімік |

Промислова санітарія - це система організаційних заходів і технічних засобів, які запобігають або зменшують вплив шкідливих виробничих факторів. Згідно з НПАОП 15.9-1.13-97 "Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв", необхідно дотримуватись таких санітарних норм:

Замочні апарати, солодоростильні ящики та підситові простори після кожного циклу робіт чистити, мити й дезінфікувати протягом не менше 30 хвилин розчином хлорного вапна з вмістом активного хлору 500 мг/дм³ або іншим дезінфекційним засобом.

Шнеки, транспортери, норії, бункери для свіжопророслого солоду очищати щодня.

Після дезінфекції все обладнання, апаратуру слід ретельно промити водою до повного видалення дезінфекційного розчину. Після кожної дезінфекції відбирати для мікробіологічного контролю останні порції промивних вод.

Мийні і дезінфекційні засоби слід зберігати в окремому зачиненому приміщенні. Роботу з дезінфікуючими речовинами виконують в окулярах, гумових печатках, чоботах та прогумованому фартусі.

Керівник підприємства несе відповідальність за санітарний стан підприємства та дотримання чинних правил. Керівники відповідних цехів, відділень (бригадир, майстер, змінний інженер, начальник зміни) відповідають за санітарний стан цехів та відділень підприємства. Відповідні посадові особи несуть відповідальність за санітарний стан складів, лабораторій, їдальень та підсобних приміщень. Працівники на певній ділянці відповідають за санітарний стан устаткування, апаратури, інвентарю та робочого місця.

Метрологічне забезпечення будь-яких вимірювань включає використання наукових та організаційних норм і правил, а також розроблення, виготовлення та використання необхідних технічних засобів, що забезпечують єдність та необхідну точність вимірювань.

Основними завданнями метрологічного забезпечення є:

- ✓ Установлення одиниць фізичних величин.
- ✓ Формування системи державних еталонів одиниць фізичних величин і забезпечення їх функціонування з найвищою точністю в Україні.
- ✓ Розроблення методів і засобів передавання розмірів одиниць фізичних величин від еталонів до зразкових і робочих засобів вимірювань.
- ✓ Розроблення науково-методичних, правових та організаційних основ, норм і правил, необхідних для досягнення єдності та потрібної точності вимірювань.
- ✓ Проведення державних випробувань, повірки, калібрування та метрологічної атестації засобів вимірювань.
- ✓ Сертифікація засобів вимірювань.
- ✓ Виконання робіт з забезпечення єдності і потрібної точності вимірювань для потреб оборони.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|-----|
| | | | | | ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | Арк |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 50 |

- ✓ Розроблення та атестація методик виконання вимірювань.
- ✓ Створення та атестація стандартних зразків складу і властивостей речовин і матеріалів.
- ✓ Розроблення та забезпечення функціонування системи стандартних довідкових даних про фізичні константи і властивості речовин та матеріалів.
- ✓ Проведення експертизи та атестації даних про властивості речовин і матеріалів.

Метрологічне забезпечення на підприємстві наведено у таблиці 6.2

Таблиця 6.2 - Метрологічне забезпечення на підприємстві

| № | Стадії контролю | Найменування заходів вимірювання | Межі вимірювання |
|---|------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Вологість солоду | Ваги лабораторні 2-го класу точності згідно ГОСТ 24108-88 Шафа сушильна СЕШ 3-М згідно ГОСТ 13586.5-93 | 0-100г 105±2 °С |
| 2 | Екстарктивність солоду | Цукромір АЦ-3 Термометр ртутний ТЛ-4 згідно з ГОСТ 28498 | 0-25 кг/м ³ |
| 3 | Подрібнення солоду | Сита лабораторні із сіткою металевою згідно з ГОСТ 6613 | 0,25-2 мм |
| 4 | рН затору | рН-метр | 0-10 |
| 5 | Масова частка с.р. | Пікнометр ПЖ2-50 згідно з ГОСТ 22524 Цукромір АЦ-3 | 0-50 мл 0-25 кг/м ³ |

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон України «Про охорону праці» Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92 спрямований на реалізацію положень Конституції України щодо права людини на належні безпечні і здорові умови праці, регулює взаємовідносини між роботодавцем та працівником, встановлює єдиний порядок організації охорони праці.

Охорона праці на пивоварні — це система взаємопогоджених соціально-економічних, науково-технічних, організаційно-правових заходів, методів та засобів, спрямованих на збереження життя (стаття 3 Конституції України), здоров'я і працездатності працюючих в процесі їх виробничої діяльності.

Охорона праці є системою правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, лікувально-профілактичних та санітарно-гігієнічних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Трудове законодавство включає норми та вимоги щодо техніки безпеки та виробничої санітарії, норми регулювання робочого часу та часу відпочинку, звільнення та переведення на іншу роботу, норми праці для жінок, молоді, правила та норми гігієни тощо.

Обов'язок загального нагляду за дотриманням норм охорони праці покладається на прокуратуру, спеціальний нагляд – на профспілки. Також контроль за охороною праці здійснюють державні та відомчі спеціалізовані інспекції (Держпраці, Енергонагляд).

Для запобігання нещасних випадків та безпечної експлуатації технологічного обладнання на підприємстві всі працівники зобов'язані пройти курс навчання з техніки безпеки. Керівники підприємств, у свою чергу, зобов'язані забезпечити своєчасне та якісне навчання працівників безпечним прийомом та методам праці, які регулярно проводяться на всіх підприємствах, незалежно від ступеня небезпеки підприємств.

Відповідно до ст. 15 Закону «Про охорону праці» така служба повинна бути створена на підприємстві з 50 і більше працівників відповідно до Типового положення про службу охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету з нагляду за охороною праці від 15.11. 2004 р. № 255 На підставі цього документа також слід розробити Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначити структуру такої служби, її кількість, основні завдання, функції та права її працівників. Крім того, повинні бути затверджені інструкції посадових осіб, що визначають їхні обов'язки, права та відповідальність за виконання своїх функцій.

На підприємствах, які мають менше 50 працівників, функції служби охорони праці можуть виконувати неповний робочий день особами, які мають відповідну підготовку. На підприємствах, які мають менше 20 працівників, сторонні спеціалісти, які мають не менше трьох років досвіду роботи та пройшли навчання з охорони праці, можуть залучатись на договірних засадах до виконання функцій служби охорони праці.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|-----|
| | | | | | ОХОРОНА ПРАЦІ | Арк |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

✓ ефективного використання засобів індивідуального захисту, своєчасний контроль їх стану, дотримання встановленої нормами частоти їх заміни;

✓ використання сучасних засобів безпеки та огороження робочих зон; проведення систематичного контролю за станом обладнання та допоміжних пристроїв тощо.

На пивзаводі діє низка основних правил охорони праці, які слід дотримуватися для забезпечення безпеки працівників. Основні правила охорони праці на пивзаводі можуть включати таке:

Захисний одяг: працівники повинні мати на собі відповідний захисний одяг, який може включати робочі комбінезони, захисні окуляри, взуття і рукавиці. Це допомагає запобігти травмам та контакту зі шкідливими речовинами.

Ознайомтесь з інструкціями та процедурами безпеки: працівники повинні бути ознайомлені з інструкціями щодо безпеки та процедурами, які стосуються роботи на пивзаводі. Це включає правила поведінки з обладнанням, хімічними речовинами та електричними приладами.

Особисті захисні засоби: працівники повинні використовувати відповідні особисті захисні засоби відповідно до вимог робочого місця. Це можуть бути маски для обличчя, респіратори, навушники або інші засоби захисту.

Робоче місце в чистоті та порядку: регулярне прибирання робочого місця допомагає запобігти потенційним небезпекам, таким як ковзання, потрапляння на обладнання або вплив на виробничі процеси.

Регулярний технічний огляд обладнання: перевірка та обслуговування обладнання на пивзаводі має бути проведена регулярно, щоб запобігти можливим аваріям або несправностям, які можуть вплинути на безпеку працівників.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------|-----|
| | | | | | ОХОРОНА ПРАЦІ | Арк |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 54 |

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Для вирішення задачі інтенсифікації процесу освітлення кваліфікаційною роботою передбачено інтенсифікація роботи варильного відділення пивзаводу за рахунок використання освітлюючих агентів та використання сучасного обладнання.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано і обґрунтовано можливість використання доступних на ринку освітлюючих агентів з метою оптимізації процесу приготування пива.

Існує кілька способів інтенсифікації процесу освітлення пивного сусла. Один із способів - це використання освітлюючих агентів. Для досягнення якісних показників сусла передбачено використання очищувального агента такого, як карагенан та ірландський мох. Також був обраний особливий вид обладнання для освітлення сусла – це котел-вірпул. Це метод, який використовується переважно для відділення гранул хмелю та осаду від сусла після його кип'ятіння. Основними перевагами цього методу є його висока ефективність освітлення, простота використання, знижений вміст диметилсульфіду (DMS) та посилений аромат та смак хмелю зарахунок підтримування температури, яка запобіжить збільшення ізомеризації, так як пиво може отримати сильний, різкий гіркий смак.

Проведено продуктивний розрахунок виробництва продуктивністю 8 млн. дал пива в рік і за його результатами підібрано обладнання варильного цеху. У роботі прийнято такі технологічні рішення:

✓ Передбачено виробництво наступних сортів пива: Берлінське, Прибалтійське, Портер, що виготовляються із світлого, темного, ячмінного, карамельного солоду та з використанням рисової січки.

✓ Транспортування зернопродуктів із сховища відбувається механічним транспортом (норія, шнековий транспортер).

✓ Пропонується використання одновідварного способу затирання, оскільки його застосовують при переробці добре розчиненого солоду з високою оцукрюючою здатністю. При застосуванні цього способу зберігається активність ферментів і одержуємо сусло високої якості.

✓ Фільтрування затору відбувається на фільтр-пресі, у якому дробина є фільтруючим матеріалом.

✓ При кип'ятінні сусла з хмелем пропонується використовувати суслотоварильний апарат.

✓ Для інтенсифікації процесу освітлення пивного сусла на виробництві використовують гідроциклонний апарат Вірпул, який застосовують для відділення нерозчинних залишків ячменю і хмелю. Ці частинки, під дією відцентрової сили, збираються по радіусу гідроциклона.

✓ Також для освітлення були використані очищувальні агенти, такі як карагенами та ірландський мох. Їх функцією є краще осадження білка на стадії освітлення та боротьба з холодним помутнінням в ЦКТ.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|-----|
| | | | | | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | Арк |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підручник для студентів вищих навчальних закладів. К.: ІНКОС, 2004. 426 с.
2. Державні санітарні норми та правила).ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. Київ.: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с. (Національний стандарт України).
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстровано в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України).
4. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови: [Чинний від 2015-05-28]. Київ.: Держспоживстандарт України, 2015. 21 с. (Національний стандарт України).
5. ДСТУ 4097.2-2002. Хміль гіркий. Частина 2. Хміль гіркий спресований. Технічні умови. [Чинний від 2003-01-01]. Київ.: Держстандарт України, 2002. 14с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. Київ.: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 7067:2009. Хміль. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ.: Держспоживстандарт України, 2010. 16 с. (Національний стандарт України).
8. Ермолаева Г.А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. М.: ИРПО; Изд. Центр «Академия», 2000. 416 с.
9. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. СПб.: Профессия, 2009. 1100 с.
10. Мелетьев А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. за ред. А.Є. Мелетьєва. Вінниця: Нова Книга, 2007. 392 с.18
11. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения: пер. з нем. СПб: Профессия, 2007. 640 с.
12. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: підруч. / І.С. Гулий та ін. // за ред. І.С. Гулого. Вінниця: Нова книга, 2001. 576 с/
13. Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях: Закон України від 25 вер. 2012р. №1648. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1648-12#n17> (дата звернення 25.05.2023)
14. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв та ін. // під ред. А.Є. Мелетьєва. К.: НУХТ, 2007. 256 с.

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | Арк |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------------|-----|
| | | | | | | 56 |