

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

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

**«До захисту в ЕК»**

Директорка ННІХТ

\_\_\_\_\_ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО  
(підпис)

«    » лютого 2022 р.

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри БПБВ

\_\_\_\_\_ Анатолій КУЦ  
(підпис)

«    » лютого 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект бродильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн дал пива на рік з інтенсифікацією процесів бродіння і доброджування**

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

Сидор Ярина Юріївна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Олійник Світлана Іванівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Ярина СИДОР

**Київ НУХТ – 2022 р.**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступень – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології  
продуктів бродіння та  
виноробства

\_\_\_\_\_Анатолій КУЦ

20 вересня 2021 року

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

Сидор Ярині Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект бродильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн дал пива на рік з інтенсифікацією процесів бродіння і доброджування

Керівник роботи Олійник Світлана Іванівна, к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 31 січня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Передбачити асортимент: пиво світле «Львівське» 80%, пиво темне «Дніпровське» 20%

4. Сировина, що використовується для виробництва пива: солод ячмінний світлий та темний, карамельний, рисова крупка. Продуктові розрахунки виконують на 1 дал пива.

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

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Плани і розрізи – 2 аркуші

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

**6. Консультанти розділів роботи**

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 20 вересня 2021 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи                                     | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1.    | Структура підприємства та режими його роботи                                      | 01.10.21-02.11.21             |          |
| 2.    | Вибір і обґрунтування способів і режимів бродіння і доброджування пивного сусла   |                               |          |
| 3.    | Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів |                               |          |
| 4.    | Технологічні розрахунки                                                           | 03.11.21-14.11.21             |          |
| 5.    | Розрахунки та підбір технологічного обладнання                                    |                               |          |
| 6.    | Розрахунки площ складських приміщень.                                             |                               |          |
|       | <b>1-а атестація</b>                                                              | <b>15.11.21</b>               |          |
| 7.    | Викреслювання апаратурно-технологічної схеми                                      | 16.11.21-21.12.21             |          |
| 8.    | Оформлення креслень з планів та розрізів і погодження їх з керівником             |                               |          |
| 9.    | Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва                             | 22.12.21-15.01.22             |          |
| 10.   | Заходи щодо забезпечення умов промсанітарії                                       |                               |          |
| 11.   | Інженерні системи та енергетичне господарство                                     |                               |          |
| 12.   | Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження                                          |                               |          |
| 13.   | Будівельна частина                                                                | 16.01.22-30.01.22             |          |
| 14.   | Екологічна частина                                                                |                               |          |
| 15.   | Охорона праці                                                                     |                               |          |
| 16.   | Оформлення пояснювальної записки                                                  |                               |          |
|       | <b>2-а атестація</b>                                                              | <b>31.01.22</b>               |          |
| 17.   | Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат                              | 01.02.22-04.02.22             |          |
| 18.   | Попередній розгляд роботи на кафедрі                                              |                               |          |
| 19.   | Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК                        | 05.02.22-07.02.22             |          |
|       | Захист роботи в ЕК                                                                | Згідно графіку                |          |

**Здобувач**

**Ярина СИДОР**

**Керівник роботи, доцент**

**Світлана ОЛІЙНИК**

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: Проект бродильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн. дал пива на рік з інтенсифікацією процесів бродіння і доброджування.

Актуальність теми. У кваліфікаційній роботі передбачено асортимент: пиво світле «Львівське» - 80 %; пиво темне «Дніпровське» - 20 %.

Ефективність виробництва пива визначається тривалістю основних процесів технологічного циклу. Головною та найбільш тривалою стадією є зброджування пивного сусла та дозрівання молодого пива.

Одним з напрямлень підвищення ефективності цих технологічних процесів є використання методу сумісного бродіння сусла і доброджування молодого пива в одному циліндро-конічному бродильному апараті. Порівняно з класичним способом цей дозволяє скоротити цикл бродіння сусла і доброджування пива у два рази, а також запобігти втратам молодого пива під час перекачування.

Для бродіння запропоновано дріжджі низового бродіння раси Saflager W 34/70.

Для підвищення стійкості пива передбачена фільтрація пива на сучасному технологічному обладнанні – свічковий фільтр з діатомітовою наливкою.

В кваліфікаційній роботі охарактеризовано готову продукцію, основні та допоміжні матеріали; складена принципова технологічна схема; накреслено апаратурно-технологічну схему та описано її; проведені технологічні розрахунки продуктів; підібрано технологічне обладнання згідно обраної схеми; розраховані площі складських приміщень; складено схему технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва; проведено енергетичні розрахунки; опрацьовані питання з охорони праці; екології, промислової санітарії.

**Ключові слова:** пиво, сусло, дріжджі, бродіння, доброджування, циліндро-конічний бродильний апарат, ЦКБА, пиво, фільтрація.

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

## ANNOTATION

Theme of qualification work: The project of the fermentation department of the brewery with a capacity of 8 million dal of beer per year with the intensification of fermentation and fermentation processes.

Actuality of theme. According to the task of qualification work, the range: light beer "Lviv" - 80%; dark beer "Dnieper" - 20%.

The efficiency of beer production is determined by the duration of the main processes of the technological cycle. The main and longest stage is the fermentation of beer wort and maturation of young beer.

One of the ways to increase the efficiency of these technological processes is to use the method of joint fermentation of wort and fermentation of young beer in one cylindrical-conical fermentation apparatus. Compared to the classic method, this allows you to halve the wort fermentation cycle and beer fermentation, as well as prevent the loss of young beer during pumping.

Saflager W 34/70 bottom fermentation yeast has been proposed for fermentation.

To increase the stability of beer, beer filtration is provided on modern technological equipment - a candle filter with diatomaceous earth.

The qualification work describes the finished products, basic and auxiliary materials; compiled basic technological scheme; the hardware-technological scheme is drawn and described; technological calculations of products were carried out; selected technological equipment according to the selected scheme; calculated areas of warehouses; the scheme of technochemical and microbiological control of production is made; energy calculations were performed; elaborated issues on labor protection; ecology, industrial sanitation.

**Key words:** beer, wort, fermentation, fermentation, CCBA, beer, filtration.

|      |      |          |        |      |          |      |
|------|------|----------|--------|------|----------|------|
|      |      |          |        |      | АНОТАЦІЯ | Арк. |
|      |      |          |        |      |          | 5    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |          |      |

## АННОТАЦИЯ

Тема квалификационной работы: Проект бродильного отделения пивзавода мощностью 8 млн. дал пива в год с интенсификацией процессов брожения и дображивания.

Актуальность темы. Согласно заданию квалификационной работы ассортимент: пиво светлое «Львовское» – 80 %; пиво темное «Днепровское» – 20 %. Эффективность производства пива определяется длительностью главных действий технологического цикла. Главной и наиболее продолжительной стадией является сбраживание пивного сусла и созревание молодого пива. Одним из направлений повышения эффективности этих технологических процессов является использование метода совместного брожения сусла и дображивания молодого пива в одном цилиндро-коническом бродильном аппарате. По сравнению с классическим способом этот способ позволяет сократить цикл брожения сусла и дображивания молодого пива в два раза, а также предотвратить потери молодого пива во время перекачивания.

Для брожения предложены дрожжи низового брожения расы Saflager W 34/70.

Для повышения стойкости пива предусмотрена фильтрация пива на современном технологическом оборудовании – свечной фильтр с диатомитовой намывкой.

В квалификационной работе охарактеризованы готовая продукция, основные и вспомогательные материалы; составлена принципиальная технологическая схема; начертана аппаратурно-технологическая схема; произведены технологические расчеты продуктов; подобрано технологическое оборудование согласно выбранной схеме; рассчитанные площади складских помещений; составлена схема теххимического и микробиологического контроля производства; произведены энергетические расчеты; проработанные вопросы по охране труда; экологии, промышленной санитарии.

**Ключевые слова:** пиво, сусло, брожение, дображивание, ЦКБА, пиво, фильтрация.

|      |      |          |        |      |           |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------|------|
|      |      |          |        |      | АННОТАЦІЯ | Арк. |
|      |      |          |        |      |           | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |           |      |

## ЗМІСТ

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                       | 8  |
| 1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....                                              | 10 |
| 1.1 Структура пивзаводу.....                                                                     | 10 |
| 1.2 Режим роботи заводу.....                                                                     | 10 |
| 2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ БРОДІННЯ І ДОБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА.....          | 13 |
| 2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....                                        | 14 |
| 2.2 Принципова технологічна схема .....                                                          | 15 |
| 2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів бродіння і доброджування пивного сусла..... | 16 |
| 2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми.....                                                     | 33 |
| 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ .....        | 36 |
| 3.1 Характеристика проекрованої продукції.....                                                   | 36 |
| 3.2 Характеристика сировини .....                                                                | 37 |
| 3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....                                         | 44 |
| 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....                                                                   | 47 |
| 4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків .....                                              | 49 |
| 4.2 Продуктові розрахунки .....                                                                  | 50 |
| 4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....                                      | 53 |
| 5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ .....                                           | 58 |
| 6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ .....                                                     | 64 |
| 7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....   | 66 |
| 8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ .....                                              | 71 |
| 9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО.....                                             | 74 |
| 9.1 Водопостачання та водовідведення .....                                                       | 74 |
| 9.2 Розрахунки витрат пари .....                                                                 | 74 |
| 9.3 Розрахунки витрат холоду .....                                                               | 75 |
| 9.4 Розрахунки витрат електроенергії .....                                                       | 76 |
| 9.5 Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю.....                                           | 76 |
| 10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ .....                                                | 77 |
| 11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА .....                                                                      | 78 |
| 12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....                                                                      | 80 |
| 13 ОХОРОНА ПРАЦІ.....                                                                            | 84 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....                                                                          | 89 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....                                                              | 91 |

|           |      |              |        |      |                                                                                                                 |                                 |      |
|-----------|------|--------------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|
|           |      |              |        |      | Проект бродильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн. дал пива на рік з інтенсифікацією процесів бродіння і |                                 |      |
| Змн.      | Арк. | № докум.     | Підпис | Дата |                                                                                                                 |                                 |      |
| Розроб.   |      | Сидор Я.Ю.   |        |      | ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА                                                                                            | Літ.                            | Арк. |
| Перевір.  |      | Олійник С.І. |        |      |                                                                                                                 |                                 | 7    |
| Реценз.   |      |              |        |      |                                                                                                                 |                                 | 111  |
| Н. Контр. |      |              |        |      |                                                                                                                 | НУХТ, ННІХТ, БПБВ,<br>ЗТБ-3-1ск |      |
| Затверд.  |      | Куц А.М.     |        |      |                                                                                                                 |                                 |      |

## ВСТУП

За роки незалежності український ринок пива пройшов періоди спаду, стабілізації та оновлення. На ринку відбулося залучення іноземних інвестицій, що в свою чергу призвело до укрупнення виробників, зміцнення позицій одних пивних брендів та послаблення інших, розширення асортименту в різних цінових категоріях, створення великої кількості міні—пивоварень, ресторанів— пивоварень. Але за останні роки обсяг виробництва пива в Україні скоротився. Експерти та учасники ринку виділяють кілька ключових причин падіння обсягів виробництва. Першочергово проти пивоварів зіграли загальні негативні тренди в українській економіці. Реальні доходи українців за останні роки особливо не зросли, а впевненість у завтрашньому дні залишається на низькому рівні. Друга причина — зростання вартості пива. За минулі роки середня роздрібна ціна на пляшку пива зросла на 11 %. Пивовари говорять, що причиною подорожчання хмільного напою є підвищення цін на сировину, паливо та електроенергію. Окрім економічних факторів на галузь вплинули і регуляторні ініціативи. На об'ємах продажів негативно позначилося підвищення податку на хмелярство (з 1 % до 1,5 %) та збільшення акцизів на напій.

Економічні умови на сучасному етапі розвитку пивоваріння вимагають нових підходів для вирішення проблем підвищення конкурентоспроможності пивоварних підприємств. В зв'язку з цим, однією з головних задач сучасного пивоваріння є пошук шляхів зниження собівартості готового продукту, постійне підвищення ефективності виробництва, покращення якості готового продукту і розширення асортименту продукції, органолептичні показники.

Однією з основних стадій у виробництві пива є процес бродіння. Це складний процес біохімічного перетворення речовин живильного середовища на нові продукти під дією ферментів мікроорганізмів, який протікає як без доступу кисню, так і в його присутності. Продукти, що утворилися при цьому, як правило, набувають зовсім інших властивостей, часто стають ароматнішими і смачнішими, а мікроорганізми набирають все необхідне для свого розвитку, у тому числі й енергію, і за рахунок цього створюють свою біомасу.

Процеси, які протікають при зброджуванні сусла можна тільки умовно поділити на процеси головного бродіння і доброджування, так як вони переходять один в одного, їх необхідно розглядати як єдине ціле. При головному бродінні відбувається зброджування основної кількості цукрів пивного сусла з утворенням спирту і вуглекислоти, яке супроводжується значним зменшенням екстракту. При доброджуванні проходить насичення пива вуглекислотою, його освітлення і дозрівання.

Крім основних продуктів бродіння утворюються побічні продукти, які суттєво впливають на смак, аромат та інші споживчі якості пива.

У виробництві пива відображаються останні досягнення науки і техніки у бродильній галузі, а саме передбачаються заходи з енерго- та ресурсозбереження, що сприяють розвитку та підвищенню ефективності виробництва, зростанню продуктивності праці, поліпшенню якості пива.

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

У кваліфікаційній роботі розглянуто та проведено продуктові розрахунки двох сортів пива: пиво світле «Львівське» 12 % та пиво темне «Дніпровське» 15 %, які виробляються із світлого, темного і карамельного солодів.

Для бродіння пивного сусла і доброджування пива запропоновано суміщений спосіб – використання циліндрично-конічних бродильних апаратів. Порівняно з класичним способом такий спосіб дозволяє скоротити процеси бродіння сусла і доброджування пива у два рази, а також запобігти втратам молодого пива під час перекачування. Для зброджування сусла використовують дріжджі Saflager W 34/70

Для фільтрації пива, з метою підвищення стійкості пива передбачено фільтрацію пива у дві стадії: на сепараторі та кізельгуровому фільтрі, контрольна фільтрація – фільтр-прес.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 94 с., 24 табл., 35 використаних літературних джерел.

Виконано графічну частину - чотири листи креслення формат А1: апаратурно-технологічна схема, план відділення, розрізи відділення, демонстраційний плакат.

|      |      |          |        |      |       |      |
|------|------|----------|--------|------|-------|------|
|      |      |          |        |      | ВСТУП | Арк. |
|      |      |          |        |      |       | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |      |

# 1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

## 1.1 Структура пивзаводу

До основного підприємства з виробництва пива відносять:

- відділення водопідготовки,
- підготовче і варильне відділення,
- дріжджове відділення,
- відділення ЦКБА,
- відділення фільтрації,
- цех розливу.

До допоміжних цехів і відділень відносять:

- цехи холодильно-компресорний, ремонтно-механічний, утилізації діоксиду вуглецю;
- відділення: транспортне та електропостачання; насосну станцію, очисні споруди.

Також є допоміжні складські підрозділи підприємства:

- основної сировини;
- допоміжних матеріалів;
- тари;
- готової продукції.

Виробництво високоякісної продукції сприяє налагоджена робота пивзаводу. Організаційна структура забезпечує узгодженість окремих видів діяльності підприємства, та зусиль по виконанню основних завдань та цілей. Організаційна структура управління підприємством є лінійно-функціональною, яка спирається на розподіл повноважень та відповідальності по функціях управління по горизонталі та прийняття рішення по вертикалі.

Загальну структуру утворює сукупність всіх виробничих, невиробничих та управлінських підрозділів підприємства. Управлінські підрозділи є також і функціональними, що виконують окрему функцію управління. До функціональних підрозділів відносяться: планово-виробничий відділ, відділ заробітної плати, відділ кадрів, відділ збуту і постачання, бухгалтерія, відділи головного механіка і головного пивовара. Всі організаційні підрозділи функціонують за принципами збалансованої взаємодії для досягнення єдиного результату від діяльності підприємства в цілому. Виробнича структура пивзаводу представлена на рис. 1.1.

## 1.2 Режим роботи заводу

Централізоване трудове законодавство визначає порядок запровадження на підприємстві режиму робочого часу, його найбільш важливі елементи, а також закріплює гарантії при застосуванні того чи іншого з його видів. Режим робочого часу на підприємстві закріплюється у колективних договорах, правилах внутрішньо-го трудового розпорядку, графіках змінності.

|      |      |          |        |      |                                              |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                              | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                              |      |

Для адміністративного персоналу і допоміжних дільниць встановлено п'ятиденний робочий тиждень з двома вихідними днями. Тривалість щоденної роботи визначається правилами внутрішнього трудового розпорядку або графіками змінності, які затверджує власник або уповноважений ним орган за погодженням з профспілковим представником підприємства, установи, організації.

В багатозмінному режимі функціонує основне виробництво, де технологічні процеси не можуть перериватись (варильне відділення, цех бродіння і доброджування пива).

Графіки змінності, які використовуються на практиці, передбачають прямий порядок чергування працівників: після першої зміни працівник переходить в другу, а потім — в третю. Тривалість перерви в роботі між змінами має бути не меншою подвійної тривалості часу роботи в попередній зміні, включаючи також час перерви для відпочинку та харчування. Мінімальна тривалість щоденного відпочинку між змінами не повинна бути меншою 12 годин. Призначення працівника на роботу протягом двох змін підряд забороняється.

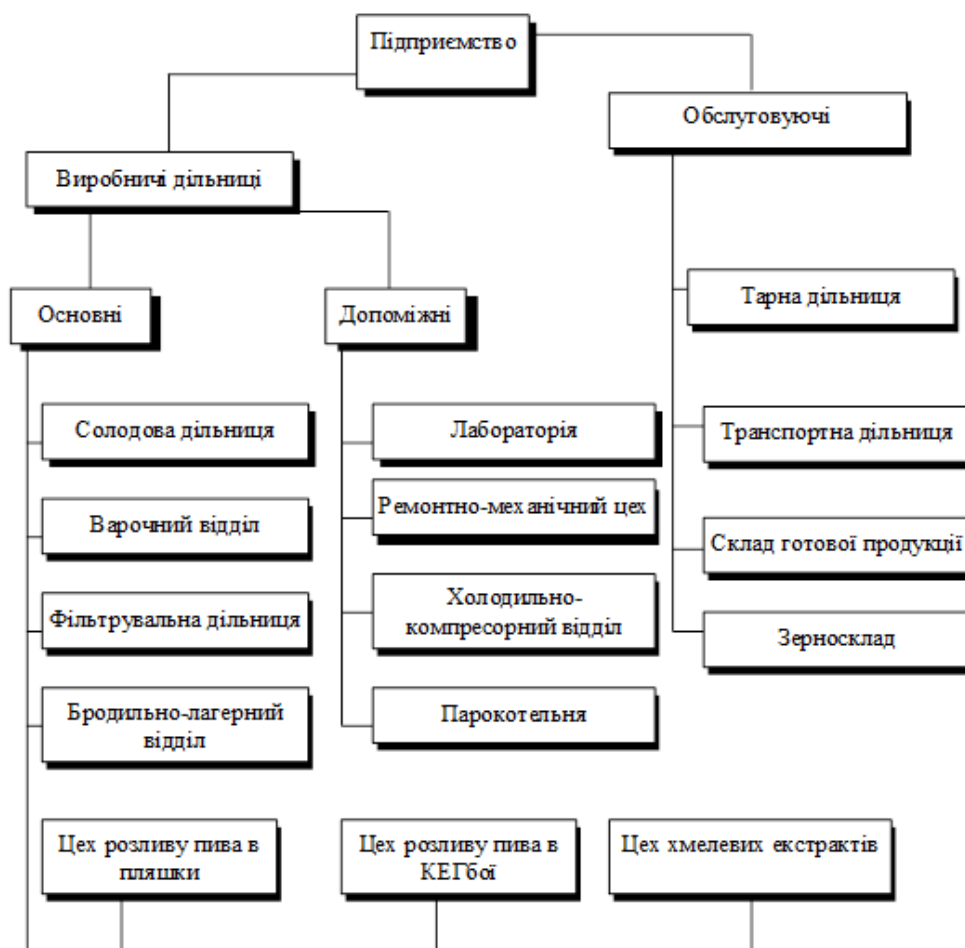


Рисунок 1.1 - Виробнича структура пивзаводу

У табл. 1.1 наведено режими роботи основних цехів.

**Таблиця 1.1 – Режими роботи основних цехів і відділень**

| № з/п | Цех та відділення           | Початок зміни, год | Закінчення зміни, год | Перерва, год.                         | Тривалість зміни, год |
|-------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| 1     | Керівництво заводу          | 9 <sup>00</sup>    | 17 <sup>00</sup>      | 13 <sup>00</sup> ... 13 <sup>30</sup> | 8 <sup>00</sup>       |
| 2     | Основні цехи                |                    |                       |                                       |                       |
|       | I зміна                     | 6 <sup>00</sup>    | 14 <sup>00</sup>      | 10 <sup>00</sup> ... 10 <sup>30</sup> | 8 <sup>00</sup>       |
|       | II зміна                    | 14 <sup>00</sup>   | 22 <sup>00</sup>      | 18 <sup>00</sup> ... 18 <sup>30</sup> | 8 <sup>00</sup>       |
|       | III зміна                   | 22 <sup>00</sup>   | 6 <sup>00</sup>       | 02 <sup>00</sup> ... 02 <sup>30</sup> | 8 <sup>00</sup>       |
| 3     | Цех розливу                 |                    |                       |                                       |                       |
|       | I зміна                     | 7 <sup>00</sup>    | 15 <sup>00</sup>      | 11 <sup>00</sup> ... 11 <sup>30</sup> | 8 <sup>00</sup>       |
|       | II зміна                    | 15 <sup>00</sup>   | 23 <sup>00</sup>      | 19 <sup>00</sup> ... 19 <sup>30</sup> | 8 <sup>00</sup>       |
| 4     | Допоміжні цехи і відділення | 8 <sup>30</sup>    | 16 <sup>30</sup>      | 12 <sup>30</sup> ... 13 <sup>00</sup> | 8 <sup>00</sup>       |

## 2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ БРОДІННЯ І ДОБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

### 2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції

Пиво — алкогольний напій, отриманий шляхом бродіння.

Згідно з ДСТУ 3139:2015 "Пивоваріння, терміни та визначення понять" пиво - напій слабоалкогольний, насичений діоксидом вуглецю, тонізуючий пінистий напій, що одержується під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами.

За визначенням Податкового Кодексу України — насичений діоксидом вуглецю пінистий напій, отриманий під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами, який зазначений у товарній позиції 2203 Української класифікації товарів зовнішньоекономічної діяльності.

Пиво виробляється з води, ячмінного солоду, хмелю, пивних дріжджів. Додатково використовуються несолоджені матеріали (непророщене рисове, ячмінне, кукурудзяне борошно та крупи, а також інша сировина, яка містить вуглеводи) та інші допоміжні інгредієнти.

У кваліфікаційній роботі згідно завдання асортимент пива: пиво «Львівське» - світле пиво; пиво «Дніпровське» - темне пиво.

Пиво «Львівське» — легке світле пиво з чистим смаком та ароматом зброженого солодового напою з приємною хмелевою гіркотою, чудово вгамовує спрагу, вміст алкоголю – 3,5 % об.

Пиво «Дніпровське» темне пиво, з приємною хмелевою гіркотою з легким солодкуватим присмаком, вміст алкоголю — 4,0 %. Пиво завдяки особливій технології обсмажування солоду відрізняється легким карамельним смаком в поєднанні з приємною хмелевою гіркотою з легким солодкуватим присмаком.

Асортимент проекрованої продукції представлено у табл. 2.1 з розрахунку роботи заводу протягом 338 діб.

Таблиця 2.1 – Асортимент готової продукції

| Назва продукції    | Кількість,<br>% до<br>загальної<br>кількості | Річна<br>продуктивність,<br>дал | Добова<br>продуктивність,<br>дал |
|--------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Пиво «Львівське»   | 80                                           | 6400000                         | 18900                            |
| Пиво «Дніпровське» | 20                                           | 1600000                         | 4800                             |
| Всього             | 100                                          | 8000000                         | 23700                            |

В даній роботі згідно завданню потужність заводу становить 8000000 дал. пива в рік.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 13   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

Асортимент проекрованої продукції пива наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 — Асортимент проекрованої продукції пива

| Найменування<br>сортів<br>пива | Відсоток<br>від<br>загальної<br>кількості,<br>% | Річна продуктивність |                |          | Добова продуктивність |                |          |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|----------|
|                                |                                                 | млн. дал             | скляна<br>тара | кеги     | тис. дал              | скляна<br>тара | кеги     |
|                                |                                                 |                      | млн. дал       | млн. дал |                       | тис. дал       | тис. дал |
| Пиво<br>світле<br>«Львівське»  | 80                                              | 6,4                  | 5,12           | 1,28     | 18,9                  | 5,12           | 1,28     |
| Пиво<br>темне<br>«Дніпрівське» | 20                                              | 1,6                  | 1,28           | 0,32     | 4,8                   | 1,28           | 0,32     |
| ВСЬОГО                         | 100                                             | 8,0                  | 23,7           | 6,4      | 1,6                   | 6,4            | 1,6      |

## 2.2 Принципова технологічна схема

Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла наведена на рис. 2.1.

## 2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів бродіння і доброджування пивного сусла

### Використання дріжджів для зброджування пива

У виробництві пива важливе значення має спиртове бродіння, при якому цукри пивного сусла зброджуються ферментами дріжджів у етиловий спирт і вуглекислоту з виділенням тепла. Крім основних продуктів в процесі метаболізму дріжджів утворюються побічні продукти, які разом зі складовими частинками хмелю впливають на смак і аромат пива. Використовують два типи бродіння: низове (холодне) і рідше верхове (тепле). Дріжджі, що спричиняють спиртове бродіння *Saccharomyces cerevisiae* (верхове) і *Saccharomyces Carlsbergensis* (низове) відрізняються між собою своїми властивостями. Низове бродіння протікає при температурі 6...10°C, а верхове - при 14...25°C.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           | 14   |

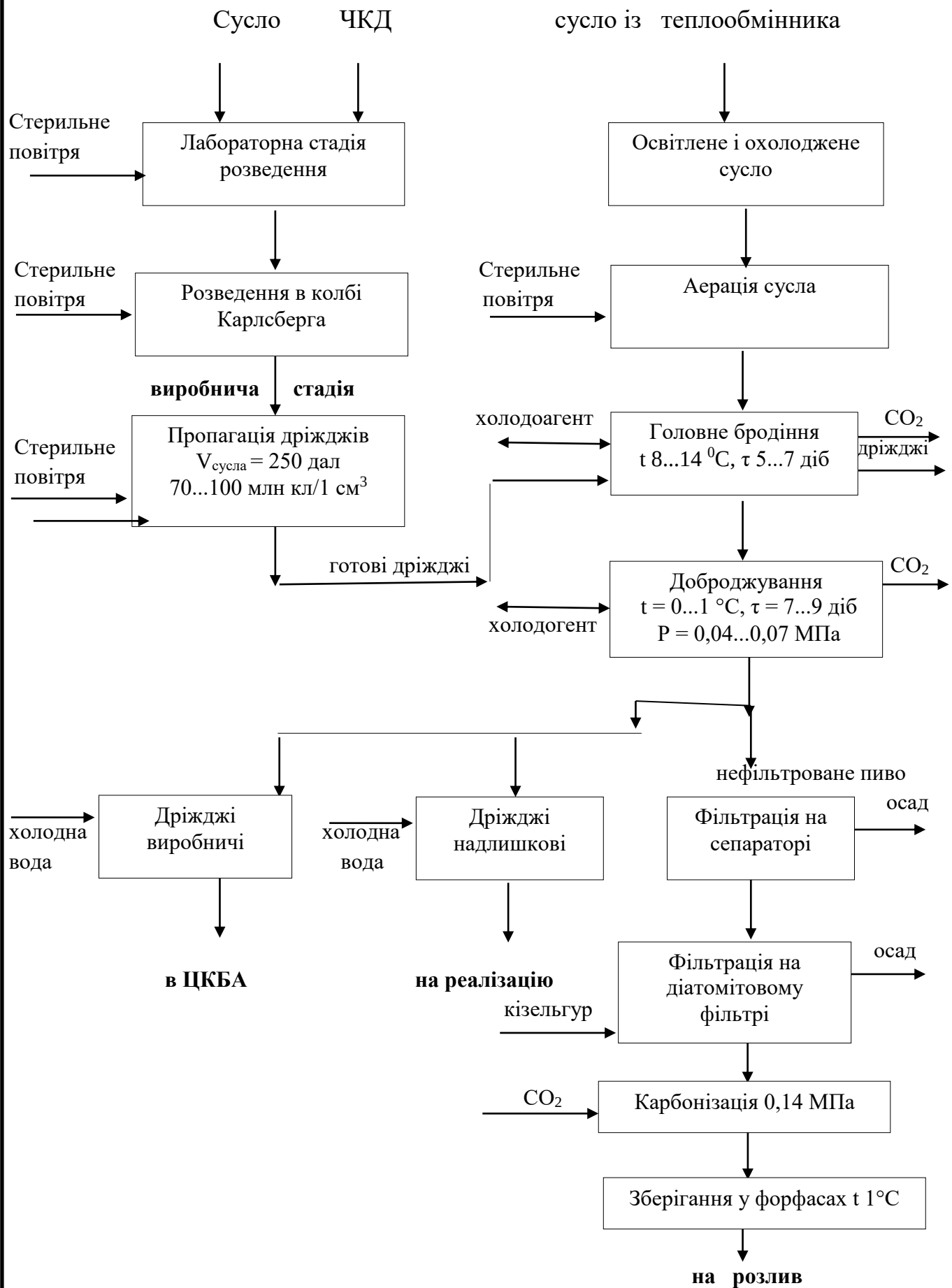


Рис. 2.1 - Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла

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

ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ

Арк.

15

### *Використання дріжджів для зброджування пива*

У виробництві пива важливе значення має спиртове бродіння, при якому цукри пивного сусла зброджуються ферментами дріжджів у етиловий спирт і вуглекислоту з виділенням тепла. Крім основних продуктів в процесі метаболізму дріжджів утворюються побічні продукти, які разом зі складовими частинками хмелю впливають на смак і аромат пива. Використовують два типи бродіння: низове (холодне) і рідше верхове (тепле). Дріжджі, що спричиняють спиртове бродіння *Saccharomyces cerevisiae* (верхове) і *Saccharomyces Carlsbergensis* (низове) відрізняються між собою своїми властивостями. Низове бродіння протікає при температурі 6...10°C, а верхове - при 14...25°C.

Дріжджі верхового бродіння в процесі інтенсивного бродіння спливають на поверхню рідини, що зброджується, накопичуються у вигляді шару піни і залишаються в такому вигляді до кінця бродіння. Потім вони осідають, утворюючи на дні бродильного апарату розрихлений шар. По своїй структурі ці дріжджі відносяться до пилевидних дріжджів, які не злипаються між собою на відміну від пластівцеподібних низових дріжджів, оболонки яких клейкі, що призводить до злипання (аглотинація) і швидкого осідання клітин.

Дріжджі низового бродіння не переходять в поверхневий шар пива - піну, а швидко осідають по закінченню бродіння і утворюють щільний шар на дні бродильного апарату.

Дріжджі низового бродіння відрізняються від дріжджів верхового бродіння тим, що вони повністю зброджують рафінозу. Дріжджі низового бродіння мають оптимальну температуру для росту 25...27°C, мінімальну 2...3°C, а при 60...65 °C вони відмирають. Максимальне розмноження низових дріжджів проходить при рН 4,8...5,3. Дріжджі активно зброджують глюкозу й фруктозу, повільніше мальтотріозу. Декстрини ними не зброджуються, але роль цих речовин велика у створенні повноти смаку напою.

Здатність дріжджів до утворення пластівців має важливе значення для технології зброджування пивного сусла, так як сприяє прискоренню освітлення пива і полегшує зняття дріжджів з бродильного апарату після бродіння з наступним використанням їх в якості сім'яних дріжджів. Під аглотинацією (флокуляцією, пластівцеподібністю) розуміють здатність дріжджових клітин збиратися під час бродіння, особливо наприкінці його, у дрібні видимі пластівці, що складаються з окремих клітин.

Вимоги до дріжджів:

- повинні бути стійкими до етанолу,
- володіти високою флокуляційною здатністю,
- повільно й повно осідати після головного бродіння і у кінці доброджування,
- повинні помірно розмножуватись,
- бути стійкими до автолізу та дії інших мікроорганізмів (інфекції),
- зберігати протягом 10...12 і більше генерацій характерні для них морфолого-фізіологічні властивості.

*Особливості рас дріжджів, які використовуються в пивоварінні.*

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           | 16   |

Правильний вибір раси дріжджів має велике значення для виробництва. Найбільш цінні ті раси, які глибоко і швидко зброджують екстракт сусле й осідають на дно, утворюють чисте освітлене прозоре пиво з повним смаком і ароматом.

Раси дріжджів верхового і низового бродіння хоча і відносять до одного роду і виду *Saccharomyces cerevisiae*, мають суттєву різницю за морфологічними, фізіологічними і іншими виробничо важливими показниками.

У нашій країні для пивоваріння використовуються як вітчизняні раси дріжджів – 776, 11, 44, S-Львівська, 8а (М), 70, 129, 140, 145, 146, 148, Н, 919, М-І – ХІ, М – І – ХІІ, так і закордонні: Р, F – чеські, 34, 308, 69 – німецькі. Також використовуються раси Rh, He-Bru, 42, 221 – дріжджі низового бродіння; 127 і 68 – для пшеничного пива.

Ці раси дріжджів відрізняються за розмірами клітин, відношенням до факторів росту, активності цілого ряду ферментів. З цими властивостями дріжджів безпосередньо пов'язані такі виробничі характеристики, як бродильна активність клітин, величини кінцевого ступеню зброджування сусле, коефіцієнт розмножування у процесі бродіння. Також раси дріжджів відрізняються за кількістю речовин, що характеризують смак і аромат пива.

У пивоварінні широко застосовують дріжджі раси 776, 41, 44 – середньозброджуючі, з високою здатністю до осадження та освітлення. Пиво з ним має м'який, повний і чистий смак; раса 11 – сильнозброджуючі з високою здатністю до освітлення.

Дріжджі рас S і Р (Львівська раса) – середньозброджуючі, з високою здатністю до осадження й освітлення пива. Смак і аромат пива добрі.

Дріжджі раси F (Чеська раса) – швидко- й сильнозброджуючі, освітлення пива добре, смак приємний.

Дріжджі раси 8а (М) сильнозброджуючі, добре освітлюють пиво, глибоко його зброджують і зумовлюють приємний смак.

Нова німецька раса дріжджів 34-N прискорює процес бродіння і має високу здатність до освітлення пива.

Дріжджі верхового бродіння застосовують рідше і в основному для одержання темних або спеціальних сортів пива. Дріжджі штаму 191-K використовують для виготовлення спеціальних солодких темних сортів пива. Вони не зброджують лактозу та рафінозу.

У виробництві пива з метою поліпшення його аромату й смаку застосовують змішані раси дріжджів або здійснюють бродіння різними расами з наступним змішуванням молодого пива в апаратах доброджування.

#### *Розведення чистої культури дріжджів.*

Для забезпечення процесу бродіння потрібно розмножити чисту культуру дріжджів. Під розведенням дріжджів розуміють збільшення біомаси дріжджів з однієї дріжджової клітини до маси дріжджів, які вносяться в бродильний апарат. Чиста культура дріжджів – це дріжджі, отримані з однієї дріжджової клітини строго в стерильних умовах. Переважно дріжджі розмножуються брунькуванням, рідко шляхом спороутворення. При

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           | 17   |

брунькуванні клітка утворює на поверхні бруньку, яка пізніше розділяється на материнську і дочірню клітки. Після брунькування кожний раз залишається рубець, який можна спостерігати під електронним мікроскопом; по кількості рубців можна судити про вік дріжджових кліток.

В процесі розмноження дріжджів з однієї клітини можна уникнути інфекції дріжджової маси і шляхом селекції, тобто багаторазовими пересівами, збільшуючи кожний раз живильне середовище у кілька разів, одержати потрібну кількість чистих дріжджів.

Найкраще зберігати чисті культури у стерильному 10%-му розчині цукрози; дріжджі тут не ростуть, але й не гинуть. За температури нижче 15°C культура витримує без пересіву 1...2 роки.

Для вирощування чистої культури дріжджів важливі наступні умови:

- дотримуватись стерильності; мікроорганізми, що потрапили вже неможливо видалити, так як мають вони ті ж умови існування що і дріжджі.

- для швидкого росту дріжджів і отримання здорової, активної культури є інтенсивна аерація стерильним повітрям.

При температурі 20...25°C дріжджі розмножуються швидше, ніж при більш низьких температурах. Однак для того, щоб дріжджі змогли нормально збродити сусло при приготуванні пива, в ході вирощування чистої культури необхідно температуру поступово наближати до значень, що використовують на виробництві.

Для розведення чистої культури використовують готове охмелене сусло, так як гіркі речовини хмелю, як антисептик, діють на сторонню мікрофлору цим самим гальмуючи їх розвиток.

Весь процес розведення складається з двох стадій:

- лабораторної (розведення дріжджів в мікробіологічній лабораторії),
- виробничої (розведення у відділенні чистої культури).

Лабораторна стадія складається з декількох послідовних пересівів. Спочатку чисту культуру з пробірки пересівають в колбочки на стерильне сусло, потім переводять дріжджі з стерильним збродженим суслом на нове стерильне сусло, об'єм якого від пересіву до пересіву збільшується в декілька разів (300 см<sup>3</sup>, 500 см<sup>3</sup>, 1 дм<sup>3</sup>, 6 дм<sup>3</sup>). Для розведення чистої культури в лабораторії використовується пробірка з 5 см<sup>3</sup> сусла, в якій вже знаходиться колонія дріжджів.

Розмноження (пропагація) дріжджів проходить таким способом, що вміст колби переливається на стадії високих завитків в наступну колбу, з об'ємом в 10 раз більше, ніж попередня колба. Починаючи з об'єму 10 дм<sup>3</sup> використовуються колби Карлсберга. Зазвичай використовують:

- маленькі колби Карлсберга місткістю 8-10 дм<sup>3</sup>;
- великі колби Карлсберга місткістю 20-25 дм<sup>3</sup>.

Колба Карлсберга герметично закрита різьбовим з'єднанням з ущільнювачем. Більшість колб оснащені ручкою для полегшення переносу колби, фільтром для стерилізації повітря і пробовідбірником чи трубкою для наповнення і спорожнення колби зі шланговим затискачем. Гнучка трубка з'єднана з підйомною трубкою, що доходить до дна ємності. Колба

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

стерилізується разом з суслом. Після охолодження до температури внесення дріжджів проходить пересів культури. Для цього більшість колб оснащені спеціальним штуцером з гумовою мембраною, через яку за допомогою шприца вприскується 100...200 см<sup>3</sup> культури.

Стерильне повітря підводиться до пробовідбірника і подається по підйомній трубці в сусло знизу; це стимулює розмноження дріжджів. Коли досягається бажана концентрація клітин, через повітряний фільтр в колбу підводиться повітря під тиском, і колба спорожнюється через підйомний трубопровід і пробовідбірник.

Лабораторна стадія зброджування закінчується в мідній колбі Карлсберга на протязі 5...6 діб при температурі 7...8 °С.

Виробнича стадія - це розведення дріжджів на стерильному охмеленому пивному суслі в спеціальних апаратах. Застосування таких апаратів доцільно тому, що з однієї лабораторної культури можна одержати багато генерацій і відпадає потреба постійно мати або виводити чисту культуру у лабораторії.

На вітчизняних пивоварних заводах зустрічаються апарати для розведення чистих культур дріжджів різних типів, найбільш поширений апарат Грейнера і пропагатор.

*У технологічній схемі передбачено розмноження дріжджів у пропагаторі.*

Конусна частина пропагаторів оснащена паровою сорочкою, що дозволяє проводити стерилізацію сусла. Пропагатори мають охолоджувальні сорочки, де процес охолодження проходить водою або етиленгліколем. В підготовлений пропагатор набирається 18 гл холодного сусла температурою 9 °С. Автоматично включається програма стерилізації. Сусло стерилізується 20 хв при температурі 102 °С і охолоджується до температури 15 °С. У підготовлене сусло лабораторія проводить засів розводки ЧКД із колби Карлсберга. Коли кількість дріжджових клітин досягне 80 млн. дріжджових клітин в 1 см<sup>3</sup> сусла, доливають суслом. Зброджування ведеться протягом 1,5 доби до досягнення концентрації сусла 11,5...12 % мас. і до накопичення біомаси дріжджів 100...140 млн. дріжджових клітин.

Під час розмноження дріжджів їх аерують стерильним повітрям через кожні 0,5 год протягом 15 хв. і підтримують температуру в пропагаторі, шляхом подачі холодоагенту в охолоджуючі сорочки.

Після перевірки мікробіологічних показників, дріжджі стисненим повітрям передавлюють в бродильні апарати.

*Використання засівних дріжджів.*

Один раз виведені дріжджі можна використовувати декілька разів. Дріжджі, які використовуються повторно називаються засівними. Кожне повторне використання дріжджів називається генерацією. При достатній біологічній чистоті можна використовувати до десятої - дванадцятої генерації.

Оскільки дія дріжджів після кількох генерацій послаблюється, рекомендується обмежувати кількість генерацій (3-5 генерацій).

Розмноження дріжджів проходить в чотири етапи:

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 19   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

- лаг-фаза (латентна фаза) – проходить затримка росту дріжджів, оскільки вони пристосовуються до нового середовища і готуються до розмноження. В період лаг-фази збільшується об'єм дріжджової клітки, це пов'язано із поступанням води в клітину. Тривалість лаг-фази 1...1,5 доби.

- логарифмічна фаза – це фаза інтенсивного розвитку, швидкість розмноження дріжджів максимальна, всі дріжджові клітини максимально активні.

- стаціонарна фаза – коли розмноження дріжджів сповільнюється. В цій фазі швидкість розмноження кліток і відмирання однакові. В цій фазі кількість дріжджових клітин в одиниці об'єму максимальна.

- фаза затухання – характеризується тим, що відмирання дріжджових клітин перевищує швидкість їх розмноження, знижується активність дріжджових клітин. Це пов'язано з тим, що зменшується кількість поживних речовин в пивному суслі, дріжджові клітини відмирають і осідають на дно апарата.

Існує два варіанти «замкнутого» розведення дріжджів:

з неповним звільненням пропагатора. Дріжджовий залишок становить 10...20 % виробничих дріжджів. Їх можна заливати свіжим суслом. Допоки дріжджі не стануть контамінованими;

з повним звільненням пропагатора з наступною СІР-мийкою і засівом нової партії сусла чистою культурою дріжджів з колби Карлсберга. Другий варіант має певні переваги: він безпечний з точки зору ризику контамінації та менша імовірність поява дріжджів-мутантів.

### ***Способи бродіння пивного сусла***

Основними способами бродіння пивного сусла є:

- класичний (періодичний);
- суміщення способів (бродіння і доброджування, що проводять у ЦКБА);
- напівбезперервний;
- безперервний.

*Розрізняють дві стадії бродіння: головне бродіння і доброджування.*

При головному бродінні, коли зброджується основна маса цукрів пивного сусла, отримують молоде пиво, яке є мутною рідиною зі своєрідними ароматом і смаком. При доброджуванні молодого пива відбувається повільне зброджування залишкового екстракту, освітлення, дозрівання пива і насичення його діоксидом вуглецю. Головне бродіння проводять при атмосферному тиску протягом 7...10 діб, а доброджування — під надлишковим тиском 0,03...0,07 МПа при температурі 0...2°C протягом 21...90 діб.

При спиртовому бродінні в суслі протікають біологічні, біохімічні, фізико-хімічні процеси. Поживні речовини, що поступають в дріжджові клітини з сусла, під дією ферментів перетворюються на різні проміжні продукти, що витрачаються на спиртове бродіння і ріст дріжджів. Найбільш інтенсивне розмноження дріжджів (біологічний процес) відбувається в початковій стадії зброджування пивного сусла і закінчується задовго до кінця бродіння.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 20   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

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



Ця реакція супроводжується виділенням тепла. Велика частина екстракту сусла складається з вуглеводів, з них близько 75% зброджується (зброджувані цукри).

Частину екстракту складають незброджувані речовини, до яких відносяться декстрини, білки, мінеральні речовини та ін.

Цукри зброджуються в певній послідовності, що обумовлене швидкістю їх проникнення в дріжджову клітину. В першу чергу зброджуються фруктоза і глюкоза. Сахароза заздалегідь гідролізується ферментом  $\beta$ -фруктофуранозидазою дріжджів до глюкози і фруктози, яка також витрачається в першу чергу. Після фруктози і глюкози дріжджі споживають мальтозу, яка під дією ферменту  $\alpha$ -глюкозидази перетворюється на легкозброджуючу глюкозу. Мальтотріоза витрачається дріжджами поволі і не повністю. У суслі, багатому мальтозою, мальтотріоза майже не зброджується. Близько 2% цукрів використовується на побудову дріжджових клітин.

Етиловий спирт і діоксид вуглецю є основними продуктами спиртового бродіння. Крім того, в суслі накопичуються гліцерин, оцтовий альдегід, оцтова, янтарна, лимонна і молочна кислоти. Як побічні продукти бродіння з амінокислот утворюються вищі спирти, що впливають на аромат і смак пива. Крім основних продуктів (спирту і  $CO_2$ ) в процесі бродіння утворюються побічні продукти, які мають важливе значення для якості пива. Речовини, які формують букет молодого пива – діацетил, альдегіди, сірчисті сполуки. Вони надають пиву нечистий зелений, незрілий смак і запах і при підвищеній концентрації негативно впливають на якість пива. Ці речовини в ході бродіння і дозрівання можуть бути видалені із пива біохімічним шляхом. Речовини, які формують букет готового пива – вищі спирти, ефіри. Вони в значній мірі визначають аромат пива, їх наявність в певній концентрації є передумовою для отримання якісного пива. Ці речовини не можуть бути видалені із пива технологічним шляхом.

#### *Бродіння пивного сусла*

Головне бродіння протікає в декілька стадій, які розрізняються за зовнішнім виглядом поверхні зброджуваного сусла, а також по зміні екстрактивності і ступеня освітлення молодого пива.

У першій стадії бродіння - забіл, на поверхні сусла, яке бродить, по периферії з'являється смуга ніжно-білої піни. Ця стадія продовжується 1-1,5 діб і характеризується інтенсивним брунькуванням і розмноженням дріжджів, а екстрактивність сусла знижується від 0,2 до 0,5% на добу.

Друга стадія бродіння — період низьких завитків характеризується інтенсивнішим виділенням діоксиду вуглецю, утворенням густої, котра являє собою завитки гарної форми. Піна спочатку біла, поступово темніє внаслідок окислення хмелевих смол. Тривалість стадії 2...3 доби, екстрактивність сусла в цій стадії знижується на 0,5...1,0% на добу.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           | 21   |

Третя стадія бродіння - стадія високих завитків характеризується найбільшою інтенсивністю бродіння і максимальною температурою процесу. Зниження екстракту досягає 1...1,5% на добу. Піна стає рихлою, сильно піднімається вгору, завитки досягають найбільшої величини, верхні ділянки завитків мають коричневий колір, нижні - білий. Стадія триває 3...4 доби.

У четвертій стадії - опадання завитків, відбувається опадання піни, зникнення завитків, внаслідок чого поверхня суслу покривається тонким шаром деки (в основному у відкритих бродильних чанах). Обпадання завитків продовжується дві доби. Екстрактивність збродженого суслу знижується на 0,5...0,2% на добу.

Кожній стадії бродіння відповідають хімічні зміни складу суслу і певна концентрація дріжджових клітин.

У міру збродження і пониження рН суслу дріжджові клітки покриваються слизистою плівкою з речовин, що володіють оклеюючими властивостями. Злипаючись між собою, вони осідають на дно апарату.

Молоде пиво, що перекачується в цех доброджування, повинно містити близько 1 % збродженого екстракту, щоб при доброджування отримати необхідне насичення діоксидом вуглецю.

Процес головного бродіння триває близько 7 діб з моменту введення дріжджів для сортів пива з початковим вмістом екстракту в суслі 11...13% 8...10 діб для сортів з вищим вмістом екстракту. При збродженні суслу з високим вмістом екстракту підвищується початкова і максимальна температура бродіння, збільшується кількість засівних дріжджів до 1 дм<sup>3</sup> на 10 дал суслу.

Хід головного бродіння контролюють по зміні (зменшенню) вмісту екстрактних речовин в суслі.

Після закінчення головного бродіння молоде пиво температурою не більш 5°C перекачують в закриті бродильні апарати (танки) на доброджування і дозрівання, а дріжджі, що осіли, знімають для промивання і підготовки до використання в наступному циклі головного бродіння.

*Знімання і підготовка засівних дріжджів.* Кількість дріжджів в процесі бродіння збільшується зазвичай в 3...4 рази. Приріст маси дріжджів при бродінні залежить від кількості внесених у сусло дріжджів на початку бродіння, кількості екстракту, температури збродження, вмісту розчиненого кисню. Із збільшенням кількості дріжджів, що вносяться, підвищується швидкість бродіння, але знижується ріст і накопичення їх біомаси.

Після перекачування молодого пива на дні апарату залишається щільний осад (осадові дріжджі), який можна розділити на три шари.

Верхній шар коричневого кольору, складається з легких дріжджових клітин, що осіли в кінці бродіння. Він містить багато мертвих клітин, сторонні мікроорганізми, а також осад білкових речовин, хмелевих смол та ін.

Середній шар, більш світлий, складається із здорових дріжджових клітин, які поступово осідали під час бродіння. Дріжджі цього шару мають високу бродильну активність і використовуються в якості засівних.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 22   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

Нижній шар темного кольору, в ньому містяться відмерлі дріжджові клітини, частинки відстою.

Приблизно половина осадкових дріжджів використовується в подальших циклах бродіння як засівні, а решта дріжджів є надлишковими (товарними). Придатними для виробництва пива вважають ті дріжджі, в масі яких під мікроскопом в 50 полях зору є не більше двох сторонніх мікроорганізмів, а число клітин, що забарвлюються метиленовою синькою (мертві клітини), не перевищує 10%.

Засівні дріжджі збирають в спеціальні збірники-монжю, обладнані охолоджуючою сорочкою і пристроєм для підведення води і  $\text{CO}_2$ . У збірниках їх безперервно промивають водою температурою  $1...2^\circ\text{C}$  і перемішують діоксидом вуглецю. Після цього засівні дріжджі готові до повторного використання. При дотриманні мікробіологічної чистоти і використанні добре збродженого суслу одні і ті ж насінні дріжджі можна використовувати у виробництві 10...12 разів (генерацій). Дріжджі, отримані після першого циклу головного бродіння називають засівними дріжджами першої генерації, дріжджі після другого циклу бродіння – дріжджі другої генерації.

В процесі доброджування пиво насичується діоксидом вуглецю, формується його смак та аромат. Це досягається в результаті протікання складних фізико-хімічних і біохімічних процесів в молодому пиві при низькій температурі і надмірному тиску. Молоде пиво містить приблизно 1,5...3,5 млн. дріжджових клітин в  $1\text{ см}^3$ . Така кількість дріжджів достатня для накопичення необхідної концентрації спирту в готовому пиві і для нормального насичення його діоксидом вуглецю. Надлишок дріжджів в молодому пиві викликає неприємний дріжджовий присмак.

У цеху доброджування пиво знаходиться декілька тижнів. Тут воно набуває своїх товарних властивостей. Повнота смаку, піноутворення і стійкість його багато в чому залежать від умов, в яких воно доброджує і дозріває. Порушення нормальних умов, в основному температури і бактерійної чистоти, приводить до псування пива. Тому приміщення цеху повинне бути чистим, сухим, з гарною витяжною вентиляцією. Стіни, підлога, стеля повинні бути теплоізовані, температура повітря  $0...2^\circ\text{C}$ .

Доброджування і дозрівання проводять в герметично закритих зазвичай вертикальних металевих танках, в яких відсутні змішувачі для охолодження.

Танки для доброджування обладнані шпунт-апаратами — приладами, які підтримують заданий тиск в танку і видаляють з нього надлишок  $\text{CO}_2$  і манометрами.

При доброджуванні протікають ті ж процеси, що і при головному бродінні, але більш повільно, оскільки температура значно нижча ( $0...2^\circ\text{C}$ ), ніж при головному бродінні, і концентрація дріжджових клітин в одиниці об'єму менша, оскільки основна маса дріжджів видалена після головного бродіння.

Зброджування цукрів і дозрівання пива закінчуються не одночасно. Цукри можуть бути зброжені, а дозрівання часто ще продовжується. Тому період доброджування називають ще і періодом дозрівання пива.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

При доброджуванні і дозріванні пива протікають наступні основні процеси: насичення діоксидом вуглецю, освітлення, дозрівання пива. Молоде пиво містить близько 0,2% CO<sub>2</sub>. В ході доброджування цю кількість необхідно збільшити до такого рівня, щоб після фільтрування в готовому пиві залишилося його не менше 0,3%. Зброджування екстракту, що залишився в молодому пиві, і є джерелом утворення діоксиду вуглецю. Розчинність CO<sub>2</sub> в пиві прямо пропорційна тиску. З пониженням температури розчинність CO<sub>2</sub> підвищується. Розчинення діоксиду вуглецю протікає повільно, частина його не встигає розчинитися і накопичується над поверхнею пива, створюючи в бродильному апараті надмірний тиск від 0,03 до 0,07 МПа, яке називається шпунтовим.

Молоде пиво, яке поступає на доброджування містить деяку кількість дріжджових клітин, білкових речовин, хмелевих смол. При охолодженні до 0°C або до +2°C в апараті для доброджування відбувається виділення тих речовин, які в ході головного бродіння (при температурі 5...8°C) були у розчинному стані. В кінці доброджування відпрацьовані дріжджі під впливом надмірного тиску і CO<sub>2</sub>, що нагромадився, осідають, захоплюючи з собою на дно апарату різні зважені частинки. Пиво поступово освітлюється. На стадії доброджування повного освітлення не відбувається, але муть, що залишилася, легко віддаляється при подальшому фільтруванні або сепарації.

При низьких температурах освітлення протікає повільно, але при цьому отримують стійкіше пиво з м'яким смаком (стійкість пива — термін збереження пивом прозорості, виражений в добах, починаючи з моменту розливу).

При дозріванні характерний для молодого пива присмак дріжджів і хмелевої гіркоти зникає. В результаті окислювально-відновних реакцій, що протікають під дією кисню, зникають речовини, які обумовлюють специфічний букет молодого пива, вміст діацетилу для світлих сортів пива знижується на 40...50%, окислювально-відновний потенціал зменшується до 10.

При оцінці готовності пива в число основних показників включені концентрація діацетилу і органічних сірчистих сполук.

#### *Суміщений спосіб бродіння сусла і дозрівання пива в ЦКБА*

В даний час з метою економічності виробництва і збільшення об'єму випуску пива використовують суміщений спосіб бродіння сусла і дозрівання пива в ЦКБА, тобто бродіння, доброджування і дозрівання пива відбувається в одному апараті. Саме такий спосіб бродіння пропонується запровадити в класифікаційній роботі.

ЦКБА — апарати циліндричної форми із нержавіючої сталі, нижня частина яких виконана у вигляді конуса. Така форма дає можливість відділити від пива дріжджі, що випали в осад, а також покращує звільнення і миття танка. Висота таких апаратів від 8 до 20 м, місткість — 50 до 400 м<sup>3</sup>. При такій великій висоті стовпа сусла в ЦКБА спостерігається сильна конвекція сусла, тобто переміщення знизу вгору і навпаки, викликана виділенням і переміщенням вгору бульбашок CO<sub>2</sub> і теплових потоків рідини.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 24   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

Осадження дріжджів досягається охолодженням кінчної частини апарата. При інтенсивній аерації сусла головне бродіння закінчується за 7 діб і доброджування за 7 діб, тривалість циклу бродіння - 14 діб. ЦКБА має 4 охолоджуючі сорочки, три на циліндричній частині і одну на кінчній. Нижня частина конусного дна знімається для очистки і миття а також огляду після миття і дезінфекції. Через люк на верхній кришці всередину апарата проходить труба з встановленою на ній миючою головкою, яка з'єднана системою трубопроводів з ємкостями для дезінфікуючих розчинів. Нижня частина циліндричного корпусу закінчується опірним кільцем з допомогою якого апарат розміщується на перекриттях будинку при його встановленні на відкритому просторі. Шпунт-апарат розрахований на надлишковий тиск 0,7 мПа, вакуум-переривач до 0,4 мПа і під'єднується до патрубку в верхній частині апарата.

Апарат має патрубки для підведення сусла, дріжджів, діоксину вуглецю, миючих розчинів, холодоагенту, а також на ньому встановлені датчики контролю і регулювання температури, граничного верхнього рівня, запобіжний клапан. Для контролю за зніманням дріжджів на виході із кінчної частини апарату встановлено оглядове скло. Рівень пива в апараті, тиск і температура регулюються автоматично. ЦКБА мають теплоізоляційне покриття, що дає можливість встановлювати їх на відкритому просторі, а для зручності обслуговування нижню частину розміщують в одноповерховій будівлі.

*В кваліфікаційній роботі передбачено проводити розмноження чистої культури дріжджів в пропагаторі, зброджування пивного сусла та доброджування молодого пива в ЦКБА.* Використання пропагатора для розмноження дріжджів дозволяє за короткий термін отримати чисті і активні дріжджі. Швидкому розмноженню дріжджів сприяє постійна аерація сусла і перемішування зброджуваного середовища, дріжджі постійно знаходяться у завислому стані, що позитивно впливає на їх активність. Завдяки відсутності з'єднувальних трубопроводів значно знижується небезпека інфікування дріжджів.

Для зброджування пивного сусла використовують пивоварні дріжджі *S. carlsbergensis* (виробничий штам Carlsberg) (син. з *Saccharomyces pastorianus*) містять ген майже ідентичний MXP1, тобто MXP1-CE, а також аналогічних MXP1-CA, але який не виявляє MXP1 діяльності. Дріжджі не втрачають життєздатність в більшості лабораторних умовах, а так як тільки Mxlrp ферментативна система впливає на диметилсульфоксид (ДМСО) зниження інактивації цих генів в пивних дріжджів може знизити кількість диметилсульфіду (ДМС), який утворюється в пиві під час виробництва.

Дріжджі низового бродіння – *Sacharomyces carlsbergensis* бродять за температури 6...10 °С. Вони не переходять у верхній шар пива – піну, а швидко осідають. Їх оболонки є клейкими, що приводить їх до злипання та швидкого осадження клітин, утворюється щільний шар дріжджових клітин на дні бродильного апарату. Пластівці прискорюють освітлення пива. Дріжджі низового бродіння вірізняються, від дріжджів верхового бродіння повністю

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 25   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

зброджуючи рафінозу. Оптимальна температуру для росту від 25 до 27 °С, мінімальну температуру 2...3 °С, а за температури 60...65 °С вони відмирають. На краще розмножуються низові дріжджі за рН 4,8...5,3. Низові дріжджі зброджують глюкозу й фруктозу, менш активно мальтотріозу, не зброджують декстрини [16].

За ступенем зброджування дріжджі поділяються на:

- низькозброджуючі, що зброджують цукри сусла на 80 %;
- середньозброджуючі, що зброджують цукри сусла на 80...90 %;
- сильнозброджуючі, що зброджують цукри сусла на 90...100 %.

У кваліфікаційній роботі для зброджування пивного сусла використано дріжджі низового бродіння раси пивні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси Saflager W 34/70 виробництва французької фірми Fermentis корпорації Lesaffre. За інформацією останніх років, що надходить з німецького інституту Weihenstephan, раса W 34/70 — одна з найпопулярніших на сьогодні.

За допомогою дріжджів цієї раси отримують пиво як у горизонтальних ємностях і танках, так і у циліндроконічних бродильних апаратах. Ця раса поширена також і на мінізаводах.

Штам дріжджів Saflager W 34/70 (Weihenstephan), використовується в пивоварній промисловості для виробництва пива низового бродіння. Цей штам дозволяє отримати добре збалансоване пиво з фруктовим і квітковим ароматом та тонким смаком. Ця раса дріжджів має високу здатність до утворювання пластівців і загальний вміст залишкових цукрів 5 г/гЛ, що відповідає 83 % видимої здатності до зброджування. Температура бродіння — 9...22 °С. Пиво, отримане на цій расі дріжджів, має низький рівень фруктових нот та середню стійкість до дії спирту [30].

Для стабільного бродіння, яким можливо управляти, є дві необхідні умови: здорові, фізіологічно активні дріжджі та поживне збалансоване сусло. Загально відомим є те, що виготовлене тільки з високоякісного солоду сусло відповідає таким вимогам, але навіть воно потребує додаткового внесення кисню і цинку. Практика пивоваріння стикається з двома проблемами бродіння: дефіцит поживних речовин і несприятливі умови для дріжджів. Зазвичай в таких умовах дріжджі проявляють недостатню активність, яка може залишатися і в наступних їх генераціях. Наслідками зниженої активності дріжджів є повільне бродіння або навіть його припинення, сторонні присмаки, як наслідок, поява сірковмісних з'єднань, повільне відновлення діацетила, автоліз. Yeast life Extra — це порошок з дріжджових поживних речовин, який спеціально розроблений для забезпечення пивоварних дріжджів легкодоступними джерелами розчинних білків, амінокислот, мінералів та вітамінів. Препарат являє собою тонко дисперсний порошок світлого кольору, який повністю розчинний у воді [30].

Запропоновано зброджування пивного сусла в ЦКБА. Саме цей спосіб використовується для інтенсифікації процесу бродіння, тобто його прискорення. Він дає можливість поєднати два роздільні процеси: бродіння і доброджування в одному циліндроконічному бродильному апараті. Це найсучасніше високоякісне обладнання, великого обсягу і простої конструкції.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           | 26   |

Суть сумісного способу: в одному апараті великого об'єму (від 100 до 1500 м<sup>3</sup>) суміщують головне бродіння і доброджування. У ЦКБА відбувається прискорення цих процесів за рахунок прискореного обміну у дріжджовій клітині вдвічі: тривалість бродіння і доброджування становить 12...14 діб (а 29 діб за класичною).

Холодне бродіння краще відображається на якості пива, оскільки зниження значення рН, реакції метаболізму, і процеси осадження протікають повільніше і не так глибоко. Отримане пиво характеризується більш тонким вишуканим смаком і хорошою піностійкістю. Для пришвидшення бродіння рекомендується інтенсивне аерування дріжджів, незважаючи на низькі температури.

*Тепле бродіння.* Підвищення температури в цілому сприяє інтенсифікації ходу бродіння, через посилене виділення діоксиду вуглецю утворюються вищі завитки, посилюється осадження колоїдів — білкових з'єднань і гірких речовин, значення рН знижується швидше і значніше. Пиво, приготоване за таким способом, характеризується менш гармонійним смаком має гірші піноутворювальні властивості; дріжджі раніше втрачають свою зброджувану здатність і можуть надавати пиву дріжджовий присмак. Підйом температури у ЦКБА до 10...12 °С, особливо при висоті рівня пива 10...12 м, є сприятливим для розмноження дріжджів і забезпечення глибшої і рівномірної конвекції. За таким способом утворюється майже стільки ж побічних продуктів бродіння (вищих спиртів і естерів), як і при холодному бродінні. Після такого бродіння зазвичай застосовують виражену стадію дозрівання при такій же або більш низькій температурі.

Тривалість бродіння — тобто час, який необхідний для отримання певного ступеня зброджування молодого пива залежить від способу бродіння. Оптимальна тривалість бродіння становить 7 діб, її можна досягти навіть при холодному бродінні при достатньому аеруванні та невеликому збільшенні норми внесення дріжджів до 18...25х10<sup>6</sup> клітин. Для темного пива тривалість бродіння менша, а для міцного пива і пива, виготовленого з використанням несоложеної сировини — більш тривала. У процесі бродіння в ЦКБА завдяки великому об'єму апарата, суміщенню головного бродіння і доброджування підвищених температурах бродіння й великому об'ємі засівних дріжджів тривалість процесу скорочується приблизно у два рази [18].

При зброджуванні пивного суслу в ЦКБА:

- знижуються втрати пива в результаті відсутності перекачування молодого пива і змочування трубопроводів і апаратів;
- зменшуються витрати на миття -дезінфекцію;
- знижуються втрати СО<sub>2</sub>;
- скорочується тривалість технологічного процесу (в порівнянні з класичним способом для 11% -го пива в два рази) в результаті чого є можливість збільшення потужності виробництва;
- зменшується ймовірний контакт пива з киснем повітря;
- скорочується витрата енергії;
- покращуються умови праці і обслуговування апарату.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 27   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

ЦКБА можна встановлювати на відкритому просторі, оскільки вони мають теплоізоляційне покриття, будують тільки перший поверх для обслуговування апаратів.

ЦКБА мають високий ступінь автоматизації. Завдяки холодильним поясам легко встановлюється температурний режим, який добре впливає на процес бродіння та доброджування.

Доброджування молодого пива в ЦКТ:

- доброджування залишкового екстракту - цього процесу в ЦКБА немає.

*Насичення пива CO<sub>2</sub>.* В процесі бродіння вуглекислий газ знаходиться у трьох формах зв'язку: газоподібна, розчинена, зв'язана.

Всі процеси в ЦКБА проходять в ізобаричних умовах, щоб вуглекислий газ, який є у зв'язаному та розчиненому станах не перейшов в газоподібну форму. Основні фактори, що впливають на розчинність газу: тиск (високий) і температура (низька).

*Освітлення пива.* Здійснюється за рахунок осадження дріжджів і суспензій - чим нижча температура, тим краще осідають.

У ЦКБА дуже важливим є початок діацетильної паузи:

- якщо багато залишкового екстракту - діацетил накопичується;
- необхідно, щоб дріжджі знаходилися в завислому стані в циліндричній частині апарату (оптимально 20-30 млн кл. / см<sup>3</sup>);
- висока температура - сприяє швидкій редукції діацетилену.

Для споживачів важливі наступні критерії якості пива – колір, піноздатність, аромат, прозорість та смак, тому розлите у тару пиво, повинно протягом певного часу зберігати свої початкові властивості.

*Стійкість пива* – це здатність пива не втрачати свої органолептичні властивості в процесі зберігання та протистояти помутнінню (час, що минає від моменту розливу пива до утворення помутніння за встановленої температури). Тому під підвищенням стійкості або стабілізацією пива розуміють, наскільки вдається уникнути або сповільнити зміни, зумовлені його старінням.

Утворення осаду під час зберігання пива пов'язано з укрупненням розмірів частинок в результаті їх зіткнення, конденсації (окислення) і полімеризації. Крім того, внаслідок дегідратації деяких колоїдних сполук збільшується заряд частинок і відбувається їх взаємодія, в результаті чого утворюється помутніння. [16].

*Фільтрування пива.*

При доброджуванні і витримці пиво освітлюється, але не набуває повної прозорості.

Щоб надати пиву прозорості з блиском і видалити тонко дисперсні колоїдні частинки, дріжджі, білки, хмелеві смоли пиво фільтрують і піддають біологічній і колоїдній стабілізації. Це відбувається за допомогою фільтрів. Мета фільтрації пива полягає у збереженні його зовнішнього вигляду та смакових властивостей у довгостроковій перспективі. Фільтроване пиво зберігає свій первісний вигляд. Як правило фільтрацією вирішуються два завдання:

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 28   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

- видалення зависів із молодого пива (справжня фільтрація);
- зняття потенційних ризиків утворення помутнінь (стабілізація).

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

Зміни, які відбуваються в пиві при фільтруванні:

- хімічний склад пива, майже не змінюється;
- часткова втрата  $\text{CO}_2$ , так як пиво із нерухомого, спокійного стану переходить в рухомий, тобто відбувається фізіологічне порушення. Тому пиво подавати на фільтрацію необхідно під протитиском, без поштовхів, температурою  $0...2^\circ\text{C}$ ;
- зниження в'язкості пива - це проходить тому що частина колоїдних речовин пива поглинається фільтруючим матеріалом;
- зниження колірності, тому що частина речовин адсорбується;
- видалення дріжджових клітин, що надають дріжджового присмаку, видалення хмелевих смол та білково-дубильних речовин.

Освітлення пива здійснюють шляхом:

- фільтрування;
- сепарування;
- центрифугування;
- адсорбції.

*Зміни, які відбуваються в пиві при фільтруванні:*

- хімічний склад пива, майже не змінюється;
- часткова втрата  $\text{CO}_2$ , так як пиво із нерухомого, спокійного стану переходить в рухомий, тобто відбувається фізіологічне порушення. Тому пиво подавати на фільтрацію необхідно під протитиском, без поштовхів, температурою  $0...2^\circ\text{C}$ ;
- зниження в'язкості пива - це проходить тому, що частина колоїдних речовин пива поглинається фільтруючим матеріалом;
- зниження колірності, тому що частина речовин адсорбується;
- видалення дріжджових клітин, що надають дріжджового присмаку, видалення хмелевих смол та білково-дубильних речовин.

Найбільш розповсюдженими є наливні фільтри, фільтрування в яких виникає через допоміжні фільтруючі засоби, наприклад, кізельгур. Фільтрування через кізельгур забезпечує високу ступінь освітлення, зберігає смакові якості та піностійкість пива.

*Фільтрація на діатомітових фільтрах.* Пиво фільтрують через фільтраційну масу або через діатомітові фільтри; використовують також освітлення сепаруванням.

Добре освітлення пива залежить від способу фільтрації, а також від пористості і адсорбційності фільтруючого матеріалу - бавовняно-паперової фільтраційної маси і кізельгуру (діатомітових порошків). Діатоміт - це порошок світло-рожевого кольору, який отримується із легких гірських порід, які утворюються з кремнієвих панцерів одноклітинних діатомітових водоростей. Діатоміт не впливає на смак, аромат і показники пива.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 29   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

На заводах, оснащених імпортованим обладнанням, застосовують патронні діатомітові фільтри. Фільтр складається з роз'ємного циліндричного резервуара, всередині якого встановлені фільтрувальні патрони (свічі). Свічки - перфоровані труби діаметром 25, 30, 35 мм, на які намотується тонкий профільний дріт, при цьому між витками утворюються щілини розміром 50-80 мкм. Каркас свічки може бути виготовлений також у вигляді профільних стрижнів. Патронні фільтри мають наступні *переваги*: при освітленні пива у міру наростання шару осаду на свічках пропорційно квадрату радіусу патрона збільшується фільтруюча поверхня, що дозволяє збільшити робочий цикл фільтра на 5-10%; можливі безрозбірне очищення і промивання фільтра.

Для фільтрування з метою зменшення вмісту мікроорганізмів у пиві усе більшою мірою використовуються *мембранні фільтри*. Під мембранним фільтром розуміють фільтр, у якому пиво проходить крізь мілкопористі мембрани й у значній мірі звільняється від мікроорганізмів та утворюючих муть речовин.

Мембрани пропонуються у формі:

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

Під фільтруючим модулем розуміють круглі, відпресовані фільтруючі елементи діаметром до 40 см. Дистанційна розпірка уможливорює вихід пива в центральну колонку. Фільтрація проходить із зовнішньої до внутрішньої частини. Фільтруючий шар модуля складається із целюлози з добавкою кізельгуру. Існують фільтруючі шари з різною тонкістю фільтрування.

Фільтр складається з великого пакета паралельно з'єднаних модульних елементів, які розташовані в корпусі. Існують фільтруючі модулі, які для одночасного видалення поліфенолів містять ПВПП (полівінілполіпірролідон). У мембранному свічковому фільтрі фільтрація відбувається крізь фільтруючі свічі, з яких, як правило, кілька свіч паралельно з'єднані й розташовані найчастіше в тому самому корпусі. У фільтруючих свічах є кілька фільтруючих шарів (найчастіше з поліпропілену).

*Освітлення пива на сепараторах.* На багатьох пивоварних заводах освітлення пива проводять сепараторами. Сепаратор має тарілчастий барабан.

Висока вартість кізельгуру і його утилізації змушують підприємства заощаджувати кізельгур. Одна з таких можливостей, що все частіше застосовується на пивоварних підприємствах (особливо на великих), полягає у використанні *сепаратора*. При включенні сепаратора у фільтраційну лінію витрата кізельгуру знижується на 20 - 50 %, а тривалість циклу роботи фільтра подвоюється. Сепарація не має ніякого негативного впливу на якість пива, якщо не допускати втрат CO<sub>2</sub> і потрапляння O<sub>2</sub>.

Переваги сепарування пива наступні:

- знижуються втрати пива;
- зменшуються затрати праці;
- зменшуються виробничі площі.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 30   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

Прозорість пива контролюють за допомогою нефелометра, який встановлений на трубопроводі. На випадок подачі пива з опалесценцією, нефелометр подає сигнал і фільтр автоматично відключається.

Схема роботи сепаратора наступна. Пиво поступає під тиском в барабан, що обертається, де проходить між тарілкотримачем і основою барабана в простір для осаду і рівномірно розподіляється по тарілках. Зважені частинки осідають на стінки барабана і тарілок. Пиво направляється до осі обертання і виводиться з барабану, а частинки, які осіли поступово осідають з поверхні тарілок в простір для осаду. При сепаруванні температура підвищується. Тому пиво до і після сепарування охолоджують.

Спочатку на барабан подають воду, а потім пиво. Перші порції зливають в каналізацію, а наступні уже подають в лінію пива. По закінченню відключають подачу пива і сепаратор послідовно промивають холодною і теплою водою, а потім зупиняють.

Для затримування механічних часток після кізельгурової фільтрації використовують стерильну фільтрацію на фільтрпресах.

*Фільтрація пива у фільтрпресах.* Фільтрація пива у фільтраційних установках здійснюється за рахунок різниці тисків на вході у фільтр і виході з нього. Тиск на вході фільтра завжди повинен бути більшим, ніж на виході. Чим вища різниця тисків, тим більший опір фільтра.

Фільтрпрес складається з пластин (брикетів) завтовшки 40...60 мм із бавовняно-паперово-азбестової маси, яку формують за допомогою ручного або гідравлічного преса. Пластини мають форму м'яких чаш або тарілок. Чашковий фільтрпрес на металевому візку має фільтрувальні плити у вигляді чаші, що знаходяться на опорних штангах і підігнані одна до одної за допомогою затискача між кришками преса.

Передня кришка затяжним гвинтом притискує чаші одна до одної та до нерухомої. В чашу кожної плити вставляють фільтрувальний брикет і плити ущільнюють між собою гумовими прокладками. Дно плит з обох боків має жолобки, по яким розтікається пиво по всій поверхні плити.

Після збирання для витіснення повітря фільтр заповнюють водою, а потім з'єднують з пиво-проводом; під тиском пива вода витісняється із фільтра. Нефільтроване пиво через кран і канал проходить оглядове віконце і поступає в прокольні канали, звідки через прорізи розподіляється по жолобчатій поверхні плит, і проходячи через брикети, через прорізи поступає в канали фільтрованого пива і далі в збірник фільтрованого пива. По закінченню фільтрування пивний насос виключають, припиняють подачу пива і витісняють залишок пива із фільтра стисненим повітрям або водою. Фільтр розбирають і виймають брикети, дезінфікують і миють холодною водою.

Для підвищення здатності утримувати розчинний  $\text{CO}_2$  пиво після фільтрації додатково охолоджують, на протитокових холодильниках до температури 0,5...1°C.

Достатнє насичення пива діоксидом вуглецю є одним з найважливіших показників його якості, тому що  $\text{CO}_2$  не тільки позитивно впливає на смак

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

напоєм та сприяє кращому піноутворенню, а й консервує, гальмуючи розвиток сторонніх мікроорганізмів.

*Карбонізація* - процес насичення пива діоксидом вуглецю. Розрізняють природну і штучну карбонізацію пива. Природна карбонізація - це процес насичення  $\text{CO}_2$  в процесі спиртового бродіння і проходить при головному бродінні і доброджуванні, коли деяка частина вуглекислого газу, що утворилася в процесі бродіння розчиняється в пиві. Штучна карбонізація здійснюється тоді, коли пиво містить недостатню кількість  $\text{CO}_2$ .

Найчастіше карбонізацію пива здійснюють після його фільтрування перед розливом за допомогою спеціальних апаратів-карбонізаторів. Вони бувають стаціонарні і апарати безперервної дії. Будова карбонізаторів може бути різною.

Достатнє насичення пива діоксидом вуглецю є одним з найважливіших показників його якості, тому що  $\text{CO}_2$  не тільки позитивно впливає на смак напою та сприяє кращому піноутворенню, а й консервує, гальмуючи розвиток сторонніх мікроорганізмів. За нормальних умов доброджування й дозрівання пиво, як правило, достатньою мірою насичується вуглекислим газом. Іноді при нестачі холоду (підвищення температури в бродильних апаратах), недостатній герметичності апаратів або порушенні технологічного режиму доброджування не відбувається достатнього насичення пива  $\text{CO}_2$ , напій необхідно карбонізувати напій. У карбонізатор вприскується потік пива. Для розчинення в пиві  $\text{CO}_2$  служить ділянка карбонізації, яка виконана у вигляді довгої вигнутої труби. Діоксид вуглецю повинен бути добре диспергований в пиві, а далі повинен мати можливість розчинитися. Розчинення діоксиду вуглецю в пиві спочатку нестійке, зв'язування  $\text{CO}_2$  виникає тільки через якийсь час.

*Витримування пива у форфасах.* Освітлене пиво - це рідина в якій великий вміст  $\text{CO}_2$ . При переході від спокійного стану до рухомого (транспортування, фільтрування) рівновага «рідина-газ» порушується. Тому, для відновлення попереднього стану необхідно освітлене пиво витримати певний час під тиском  $\text{CO}_2$ , завдяки цьому відбувається стабілізація  $\text{CO}_2$  в ньому і зберігається високий склад якості пива.

В збірнику (форфасі), куди подається фільтроване пиво, повинен бути створений протитиск за рахунок діоксиду вуглецю (ізобаричні умови). Використання повітря при наповненні збірника фільтрованим пивом приведе не тільки до втрат пивом  $\text{CO}_2$ , але і до насичення пива повітрям. Збірник повинен знаходитися в охолодженому приміщенні, в якому підтримується температура  $0 \dots 1^\circ\text{C}$  або повинен мати охолоджуючу поверхню при тиску  $0,9 \dots 1,1$  МПа. Збірник готового пива повинен бути обладнаний манометром, запобіжними клапанами, вакуум-переривачами і нижнім люком. Тривалість витримки пива у форфасі  $4 \dots 12$  год.

Витримування та зберігання пива у форфасах створюють сприятливі умови для роботи автоматів розливу в дві зміни і забезпечує можливість одночасного розливу декількох сортів пива, а також швидкого переключення розливу з одного сорту пива на інший.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           | 32   |

Збірник освітленого пива виконує роль мірника, тому він повинен мати мірне скло. Кожний заповнений збірник готовим пивом кількісно здається цехом доброджування і приймається цехом розливу.

У кваліфікаційній роботі для *освітлення пива* передбачено встановлення наступного обладнання:

- для попередньої обробки пива перед його фільтрацією освітлення пива проводиться у сепараторі. До переваг сепараторів можна віднести простоту їх обслуговування, легкий перехід на різні сорти пива, їх компактність, відсутність адсорбції і збереження властивостей напою. При включенні сепаратора у фільтраційну лінію витрата кізельгуру знижується на 20 - 50 %, а тривалість циклу роботи фільтра подвоюється;

- основна фільтрація проходить – свічковий фільтр з діатомітовим наливним шаром. Діатомітовий фільтр не закупорюється, оскільки в ньому безперервно наливається фільтруючий шар. Після кізельгурового фільтра пиво стає прозорим, високоякісним, продуктивність регулюється у широких межах. Недоліком діатомітових фільтрів є необхідність утилізації кізельгурового шламу;

- для тонкої фільтрації встановлено трап-фільтри. Переваги трап-фільтрації: висока ступінь фільтрації, висока надійність конструкції; простота експлуатації та обслуговування; можливість використовувати підвищений тиск у роботі з матеріалами, які погано фільтруються; сучасна система автоматизації; низький рівень споживання енергії; тривалий термін служби фільтрувальної тканини; простота вивантаження осаду та відведення фільтрату;

- для охолодження пива до температури 0...1<sup>0</sup>C встановлено пластинчастий теплообмінник. Переваги пластинчастого теплообмінника: високий коефіцієнт теплопередачі; велика адаптивність: потрібна площа теплообміну може бути досягнута шляхом збільшення або зменшення пластин теплообмінника; компактна конструкція, невеликі розміри та низькі витратні матеріали;

- для донасичення пива вуглекислим газом встановлено карбонізатор в потоці - це компактна установка, призначена для потокової карбонізації напоїв. Принцип роботи даного карбонізатора базується на диспергуванні газоподібного діоксиду вуглецю в пиві через пористий трубчастий елемент із металокераміки.

У кваліфікаційній роботі обрано такі способи і режими:

- розмноження дріжджів проходить у пропаторі, що дозволяє за короткий термін отримати чисті і активні дріжджі;

- для зброджування пивного сусла використовуються дріжджі низового бродіння раси пивні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси *Saflager W 34/70* виробництва французької фірми *Fermentis* корпорації *Lesaffre*. Це відомий штам дріжджів отриманий *Weihenstephan* (Німеччина), який використовується пивоварами у всьому світі. *SafLager W-34/70* дозволяє виробляти збалансоване пиво з фруктовим та квітковим ароматом, тонким смаком. Температура

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           | 33   |

бродиння: плюс 9°C...22°C (48°F...72°F). Оптимальна температура бродиння: плюс 12°C...15°C (53°F ... 59°F). Дозування: 80-120 г/гЛ для бродиння при температурі 12°C;

- зброджування пивного суслу в ЦКБА. Саме цей спосіб використовується для інтенсифікації процесу бродиння, тобто його прискорення. Він дає можливість поєднати два роздільні процеси: бродиння і доброджування в одному циліндроконічному бродильному апараті. Це найсучасніше високоякісне обладнання, великого обсягу і простої конструкції. У ЦКБА відбувається прискорення цих процесів за рахунок прискореного обміну у дріжджовій клітині вдвічі: тривалість бродиння і доброджування становить 12...14 діб (а 29 діб за класичною). Температура бродиння 10...14 °C; температура доброджування 0,5...1,5 °C. Тиск при доброджуванні 0,04...0,07 МПа.

- освітлення пива проходить за наступною схемою: сепаратор – свічковий фільтр з діатомітовою намивкою – фільтр-прес.

## 2.4. Опис апаратурно-технологічної схеми

У апаратурно-технологічній схемі кваліфікаційної роботи передбачено розмноження чистої культури дріжджів в пропагаторі і зброджування пивного суслу та доброджування молодого пива прискореним способом в ЦКБА.

Розмноження чистої культури дріжджів проводимо в одному апараті – пропагаторі 1. Підготовлений пропагатор заповнюється наполовину холодним суслим з температурою 9 °C, автоматично включається програма стерилізації. Сусло стерилізується 20 хв. при температурі 102 °C і охолоджується до температури 15 °C. У підготовлене сусло засівається лабораторна розводка ЧКД із колби Карлсберга. Під час розмноження дріжджів їх аерують стерильним повітрям через кожні 0,5 год протягом 15 хв. і підтримують температуру в пропагаторі, шляхом подачі холодоагенту в охолоджуючі сорочки. Аерація суслу приводить до сильного перемішування зброджуваного середовища і сприяє швидкому розмноженню дріжджів. Дріжджі постійно знаходяться у завислому стані, що позитивно впливає на їх активність. Завдяки відсутності з'єднувальних трубопроводів значно знижується небезпека інфікування дріжджів.

Коли кількість дріжджових клітин досягне 80 млн. дріжджових клітин в 1 см<sup>3</sup> суслу, у пропагатор 1 доливають сусло. Зброджування ведеться протягом 1,5...2 доби до накопичення біомаси дріжджів 100...140 млн. дріжджових клітин в 1 см<sup>3</sup> суслу. Після перевірки мікробіологічних показників, дріжджі стисненим повітрям передавлюють в ЦКБА 2. Один раз розведені дріжджі використовуються 5...6 генерацій.

Зброджування пивного суслу проводиться в ЦКБА 2. Освітлене і охолоджене пивне сусло температурою 9...10 °C з через теплообмінник 3 та аератор 4 подається в конічну частину апарату 2. Для забезпечення хорошого зброджування перші порції суслу аерують стерильним повітрям в аераторі 4. Коли суслим заповнено 2...3% робочої місткості ЦКБА 2 в потік суслу вносять засівні дріжджі в кількості 1 дм<sup>3</sup> на 1 гЛ суслу. Після закінчення подачі

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

дріжджів в апарат 2 заповнюють суслом в два - три прийоми в міру поступлення сусла з варильного відділення на 85% його місткості.

Процес бродіння починається при температурі 9...10 °С. Протягом перших 2 діб температуру сусла підвищується до 14 °С за рахунок тепла, яке виділяється при спиртовому бродінні і підтримується шляхом подачі холодоагенту у верхню охолоджуючу сорочку апарату 2. Охолоджене через верхню сорочку зброджуване сусло опускається вниз, а більш тепле – піднімається вгору, чим забезпечується хороше перемішування сусла.

Головне бродіння закінчують, коли вміст екстрактивних речовин зменшується незначно, апарат 2 шпунтують, і процес зброджування проходить при надлишковому тиску 0,04...0,06 МПа. Це сприяє кращому насиченню пива діоксидом вуглецю і прискоренню осідання дріжджів. Після закінчення інтенсивного бродіння охолоджують конічну частину апарату 2 до температури 0...2°С. У циліндричній частині апарату 2 температуру пива 12...14°С підтримують ще 1,5...2 доби для прискорення процесу дозрівання. У конічній частині апарату 2 проходить осідання дріжджів і утворення щільного осаду. Тоді, у всі охолоджуючі сорочки циліндричної частини апарату 2 в подають холодоагент і доводять температуру всієї кількості пива до 0...2°С.

Наступає стадія доброджування, яка триває 7 діб. При доброджуванні пиво насичується вуглекислотою, частково освітлюється і дозріває. Через 10 діб від початку бродіння з допомогою насоса 16 проводиться перше знімання дріжджів у спеціальні приймальні збірники, засівні дріжджі у збірник засівних дріжджів 6, надлишкові дріжджі – у збірник надлишкових дріжджів 7. Перед подачею пива на освітлення проводиться друге знімання дріжджів. Загальна тривалість процесу бродіння і доброджування 14 діб. Звільнення апарату 2 проводиться під тиском вуглекислого газу, який подається у простір над пивом. Нефільтроване пиво із ЦКБА 2 подається на фільтрування. Звільнений від пива ЦКБА 2 миють водопровідною водою з допомогою встановленої у верхній його частині миючої головки до повного видалення залишків дріжджів, хмелевих смол та ін. Після чого проводять дезінфекцію і ополіскують стерильною водою.

Після закінчення процесу доброджування і дозрівання для досягнення необхідної ступені прозорості пиво подають на освітлення. Молоде пиво із ЦКБА поступає на часткове освітлення від дріжджових клітин в сепаратор 8. Процес освітлення пива в сепараторі 8 проходить в герметичних умовах, забезпечуючи зберігання діоксиду вуглецю в пиві. Головною складовою частиною сепаратора є барабан, в якому розміщені одна над іншою конусоподібні тарілки. Пиво надходить у сепаратор 8 знизу через вхідний патрубок, по порожньому валу піднімається в барабан, потрапляє в його периферійну частину і розподіляється по тарілках. При частоті обертання 5000...7000 об / хв важкі частинки відкидаються до стінок барабану, а пиво піднімається по міжтарілковому простору до центру барабана і відводиться зверху через патрубок. При роботі сепаратора підтримують тиск пива на вході 0,07 МПа, а на виході 0,5 МПа.

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           | 35   |

Частково освітлене пиво поступає у буферну ємкість 9, а звідти для подальшої фільтрації на свічковий фільтр 10 з намивним шаром діатоміту на поверхню циліндричних спіральних свічок із нержавіючої сталі. Через шар діатоміту проходить пиво і на діатомітовому шарі залишаються завислі частинки розміром більше 1 мкм. Шар діатоміту постійно поновлюється постійним дозуванням дозатором 12 діатоміту із збірника 11.

Для подальшої фільтрації пиво поступає на трап-фільтр 13, який призначений для тонкого контрольного фільтрування.

Під час фільтрації пиво втрачає вуглекислий газ, тому його штучно насичують  $\text{CO}_2$  – карбонізують в карбонізаторі 14. Охолоджене пиво поступає в карбонізатор 14 рівномірно насичується до 0,5 % мас. вуглекислим газом. Робочий тиск становить 0,1...0,3 МПа.

При перекачуванні і фільтруванні пива нестійку рівновагу «рідина - газ» порушується, і частина розчиненої вуглекислоти виділяється у вигляді газу. Щоб відновити рівновагу, освітлене та насичене вуглекислотою пиво направляють у форфаси готового пива 14, де витримують 4...12 годин при надлишковому тиску  $\text{CO}_2$  не нижче 0,1 МПа і температурі 0...1 °С. При витримці в форфасах 13 відбувається додаткове розчинення в пиві діоксиду вуглецю. Для запобігання окислювальних процесів при наповненні та звільненні збірників тиск створюється тільки за допомогою  $\text{CO}_2$ .

|      |      |          |        |      |                                           |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                           | 36   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                           |      |

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

#### 3.1 Характеристика проекрованої продукції

Вимоги щодо якості пива; безпеки та охорони довкілля, термінів у виробництві пива викладено у ДСТУ 3139:2015 «Пивоваріння. Терміни та визначення понять» та ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови».

Пиво – ігристий, освіжаючий напій з характерним хмелевим ароматом і приємним гіркуватим смаком. Він вгамовує спрагу, підвищує загальний тонус організму, сприяє правильнішому обміну речовин, оскільки містить вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Н, РР.

За органолептичними і фізико-хімічними показниками пиво повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888:2015 та рецептурі (табл. 3.1-3.3) [2].

Таблиця 3.1 — Органолептичні показники якості пива

| Найменування показника | Характеристика показника для пива                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                            |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | світле «Львівське»                                                                                                                                                                                                                                                                                      | темне «Дніпровське»                                                                                        |
| Зовнішній вигляд       | Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                            |
| Запах                  | Чистий, зброджений, солодовий, хмелевий без сторонніх запахів                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                            |
| Смак                   | Солодовий та хмелевий 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%:<br>Висота піни, не менше, мм – 20,0. Піностійкість не менше, хв. – 2,0.<br>Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 12,0 до 20,0%.<br>Висота піни, не менше, мм – 30,0. Піностійкість не менше, хв. – 2,0 |                                                                                                            |

**Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники якості пива**

| Тип пива   | Масова частка сухих речовин у початковом у суслі, % | Масова частка спирту, % | Кислотність см <sup>3</sup> 1моль/дм <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію на 100 см <sup>3</sup> пива | Кольоровість см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> розчину йоду на 100 см <sup>3</sup> пива | Масова частка діоксиду вуглецю, % |
|------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| світле     | 8,0...20,0                                          | 2,0...6,0               | 1,3...5,0                                                                                               | 0,4...1,8                                                                                      | 0,30...0,35                       |
| напівтемне | 9,0 ...23,0                                         | 2,4...7,2               | 1,3...5,0                                                                                               | 1,9 ... 3,9                                                                                    | 0,30...0,35                       |
| темне      | 11,0...23,0                                         | 2,8...6,0               | 1,5...5,5                                                                                               | 4,0...8,0 і більше                                                                             | 0,30...0,33                       |

**Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники пива «Львівське» та «Дніпровське»**

| Сорт пива           | Масова частка сухих речовин у початковом у суслі, % | Масова частка спирту, % | Кислотність см <sup>3</sup> 1моль/дм <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію на 100 см <sup>3</sup> пива | Кольоро-вість см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> розчину йоду на 100 см <sup>3</sup> пива | Масова частка діоксиду вуглецю, % |
|---------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| світле «Львівське»  | 12,0                                                | 3,5                     | 1,8...2,5                                                                                               | 0,5...0,8                                                                                       | 0,30                              |
| темне «Дніпровське» | 15,0                                                | 4,0                     | 2,8-3,4                                                                                                 | 8,0...9,0                                                                                       | 0,33                              |

### 3.2 Характеристика сировини

До основної сировини, що використовується у виробництві пива для сортів пива згідно завдання кваліфікаційної роботи відноситься: солод світлий, солод темний, карамельний солод, рисова січка, гранульований хміль і вода.

Солод - зерна злаків, які проросли в штучних умовах при певній температурі і вологості. Процес штучного пророщування зерна називається солодоращенням, основною метою якого є накопичення в зерні максимальної кількості активних ферментів, головним чином гідролітичних (цитолітичних, протеолітичних, амілолітичних).

Солод світлий ячмінний використовують як основну сировину і як джерело ферментів при виробництві пива. Солод ячмінний темний і карамельний використовують при виготовленні спеціальних сортів пива. Пшеничний солод використовують для приготування пшеничного, білого пива і солодових екстрактів. По способу приготування розрізняють такі типи сухого пивоварного солоду: світлий, темний і карамельний. Залежно від якості світлий солод ділять на три класи: високої якості, першого і другого класів; карамельний солод – на два класи: перший і другий.

|      |      |          |        |      |                                                                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      | 38   |

Згідно з ДСТУ 4282:2018 «Солод пивоварний ячмінний» Загальні технічні умови за фізико-хімічними показниками світлий і темний солод повинен відповідати вимогам, які наведені в табл. 3.4, 3.5 [3].

**Таблиця 3.4 - Органолептичні показники світлого і темного солодів**

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

**Таблиця 3.5 - Фізико-хімічні показники світлого і темного солоду**

| Найменування показника                                                                                                    | Норми для типів солоду |           |               |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|---------------|---------------|
|                                                                                                                           | світлого               |           |               | темного       |
|                                                                                                                           | високої якості         | 1 класу   | 2 класу       |               |
| Прохід через сито 2,2x20мм, %, не більше                                                                                  | 2,0                    | 3,0       | 5,0           | 7,0           |
| Масова частка сміттєвих домішок, %, не більше                                                                             | Не допуск.             | 0,3       | 0,5           | 0,3           |
| Кількість зерен, %:                                                                                                       |                        |           |               |               |
| - мучнистих, не менше                                                                                                     | 90,0                   | 85,0      | 80,0          | 90,0          |
| - склоподібних, не більше                                                                                                 | 2,0                    | 4,0       | 8,0           | 5,0           |
| - темних, не більше                                                                                                       | Не дозволено           |           | 4,0           | 10,0          |
| Масова частка вологи, %, не більше                                                                                        | 4,0                    | 5,0       | 5,5           | 5,0           |
| Масова частка екстракту на суху речовину солоду тонкого помелу, %, не менше                                               | 80,0                   | 78,5      | 76,0          | 75,0          |
| Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду, %                                                              | 1,0-1,5                | 1,6-2,5   | Не більше 3,5 | Не більше 3,5 |
| Масова частка білкових речовин в сухій речовині солоду, %, не більше                                                      | 11,5                   | 12,0      | 13,0          | -             |
| 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            | -             |

|      |      |          |        |      |                                                                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      | 39   |

| Найменування показника                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Норми для типів солоду |                |                                 |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|---------------------------------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | світлого               |                |                                 | темного   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | високої якості         | 1 класу        | 2 класу                         |           |
| Лабораторне сусло:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                |                                 |           |
| Колір, см <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Не більше 0,18         | Не більше 0,23 | Не більше 0,40                  | 0,49-1,80 |
| або в одиницях ЕВС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Не більше 3,2          | Не більше 4,0  | Не більше 6,6                   | 8...24    |
| Кислотність, см <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,9...1,1              | 0,9...1,2      | 0,9...1,3                       | -         |
| Прозорість (візуально)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Прозоре                | Прозоре        | Дозволена незначна опалесценція | -         |
| Кінцева ступінь зброджування, %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 79...81                | 75...78        | 74...70                         | -         |
| В'язкість, МПа/с за 20°C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,45...1,54            | 1,55...1,60    | 1,61...1,78                     | -         |
| Примітка 1. Рекомендовані вимоги до якості солоду пивоварного ячмінного за показником – вміст β-глюканів, не більше – для солоду високої якості – 145 мг/л, I класу – 200 мг/л, II класу – 250 мг/л та/або установлюють у договорі (контракті) між постачальником і покупцем.<br>Примітка 2. Колір солоду в одиницях ЕВС по відношенню до кольору в см <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> води приведено в додатку Б. |                        |                |                                 |           |

За органолептичними та фізико-хімічними показниками карамельний і палений солод повинен відповідати вимогам, зазначеним у табл. 3.6 та 3.7.

**Таблиця 3.6 - Органолептичні показники карамельного і паленого солоду**

| Назва показника                                             | Характеристика солоду                                                                   |                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | карамельного                                                                            | паленого                                                                                                  |
| Зовнішній вигляд                                            | Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих зерен і зернових шкідників              |                                                                                                           |
| Колір                                                       | Від світло-жовтого до буруватого з глянцеvim відливом                                   | Темно-коричневий. Не дозволено чорний                                                                     |
| Запах (як самого солоду, так і холодної та гарячої витяжок) | Солодовий. Не дозволено: пригорілий; затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому | Запах, що нагадує каву. Не дозволено пригорілий, затхлий і плісняви та інші запахи не властиві солодовому |
| Смак (як самого солоду, так і холодної та гарячої витяжки)  | Солодкуватий. Не дозволено гіркий і пригорілий та сторонній присмак                     | Кавовий. Не дозволено гіркий і пригорілий та сторонній присмак                                            |
| Вид зерна на зрізі                                          | Запечена коричнева маса. Не дозволено обвуглену масу                                    | Темно-коричнева маса. Не дозволено чорну масу                                                             |

|      |      |          |        |      |                                                                                      |            |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк.<br>40 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      |            |

**Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники карамельного і паленого солоду**

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

Для виробництва пива «Львівське» використовується окрім солоду **рисова січка**.

Несолоджена сировина - це крохмалевмісні або цукровмісні матеріали, які практично не мають ферментативної активності. Застосування несолодженої сировини у пивоварінні сприяє:

- зниженню собівартості (при використанні зернової сировини);
- збільшенню екстрактивності суслу (при використанні рису, кукурудзи, пшениці, сиропів і крохмалю);
- збільшенню продуктивності варильного цеху (при використанні сиропів і крохмалю);
- створенню нових сортів пива;
- підвищенню колоїдної та смакової стійкості пива.

Рисова крупа - один з найбільш поширених заміників солоду завдяки високому вмісту крохмалю.

Крохмальні гранули рису:

- мають округлу/складову форму;
- діляться на великі (19...30 мкм) і маленькі (2...8 мкм), причому останні переважають.

Вміст крохмалю у рисі, звільненому від полови оболонки, досягає 73...78% від сухих речовин, в рисовому січці цей показник досягає 85...90% від сухих речовин. Вміст амілози в рисовому крохмалі становить біля 17%, амілопектину 83%. Температура клейстеризації рисового крохмалю коливається від 70 до 85 °С в залежності від сорту. Тому  $\alpha$ -амілаза солоду впливає на нього дуже повільно. У зв'язку з цим при значній частині несолодженого рису в засипі зменшується екстрактивність і збільшується тривалість оцукрювання.

У рисі, звільненому від плівок, вміст клітковини (целюлози) невеликий - 0,3...0,4% (в плівках міститься до 40,2%). Кількість інших некрохмальних полісахаридів також незначний. У результаті при використанні рису в якості несолодженого матеріалу має місце збільшення стійкості і прозорості пива

|      |      |          |        |      |                                                                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      | 41   |

завдяки зниженню в заторі частки некрохмалистих полісахаридів і продуктів їх гідролізу.

У залежності від сорту масова частка білка в зерні рису після видалення м'якотної (квіткової) оболонки коливається від 8,8 до 13,6% від сухих речовин. У рисовій січці рівень білка зменшується до 5..8% від сухих речовин. До складу рисового білка входять альбуміни, глобуліни, проламіни і глютеліни. Розподіл білків за фракціями в різних частинах зерна неоднакова: у периферійних частинах зосереджено підвищену кількість глобулінів і альбумінів. В іншій частині зерна переважають головним чином орізеніни, які не впливають на якість готового продукту, так як практично повністю переходять у дробину і білковий відстій після кип'ятіння суслу з хмелем. Низький вміст інших фракцій білка також гарантує фізико-хімічну стабільність пива, але при заміні солоду великою кількістю рису може спостерігатися зниження піноздатності.

У пивоварінні переробляється дешева рисова січка: бите зерно, що утворилася в процесі обмолоту і поліровки рису. Не дивлячись на те, що рисова січка є відходом при поліруванні рису, контролювати її якість необхідно. Січка повинна мати чисті блискучі зерна без коричневих плям, тобто залишків плодової та насінневої оболонок. У ній не повинно міститися піску. Крім того, використовують рисову крупу, яку отримують шляхом розмелювання рису безпосередньо на підприємстві.

Переваги використання рису в якості несолодженої сировини складаються:

- у високій екстрактивності до 97% від сухої речовини;

- в малому вмісті розчинних білків, що забезпечує фізико-хімічну стабільність пива;

- у сприятливому амінокислотним складом білка з точки зору хімічної стабільності пива;

- в невисокому кількості жиру, що підвищує смакову стабільність пива;

- у відсутності  $\beta$ -глобуліну і антоціаногенів, що позитивно відбивається на фізико-хімічній та смаковій стабільності пива.

У результаті при використанні рису:

- збільшується вихід екстракту в варочному відділенні;

- змінюється кольоровість пива і його смак;

- підвищується колоїдна стійкість пива.

Разом з тим слід враховувати й негативні сторони при заміні частини солоду рисом:

- при підвищеному вмісті рису в заторі дріжджі втрачають здатність до флокуляції;

- добавка рису трохи знижує повноту смаку кінцевого продукту;

- невелика кількість білка в рисі та погане розчинення при затиранні може

- призвести до зниження вмісту  $\alpha$ -амінного азоту в суслі, що відіб'ється на інтенсивності головного бродіння, тому не рекомендується перевищувати частку рису в рецептурі більше 20%.

|      |      |          |        |      |                                                                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      | 42   |

**Вода, що використовується у пивоварінні** повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Вимоги до води у пивоварінні є більш складними і специфічними, ніж до звичайної питної води. Вода є не тільки основною складовою частиною цільового продукту виробництва, але і середовищем, де відбуваються надзвичайно різноманітні хімічні реакції, які зумовлюють потрібний перебіг технологічних процесів. Від складу і стану іонів різних хімічних елементів у воді залежать навіть сортові особливості певних типів пива. Основні вимоги до води у пивоварінні представлено у табл. 3.8-3.10 [9].

**Таблиця 3.8 – Органолептичні показники питної води**

| Найменування показника               | Одиниця виміру                                                            | Нормативне значення показника |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Запах при температурі 20 °С та 60 °С | бали                                                                      | не більше 2                   |
| Забарвленість                        | градуси                                                                   | не більше 20                  |
| Каламутність                         | нефелометрична одиниця каламутності<br>(1 НОК = 0,58 мг/дм <sup>3</sup> ) | не більше 1,0                 |
| Смак та присмак                      | Бали                                                                      | не більше 2                   |

**Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники питної води**

| Найменування показника                          | Одиниці виміру                    | Нормативне значення показника     |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>а) неорганічні компоненти</i>                |                                   |                                   |
| Водневий показник                               | одиниці рН                        | 6,5...8,5                         |
| Залізо загальне                                 | мг/дм <sup>3</sup>                | не більше 0,2 (1,0) <sup>1</sup>  |
| Загальна жорсткість                             | ммоль/дм <sup>3</sup>             | не більше 7,0 (10,0) <sup>1</sup> |
| Загальна лужність                               | ммоль/дм <sup>3</sup>             | не нормується                     |
| Кальцій                                         | мг/дм <sup>3</sup>                | не нормується                     |
| Магній                                          | мг/дм <sup>3</sup>                | не нормується                     |
| Марганець                                       | мг/дм <sup>3</sup>                | не більше 0,05                    |
| Поліфосфати (за PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) | мг/дм <sup>3</sup>                | не більше 3,5                     |
| Сульфати                                        | мг/дм <sup>3</sup>                | не більше 250                     |
| <i>а) органічні компоненти</i>                  |                                   |                                   |
| Хлор залишковий зв'язаний                       | мг/дм <sup>3</sup>                | не більше 1,2                     |
| Окислюваність перманганатна                     | мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | не більше 4                       |

|      |      |          |        |      |                                                                                      |            |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк.<br>43 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      |            |

**Таблиця 3.10 – Основні вимоги до якості води технологічного призначення**

| Виробництво | Загальна жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup> , не більше | pH        | Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше | Ступінь окислення, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , не більше | Особливі вимоги                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|--------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пиво        | Світле пиво – 1...2,<br>темне пиво – 5...6             | 6,8...7,3 | 600...850                                     | 1,0...2,0                                                         | Вміст, мг/дм <sup>3</sup> , не більше: заліза 0,1; марганцю – 0,05; нітратів – 25,0. Вміст іонів калію, натрію, сульфатів і хлоридів не повинен перевершувати порогів рівень, коли вони впливають на смак пива. Показник лужності (відношення кальцієвої жорсткості до загальної лужності) повинен бути не менше 1 |

**Хміль ароматичний**, що використовується у пивоварінні повинен відповідати вимогам ДСТУ 4098.2-2002. Залежно від показників якості хміль ароматичний спресований поділяють на три товарні ґатунки та показники і норми якості хмелю представлено у табл. 3.11. У табл. 3.12 наведені норми якості гранульованого хмелю згідно з ДСТУ 7028:2009 [4].

**Таблиця 3.11 — Показники та норми якості хмелю ароматичного спресованого**

| Найменування показника | Норми якості товарних ґатунків                                                                                 |                                                                    |                                                                                                                                                          |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | 1                                                                                                              | 2                                                                  | 3                                                                                                                                                        |
| 1                      | 2                                                                                                              | 3                                                                  | 4                                                                                                                                                        |
| Колір                  | Від світло-жовто-зеленого до золотисто-зеленого, зелений<br>Дозволено шишки з почервонілими кінчиками пелюсток | Жовто-зелений і зелено-жовтий, без коричневих відтінків<br>-       | Зеленувато-жовтий з коричневим відтінком, темно-жовтий без блиску. Дозволено шишки з коричневими плямами<br>-                                            |
| Запах                  | Чисто хмельовий<br>Добре відчутний, ніжний                                                                     | Відчутний, приємний                                                | Дозволено різкий і слабо відчутний                                                                                                                       |
| Лупулінові зерна       | Світло-золотисто-жовті, блискучі, однорідні за кольором, липкі                                                 | Жовті зі слабким блиском або слабкозолотисті. Дозволено слаболипки | Темно-жовті, без блиску, тьмяні (помутнілі). Дозволено не липкі. Не дозволено оранжево-коричневі внаслідок дії високої температури під час сушіння хмелю |

| 1                                                                                                                                                                        | 2   | 3   | 4   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Кондуктометричний показник гіркоти, % у сухій речовині, не менше                                                                                                         | 3,5 | 3,0 | 2,5 |
| Ушкодження хмелю шкідниками, %, не більше                                                                                                                                | 5   | 15  | 25  |
| Примітка 1. Не дозволено використовувати хміль з сирним, димним, валеріановим та іншими запахами, не властивими хмелеві, зокрема набутими від сторонніх пахучих речовин. |     |     |     |
| Примітка 2. Коли визначають ґатунок хмелю за кольором шишок і кількістю лупулінових зерен, у сумнівних випадках перевагу надають кольору шишок.                          |     |     |     |

Таблиця 3.12 – Норми якості гранульованого хмелю

| Назва показника                                                                      | Значення показника                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Колір                                                                                | Від світло-зеленого до зеленого на поверхні гранул і на їх зламі |
| Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислоти), % у сухій речовині | Не менше 2,5                                                     |
| Вологість, %                                                                         | 7...10                                                           |
| Запах                                                                                | Чисто хмельовий                                                  |
| Вміст не хмельових домішок                                                           | Не допускається                                                  |
| Наявність плісняви                                                                   | Не допускається                                                  |

### 3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Під час виробництва пива використовують такі допоміжні матеріали:

- молочну кислоту згідно з ДСТУ 4621:2006;
- діоксид вуглецю газоподібний і скраплений згідно з ДСТУ 4817;
- фільтрувальні порошки згідно з чинними НД за наявності позитивного висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи і дозволені для застосування у виробництві пива центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

Характеристика молочної кислоти згідно з ДСТУ 4621:2006 наведена в табл. 3.13 та 3.14 [6].

Таблиця 3.13 — Органолептичні показники молочної кислоти

| Назва показника  | Характеристика                                 |
|------------------|------------------------------------------------|
| Зовнішній вигляд | Прозора сиропоподібна рідина без осаду та муті |
| Запах            | Слабкий, характерний для молочної кислоти      |
| Смак             | Кислий, без стороннього присмаку               |

Таблиця 3.14 — Фізико-хімічні показники кислоти молочної харчової

| Назва показника                                                      | Значення показників для сортів |               |               |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
|                                                                      | вищого                         | першого       |               |
| Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше ніж            | 40,0 ± 1,0                     | 40,0 ± 1,0    | 60,0 ± 1,0    |
| Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше ніж | 37,5                           | 37,5          | 53,0          |
| Масова частка ангідридів, %, не більше ніж                           | 2,5                            | 2,5           | 7,0           |
| Колірність, градуси, не більше ніж                                   | 6,5                            | 10,0          | 15,0          |
| Масова частка золи, %, не більше ніж                                 | 0,6                            | 1,0           | 1,2           |
| Масова частка заліза (Fe), %, не більше ніж                          | 0,007                          | 0,014         | 0,020         |
| Масова частка сульфатів (SO <sub>4</sub> ), %, не більше ніж         | 0,3                            | не нормується | не нормується |
| Масова частка хлоридів (CL), %, не більше ніж                        | 0,1                            | не нормується | не нормується |
| Масова частка редуковальних речовин, %, не більше ніж                | 1,0                            | не нормується | не нормується |
| Визначання наявності барію                                           | не допускається                | не нормується | не нормується |
| Визначання наявності ціанистоводневої кислоти                        | відсутність                    | не нормується | не нормується |
| Визначання наявності фероціанідів                                    | відсутність                    | не нормується | не нормується |
| Визначання наявності вільної сірчаної кислоти                        | відсутність                    | не нормується | не нормується |

Технічні характеристики діоксид вуглецю скрапленого згідно ДСТУ 4817:2007 представлено у табл. 3.15 [7].

Таблиця 3.15 – Характеристика діоксиду вуглецю скрапленого

| Найменування показника                                              | Значення для сорту                                |             |             |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                     | Вищий сорт                                        | Перший сорт | Другий сорт |
| 1                                                                   | 2                                                 | 3           | 4           |
| Запах і смак                                                        | Злегка кислуватий присмак без сторонніх запахів   |             |             |
| Об'ємна частка діоксиду вуглецю (CO <sub>2</sub> ), %, не менше ніж | 99,9                                              | 99,5        | 99,0        |
| Наявність мінеральних мастил і механічних домішок                   | Повинен витримувати випробування                  |             |             |
| Наявність оксиду вуглецю (CO)                                       | Нижче чутливості методу за п. 10.6 ДСТУ 4817:2007 |             |             |

|      |      |          |        |      |                                                                                      |            |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк.<br>46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      |            |

| 1                                                                                                                                           | 2                                                           | 3        | 4        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------|----------|
| Наявність оксидів азоту (NO, NO <sub>2</sub> )                                                                                              | Нижче чутливості методу за п. 10.6 ДСТУ 4817:2007           |          |          |
| Масова концентрація сірчистого ангідриду (SO <sub>2</sub> ), г/м <sup>3</sup> , не більше ніж                                               | 0,002                                                       | 0,004    | 0,005    |
| Наявність сірководню (H <sub>2</sub> S)                                                                                                     | Повинен витримувати випробування за п. 10.8 ДСТУ 4817:2007  |          |          |
| Наявність соляної кислоти                                                                                                                   | Повинен витримувати випробування за п. 10.9 ДСТУ 4817:2007  |          |          |
| Наявність аміаку та етанол амінів                                                                                                           | Повинен витримувати випробування за п. 10.10 ДСТУ 4817:2007 |          |          |
| Масова частка води, %, не більше                                                                                                            | Нижче чутливості методу за п. 10.11 ДСТУ 4817:2007          |          | 0,1      |
| Масова концентрація водяної пари за температури 20 °С и тиску 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), г/м <sup>3</sup> , не більше ніж                   | 0,037                                                       | 0,076    | 0,184    |
| Температура насичення діоксиду вуглецю водяною парою, яка відповідає тиску 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) і температурі, 20 °С, °С, не вище ніж | Мінус 48                                                    | Мінус 42 | Мінус 34 |
| Наявність ароматичних вуглеводнів                                                                                                           | Повинен витримувати випробування за п. 10.13 ДСТУ 4817:2007 |          |          |
| Масова концентрація оксидів ванадію (у перерахунку на V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) для скрапленого діоксиду вуглецю мг/кг, не більше ніж | 0,02                                                        | 0,1      | 0,2      |

Для дотримання правильного санітарно-гігієнічного режиму на підприємствах пивоварної галузі ефективним способом знищення й пригнічення розвитку сторонніх мікроорганізмів є миття та дезінфекція обладнання, інвентарю, тари, виробничих і побутових приміщень пивзаводу та проводиться систематично відповідно до встановлених санітарними вимогами промисловості. Вимоги до мийних засобів для харчової промисловості: розчинність у воді; ефективність за будь-яких умов використання; безпека для металів та інших матеріалів; безпечне використання для готових продуктів, без впливу на їх смак; бережне використання, що не шкодить навколишньому середовищу; зручність у використанні; наявність відповідних сертифікатів та дозволів на використання.

Передбачено використання мийних та дезінфікуючих засобів ТМ PANPRO. Вся продукція відповідає стандартам та є сертифікованою за системою HACCP (ХАССП) і ISO. Процес виробництва продукції виконується за технологічними процесами західноєвропейських виробників. Сировина для виготовлення мийних засобів виготовляється світовими лідерами BASF, Akzo

|      |      |          |        |      |                                                                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      | 47   |

Nobel, Clariant, Luzi, LG. На миючі є всі необхідні документи, що підтверджують їх безпечне застосування: санітарно-гігієнічний висновок; сертифікати відповідності; на кожну партію товару виписується декларація якості.

Лужний концентрат PANPRO 212. Засіб має дезінфікуючий ефект та зниженим піноутворенням. Концентрація – 0,5...3,0%, рН – 11,5...12,0. Підходить для СІР-мийки трубопроводів, технологічного обладнання, та ін.

Миючий засіб для пивоварень PANPRO 163 - низькопінний сильнокислотний концентрат для СІР-мийки трубопроводів та обладнання, які використовуються в пивоварній сфері. Концентрація засобу становить 1,0-5,0%, рН – 2,0. PANPRO 163 відмінно справляється з мінеральними відкладеннями та пивного каменю, адже в основі засобу є азотна кислота, яка відмінно справляється зі складними забрудненнями. Витрати робочого розчину при зовнішньому митті становлять 0,8 дм<sup>3</sup> на 20 м<sup>2</sup> поверхні.

|      |      |          |        |      |                                                                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ,<br>СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                      | 48   |

## 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Розрахунок продуктів виробництва пива складається з визначення витрат сировини, об'єму напівпродуктів і відходів виробництва на одиницю готової продукції. Витрати для розрахунку беруть з урахуванням сучасної технології виробництва, чинних нормативних документів і досягнень підприємств харчової галузі

Відповідно до завдання кваліфікаційної роботи продуктивність пивзаводу 8,0 млн. дал пива в рік.

Асортимент пива: пиво «Львівське» – 80 %, пиво «Дніпровське» – 20 %.  
Рецептури проєктованих сортів пива наведено у табл. 4.1.

Обсяг проєктованих сортів пива наведено у табл. 2.1.

Втрати при виробництві пива наведено у табл. 4.2.

**Таблиця 4.1 – Рецептури сортів пива**

| орт пива    | Масова частка сухих речовин у початковому суслі, % | Витрата зернопродуктів на 1 дал, %                               | Хміль, кг | Примітка |
|-------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| Львівське   | 12,0                                               | Солод світлий 89,5<br>Рисова січка 10,0<br>Карамельний солод 0,5 | 30,0      | Світле   |
| Дніпровське | 15,0                                               | Солод світлий 50<br>Темний солод 42<br>Карамельний солод 8       | 25,0      | Темне    |

**Таблиця 4.2 – Втрати сухих речовини при виробництві пива**

| Величина втрат                                                                                                | Найменування пива (типове за масовою часткою сухих речовин у початковому суслі, %) |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                                                                               | Львівське 12%                                                                      | Дніпровське 15% |
| Солоду при поліруванні, % мас., від солоду, що надійшов у варильне відділення                                 | 0,5                                                                                | 0,5             |
| Екстракту в пивній дробині, % мас. до маси зернопродуктів                                                     | 2,6                                                                                | 2,8             |
| Втрати з рідкою фазою за нормами становлять у цеху ферментації (на охолодження, при бродінні і доброджуванні) | 6,0                                                                                | 6,0             |
| Втрати при фільтрації. % до об'єму готового пива                                                              | 4,65                                                                               | 4,65            |
| При розливі, % до об'єму відфільтрованого пива у пляшки                                                       | 2,0                                                                                | 2,0             |

## 4.2 Продуктові розрахунки

### *Визначення кількості екстрактивних речовин у сировині*

Визначаємо вихід екстракту в варильному відділенні із 100 кг зернової сировини.

*Пиво «Львівське»* готується із 89,5 % світлого солоду і 10 % рисової січки та 0,5 % солоду карамельного світлого.

Отже, маса світлого солоду 89,5 кг, маса рисової січки 10 кг, маса солоду карамельного світлого 0,5 кг.

Втрати солоду при поліруванні 0,5 % до маси зерно продуктів тобто:

$$89,5 \cdot 0,5 / 100 = 0,45 \text{ кг.}$$

Кількість полірованого солоду, що поступає на подрібнення становить:

$$89,5 - 0,45 = 89,05 \text{ кг.}$$

При вологості світлого солоду 5,1 %, вологості рисової січки 15 %, вологості солоду карамельного світлого 5,0 %, кількість сухих речовин буде становити:

- в світлому солоді  $89,05 \cdot (1 - 0,051) = 84,51 \text{ кг,}$

- у солоді карамельному світлому  $0,5 \cdot (1 - 0,05) = 0,475 \text{ кг,}$

- в рисовій січці:  $10 \cdot (1 - 0,15) = 8,5 \text{ кг.}$

Всього:  $84,51 + 0,475 + 8,5 = 93,485 \text{ кг.}$

Екстрактивність світлого солоду 76 %, екстрактивність рисової січки 85 %, екстрактивність солоду карамельного світлого 75 % сухих речовин.

Кількість екстрактивних речовин в сировині:

- в світлому солоді  $84,51 \cdot 0,76 = 64,23 \text{ кг,}$

- в солоді карамельному світлому  $0,475 \cdot 0,75 = 0,35 \text{ кг,}$

- в рисовій січці  $8,5 \cdot 0,85 = 7,23 \text{ кг.}$

Загальна кількість екстрактивних речовин становить:

$$64,23 + 7,23 + 0,35 = 71,81 \text{ кг.}$$

Втрати екстракту в варильному відділенні становлять 2,6% до маси зернопродуктів, що затираються.

Отже, в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$71,81 \cdot (1 - 0,026) = 69,2 \text{ кг.}$$

В дробині залишиться сухих речовин:

$$93,485 - 69,2 = 24,285 \text{ кг.}$$

*Пиво «Дніпровське»* готується з 50% світлого солоду, 42% темного солоду, 8% карамельного солоду.

Отже, маса солоду світлого 50 кг, маса темного солоду 42 кг, маса карамельного солоду 8 кг.

При поліруванні світлого солоду втрати становлять 0,5% до маси зернопродуктів та становить:

$$50 \cdot 0,005 = 0,25 \text{ кг.}$$

Карамельний солод не полірується.

Кількість полірованого світлого солоду становить:

$$50 - 0,25 = 49,75 \text{ кг.}$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

При вологості світлого солоду 5,1% вміст сухих речовин у світлому солоді становить:

$$49,75 - (1 - 0,051) = 47,21 \text{ кг.}$$

При поліруванні темного солоду втрати становлять 0,21 % до маси зернопродуктів та становлять:

$$42 \cdot 0,0021 = 0,0882 \text{ кг.}$$

Кількість полірованого темного солоду становить

$$42 - 0,0882 = 41,79 \text{ кг.}$$

При вологості темного солоду 5 % вміст сухих речовин становить:

$$41,79 \cdot (1 - 0,05) = 39,7 \text{ кг.}$$

При вологості карамельного солоду 5,0 % вміст сухих речовин в солоді становить:

$$8 \cdot (1 - 0,05) = 7,6 \text{ кг.}$$

Загальна кількість сухих речовин в сировині, що поступає на подрібнення:

$$47,21 + 39,7 + 7,6 = 94,51 \text{ кг.}$$

Екстрактивність світлого солоду 76,0 %; екстрактивність темного солоду 74,0 %; екстрактивність карамельного солоду 75,0 %.

Кількість екстрактивних речовин становить:

- в світлому солоді  $47,21 \cdot 0,76 = 35,88 \text{ кг,}$
- в темному солоді  $39,7 \cdot 0,74 = 29,38 \text{ кг,}$
- в карамельному солоді  $7,6 \cdot 0,75 = 5,7 \text{ кг.}$

Загальна кількість екстрактивних речовин міститься в сировині:

$$35,88 + 29,38 + 5,7 = 70,96 \text{ кг.}$$

Втрати екстракту в варильному відділенні 2,8 % до маси зерно продуктів.

В сусло перейде екстрактивних речовин

$$70,96 \cdot (1 - 0,028) = 68,16 \text{ кг.}$$

В дробині залишиться екстрактивних речовин:

$$94,51 - 68,16 = 26,35 \text{ кг.}$$

### ***Визначення кількості проміжних продуктів***

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

У гаряче сусло у відповідності з розрахунком переходить наступна кількість екстрактивних речовин:

- пиво «Львівське» 69,2 кг,
- пиво «Дніпровське» 68,16 кг.

При встановленій початковій концентрації сусла 12 % для пива «Львівське» і 15 % для пива «Дніпровське» із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

- пиво «Львівське»  $(69,2 \cdot 100) / 12 = 576,67 \text{ кг,}$
- пиво «Дніпровське»  $(68,16 \cdot 100) / 15 = 454,4 \text{ кг.}$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 51   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Об'єм сусла при температурі 20°C і при відносній густині пива «Львівське» - 1,0484 та пива «Дніпровське» - 1,0612 із отриманої кількості екстрактивних речовин отримано сусла:

- пиво «Львівське»  $576,67 / 1,0484 = 550 \text{ дм}^3$ ,
- пиво «Дніпровське»  $407,88 / 1,0612 = 384,3 \text{ дм}^3$ .

Коефіцієнт об'ємного розширення при нагріванні сусла до 100°C становить 1,04.

З урахуванням цього коефіцієнта, об'єм гарячого сусла становить:

- пиво «Львівське»  $550 \cdot 1,04 = 572 \text{ дм}^3$ ,
- пиво «Дніпровське»  $384,3 \cdot 1,04 = 399,7 \text{ дм}^3$ .

Втрати сусла у варильному цеху з солодовою і хмелевою дробиною на стадії освітлення і охолодження для пива «Львівське» становить 6,0 %, пива «Дніпровське» – 6,0 % об'єму гарячого сусла.

Таким чином, об'єм холодного сусла буде становити:

- пиво «Львівське»  $572 \cdot (1 - 0,06) = 537,7 \text{ дм}^3$ ,
- пиво «Дніпровське»  $399,7 \cdot (1 - 0,06) = 375,7 \text{ дм}^3$ .

*Фільтроване пиво.* Втрати при фільтрації становлять 4,65 %. При таких втратах кількість фільтрованого пива становить:

- пиво «Львівське»  $537,7 \cdot (1 - 0,0465) = 512,7 \text{ дм}^3$ .
- пиво «Дніпровське»  $375,7 \cdot (1 - 0,0465) = 358,2 \text{ дм}^3$ .

*Товарне пиво.* Втрати товарного пива при розливі у пляшки рівні 2% до об'єму фільтрованого пива.

Кількість товарного пива становить:

- пиво «Львівське»  $512,7 \cdot (100 - 0,02) = 502,4 \text{ дм}^3$ ,
- пиво «Дніпровське»:  $358,2 \cdot (100 - 0,02) = 351 \text{ дм}^3$ .

Сумарні видимі втрати по рідкій фазі визначаємо як різницю між об'ємом гарячого сусла і товарного пива. Вони складають:

- пиво «Львівське»  $572 - 502,4 = 69,4 \text{ дм}^3$ ,
- пиво «Дніпровське»  $399,7 - 351 = 48,7 \text{ дм}^3$ .

або по відношенню до об'єму гарячого сусла:

- пиво «Львівське»  $69,4 / 572 \cdot 100 = 12,13 \%$ ,
- пиво «Дніпровське»  $48,7 / 399,7 \cdot 100 = 12,18 \%$ .

#### 4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

*Визначення витрат хмелю, молочної кислоти.*

Кількість хмелю розраховується в залежності від норми гірких речовин в 1 дал гарячого сусла даного сорту пива, в залежності від вмісту  $\alpha$ -кислот в хмелі в кінці розрахунку продуктів після розрахунку витрат по рідкій фазі.

Потребу у гранульованому хмелі, г/дал сусла, визначають за формулою:

$$G_{\text{хм.гран.сус}} = \frac{0,9G_{\text{сус}} \cdot 104}{(\alpha + 1) \cdot (100 - x_{\text{хм}})} \quad (4.1)$$

де  $G_{\text{сус}}$  – кількість хмельової гіркоти, яку потрібно внести в сусло, г/дал у перерахунку на суху речовину;  $G_{\text{сус}}$  – нормовані коефіцієнти отримані

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 52   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

експериментальним шляхом. Для сусла світлих сортів пива: 11 %-го – 0,57...0,85; 12 %-го – 0,8...1,24; 13 %-го та 14,5 %-го – 0,95 і 1,5. Для темних сортів: 13 %-го та 14,5%-го – 0,5...0,71; 0,9 – коефіцієнт, що враховує економію хмелю за рахунок використання гранульованого хмелю;  $\alpha$  - масова частка кислот % до маси сухих речовин;  $W_{\text{хм}}$  – масова частка вологи в хмелі, % на СР.

Якщо охмелення сусла проводять з використанням хмелевих екстрактів, тоді потрібну кількість хмелевого екстракту, г/дал сусла, визначають за формулою:

$$G_{\text{хм. екст. сус}} = \frac{0,8 G_{\text{сус}} \cdot 100}{\alpha} \quad (4.2)$$

У разі використання для охмелення гранульованого хмелю чи хмелевих екстрактів пива, г/дал, використовують формули:

$$G_{\text{хм. гран. пиво}} = \frac{0,9 \cdot X_{\text{хм. гран. сус}} \cdot 100}{100 - V_{\text{тпл. рід. фаза}}} \quad (4.3)$$

$$G_{\text{хм. екст. пиво}} = \frac{0,8 \cdot X_{\text{хм. екст. сус}} \cdot 100}{100 - V_{\text{тпл. рід. фаза}}} \quad (4.4)$$

За рецептурою гіркота сусла для проєктованих сортів пива становить, г/дал, для пива «Львівське» - 0,7; пива «Дніпровське» - 0,6.

Для охмелення всього асортименту пива використовують гранульований хміль з вмістом  $\alpha$ -кислот 9% і вологістю 10,3% та хмелевим екстрактом із вмістом  $\alpha$ -кислот 15,9 % у співвідношенні 1:1.

Витрата хмелю становить для пива, г/дал пива:

- «Львівське»

$$G_{\text{хм. гран. пиво}} = \frac{0,9 \cdot 0,7 \cdot 10000 \cdot 0,5}{(9 + 1)(100 - 10,3)} = 3,51$$

$$G_{\text{хм. екст. пиво}} = \frac{0,8 \cdot 0,7 \cdot 100 \cdot 0,5}{15,9}$$

- «Дніпровське»:

$$G_{\text{хм. гран. пиво}} = \frac{0,9 \cdot 0,6 \cdot 10000 \cdot 0,5}{(9 + 1)(100 - 10,3)} = 3,01$$

$$G_{\text{хм. екст. пиво}} = \frac{0,8 \cdot 0,6 \cdot 100 \cdot 0,5}{15,9}$$

де 0,5 - частка гіркоти, що забезпечується гранульованим хмелем та хмелевим екстрактом.

*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.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 53   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Молочна кислота 100% концентрації використовується для підкислення затору в кількості 0,08 кг на 100 кг сировини.

*Визначення витрат фільтрувальних матеріалів*

*Кізельгур.* Витрачається із розрахунку 0,018 г/дал пива. Витрата кізельгуру для фільтрування пива становить:

- пиво «Львівське»  $0,018 \cdot 6\,400\,000 = 115\,200$  кг,
- пиво «Дніпровське»  $0,018 \cdot 1\,600\,000 = 28\,800$  кг.

*Визначення кількості відходів*

*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 фільтруванні затору утворюється:

- пиво «Львівське»  $24,285 \cdot 7,14 = 173,4$  кг,
- пиво «Дніпровське»:  $26,35 \cdot 7,14 = 188,139$  кг.

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

*Надлишкові дріжджі.* Витрата дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦКБА —  $1,53 \text{ дм}^3$ . Половину зібраних з апарату дріжджів використовують як засівні, а інша частина – залишкові. Кількість дріжджів, що йде у відходи, визначають множенням кількості товарного пива в  $\text{дм}^3$  на 0,01 і становить для пива:

- пиво «Львівське»  $502,4 \cdot 0,01 = 5,024 \text{ дм}^3$ ,
- пиво «Дніпровське»:  $351 \cdot 0,01 = 3,51 \text{ дм}^3$ .

*Діоксид вуглецю.* Із рівняння спиртового бродіння виходить, що із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджений екстракт є мальтоза, то кількість утвореного діоксиду вуглецю розраховують таким чином. В бродильне відділення поступило холодного сусла:

- пиво «Львівське»  $537,7 \cdot 1,03305 = 555,47$  кг,
- пиво «Дніпровське»  $375,7 \cdot 1,03675 = 389,51$  кг.

В ньому міститься екстрактивних речовин:

- пиво «Львівське»  $555,47 \cdot 0,12 = 66,65$  кг,
- пиво «Дніпровське»  $389,51 \cdot 0,15 = 58,43$  кг.

При дійсному ступені зброджування пива «Львівське» 56,3 %, пива «Дніпровське» 51,0 % утворюється діоксиду вуглецю:

- пиво «Львівське»  $66,65 \cdot 0,563 \cdot 100 / 342 = 10,95$  кг,
- пиво «Дніпровське»  $58,43 \cdot 0,51 \cdot 100 / 342 = 8,71$  кг.

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

- пиво «Львівське»  $555,47 \cdot 0,0035 = 2,78$  кг,
- пиво «Дніпровське»  $389,51 \cdot 0,0035 = 1,36$  кг.

Виділяється в повітря така кількість діоксиду вуглецю по сортах пива:

- пиво «Львівське»  $10,95 - 2,78 = 8,17$  кг,
- пиво «Дніпровське»  $8,71 - 1,36 = 7,35$  кг.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 54   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Маса 1 м<sup>3</sup> діоксиду вуглецю за температури 20 °С і тиску 0,1 МПа становить 1,832 кг.

Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

- пиво «Львівське»  $8,17 \cdot 1,832 = 14,97$  кг,

- пиво «Дніпровське»  $7,35 \cdot 1,832 = 13,47$  кг.

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

- пиво «Львівське»  $8170 / 50,24 = 162,62$  кг.

- пиво «Дніпровське»  $7350 / 35,1 = 209,4$  кг.

Утворення виправного браку допускається до 2 %.

Результати розрахунків з визначення витрат сировини, об'єму напівпродуктів і кількості відходів основного виробництва наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведена таблиця продуктового розрахунку

| Сировина та продукти                  | Пиво «Львівське»            |               |                | Пиво «Дніпровське »         |               |                | На річну потужність |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|---------------|----------------|---------------------|
|                                       | на 100 кг зернової сировини | на 1 дал пива | на 6400000 дал | на 100 кг зернової сировини | на 1 дал пива | на 1600000 дал |                     |
| Зернова сировина, кг                  |                             |               |                |                             |               |                |                     |
| Солод світлий                         | 89,5                        | 1,7814        | 11400960       | 50                          | 1,4245        | 2279200        | 13680160            |
| Рисова січка                          | 10                          | 0,1990        | 1273600        | -                           | -             | -              | 1273600             |
| Солод темний                          | —                           | —             | -              | 42                          | 1,19658       | 1914528        | 1914528             |
| Солод карамельний                     | 0,5                         | 0,0099        | 63360          | 8                           | 0,22792       | 364572         | 427932              |
| Всього:                               | 100                         | 1,9903        | 12737920       | 100                         | 2,849         | 4558400        | 17296320            |
| Інші види сировини, кг                |                             |               |                |                             |               |                |                     |
| Хмелепродукти                         |                             |               |                |                             |               |                |                     |
| гранульований                         | -                           | 3,51          | 22464          | -                           | 3,01          | 4816           | 27280               |
| Екстракт хмелю                        | -                           | 1,604         | 1026,56        | -                           | 1,605         | 256,80         | 1283,36             |
| Молочна кислота (100%)                | 0,08                        | 0,001592      | 10188,8        | 0,08                        | 0,002279      | 3646,4         | 13835,2             |
| Кізельгур                             | -                           | 0,018         | 115200         | -                           | 0,018         | 28 800         | 144000              |
| Проміжні продукти і товарне пиво, дм³ |                             |               |                |                             |               |                |                     |
| Сусло гаряче                          | 572                         | 11,385        | 72864000       | 399,7                       | 11,387        | 18219200       | 91083200            |
| Сусло холодне                         | 537,7                       | 10,7026       | 68496640       | 375,7                       | 10,7037       | 17125920       | 85622560            |
| Пиво нефільтроване                    | 521                         | 10,370        | 66368000       | 364,0                       | 10,3704       | 16592640       | 82960640            |
| Пиво фільтроване                      | 512,7                       | 10,205        | 65312000       | 358,2                       | 10,2051       | 16328160       | 81640160            |
| Пиво товарне                          | 502,4                       | 10            | 64000000       | 351                         | 10            | 16000000       | 80000000            |
| Відходи, кг                           |                             |               |                |                             |               |                |                     |
| Пивна дробина                         | 173,4                       | 0,345         | 2208917        | 188,14                      | 0,536         | 857618         | 10785104            |
| Білковий відстій                      | 1,75                        | 0,0035        | 22293          | 1,75                        | 0,005         | 7 977          | 30270               |
| Дріжджі надлишкові, л                 | 5,024                       | 0,01          | 64000          | 3,51                        | 0,01          | 16 000         | 80000               |

| Сировина та продукти    | Пиво «Львівське»            |               |                | Пиво «Дніпровське»          |               |                | На річну потужність |
|-------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|---------------|----------------|---------------------|
|                         | на 100 кг зернової сировини | на 1 дал пива | на 6400000 дал | на 100 кг зернової сировини | на 1 дал пива | на 1600000 дал |                     |
| Діоксид вуглецю         | -                           | 162,62        | 104076800<br>0 | -                           | 209,4         | 335040000      | 1375808000          |
| Відходи від полірування | 0,45                        | 0,008957      | 57324,8        | 0,27                        | 0,00769       | 12304          | 69628,8             |
| Виправний брак пива, л  | -                           | 0,02          | 128000         | -                           | 0,02          | 32000          | 160000              |

*Розрахунок необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів*

Приймаємо, що 80 % пива розливають у скляні пляшки об'єм 0,5 л і 20% пива у кеги місткістю 5 дал.

Відповідно:

у скляні пляшки розливають пива:

$$8\,000\,000 \cdot 80 / 100 = 6\,400\,000 \text{ дал}$$

у кеги :

$$8\,000\,000 \cdot 20 / 100 = 1\,600\,000 \text{ дал}$$

Потрібну кількість пляшок на рік визначаємо за формулою:

$$N_{\text{заг}} = \frac{Q \cdot 100}{V \cdot (100 - K_6)}; \quad (4.5)$$

де  $Q$  - річний випуск продукції в пляшках,  $\text{дм}^3$ ;  $K_6$  - кількість розбитих пляшок при зберіганні, митті і розливі, %;  $V$  - місткість пляшки,  $\text{дм}^3$

$$N_{\text{заг}} = \frac{64\,000\,000 \cdot 100}{0,5 \cdot (100 - 3)} = 131\,958\,763 \text{ пл}$$

Необхідна кількість нових пляшок:

$$N_{\text{нов}} = \frac{Q \cdot (K_n + K_6)}{100 \cdot V}; \quad (4.6)$$

де  $Q$  - річний випуск продукції в пляшках,  $\text{дм}^3$ ;  $K_6$  - кількість розбитих пляшок при зберіганні, митті і розливі, %;  $K_n$  - кількість пляшок не повернених на виробництво, %;  $V$  - місткість пляшки,  $\text{дм}^3$

$$N_{\text{нов}} = \frac{64\,000\,000 \cdot (5+3)}{100 \cdot 0,5} = 10\,240\,000 \text{ пл}$$

Кількість оборотних пляшок становить:

$$N_{\text{об}} = \frac{Q}{V \cdot n}; \quad (4.7)$$

де  $Q$  - річний випуск продукції в пляшках,  $\text{дм}^3$ ;  $V$  - місткість пляшки,  $\text{дм}^3$ ;  $n$  - кількість оборотів пляшок на рік.

$$N_{\text{об}} = \frac{64\,000\,000}{0,5 \cdot 40} = 3\,200\,000 \text{ пл}$$

Необхідна кількість кегів на рік становить:

$$M_{\text{заг}} = \frac{Q}{V}; \quad (4.10)$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 56   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Кількість оборотних кег:

$$M_{об} = \frac{Q}{p}; \quad (4.11)$$

де  $Q$  - кількість пива в рік, що розливається в кеги, млн. дал;  $V$  - місткість кеги; дал;  $p$  - кількість оборотів кег в рік

$$M_{заг} = \frac{1\,600\,000}{5} = 320\,000 \text{ шт}$$

$$M_{об} = \frac{320\,000}{5} = 8\,000 \text{ шт}$$

*Гофролотки.* В стандартні гофролотки укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> і обгортають їх термозбіжною плівкою.

З урахуванням 0,1 % спрацювання гофролотків для укладання всієї продукції їх потрібно, шт:

$$N_{гофро} = Q / (V \cdot 20 \cdot 0,999). \quad (4.12)$$

$$N_{гофро} = 128\,000\,000 / (0,5 \cdot 20 \cdot 0,999) = 12\,812\,813 \text{ шт.}$$

Для обгортання гофролотків потрібно термозбіжної плівки ПЕТ, кг:

$$G_{плПЕТ} = N_{гофро} \cdot 40 / 1000, \quad (4.13)$$

де 40 — норма витрати плівки ПЕТ для обгортання 1000 гофролотків, кг.

$$G_{плПЕТ} = 12\,812\,813 \cdot 40 / 1000 = 512\,513 \text{ кг.}$$

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

$$128\,000\,000 \cdot 2 \cdot 1,045 = 267\,520\,000 \text{ шт.}$$

*Етикетки для пляшкової і кегової продукції.*

За нормами технологічного проектування витрата етикеток для пляшкової продукції становить 20,9 шт./ дал пива, а для кегової продукції — 0,2 шт./ дал пива.

Отже, потрібно етикеток для пляшок і кегів:

$$\text{- для пляшок} \quad 6\,400\,000 \cdot 20,9 = 133\,760\,000 \text{ шт;}$$

$$\text{- для кегів} \quad 1\,600\,000 \cdot 0,2 = 320\,000 \text{ шт.}$$

*Миття пляшок.* В середньому луку витрачають із розрахунку 1000...1100 кг на 1 млн. пляшок продукції.

На річний випуск пляшкового пива потрібно луку

$$\frac{128\,000\,000 \cdot 1100}{0,5 \cdot 1000000} = 281600 \text{ кг}$$

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

$$\frac{(133760000 + 320000) \cdot 0,275}{1000} = 36872 \text{ кг}$$

Розрахунки допоміжних матеріалів представлено у табл. 4.4.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         | 57   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

*Таблиця 4.4 – Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів*

| Тара і допоміжні матеріали               | Кількість допоміжних матеріалів та тари на |             |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|
|                                          | добу                                       | рік         |
| Пляшки, шт.:                             |                                            |             |
| оборотні                                 | 554 533                                    | 131 978 763 |
| нові                                     | 43 025                                     | 10 240 000  |
| Кеги, шт.:                               |                                            |             |
| оборотні                                 | 1345                                       | 320 000     |
| нові                                     | 34                                         | 8 000       |
| Гофрлотки для вкладання пляшок, шт       | 53 835                                     | 12 812 813  |
| Плівка ПЕТ для обгортання гофрлотків, кг | 2 153                                      | 512 513     |
| Кронен-корки, шт                         | 1 124 034                                  | 267 520 000 |
| Етикетки, шт.:                           |                                            |             |
| на пляшки                                | 562 017                                    | 133 760 000 |
| на кеги                                  | 1 345                                      | 320 000     |
| Луг, кг                                  | 1 184                                      | 281 600     |
| Клей для наклеювання етикеток, кг        | 155                                        | 36 872      |

## 5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок продуктивності машин і апаратів, пропускної здатності різних ємкостей і пристроїв проводиться на основі розрахунку продуктів і норм технологічного проектування в послідовності технологічного процесу. За даними розрахунків підбираємо необхідну кількість одиниць обладнання.

Правильний розрахунок та підбір обладнання сприяє одержанню пива високої якості при оптимальних затратах сировини, енергії та допоміжних матеріалів.

Зброджування пивного сусла здійснюється в ЦКБА.

Процес ведеться з урахуванням наповнення, звільнення і санітарної обробки 14 діб, в тому числі при бродінні і доброджуванні 12 діб.

Режим роботи за сучасною технологією виробництва пива з поєднанням процесів бродіння і доброджування в ЦКБА триває  $\tau_p = 338$  днів на рік, тобто  $\tau_m = 29,8$  днів на місяць. Кількість місяців роботи бродильного відділення пивзаводу  $n_m = 11,33$  на рік.

Оборотність ЦКБА за місяць при рівномірній роботі цеху бродіння протягом року

$$O_m = \frac{\tau_p}{14 \cdot n_m} \quad (5.1)$$

$$O_m = \frac{338}{14 \cdot 11,33} = 2,13 \text{ об}$$

Кількість охолодженого сусла, яке поступає на бродіння за місяць становить:

$$V_{x.c} = \frac{8\,562\,256}{11,33} = 755\,715,43 \text{ дал}$$

де 8 562 256 – річна кількість холодного сусла, дал (розділ 4, табл. 4.3).

Приймаємо повний об'єм одного ЦКБА  $V_{нов} = 20\,000$  дал.

З врахуванням коефіцієнта заповнення  $\varphi = 0,85$ , корисна вмістимість ЦКБА складає:

$$V_{кор} = V_{нов} \cdot \varphi, \text{ дал} \quad (5.2)$$

$$V_{кор} = 20\,000 \cdot 0,85 = 17\,000 \text{ дал.}$$

Необхідна кількість циліндроконічних бродильних апаратів:

$$N = \frac{V_{x.c}}{O_m \cdot V_{кор}}, \text{ шт} \quad (5.3)$$

$$N = \frac{755\,715,43}{2,13 \cdot 17\,000} = 20,87 = 21 \text{ шт}$$

Приймаємо до встановлення типові циліндро-конічні бродильні апарати марки РЗ-ВЦН- 200 в кількості 21 шт.

Для розведення чистої культури дріжджів використовуємо *пропагатор*.

Об'єм пропагатора розраховуємо, виходячи з об'єму сусла однієї варки

|      |      |          |        |      |                                                   |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО<br>ОБЛАДНАННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                   | 59   |

$$V_{\pi} = \frac{V_{\text{х.с}} \cdot 2 \cdot 9}{20}, \text{ м}^3 \quad (5.4)$$

$$V_{\pi} = \frac{53,55 \cdot 2 \cdot 9}{20} = 48,2 \text{ м}^3$$

Приймаємо два пропагатори об'єм кожного 25 м<sup>3</sup>.

Кількість суслу з однієї варки становить 53,55 м<sup>3</sup>. Для охолодження суслу перед подачею в ЦКБА встановлюємо два *пластинчастих теплообмінники* СТА-14 продуктивністю 50 м<sup>3</sup>/год.

Для аерації суслу перед подачею в ЦКБА встановлено два *аератора суслу* АС-100.

Для рівномірної подачі дріжджів у сусло встановлено *мембранний дозатор* OBL марки М-1070, Італія в кількості 2 шт.

Місткість збірників для *зберігання засівних дріжджів* приймаємо на основі знімання надлишкових дріжджів. Добовий об'єм знімання дріжджів

$$V_{\text{д}} = \frac{V^{\text{р}}}{\pi_{\text{м}} \cdot \tau_{\text{дм}}} \quad (5.5)$$

$$V_{\text{д}} = \frac{1\,600\,000}{11,33 \cdot 29,8} = 4\,738,92 \text{ дал}$$

де 1 600 000 – кількість залишкових дріжджів у рік, дал,  $\tau_{\text{м}} = 29,8$  днів роботи бродильного відділення пивзаводу в місяць,  $\tau_{\text{д.м}} = 11,33$  - кількість місяців роботи бродильного відділення пивзаводу на рік.

У відділенні засівних дріжджів приймаємо збірники для зберігання 2-добового знімання дріжджів, тобто

$$4\,738,92 \cdot 2 = 9\,477,83 \text{ дм}^3.$$

При промиванні і зберігання дріжджі розбавляють подвійним об'ємом води. При цьому необхідна місткість дріжджових вакуум- збірників складає:

$$9\,477,83 \cdot 3 = 28\,433,5 \text{ дм}^3.$$

Приймаємо до встановлення два *збірники для засівних дріжджів* місткістю 15 000 дм<sup>3</sup> кожен.

Розрахунок вакуум – збірника для надлишкових дріжджів.

Надлишкових дріжджів отримують стільки ж, скільки й засівних. Кількість монжю для надлишкових дріжджів розраховуємо на 2-добове знімання.

Приймаємо до встановлення *збірники для надлишкових дріжджів* місткістю 15 000 л в кількості 2 штуки.

Для підбору технологічного обладнання *відділення освітлення та фільтрації пива* необхідно розрахувати кількість пива, що подається на фільтрацію в годину.

|      |      |          |        |      |                                                   |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО<br>ОБЛАДНАННЯ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                                   | 61   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                   |      |

Прийmemo, що фільтрація пива здійснюється протягом 21 доби в місяць або 238 діб у рік, в дві зміни по 7 годин. Тоді, кількість пива, що подається на фільтрацію за годину обчислюємо по формулі (дал/год) [12]:

$$G = \frac{P \cdot K}{n \cdot T \cdot \tau} \quad (5.6)$$

де  $P$  – річна продуктивність пивзаводу, дал;  $K$  – коефіцієнт перерахунку товарного пива у фільтроване;  $n$  – кількість днів у році роботи відділення фільтрування пива, діб;  $T$  – число змін роботи відділення у добу;  $\tau$  – тривалість роботи однієї зміни, год.

$$G = (8\,000\,000 \cdot 1,0204) / (238 \cdot 2 \cdot 7) = 2\,450 \text{ дал/год.}$$

Для попереднього освітлення пива встановлено *сепаратори ММВ-305* виробник Alfa Laval продуктивністю 1000 дал/год. По формулі 5.7 розраховуємо необхідну кількість сепараторів:

$$N = \frac{G}{G_n \cdot 0,8} \quad (5.7)$$

$$N = \frac{2450}{1000 \cdot 0,8} = 3 \text{ шт}$$

У відділенні встановлено *буферну ємкість* для забезпечення безперебійної роботи фільтрів об'ємом 25 м<sup>3</sup>.

Для фільтрації пива встановлюємо *свічковий фільтр FKS20* з діатомітовою наливкою продуктивністю 240 - 360 гл/год. Необхідна кількість фільтрів розраховується по формулі 5.7:

$$N = \frac{245}{240 \cdot 0,8} = 2 \text{ шт}$$

Встановлюємо ще один резервний свічковий фільтр. Загальна кількість фільтрів – 3 шт. Фільтри оснащені дозатором та збірником суспензії кізельгуру.

Для контрольної фільтрації пива встановлюємо *тран-фільтр ДС-8-А(Д)-1000П* в кількості 3 шт.

*Насос подачі пива.* Підбираємо продуктивність насосу по кількості пива, що поступає на фільтрацію – 24,5 м<sup>3</sup>/год. Необхідна продуктивність насосу з врахуванням коефіцієнту корисної дії 0,8 буде становити:

$$P_{\text{повн}} = \frac{P_{\text{кор}}}{0,8}, \quad (5.8)$$

$$P_{\text{повн}} = \frac{24,5}{0,8} = 30,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

Встановлюємо насос SPERONI CS 32-200 В продуктивністю 36 м<sup>3</sup>/год в кількості 5 шт.

Для насичення пива діоксидом вуглецю приймаємо *карбонізатор пива* в потоці Alfa Laval CARBOBLEN продуктивністю 1100 гл/год в кількості 2 шт.

Для зберігання фільтрованого пива встановлюємо *вертикальні збірники-мірники - форфаси*. Приймаємо об'єм одного форфасу – 52 м<sup>3</sup>. Кількість форфасів (штук) розраховуємо на добовий запас фільтрованого пива при коефіцієнті заповнення збірників 0,9.

Необхідну кількість збірників пива розраховуємо по формулі:

|      |      |          |        |      |                                                   |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО<br>ОБЛАДНАННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                   | 62   |

$$N_{зб} = \frac{P_{річна}}{K_{дн} * 0,9 * V_{зб}} \quad (5.9)$$

де  $P_{річна}$  – продуктивність заводу;  $м^3$ ;  $K_{дн}$  – кількість днів роботи заводу в році;  
 $0,9$  – коефіцієнт заповнення збірника;  $V_{зб}$  – об'єм збірника-мірника,  $м^3$

$$N_{зб} = 80\,000 / (238 * 0,9 * 52) = 8 \text{ шт.}$$

Розраховане та підібране згідно продуктивності технологічне обладнання бродильного відділення пивзаводу представлено у табл. 5.1.

**Таблиця 5.1 - Специфікація технологічного обладнання**

| Номер з/п | Номер на АТС | Найменування, тип обладнання       | Кількість одиниць | Технічна характеристика                                                                                                                                                                                                                                                      | Потужність електродвигуна, кВт | Тривалість роботи електродвигуна, год/добу | Примітка                   |
|-----------|--------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|
| 1         | 2            | 3                                  | 4                 | 5                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6                              | 7                                          | 8                          |
| 1         | 1            | Пропагатор                         | 2                 | Місткість, $м^3$ – 25<br>Габаритні розміри, мм 2950 × 6500<br>Маса, кг – 1100                                                                                                                                                                                                | -                              | -                                          | Україна                    |
| 2         | 2            | ЦКБА РЗ-ВЦН-200                    | 21                | Місткість, $м^3$ – 200<br>Габаритні розміри, мм<br>Д = 4000 Н = 18000                                                                                                                                                                                                        | -                              | -                                          | Україна                    |
| 3         | 3            | Пластинчастий теплообмінник СТА-14 | 2                 | Продуктивність, $м^3$ /год 50,0<br>Загальна кількість пластин, шт. 325<br>Площа поверхні теплообміну пластини, $м^2$ 0,14<br>Габаритні розміри, мм:<br>Довжина 3000<br>Ширина 300<br>Висота 896<br>Вага, кг 524<br>Матеріал пластин СТА: нержавіюча сталь AISI 316L (1,4404) | -                              | 12                                         | Компанія Термопром Україна |
| 4         | 4            | Аератор сусли АС-100               | 2                 | Витрата повітря до 1,9 л/хв<br>Робочий тиск до 0,4 МПа<br>Габаритні розміри:<br>Діаметр 300 мм<br>Довжина 850 мм                                                                                                                                                             |                                |                                            |                            |
| 5         | 5            | Мембранний дозатор OBL M-1070      | 2                 | Продуктивність до 1070 л/год<br>Тиск до 12 бар<br>Вязкість до 400 сСт                                                                                                                                                                                                        | 0,37                           |                                            | Італія                     |

| 1  | 2  | 3                            | 4 | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6    | 7  | 8                  |
|----|----|------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|--------------------|
| 6  | 6  | Збірник засівних дріжджів    | 2 | Місткість, м <sup>3</sup> – 15<br>Габаритні розміри, мм<br>Діаметр 2 350<br>Висота циліндричної частини 3 500<br>Загальна висота 4 060<br>Маса, кг – 840                                                                                                                                                                                       | -    | -  | Україна            |
| 7  | 7  | Збірник надлишкових дріжджів | 2 | Місткість, м <sup>3</sup> – 15<br>Габаритні розміри, мм<br>Діаметр 2 350<br>Висота циліндричної частини 3 500<br>Загальна висота 4 060<br>Маса, кг – 840                                                                                                                                                                                       | –    | -  | Україна            |
| 8  | 8  | Сепаратор ММВ-305            | 3 | Продуктивність, л /год 10 000<br>Максимальний діаметр барабану, мм 610<br>Тиск, МПа:<br>На вході пива 0,16 – 0,2<br>На виході освітленого пива 0,5<br>Габаритні розміри, мм: 935 x 795 x 465<br>Вага, кг: 1350                                                                                                                                 | 2,3  | 12 | Alfa Laval, Швеція |
| 9  | 9  | Буферна ємкість              | 2 | Об'єм 25 м <sup>3</sup><br>Висота 6 000 мм<br>Діаметр 2 500 мм<br>Матеріал – нержавіюча сталь AISI 304                                                                                                                                                                                                                                         |      |    | Україна            |
| 10 | 10 | Свічковий фільтр FKS30       | 3 | Площа фільтрації 30 м <sup>2</sup><br>Площа фільтрації після базового наміву 36 м <sup>2</sup><br>Об'єм корпусу фільтра 1970/2300<br>Максимальний тиск в апараті 0,6 МПа<br>Рекомендована продуктивність 120 – 180 гл/год<br>Висота 2 850 мм<br>Довжина 1 450 мм<br>Ширина 900 мм<br>Вага 350 кг<br>Матеріал нержавіюча сталь 1.4301 / AISI316 | 20,6 | 12 | Bilek Filtry Чехія |

|      |      |          |        |      |                                                   |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО<br>ОБЛАДНАННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                   | 64   |

| 1  | 2  | 3                                        | 4 | 5                                                                                                                                                                                                                                             | 6   | 7  | 8       |
|----|----|------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|---------|
| 11 | 11 | Збірник суспензії кізельгуру             | 3 | Об'єм 1 м <sup>3</sup><br>Висота 1500 мм<br>Діаметр 955 мм<br>Матеріал нержавіюча сталь AISI 304                                                                                                                                              |     |    |         |
| 12 | 12 | Мембранно поршневий насос DRM-105        | 3 | Продуктивність 7 – 49 л/год<br>Макс.протитиск 10-14 бар<br>Вага 8 кг                                                                                                                                                                          |     |    | Іспанія |
| 13 | 13 | Трап-фільтр ДС-8-А(Д)-1000П              | 3 | Кількість фільтрувальних елементів і їх висота 8*1000.<br>Максимальний розмір фільтрувальних свічок 30" дюйм<br>Селективність 5 мкм<br>Об'єм корпусу 80 л<br>Вага 50 кг<br>Довжина 0,39 м<br>Висота 1583 мм<br>Діаметр 650 мм<br>Вага 50,4 кг |     |    | Україна |
| 14 | 14 | Карбонізатор пива Alfa Laval CARBOBLE ND | 2 | Продуктивність, дм <sup>3</sup> /год 12 000<br>Робочий тиск, МПа 0,1 – 0,3<br>Вміст CO <sub>2</sub> в пиві на виході по масі 0,35 – 0,4<br>Габаритні розміри, мм: 2500 x 900 x 2000<br>Вага, кг 350                                           | -   | 12 | Швеція  |
| 15 | 15 | Форфас                                   | 8 | Об'єм 52 м <sup>3</sup><br>Діаметр 3 005 мм<br>Висота циліндричної частини 5 400 мм<br>Загальна висота 9 000 мм<br>Вага 4,25 т<br>Матеріал нержавіюча сталь AISI 316 L                                                                        | -   | 24 | Італія  |
| 16 | 16 | Насос SPERONI CS 32-200 B                | 5 | Продуктивність 36 м <sup>3</sup> /год<br>Габаритні розміри, мм: 630 x 240 x 370<br>Корпус насосу – чавун<br>Вал і ротор двигуна – нержавіюча сталь<br>Вага 63 кг                                                                              | 5,7 |    | Італія  |

## 6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Розраховуємо площу складу для зберігання нових пляшок  
Площа складу визначається за формулою:

$$S = \frac{Q_{\text{пл}} * K_{\text{кв}} * K_{\text{зм}} * K_{\text{пр}}}{3 * 100 * \text{п}} \quad (6.1)$$

де  $Q_{\text{пл}}$  - річний випуск пляшкового пива, дал;  $K_{\text{кв}}$  - частина річного випуску пляшкового пива, що його розливають у найнапруженіший квартал;  $K_{\text{зм}}$  - зменшення кількості пляшок протягом місяця, %;  $K_{\text{пр}}$  - коефіцієнт, що враховує вільну площу складу на проходи для обслуговування;  $\text{п}$  - кількість ящиків, складованих на 1 м<sup>2</sup> площі складу, шт.

Протягом найнапруженішого кварталу розливають 30 % всієї продукції. Для компенсації зменшення кількості пляшок за нормами потрібно 8,4 % місячного випуску продукції. При штабелюванні ящиків у вісім рядів на 1 м<sup>2</sup> площі розміщується 40 ящиків, а для обслуговування залишено 25 % всієї площі складу площа складу становить:

$$S = \frac{6\,400\,000 * 0,3 * 8,4 * 1,25}{3 * 100 * 40} = 1680 \text{ м}^2$$

*Розрахунок площі складу для зберігання оборотних пляшок*

Розрахунок площі складу для зберігання оборотних пляшок проводиться за формулою:

$$S = \frac{Q_{\text{пл}} * K_{\text{кв}} * K_{\text{зап}} * K_{\text{б}} * K_{\text{пр}}}{3 * K_{\text{дн}} * \text{п}} \quad (6.2)$$

де:  $Q_{\text{пл}}$  - річний випуск пляшкового пива, дал;  $K_{\text{кв}}$  - частина пляшкового пива, що його розливають у найнапруженіший квартал;  $K_{\text{зап}}$  - кількість діб, на який робиться запас оборотних пляшок під час миття і розливу;  $K_{\text{б}}$  - коефіцієнт, що враховує бій пляшок;  $K_{\text{пр}}$  - коефіцієнт, що враховує вільну площу складу на проходи для обслуговування;  $K_{\text{дн}}$  - кількість робочих днів на місяць;  $\text{п}$  - кількість ящиків на 1 м<sup>2</sup> площі складу, шт.;  $\text{п} = 40$  шт/м<sup>2</sup> (при складуванні у вісім ярусів)

$$S = \frac{6\,400\,000 * 0,3 * 2 * 1,034 * 1,5}{3 * 21 * 40} = 2\,364 \text{ м}^2$$

Розрахунок площі складу готової продукції

Розрахунок площі складу ведеться аналогічно по формулі 6.2, але виключаємо бій і брак пляшок:

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                      | 65   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      |      |

$$S = \frac{6\,400\,000 * 0,3 * 2 * 1,5}{3 * 21 * 40} = 2\,286 \text{ м}^2.$$

*Розрахунок площі приміщення для приймання кегів.*

Розрахунок ведеться за формулою:

$$S = \frac{Q_6 * K_{кв} * K_{пр}}{3 * K_{дн}} * \frac{10 * K_v}{V * n} \quad (6.3)$$

де  $Q_6$  – річний випуск пива в кегах, дал;  $K_{кв}$  – частина бочкового пива, що його розливають у найнапруженіший квартал;  $K_{пр}$  – коефіцієнт, що враховує вільну площу складу на проходи для обслуговування;  $K_{дн}$  – кількість робочих днів на місяць;  $K_v$  – частина бочкового пива, що розливається в кеги  $V$  дал;  $V$  – місткість кеги, дал;  $n$  – кількість кег місткістю  $V$  дал, що розміщуються на  $10 \text{ м}^2$  площі ( $n = 68$ ).

На площі  $10 \text{ м}^2$  розміщується 68 кег об'ємом 5 дал.

$$S = \frac{1\,800\,000 * 0,3 * 1,25}{3 * 21} * \frac{10 * 1}{5 * 68} = 310,71 \text{ м}^2$$

*Розрахунок площі експедиції продукції в кегах*

Розрахунок площі ведеться аналогічно за формулою 6.3, тільки кеги складуються в один ярус і на площі  $10 \text{ м}^2$  розміщується 34 кеги об'ємом 5 дал.

$$S = \frac{1\,800\,000 * 0,3 * 1,25}{3 * 21} * \frac{10 * 1}{5 * 34} = 632,14 \text{ м}^2.$$

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                      | 66   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      |      |

## 7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Важливою ланкою у вирішенні завдань випуску пива високої якості, яке відповідає вимогам державних стандартів при дотриманні встановлених норм витрат сировини, є технохімічний контроль виробництва. Працівники виробничої лабораторії здійснюють контроль якості вхідної сировини, допоміжних матеріалів, готової продукції. А також разом з технологами підприємства розробляють і уточняють технологічний режим, визначають шляхи усунення недоліків і зниження втрат на виробництві, попереджують випуск недоброякісної продукції. Це визначає організацію і зміст роботи виробничої лабораторії пивзаводу. Правильно організований контроль дає змогу забезпечити випуск підприємствами конкурентоспроможної продукції, яка відповідає вимогам діючих стандартів.

Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва пива здійснюється заводською лабораторією.

Головним завданням лабораторії є запобігання випуску підприємством продукції, що не відповідає вимогам стандартів, технологічних інструкцій, затверджених зразками, рецептурами, медико-біологічними вимогами.

Забезпечення випуску якісної продукції неможлива без чітко налагодженого та строго виконуваного технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва. Виробнича лабораторія покликана здійснювати не лише перевірку стандартних показників сировини та готової продукції, а й давати рекомендації щодо ведення технологічного процесу.

Заводська лабораторія повинна розташовуватися в приміщеннях, захищених від вібрації, далеко від котелень, димових труб та цехів. Під час організації лабораторії слід враховувати санітарні норми проєктування промислових підприємств. Для одного працюючого має бути відведено не менше 14 м<sup>2</sup> робочого приміщення та 1,5...3 м довжини робочого столу.

Аналітичні ваги та прилади, що вимагають стаціонарної установки, розміщують у ваговій кімнаті, куди не потрапляє пряме сонячне світло.

Мийна для хімічного лабораторного посуду обладнується спеціальною мийною (столами), з яких одна з витяжною шафою, а дві інші відкриті. В аналітичній лабораторії встановлюють дві витяжні шафи: одна для роботи з леткими речовинами з різким запахом і спалювання органічних речовин, інша для зберігання легколетких і шкідливих для здоров'я речовин.

Завідувач лабораторії несе відповідальність за технологічний та мікробіологічний контроль виробничого процесу, за аналіз якості продукції, що випускається та повертається через псування, а також за правильність роботи контрольно-вимірювальних приладів та точність приготування стандартних розчинів. Завідувач повинен стежити за правильним та своєчасним заповненням лабораторних журналів та складанням звітів про роботу лабораторії.

Завідувач лабораторією має право заборонити випуск готової продукції, що не відповідає технічним вимогам або якісним показникам. Усі якісні

|      |      |          |        |      |                                                                                            |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ<br>ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                                                            | 67   |

показники сировини, допоміжних матеріалів та готової продукції, що встановлюються у лабораторії, повинні реєструватися у лабораторних журналах.

Лабораторія має бути укомплектована необхідним посудом, обладнанням, приладами та реактивами. До складу вимірювальних приладів повинні входити: ареометри, лабораторні ваги, денсиметри, інтерферометр, потенціометр, рефрактометр, спектрофотометр, секундоміри, аналізатори пива, термометри, цукроміри, фотоелектроколориметри.

Схеми технохімічного та мікробіологічного контролю представлені в табл. 7.1 та 7.2.

**Таблиця 7.1 - Схема технохімічного контролю технологічних процесів**

| Об'єкт контролю                     | Місце відбору проби | Контрольований показник, одиниці | Метод визначення          | Норма або технологічні показники                                       | Періодичність відбору проби | Відповідальний за проведення аналізу |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1                                   | 2                   | 3                                | 4                         | 5                                                                      | 6                           | 7                                    |
| Сусло                               | На вході в ЦКБА     | Концентрація початкового сусла   | Ареометр, рефрактометр    | Львівське 12% мас, Дніпровське 15 % мас                                | При подачі в ЦКБА           | Оператор бродіння                    |
| Сусло в процесі бродіння            | ЦКБА                | Температура                      | Датчик температури        | 9...13 °С                                                              | Постійно                    | Оператор бродіння                    |
|                                     |                     | Кінцева ступінь зброджування     | Ареометр, рефрактометр    | 80...84 %                                                              | 2-3 рази за зміну           | Хімік                                |
|                                     |                     | Діацетил                         | Спектрофотометр DR6000 УФ | 0,1 мг/100 см <sup>3</sup> пива                                        | 2-3 рази за зміну           | Хімік                                |
| Молоде пиво в процесі доброджування | ЦКБА                | Кислотність                      | Аналізатор пива «СКАБА»   | 1,3...2,8 см <sup>3</sup> 1 н розчину луку на 100 см <sup>3</sup> пива | кожний ЦКБА                 | Хімік                                |
|                                     |                     | В'язкість                        | Віскозиметр               | 1,44 см <sup>3</sup> /с                                                |                             | Хімік                                |
|                                     |                     | Гіркота                          | Спектрофотометр DR6000 УФ | 16...19 мг/дм <sup>3</sup>                                             | Кожна партія                | Хімік                                |
|                                     |                     | Температура                      | Датчик температури        | 0...2 °С                                                               | Постійно                    | Оператор бродіння                    |
| Готове пиво                         | ЦКБА                | Вміст алкоголю                   | Аналізатор пива «СКАБА»   | Згідно показників рецептури                                            | кожний ЦКБА                 | Хімік                                |
|                                     |                     | Видимий екстракт                 |                           | 1,8...2,2 %                                                            |                             |                                      |
|                                     |                     | Дійсний екстракт                 |                           | 3,8...4,2 %                                                            |                             |                                      |
|                                     |                     | pH                               | pH-метр                   | 4,3...4,5                                                              |                             |                                      |
|                                     |                     | Колір                            | Спектрофотометр DR6000 УФ | 0,4...1,8 см <sup>3</sup> розчину йоду на 100 см <sup>3</sup> пива     |                             |                                      |

| 1                          | 2                        | 3            | 4                         | 5                                                                      | 6            | 7        |
|----------------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| Готове пиво                | ЦКБА                     | Смак, аром   | Органолептично            | Характерний сорту пива, без сторонніх присмаків                        | кожний ЦКБА  | Хімік    |
|                            |                          | Гіркота      | Спектрофотометр DR6000 УФ | 16...19 мг/дм <sup>3</sup>                                             |              |          |
|                            |                          | Кислотність  | Титрування, кожна партія  | 1,3...2,8 см <sup>3</sup> 1 н розчину луку на 100 см <sup>3</sup> пива |              |          |
| Суспензія діатоміту        | Збірник суспензії        | Густина      | Денсиметр                 | 600 - 700 г/м <sup>2</sup>                                             | Кожна партія | Лаборант |
| Миючі, дезінфікуючі засоби | Збірник робочих розчинів | Концентрація | По формулі ТІ             | Рекомендації фірм-виробників                                           | Кожна партія | Лаборант |

Таблиця 7.2 - Схема мікробіологічного контролю бродіння пивного сусла

| Об'єкт контролю                                   | Параметр, що контролюється | Метод і частота контролю                           | Об'єм, що висівається, смі | Нормативний параметр | Хто контролює де фіксується результат |
|---------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Сусло охолоджене                                  | Число бактерій             | Метод мембранної фільтрації, кожного тижня         | 30                         | Відсутні             | Мікробіолог, інформаційний журнал     |
|                                                   | Кислотоутворюючі бактерії  |                                                    | 100                        | Відсутні             |                                       |
|                                                   | Дріжджі                    |                                                    | 100                        | відсутні             |                                       |
| Дріжджі, чиста культура з апаратів ЧКД            | Процент мертвих клітин     | Мікроскопіювання на час розведення ЧКД             |                            | Не більше 1%         | Мікробіолог, інформаційний журнал     |
|                                                   | Наявність бактерій         |                                                    |                            | Не дозволяється      |                                       |
|                                                   | Наявність диких дріжджів   |                                                    |                            | Відсутні             |                                       |
|                                                   | Кислотоутворюючі бактерії  | Метод мембранної фільтрації, на час розведення ЧКД | 1                          | Відсутні             |                                       |
| Насіннєві дріжджі з збірників насіннєвих дріжджів | Кількість мертвих клітин   | Мікроскопія, щодобово                              |                            | Не більше 5%         | Мікробіолог, інформаційний журнал     |
|                                                   | Наявність бактерій         |                                                    |                            | Не більше 1%         |                                       |
|                                                   | Вміст глікогену            |                                                    |                            | 70...75%             |                                       |

| 1                                        | 2                         | 3                                                                     | 4                                                    | 5        | 6                                 |
|------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|
| Насіннєві дріжджі з збірників насіннєвих | Наявність диких дріжджів  | Мікроскопія або висів на середовище лізин чи кристалвіолет            | 0,1 см <sup>3</sup> з розбавлення м 10 <sup>-5</sup> | відсутні | Мікробіолог, інформаційний журнал |
|                                          | Кислотоутворюючі бактерії | Метод мембранної фільтрації, щодобово                                 | 1                                                    | відсутні |                                   |
| Готове пиво з ЦКБА                       | Кислотоутворюючі бактерії | Метод мембранної фільтрації, вибірково, але не рідше 1 разу на 1 добу | 120                                                  | відсутні | Мікробіолог, інформаційний журнал |
| Пиво перед фільтрацією                   | Число бактерій            | Метод мембранної фільтрації, кожна партія                             | 30                                                   | Відсутні | Мікробіолог, інформаційний журнал |
|                                          | Кислотоутворюючі бактерії |                                                                       | 100                                                  | Відсутні |                                   |
|                                          | Дріжджі                   |                                                                       | 100                                                  | відсутні |                                   |
| Готове пиво з форфасів                   | Кислотоутворюючі бактерії | Метод мембранної фільтрації, вибірково, але не рідше 1 разу на 1 добу | 120                                                  | відсутні | Мікробіолог, інформаційний журнал |

Згідно з Законом України „Про метрологію і метрологічну діяльність” та ДСТУ 2681-94: метрологія – наука про вимірювання, яка включає як теоретичні, так і практичні аспекти вимірювань у всіх галузях науки і техніки.

Законодавчою основою метрологічного забезпечення є Закони України, Декрети і постанови Кабінету Міністрів України, які спрямовані на забезпечення єдності вимірювань.

Нормативною основою метрологічного забезпечення є державні стандарти та інші документи державної системи забезпечення єдності вимірювань (ДСВ), відповідні нормативні документи, методичні вказівки і рекомендації, які регламентують єдину номенклатуру, способи подання та оцінювання метрологічних характеристик, правила стандартизації й атестації засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), вимоги до проведення державних випробувань, перевірки, ревізії та експертизи ЗВТ.

Технічною основою метрологічного забезпечення є:

- система державних еталонів одиниць фізичних величин, яка забезпечує їх відтворення з найвищою точністю;
- система робочих еталонів і зразкових ЗВТ, за допомогою яких здійснюється передача розмірів одиниць фізичних величин робочим ЗВТ;

– система стандартних зразків складу та властивостей речовин та матеріалів, що забезпечує відтворення одиниць фізичних величин, які характеризують склад і властивості речовин і матеріалів;

– система робочих ЗВТ, які використовуються під час розроблення, виробництва, випробувань та експлуатації продукції, наукових досліджень та інших видів діяльності.

Організаційною основою метрологічного забезпечення є метрологічна служба України, яка складається з державної та відомчих служб.

Метрологічне забезпечення технологічного процесу наведено в табл. 7.3.

**Таблиця 7.3 - Метрологічне забезпечення технологічного процесу**

| № | Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю | Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умови) | Межі вимірювання                                                          | Клас точності, допустимі похибки                              |
|---|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | Колір пива<br>Одиниці гіркоти<br>Діацетил               | Спектрофотометр DR6000 УФ                                                                          | Згідно ТІ для кожного вимірювання                                         | 0,000                                                         |
| 2 | Вміст алкоголю<br>Вміст екстракту                       | Аналізатор вмісту алкоголю та екстракту Алекс 500                                                  | Алкоголь<br>0,5 ... 15 % об.<br>Густина<br>0,95 ... 1,2 г/см <sup>3</sup> | Алкоголь<br>± 0,1 % об<br>Густина<br>0,0005 г/см <sup>3</sup> |
| 3 | Видима густина, % сухих речовин в суслі                 | Рефрактометр УРЛ-1                                                                                 | 0 ... 95 %                                                                | ± 0,1 %                                                       |
| 4 | рН сусла, пива                                          | рН-метр лабораторний рН-150 МІ                                                                     | 0 ... +14                                                                 | ± 0,02                                                        |
| 5 | Тиск в апаратах ЦКБА                                    | Редуктор тиску з фільтром і манометром VT.082                                                      | 2,0...5,0 бар                                                             | ± 10 %                                                        |
| 6 | Рівень рідини в пропагаторах і ЦКБА                     | Датчик контролю рівня рідини la9rm201                                                              | до 25 м                                                                   | ± 1%                                                          |
| 7 | Температура в ЦКБА, пропагаторі                         | Термометр водостійкий ТВТ-10Н                                                                      | -10 - +20 0С<br>105 ... 180 0С                                            | ± 2 0С                                                        |
| 8 | Регулювання подачі пивного сусла в пропагатор та ЦКБА   | Витратомір-лічильник електромагнітний ЕРС-50                                                       | До 40 м3/год                                                              | ± 0,5 %                                                       |

## 8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ

В Україні у 2016 році набрав чинності Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», який передбачає впровадження в Україні європейської моделі системи гарантування безпеки і якості продуктів харчування, що базується на процедурах НАССР. Система НАССР (англ. НАССР /Hazard Analysis and Critical Control Points) – документована система, яка забезпечує ідентифікацію небезпечних чинників, встановлення критичних точок і попереджувальних заходів, впровадження системи перевірок.

Переваги використання системи НАССР.

*Для споживача:* впевненість в продуктах компанії, наявність документованих доказів дотримання вимог законодавства.

*Для співробітників:* прозорість управління, однозначне визначення місця і відповідальності кожного, вирішення проблем безпеки на основі єдиного підходу, довіра співробітників до компанії, співробітники отримують більше задоволення від роботи.

*Для керівництва:* можливість інтеграції в систему управління якістю будь-якого підприємства, контроль протягом усього циклу виробництва харчової продукції, раціональне управління небезпечними чинниками, які виникають при виробництві харчової продукції, зведення до мінімуму кількості порушень у роботі системи управління, тобто зниження ризику виготовлення та продажу небезпечних продуктів, підвищення ефективності використання ресурсів – більше грошей залишається в бізнесі, збільшення ефективності прийнятих рішень на основі аналізу даних аудитів, репутація виробника якісного та безпечного продукту, можливість сертифікації системи, можливість виходу на нові, в тому числі міжнародні ринки, розширення вже існуючих ринків. Конкурентоспроможність продукції і підвищення інвестиційної привабливості, наявність документованих доказів контролю над процесом.

Впровадження системи управління безпечністю харчовими продуктами щодо виробництва пива – основні аспекти, які підтверджують систему, це: підтвердження відповідності свого виробництва санітарно-гігієнічним вимогам (гігієна персоналу, навчання персоналу, санітарно-гігієнічний стан підприємства (приміщення, обладнання, устаткування, оснащення, інвентар), моніторинг за шкідниками); підтвердження безпечного та якісного випуску пива протоколами випробувань на фізико-хімічні, мікробіологічні та токсикологічні показники; підтвердження проведеного аналізування процесів виробництва за допомогою принципів НАССР.

Санітарно-гігієнічні вимоги до виробництва пива направлені на боротьбу з інфікуванням пива патогенною мікрофлорою. Цього можна досягнути шляхом механізації технологічних процесів, дотримання працівниками правил особистої гігієни, правильної організації профілактичних заходів. Суворе дотримання санітарних правил має важливе значення для технології цих виробництв, так як порушення санітарного режиму приводить

|      |      |          |        |      |                                                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ<br>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                             | 72   |

до інфікування сировини, напівфабрикатів і готової продукції сторонніми мікроорганізмами, що призводить до псування продукції.

Приміщення дріжджебродильного відділення повинне бути сухим, світлим, чистим, температура в приміщенні 6...8 °С, відповідною вентиляцією для видалення вуглекислого газу, відносною вологістю повітря 70%. Стіни і стелі покривають теплоізоляційним матеріалом. Матеріал для підлоги - плитки, ущільнений бетон з нахилом до стін. Стіни і стелю штукатурять і білять вапном чи водоемульсійною фарбою, нижні панелі викладають скляними чи кахельними плитками. Висоту міжповерхових перекриттів, сітку колон, конструкцію перекриттів і покрівлі вибирають залежно від потужності конкретного заводу та будівельних норм.

На підприємствах, що виробляють пиво, проводять дезінфекцію приміщень, обладнання, комунікацій, апаратури та інвентарю згідно з розробленою та затвердженою керівництвом підприємства інструкцією з миття та дезінфекції.

На пивзаводі для миття і дезінфекції обладнання використовується система СІР. Станція СІР включає: збірник для азотної кислоти; збірник для холодної води; збірник для розчину теплої каустику 2%; збірник для гарячої води; бак для розчину гарячого каустику 2%; збірник для регенованого каустику.

Установка СІР має вхідний і вихідний потоки, які під'єднані до кожного вузла і працює в автономному режимі. Кількість миючих розчинів і тривалість миття кожним розчином встановлена в робочій інструкції згідно технологічного регламенту. Для ретельного миття пропагатори та ЦКБА оснащені миючими головками, які крім створення суцільної плівки на внутрішній поверхні ємності забезпечують економію миючого засобу.

Дезінфекція приміщень, обладнання, комунікацій, апаратури проводиться згідно з рекомендаціями виробника на кожній ділянці виробництва. Зовнішня очистка, миття та дезінфекція зовнішніх поверхонь обладнання, комунікацій, приміщень проводиться не рідше одного разу на місяць або залежно від мікробіологічних показників згідно з графіком, затвердженим керівником на кожен виробничу ділянку. Перед дезінфекцією проводять ретельне механічне очищення устаткування й апаратури. Для дезінфекції використовуються розчини, концентрацію яких контролюють працівники лабораторії.

Мийні і дезінфекційні засоби зберігаються в окремому зачиненому приміщенні. Після дезінфекції все обладнання, апаратуру, комунікації ретельно промиваються водою гарячою водою (80...85 °С) і обполіскувати холодною водою до повного видалення дезінфекційного розчину.

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

Працівники підприємств, що працюють на підприємстві та які влаштовуються на роботу, в обов'язковому порядку, повинні пройти медичний огляд відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я України від

|      |      |          |        |      |                                                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ<br>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                             | 73   |

23.07.2002 № 280 «Щодо організації проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів працівників окремих професій, виробництв і організацій, діяльність яких пов'язана з обслуговуванням населення і може призвести до поширення інфекційних хвороб», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 08.08.2002 за № 639/6927.

Кожен працівник повинен має особисту медичну книжку, куди регулярно заносять результати медичних оглядів, у тому числі і відомості про перенесені інфекційні захворювання, проходження працівниками навчання за програмою гігієнічної підготовки. Особисті медичні книжки зберігаються у начальника цеху або в пункті охорони здоров'я. Працівники, які не пройшли медичний огляд і не мають особистої медичної книжки, до роботи не допускаються.

На підприємстві є побутові приміщення відповідно до вимог норм проектування допоміжних будинків і приміщень промислових підприємств. Забезпечено роздільне зберігання в гардеробних особистого і санітарного одягу. Забороняється вживати їжу та палити у виробничих приміщеннях. Приймання їжі і паління дозволяються тільки в спеціально відведених для цього місцях.

Працівники виробничих цехів зобов'язані після закінчення роботи прибрати своє робоче місце і здати його майстрові, бригадирові або змінникові в чистоті і порядку; дотримуватись заходів із запобігання потрапляння сторонніх предметів у продукцію.

У побутових приміщеннях прибирання необхідно робити два рази на день із застосуванням гарячої води і дезінфекційних засобів. При вмивальниках повинне бути мило, дезінфекційний розчин для обробки рук, одноразовий рушник або сушка та вішалка для халатів. Туалети повинні бути каналізовані, мати шлюзи, раковини для миття рук зі змішувачами гарячої і холодної води (водопровідні крани необхідно обладнувати фотоелементом або педальним управлінням). Перед відвідуванням санвузла залишати саноdyг у спеціально відведеному місці, після відвідування туалету миття і дезінфекція рук обов'язкові.

Перед початком роботи кожен працівник підприємства повинен розписатися в спеціальному журналі про відсутність у нього і членів сім'ї кишкових захворювань.

Працівники зобов'язані приходити на роботу в чистому особистому одязі і взутті. При вході на підприємство ретельно очищати взуття. Верхній одяг, головний убір, вуличне взуття, особисті речі залишати в гардеробній, в індивідуальній шафі. Перед роботою надягти чистий саноdyг чи спецодяг, підібрати волосся під ковпак або косинку. Забороняється застібати саноdyг шпильками, голками і зберігати в кишнях халатів цигарки, шпильки, гроші та інші сторонні предмети. Зміна саноdyгу проводиться у міру забруднення. Забороняється входити до виробничого цеху без санітарного одягу. При проведенні екскурсій дозволяється огляд виробничого цеху без саноdyгу із спеціального майданчика.

|      |      |          |        |      |                                                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ<br>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                             | 74   |

## 9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО

### 9.1 Водопостачання та водовідведення

Холодна вода у відділеннях приготування засівних дріжджів та бродильному відділенні використовується для промивання дріжджів, миття технологічного обладнання та виробничих приміщень.

Витрата води для промивання засівних дріжджів при зберіганні двох-добового запасу дріжджів та при трьохкратньому промиванні їх протягом доби одинарним об'ємом води буде становити.

При роботі бродильного відділення 11,33 місяці в році і 29,8 діб в місяць, річній витраті дріжджів 1 600 000 дал (табл. 4.1) добовий об'єм дріжджів буде становити:

$$\frac{1600000}{11,33 \cdot 29,8} = 4719 \text{ дал}$$

Тоді, необхідний об'єм води для промивання засівних дріжджів становить:

$$4719 \cdot 3 \cdot 2 = 28320 \text{ л або } 28,32 \text{ м}^3.$$

Витрата води для миття ЦКБА становить 5 % від об'єму пива, що розливається за добу. Добовий розлив пива становить:

$$8000000 / 238 = 33614 \text{ дал або } 336,14 \text{ м}^3,$$

де 8 000 000 дал – річна продуктивність, дал.

Кількість води для миття ЦКБА становить:

$$336,14 \cdot 0,05 = 16,807 \text{ м}^3.$$

Витрати води на миття підлог виробничих приміщень становить 2 дм<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> підлоги після кожної зміни роботи (кількість змін - 3).

Площа виробничого приміщення становить згідно плану бродильного відділення:

$$20 \cdot 24 = 480 \text{ м}^2.$$

Максимальна витрата води становить:

$$480 \cdot 2 \cdot 3 = 2880 \text{ дм}^3 = 3 \text{ м}^3.$$

Загальна витрата води в добу становить:

$$28,32 + 16,807 + 3 = 48,12 \text{ м}^3.$$

### 9.2 Розрахунки витрат пари

Витрата пари у дріжджебродильному відділенні припадає на стерилізацію сусла в пропагаторі.

Кількість сусла, яке піддається стерилізації за добу 4719 дал; питома теплоємність сусла - 3,96 кДж/(кг • К); питома густина сусла – 1,038 кг/м<sup>3</sup>; стерилізація сусла від температури 9 °С до 102 °С.

Витрата тепла для стерилізації буде становити:

$$47190 \cdot 1,038 \cdot 3,96 \cdot (102 - 9) = 18039540 \text{ кДж}.$$

При ентальпії пари 2716 кДж/кг; тиску 0,245 МПа і охолодженню конденсату до 100 °С витрати пари будуть становити:

$$18039540 / (2716 - 4,1868 \cdot 100) = 7853 \text{ кг}.$$

|      |      |          |        |      |                                                  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ<br>ГОСПОДАРСТВО | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                                  | 75   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                  |      |

### 9.3 Розрахунки витрат холоду

В технологічному процесі холод витрачається для охолодження сусла, яке надходить на бродіння до температури бродіння, для відводу тепла при бродінні і доброджуванні.

*Розрахунок холоду для відводу тепла, яке виділяється при бродінні (головному).* При зброджуванні 1кг мальтози виділяється 613,48 кДж/кг тепла. Протягом року зброджується сусла (табл. 4.1): пиво «Львівське» - 6 849 664 дал та пиво «Дніпровське» - 1 712 692 дал.

При роботі бродильного відділення 11,33 місяці в році та 29,8 діб в місяць або 338 діб в році, то за добу зброджується сусла:

- пиво «Львівське»  $6\,849\,664 / 338 = 20\,265$  дал,

- пиво «Дніпровське»  $1\,712\,692 / 338 = 5\,067$  дал.

Розрахунок кількості збродженого екстракту (в кг):

- при головному бродінні:

$$Q_1 = \frac{V_c * d * \rho_c * K_1}{100 * 100} \quad (9.1)$$

- при доброджуванні:

$$Q_2 = \frac{V_c * d * \rho_c * K_2}{100 * 100} \quad (9.2)$$

де  $Q_1$  і  $Q_2$  - кількість збродженого екстракту, кг;  $V_c$  – об'єм сусла, що зброджується, м<sup>3</sup>;  $d$  – відносна густина сусла;  $\rho_c$  – густина сусла, кг/м<sup>3</sup>;  $K_1$  і  $K_2$  – ступінь зброджування сусла, %.

При зброджуванні добової кількості сусла пива «Львівське» 46% та сусла пива «Дніпровське» 50 % повинно відвести кількість теплоти:

$202\,650 \cdot 1,0442 \cdot 0,12 \cdot 613,78 \cdot 0,46 = 7169388$  кДж,

$50\,670 \cdot 1,0526 \cdot 0,15 \cdot 613,78 \cdot 0,50 = 2\,455\,207,86$  кДж.

*Розрахунок холоду для охолодження молодого пива.* Молоде пиво охолоджується до температури 2 °С.

Об'єм молодого пива приймаємо рівним об'єму сусла - 8 562 256 дал (табл. 4.1); питома теплоємність молодого пива 4,112 кДж/(кг·К); густина 1,018 кг/дм<sup>3</sup>.

Кількість теплоти, яку необхідно відвести для охолодження молодого пива становитиме:

$8\,562\,256 \cdot (9 - 2) \cdot 1,018 \cdot 4,112 = 249\,837\,308$  кДж

*Розрахунок холоду для охолодження води для промивки дріжджів.*

Добва витрата води для промивання засівних дріжджів становить 28 320 дм<sup>3</sup> вода охолоджується від 20 °С до 1°С. холоду для цієї операції необхідно:

$28\,320 \cdot (20-1) \cdot 4,1868 = 2\,252\,833$  кДж

*Розрахунок холоду для відводу теплоти, яка виділяється при доброджуванні.*

Протягом року на доброджування поступає молодого пива (табл. 4.1):

- пиво «Львівське» 66 368 000 дм<sup>3</sup>,

- пиво «Дніпровське» 16 592 640 дм<sup>3</sup>.

|      |      |          |        |      |                                                  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ<br>ГОСПОДАРСТВО | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                                  | 76   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                  |      |

Процес доброджування проходить 30 днів в місяць і 340 діб в рік, на доброджування за добу поступає пива:

- пиво «Львівське»  $66\,368\,000 / 340 = 195\,200 \text{ дм}^3$ ,

- пиво «Дніпровське»  $16\,592\,640 / 340 = 48\,802 \text{ дм}^3$ .

При доброджуванні 2 % екстракту початкового сусла виділяється теплоти:

$195\,200 \cdot 1,0442 \cdot 0,12 \cdot 613,78 \cdot 0,02 = 300\,253 \text{ кДж}$

$48\,802 \cdot 1,0526 \cdot 0,15 \cdot 613,78 \cdot 0,02 = 94\,588 \text{ кДж}$

#### 9.4 Розрахунки витрат електроенергії

Для заводу потужністю 8,0 млн. дал пива на рік витрата електроенергії на технологічні цілі може бути прийнята по нормам технологічного проектування 364 кВт•год на 1000 дал товарного пива. При випуску за добу потреба в електроенергії буде складати:

$364 \cdot 23,67 = 8\,615,88 \text{ кВт} \cdot \text{добу}$ ,

де – 23,67 добова кількість пива, що виготовляється тис. дал.

Максимальну годинну витрату електроенергії приймають у розмірі 12% від добової:

$8\,615,88 \cdot 0,12 = 1034 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ .

#### 9.5 Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю

Діоксид вуглецю в бродильному відділенні використовується для подачі дріжджів у ЦКБА, для подачі пива із ЦКБА на фільтрацію.

Необхідна кількість діоксиду вуглецю (в г) приймається в середньому по нормах проектування на 1 дал пива: для подачі засівних дріжджів 0,3 г; передача пива на фільтрацію 28,5 г. Тиск  $\text{CO}_2$  – 0,05 МПа.

Витрата  $\text{CO}_2$  на добу для цих операцій становитиме:

$8\,000\,000 / 338 \cdot 28,8 = 681\,657 \text{ г} = 681,657 \text{ кг}$ .

|      |      |          |        |      |                                                  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ<br>ГОСПОДАРСТВО | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                  | 77   |

## 10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

У кваліфікаційній роботі для інтенсифікації процесів бродіння сусла і доброджування пива запропоновано метод сумісного бродіння сусла і доброджування пива в одному циліндро-конічному бродильному апараті.

Порівняно з класичним способом такий спосіб дозволяє скоротити цикл бродіння сусла і доброджування пива у 2 рази, а також запобігти втратам молодого пива під час перекачування.

Принцип методу ґрунтується на тому, що при великій висоті сусла, що зброджується, в апараті створюється сильна конвекція сусла (перемішування знизу вгору), викликана виділенням і переміщенням бульбашок діоксиду вуглецю і регулюється підтримуванням певної температури. При цьому утворюються сприятливіші умови для швидкого дозрівання пива.

Компактне осідання дріжджів досягається охолодженням конусної частини апарату. Під час інтенсивної аерації сусла на початку бродіння головне бродіння закінчується за 7 діб, а доброджування становить 12...14 діб.

Переваги використання ЦКБА: велика місткість; суміщення бродіння і доброджування в одному апараті; скорочення тривалості виробництва за рахунок інтенсифікації процесів бродіння і доброджування; скорочення виробничих площ; повна автоматизація роботи ЦКБА; поліпшення умов праці; скорочення капітальних витрат; знижуються втрати пива в результаті відсутності перекачування і змочування трубопроводів і апаратів; зменшуються витрати на миття та дезінфекцію; знижуються втрати CO<sub>2</sub>; скорочується тривалість технологічного процесу (в порівнянні з класичним способом для 11% -го пива в два рази); зменшується ймовірний контакт пива з киснем повітря; скорочується витрата енергії; більш ефективно використовується площа підприємства; поліпшується смак за рахунок багаторазового виведення з апарату суспензій і дріжджів.

Прискорення процесу відбувається за рахунок:

- конструкції апарату (співвідношення діаметру апарату до висоти шару сусла 1: 1-1: 5, оптимальне - 1: 2-1: 3, співвідношення діаметра до висоти шару сусла в циліндричній частині корпусу - 1:1-1:2) сприяє мимовільному перемішуванню середовища в результаті теплової конвекції і підйому CO<sub>2</sub>. Завдяки цьому, дріжджі знаходяться в завислому стані майже до повного зброджування екстракту;

- підвищеної норми введення дріжджів і аерації сусла;  
- підвищеній температурі бродіння;  
- витримці молодого пива при підвищеній температурі для редукції діацетилу.

В сучасних способах прискореного бродіння *закінчення бродіння* оцінюють по досягненню мінімальної концентрації віцинальних дикетонів (діацетилу). Після цього дріжджі збирають, пиво охолоджують і залишають в цьому ж апараті для подальшого холодного доброджування.

|      |      |          |        |      |                                          |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                          | 78   |

## 11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

В головному виробничому корпусі знаходяться: бродильне відділення, дріжджове, фільтраційне відділення і складське приміщення.

Компоновка головного виробничого корпусу передбачає чіткий взаємозв'язок між відділеннями. Постійну направленість продуктів за відповідною технологічною схемою, яка забезпечує мінімальну протяжність трубопроводів.

Бродильне відділення розміщують в окремому приміщенні головного виробничого корпусу поряд або поблизу варильного цеху заводу. ЦКБА встановлено зовні основної будівлі та обладнанням в закритому приміщенні для їх обслуговування. Місткість ЦКБА 200 м<sup>3</sup>, зовнішня поверхня їх ізольована теплонепроникними матеріалами, тому без шкоди для обслуговування вони розміщені поза головним корпусом.

До нього прилягає фільтраційне відділення і дріжджове відділення, які знаходяться в одному приміщенні.

В безпосередності найближче до бродильного відділення знаходиться дріжджове відділення, в якому використовують апарат попереднього бродіння для розведення ЧКД, а також станція рекуперації дріжджів і вакуум-збірники для насіннєвих і осадових дріжджів.

Завданням компонування обладнання є правильна організація виробничого процесу.

Компонування обладнання проводиться із застосуванням вимог з охорони праці, з врахуванням відстаней і допусків між апаратами та елементами будівельних конструкцій. Для обмеження розповсюдження можливої пожежі з однієї частини будівлі на іншу проектом передбачається встановлення протипожежних перешкод.

Кількість евакуаційних виходів з будівлі, приміщень та кожного поверху приймаємо мінімум два. Крім цього в кожному відділенні знаходяться індивідуальні засоби захисту.

Основним принципом компонування є наступні аспекти:

чітко повинна прослідковуватись технологічна послідовність, матеріальні потоки не повинні перетинатись, транспортування основних продуктів здійснюється насосами або самопливом;

апарати, які відносяться до габаритного і важкого обладнання розташовуються на першому поверсі;

обладнання повинно бути розташоване так, щоб його легко можна обслуговувати.

Приймаємо центральне розташування обладнання: обладнання не повинно заступати вікна, мати естетичний вигляд.

При компонуванні особливу увагу приділяють зоні обслуговування:

відстань між апаратами, а також між апаратом та стіною становить - 1 м, а між обладнанням і колоною не менше 500 мм. На першому поверсі апарати встановлюються на лапах або на відповідних фундаментах.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 79   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

люки встановлюють зі сторони проходу, вентиля – на рівні витягнутої руки;

кожен апарат прив'язується до осей будівлі, поперечних і повздовжніх; розміщено обладнання таким чином, щоб після монтажу трубопроводів, арматури і ізоляції, було забезпечене зручне його обслуговування;

проходи не повинні загромождуватися трубопроводами, арматурою і іншими деталями;

площадка для обслуговування апаратів, розміщених в один ряд, передбачається шириною не менше 1,5 м, відстань від площадки до кришки апарату – 0,8...1,0 м;

фронт обслуговування обладнання повинно бути спрямоване до світла;

передбачена безпечність обслуговування обладнання, вільні проходи, простір, необхідний для розбору обладнання в період ремонту.

Конструктивна схема будівлі каркасна; розміри приміщення 20 м х 24 м.

Фундаменти споруди – монолітні залізобетонні, на полях колони і ригелі – збірні залізобетонні перекриття із збірних залізобетонних круглопустотних плит. Стіни відділень цегляні товщиною 510 мм, перегородки цегляні, армовані товщиною  $\frac{1}{2}$  цегли, покриття складається зі шару пароізоляції і утеплювача, вирівнюючого шару і водоізоляційного килиму (4 шари рубероїду на бітумній мастиці). Парапетна стінка виступає над дахом на висоту 45 см і покривається зверху парапетними плитами.

Підлога на відм. 0,000 м з керамічної плитки. Обслуговуючі площадки виготовлені зі сталі (двотаврові балки, швелер, рифлена сталь). Для з'єднання між поверхами передбачені сходи, шириною маршу 1,05 м. Ширина сходів – 0,7...0,9 м, кут нахилу – 60 °. Кількість сходинок у марші 5...16. Висота перил становить 1 м. Віконні блоки – металопластикові, двері вхідні металопластикові.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 80   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## 12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### *Характеристика відходів, стічних вод і викидів*

Відходи, які утворюються у виробництві пива та ступінь їх небезпечності наведено у табл. 12.1

*Таблиця 12.1 - Склад і властивості відходів, що утворюються, а також ступінь їх небезпечності для навколишнього природного середовища пивзаводу*

| Найменування відходів              | Клас небезпеки | Речовини та їх склад                                                                                     | Фізико - хімічні і теплофізичні властивості                                 |
|------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1                                  | 2              | 3                                                                                                        | 4                                                                           |
| Відпрацьовані люмінесцентні лампи  | I              | Металічна ртуть, скло, металеві контакти                                                                 | Характерні для металічної ртуті, не горюча, вогнебезпечна, вибухонебезпечна |
| Відпрацьовані акумулятори          | II             | Корпус (полімер), свинцеві пластини, електроліт, свинець (Pb), H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , полімери | Не горючий, вогнебезпечний, не розчинний у воді, вибухонебезпечний          |
| Зношені шини                       | IV             | Гума з металокордом, каучук, вуглецева сажа, сірка, наповнювач                                           | Вогнебезпечний, не розчинний у воді, вибухонебезпечний                      |
| Відпрацьовані мастила              | V              | Масла мінеральні, домішки, суміш вуглеводів                                                              | В'язкі суші, питома вага, механічні домішки, зольність                      |
| Відходи плівки поліетиленової      | IV             | Поліетиленова плівка                                                                                     | Щільність, вогнебезпечний, вибухонебезпечний                                |
| Скlobій                            | IV             | Пісок, глинозем, доломіт, сода, Al <sub>2</sub> , SiO <sub>2</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO | -                                                                           |
| Макулатура                         | IV             | Крафт - папір, целюлоза                                                                                  | Щільність, вогнебезпечний, вибухонебезпечний                                |
| Обтирка промаслена                 | IV             | Бавовняні тканини, хутро, лляні тканини                                                                  | Горючий                                                                     |
| Брухт чорних металів               | IV             | Залізо, чавун, вуглець                                                                                   | Вогнебезпечний, кородує                                                     |
| Відходи ремонтно-будівельних робіт | IV             | Гіпс, пісок, бетон, крейда                                                                               | Не горючий                                                                  |
| Кісельгур відпрацьований           | IV             | Діатоміт Кларсель, SiO <sub>2</sub> x n H <sub>2</sub> O                                                 | Не горючий, не розчинний у воді, висока пористість                          |
| Пивні дріжджі                      | IV             | Білкові речовини, вуглеводи, жири, мінеральні речовини                                                   | -                                                                           |

| 1                                          | 2              | 3                                            | 4                                                                 |
|--------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Найменування відходів                      | Клас небезпеки | Речовини та їх склад                         | Фізико - хімічні і теплофізичні властивості                       |
| Солодова дробина                           | IV             | Вода, органічні сполуки, мінеральні речовини | Не горючий                                                        |
| Тверді побутові відходи                    | IV             | -                                            | -                                                                 |
| Тара упаковальна, пластмасова некондиційна | IV             | Полімер поліетилентерефталата                | Щільний, вогненебезпечний, не розчинний у воді, вибухонебезпечний |

### Стічні води

В технологічному процесі у воду попадають різні елементи у різних кристалічних станах. В стічні води пивзаводу входять: залишки сусла і пива; промивна вода; стічні води; стічні води, із залишками хмелю; стічна вода із станцій; щілинні стоки із станцій; кислотні стоки із станцій; стічна вода із кізельгуром; тверді забруднені стоки: відпрацьована суміш із пляшкомиючих машин; нерозчинні тверді речовини, такі як паперова пульпа від етикеток, шлам та інші забруднювачі; суміш речовин, таких як клей, їдкий натрій, солі металів; залишки масел і жирів; залишки пива із пляшок, бочок і кег; змиви залишків пива із розливочного блоку. Ці речовини збільшують концентрацію речовин в забруднених стічних водах. Якщо помножити дану концентрацію забруднення води на об'єм стічних вод, то дістанемо загальну кількість забруднюючих речовин від стічних вод. Ці забруднювачі в стічних водах потребують сильної очистки, установок і визначають матеріальні затрати у вигляді податку за скид промислових стоків. Для економії потрібно проводити заходи по зменшенню кількості забруднюючих речовин і збільшення кількості очисних установок.

### Викиди

Всі джерела викидів підприємства поділяються на дві категорії. До першої категорії відносяться джерела, які вносять найбільш істотний внесок в забруднення повітря і повинні контролюватися систематично. До другої - джерела, які не відповідають першій категорії і можуть контролюватися епізодично. Державні стандарти та нормативи в галузі охорони атмосферного повітря встановлюють межі допустимої концентрації ряду речовин та їх основних сполук у атмосферному повітрі. Шкідливі речовини за ступенем дії на організм людини поділяються на 4 класи: особливо небезпечні; високо небезпечні; помірно небезпечні; мало небезпечні. Для кожної речовини, що забруднює атмосферне повітря встановлено два нормативи: максимально разова та середньодобова межі допустимої концентрації. Найбільша концентрація кожної шкідливої речовини не повинна перевищувати

максимальну разову межу допустимої концентрації. Для оцінки забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами використовують 3 групи методів: лабораторні (аналітичні); автоматичні; дистанційні (лазерна локація). Стаціонарними джерелами викиду пивзаводу в атмосферне повітря є: найбільш поширені забруднюючі речовини:

вуглецю оксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, діоксид азоту, сірки діоксид, сульфатна кислота;

небезпечні забруднюючі речовини: метали та їх сполуки, водню хлорид, фтор та його сполуки;

інші забруднюючі речовини, присутні у викидах підприємства: натрію гідрооксид, титану діоксид, вуглецю діоксид, метан, аміак, азотна кислота, азоту (I) оксид;

забруднюючі речовини, для яких не встановлені ГДК в атмосферному повітрі населених міст: вуглецю діоксид, азоту (I) оксид.

В процесі вимірювання кількості шкідливих речовин, що викидається в атмосферне повітря, отримують наступні показники: концентрації газоподібних шкідливих речовин; запиленість газових потоків та вміст аерозольних домішок; швидкість газових потоків; тиск або розрідження газових потоків; температура газових потоків; вологість газових потоків.

Основним видом діяльності підприємства є виготовлення та розлив пива. Все обладнання відділення подрібнення сировини підключено до єдиної аспіраційної системи, примусової витяжки, яка забезпечена на виході очисткою газопилового потоку з високим коефіцієнтом очистки. При цьому в атмосферне повітря викидається зерновий пил.

Для забезпечення підприємства паром, в котельні встановлено котел типу 160 SGH - 14, який працює на природному газі. При цьому в атмосферне повітря викидається оксид вуглецю, діоксид азоту.

Для миття технологічного обладнання використовується каустична сода, яка розчиняється у воді та нагрівається. При цьому в атмосферне повітря виділяється луг (натрій гідроксид).

Викиди забруднюючих речовин від енергетичних установок. Під час спалювання органічного палива утворюються оксиди азоту NO<sub>x</sub> (оксид азоту NO та діоксид азоту NO<sub>2</sub>), викиди яких визначаються з перерахунку на NO<sub>2</sub>. Утворення оксиду вуглецю CO є результатом негативного згоряння органічного палива. Зі зменшенням потужності енергетичної установки. Діоксид вуглецю (вуглекислий газ CO<sub>2</sub>) відноситься до парникових газів і є основним газоподібним продуктом окислення вуглецю органічного палива. Обсяг викиду CO<sub>2</sub> безпосередньо пов'язана із вмістом вуглецю в паливі та ступенем окислення вуглецю палива в енергетичній установці. При спалюванні в енергетичній установці природного газу можуть виділитись в газоподібній формі в незначній кількості ртуть та її сполуки.

#### *Заходи щодо охорони навколишнього середовища*

При виробництві пива утворюються відходи і вторинні продукти, які повинні бути вивезені і утилізовані. Це стосується: забруднених стічних вод,

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 83   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

зернова і хмелева дробина, осад гарячого суслу (білковий відстій), залишок пивних дріжджів, кізельгуровий шлам, залишки етикеток, уламки скла, вторинна пара варильного відділення, продукти згоряння із парових котельних установок, шум, що утворюється при роботі обладнання, пил, залишки від пакувальних матеріалів та багато іншого, нейтралізація каустичної соди та азотної кислоти.

Всі відходи збираються в спеціальні місця для їхнього зберігання, нагромадження та утилізації. Холодний осад з ЦКТ і надлишок дріжджів знімаються у збірники для зберігання дріжджів та вивозяться згідно угод. Використані нейтралізати каустичної соди та азотної кислоти виливаються в каналізаційну мережу.

Вивіз та утилізація відходів здійснюється згідно з погодженням «Лімітом на розміщення відходів» і укладених договорів. Тверді промислові відходи 3-го та 4-го класу токсичні і тверді побутові відходи, склад яких відповідає діючим Державним Стандартам і Санітарним нормам вивозяться відповідно до графіку в місця погоджені обласною екологічною інспекцією. Відпрацьовані ртутні лампи та прилади зберігаються в спеціальному приміщенні з подальшою здачею для переробки та утилізації. Частина відпрацьованих масел та мастил збирається в окремі ємкості для повторного використання на технологічні потреби підприємства, або вивозяться для подальшої переробки та утилізації. Відповідно до схеми каналізації попадання сміття в каналізацію достатньо обмежене (решітки, сифони, гідрозатвори та інші пристрої). Шкідливі, забруднюючі і інші відходи відсутні.

Для забезпечення норм допустимих обсягів відходів виконані наступні заходи в сфері поводження з відходами: на підприємстві спеціально обладнані місця для тимчасового зберігання відходів, розроблені паспорти відходів (для кожного виду відходів), розраховані питомі показники відходів виробництва, постійно складаються угоди з організаціями по утилізації відходів. Відходи збираються у спеціально обладнаних для цього місцях тимчасового зберігання. Відходи сортуємо за видами та класом небезпеки. На утилізацію вивозяться спеціально обладнаним транспортом відповідно до договорів із спеціалізованими організаціями, які мають на це ліцензії та дозволи.

### 13 ОХОРОНА ПРАЦІ

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

Дія закону України «Про охорону праці» поширюється на всі підприємства від форм власності та видів їх діяльності, а також на всіх громадян, які працюють на цих підприємствах.[10]

Закон передбачає, що при укладанні трудового договору працівник має бути проінформований під розписку про умови праці, наявність на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, та можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника та його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах. Працівник має право відмовитись від дорученої роботи, якщо створилась виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я. З усіма працівниками незалежно від їх кваліфікації і стажу роботи при прийнятті на роботу та в процесі їх трудової діяльності проводиться навчання, інструктаж та перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Правил охорони праці для працівників виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв, затвердженого наказом Міністерства соціальної політики України від 18.04.2017 р.

У кожному цеху та відділенні пивоварного заводу є конкретні правила та інструкції щодо охорони праці, техніки безпеки, санітарних вимог до промислових приміщень й обладнання, а також протипожежних заходів. Для створення безпечних умов праці всі частини обладнання, які рухаються, оснащують сітчастим або суцільним огородженням. Гарячі поверхні апаратів, трубопроводів і баків термоізолюють. Машини, транспортери й огороження повинні мати механічне та електричне блокування, бути заземленні, а також обладнанні сигналізацією, яка при пуску і зупинці машини автоматично приводиться у дію. На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або здійснюваних у несприятливих температурних умовах, працівникам видаються безкоштовно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також змиваючі та знешкоджуючі засоби. Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

#### *Аналіз умов праці на об'єкті*

Бродильне відділення пивзаводу відноситься до категорії Д (з високим ступенем пожежо- та вибухонебезпеки). Основні небезпеки бродильних виробництв пов'язані із застосуванням загальнопромислового обладнання

|      |      |          |        |      |               |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------|------|
|      |      |          |        |      | ОХОРОНА ПРАЦІ | Арк. |
|      |      |          |        |      |               | 85   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |               |      |

(під'ємно-транспортних машин і механізмів, електроустановок, теплових установок, посудин, що працюють під тиском і та ін.), характерною наявністю небезпечних зон. Для безпечної роботи працюючого персоналу керівництво підприємства розробляє та затверджує інструкції по техніці безпеки для кожного робочого місця. Інструктаж обслуговуючого персоналу повинен проводитися не рідше 1 разу в 3 місяці з реєстрацією у спеціальному журналі, необхідно проводити аналіз причин виникнення нещасних випадків і розроблення допоміжних заходів, які можуть попередити їх повторення. Обслуговуючий персонал повинен добре вивчити обладнання, апарати, технологічний режим, призначення і розташування трубопроводів, арматури і контрольно-вимірювальних приладів, інструкції по техніці безпеки і здати технімум по обслуговуванню установки.

Категорично заборонено підвищувати тиск і температуру в апаратах і трубопроводах до тах можливих норм. Необхідно слідкувати за щільністю фланцевих з'єднань і справністю огорожень рухомих деталей. Огляд і ремонт внутрішніх деталей апарату допускається тільки після охолодження апарату, при цьому роботу повинні виконувати дві людини: один в середині апарату, а інший зовні. Повинні бути розвішані таблички з інформацією, що працюють люди на об'єкті.

*Вибір технології, устаткування та організації виробництва з точки зору охорони праці*

Бродильне відділення розміщують в окремому охолоджуваному приміщенні головного виробничого корпусу поряд або поблизу варильного цеху заводу. Його можна встановлювати також зовні основної будівлі з використанням циліндро-конічних бродильних апаратів та обладнанням закритих майданчиків - приміщень для їх обслуговування. Місткість ЦКБА від 20 до 300 м<sup>3</sup>, зовнішня поверхня їх ізольована теплоізоляційними матеріалами, тому без шкоди для обслуговування їх можна розміщувати поза головним корпусом. Приміщення бродильного цеху повинне бути сухим, світлим, чистим, із температурою 6...8 °С, відповідною вентиляцією для видалення вуглекислого газу, відносною вологістю повітря 70 %. Стіну і стелю покривають теплоізоляційним матеріалом. Матеріал для підлоги - плитки, ущільнений бетон з нахилом до стін. Стіни і стелю штукатурять і білять вапном, нижні панелі викладають скляними чи кахельними плитками. Висоту міжповерхових перекриттів, сітку колон, конструкцію перекриттів і покрівлі вибирають залежно від потужності конкретного заводу та будівельних норм. Уникнення утворення конденсату в приміщенні можна підтриманням температури охолодженням повітрям холодильної камери, розміщеної в окремому приміщенні. У ній встановлюють повітроохолоджувач із насадкою з кілець Рашига, що зрошується охолодженням етиленгліколем із бродильного цеху, повітря через бактерицидні фільтри вентилятором нагнітається в холодильну камеру, охолоджується, підсушується і повертається назад у те ж саме приміщення. Повітряна система охолодження з ізоляцією приміщення забезпечує сухість стін і стелі.

|      |      |          |        |      |               |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------|------|
|      |      |          |        |      | ОХОРОНА ПРАЦІ | Арк. |
|      |      |          |        |      |               | 86   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |               |      |

### Мікроклімат

Шкідливим фактором називають дію оточуючого середовища на людину, яка призводить до професійного захворювання. Мікроклімат нормується по допустимим нормам. Для працюючих встановлені норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони, узгоджені Міністерством охорони здоров'я України (табл. 13.1).

**Таблиця 13.1 - Норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони**

| Професія                        | Категорія робіт за важкістю | Температура, °С, на робочих місцях |              |               |              | Відносна вологість ф, %    | Швидкість руху повітря, м/с |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                 |                             | Верхня границя                     |              | Нижня границя |              |                            |                             |
|                                 |                             | Постій-них                         | Непос-тійних | Постій-них    | Непос-тійних |                            |                             |
| Оператор дріжджового відділення | II б                        | Холодна пора року                  |              |               |              | 75,0                       | не більше 0,4               |
|                                 |                             | 21                                 | 23           | 15            | 13           |                            |                             |
|                                 |                             | Тепла пора року                    |              |               |              | 70 (при 25 <sup>0</sup> С) | 0,5                         |
|                                 |                             | 27                                 | 29           | 16            | 15           |                            |                             |
| Оператор бродильного відділення | II а                        |                                    |              |               |              | 75,0                       | не більше 0,3               |
|                                 |                             | Холодна пора року                  |              |               |              |                            |                             |
|                                 |                             | 23                                 | 24           | 17            | 15           | 65 (при 26 <sup>0</sup> С) | 0,2... 0,4                  |
|                                 |                             | Тепла пора року                    |              |               |              |                            |                             |
|                                 |                             | 27                                 | 29           | 18            | 15           |                            |                             |
| Оператор СІР                    | II б                        | Холодна пора року                  |              |               |              | 75                         | Не більше 0,4               |
|                                 |                             | 21                                 | 23           | 15            | 13           |                            |                             |
|                                 |                             | Тепла пора року                    |              |               |              | 70 (при 25 <sup>0</sup> С) | 0,2 ... 0,5                 |
|                                 |                             | 27                                 | 29           | 16            | 15           |                            |                             |

### Склад повітря робочої зони

На харчових та переробних підприємствах повітря робочої зони може забруднюватися шкідливими речовинами, які утворюються у результаті технологічного процесу або містяться у сировині, продуктах та напівпродуктах і відходах виробництва. Ці речовини потрапляють у повітря у вигляді пилу, газів, пари і діють негативно на організм людини. В залежності від їх токсичності та концентрації в повітрі вони можуть бути причиною хронічних отруєнь або професійних захворювань. Рідини та пил можуть бути присутні в повітрі робочої зони у вигляді аерозолі, тобто у вигляді краплин рідини або твердих часток, які рухаються у повітрі під дією повітряних потоків. Газу та пари змішуються з повітрям на молекулярному рівні і видалити їх з повітря механічними методами досить важко. Харчові та переробні підприємства мають справу з процесами, які пов'язані з утворенням або викиданням таких газів, діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>), аміак, сірчаний водень, діоксид сірки та ін. Особливо небезпечним у цьому переліку слід вважати діоксид вуглецю. Цей газ утворюється внаслідок бродіння сировини, що містить вуглеводи та деякі інші речовини, які розкладаються під дією

мікроорганізмів, а також при горінні різних видів пального. У цеху збродування - значне виділення  $\text{CO}_2$ . В середовищі чистого  $\text{CO}_2$  настає миттєва смерть внаслідок паралічу дихального центру, а концентрація  $\text{CO}_2$ , вище 60%, дуже небезпечна. Показником насиченості повітря  $\text{CO}_2$  є гасіння полум'я при концентрації 8% об. В якості захисту від кізельгурового пилу проводиться: аспірація повітря, доставка кізельгуру на підприємство в спеціальних автоцистернах спецтранспортом для перевезення сипучих продуктів і зберігання.

### *Природне та штучне освітлення*

Освітлення на робочих місцях регламентується ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. За видом джерела світла, що використовується, освітлення може бути природним (сонячним), штучним (лампи розжарювання або газорозрядні) та суміщеним, тобто коли у світлі години доби використовують обидва джерела світла одночасно. Природне освітлення виробничих приміщень світлом неба, особливо прямим сонячним світлом може здійснюватися через світлові отвори в зовнішніх стінах або через ліхтарі.

Природне освітлення поділяється на:

бічне одностороннє та двостороннє, верхнє, коли ліхтарі та світлові прорізи знаходяться в покритті або в стінах під ним;

комбіноване, коли сполучається бічне і верхнє освітлення.

Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне.

Розрізняють такі системи штучного освітлення: загальну, місцеву, комбіновану. Система загального освітлення призначається для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне освітлення встановлюється у цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності на всій площі приміщення, при великій щільності робочих місць. Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним та переносним. Категорично забороняється застосовувати тільки одне (місцеве) освітлення, оскільки воно створює значну нерівномірність освітлення, яка підвищує втомлюваність зору та розлад нервової системи. Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його передбачають для робіт I - III розрядів точності та зоровими параметрами та коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різних тіней.

Норми штучної освітленості робочих місць (робочих поверхонь) для відповідних професій на ведені в галузевих нормах і представлені в табл. 13.2.

### *Шум*

У бродильному відділенні відсутній шум, який може вплинути на здоров'я людини. У разі його виникнення, проводиться виявлення причини і негайне його усунення, тобто ремонтні роботи або заміна устаткування.

|      |      |          |        |      |               |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------|------|
|      |      |          |        |      | ОХОРОНА ПРАЦІ | Арк. |
|      |      |          |        |      |               | 88   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |               |      |

**Таблиця 13.2 - Норми штучної освітленості робочих місць виробничих приміщень підприємства**

| Найменування приміщення, виробництва | Найменування професій           | Характеристика зорової роботи | Розряд зорової роботи | Підрозряд зорової роботи | Освітленість (штучне), лк    |                           |                         |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                                      |                                 |                               |                       |                          | При комбінованому освітленні | При загальному освітленні |                         |
|                                      |                                 |                               |                       |                          |                              | При газорозрядних лампах  | При лампах розжарювання |
| Цех зброджування                     | Оператор дріжджового відділення | Малої точності                | V+1                   | Б                        | 500                          | 200                       | 100                     |
|                                      | Оператор бродильного відділення | Малої точності                | V+1                   | Б                        | 500                          | 200                       | 150                     |

### *Вібрації*

Вібрацію створюють механічні коливання машин, механізмів та їх елементів. Виникають внаслідок роботи та подачі повітря в апараті. Залежно від видів вібрації їх дія на тіло людини різна. При частоті 0,7 Гц тіло людини і його органи рухаються як одне ціле, не відчуючи взаємних переміщень. В цьому випадку виникають симптоми не вібраційної, а морської хвороби, виникаючи через порушення нормальної діяльності органів рівноваги. Як засоби індивідуального захисту використовують антивібраційні рукавиці, взуття.

Норми загальної технологічної вібрації нормуються за показниками: віброшвидкість, м/с; віброприскорення, м/с<sup>2</sup>; інтенсивність, дБ.

Джерелом вібрації у цеху зброджування є насоси. Заходи щодо зниження дії вібрації на працюючих:

зниження вібрації в джерелі її утворення конструктивними або технологічними засобами;

зменшення вібрації на шляху її розповсюдження засобами віброізоляції і вібропоглинання;

дистанційне управління, що виключає передачу вібрації на робочі місця. використання засобів індивідуального захисту.

### *Виробничі випромінювання*

У цеху збродіння та доброджування не спостерігається теплового випромінювання. Тепло лише витрачається для: миття обладнання, пропарювання трубопроводів, стерилізацію установки чистої культури дріжджів.

Для дотримання нормальних умов праці необхідно забезпечити надійну ізоляцію поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря за допомогою вентиляційної системи. Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій потрібно утримувати обладнання у справному стані, а також дотримання персоналу установлених норм та інструкцій щодо використання та експлуатації обладнання.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі згідно завдання передбачено проектування бродильного відділення пивзаводу потужністю 8 млн. дал пива на рік з інтенсифікацією процесів бродіння і доброджування.

1. Технологічні способи передбачено на основі аналізу та виборі способів бродіння і доброджування для виробництва пива світлого «Львівське» і пива темного «Дніпровське» у співвідношенні (80:20) % з використанням відповідної сировини згідно з рецептурами.

2. Передбачено використовувати для бродіння та доброджування суміщений спосіб – в циліндро-конічних бродильних апаратах. Такий спосіб використовується для інтенсифікації процесу бродіння, тобто його прискорення. Він дає можливість поєднати два роздільні способи: бродіння і добродження в одному апараті, великого об'єму і простій конструкції, високий ступінь автоматизації. Завдяки холодильним поясам легко встановлюється температурний режим, який добре впливає на процес бродіння. Бродіння в ЦКБА властиве для різних сортів пива, в нашому випадку це світле і темне пиво. Завдяки розташуванню цих апаратів зовні від головного приміщення цеху покращується санітарія і мікроклімат для обслуговуючого персоналу. Основною перевагою періодично-суміщеного способу є швидкість дозрівання пива, скорочення тривалості процесу у два рази, тим самим збільшення потужності і прибутку заводу.

3. Для підвищення продуктивності обладнання і тим самим пришвидшення процесів бродіння у кваліфікаційній роботі запропоновано використання для розведення чистої культури дріжджів пропагатора. Культивування дріжджів проходить періодичним способом, що забезпечує підвищення продуктивності обладнання на 12...15% і зменшує можливість інфікування ЧКД. Передбачено використання нових штамів дріжджів, ферменти яких дозволяють здійснити перетворення ДМСО в ДМС і тим самим покращити якість пива. Використовують від 6 до 8 генерацій дріжджів, при цьому вони зберігають свої властивості і мають гарну флокуляційну здатність, що дозволяє частково освітлити молоде пиво під час доброджування.

3 Передбачена багатоступенева фільтрація пива: на сепараторі, наливному свічковому фільтрі з діатомітом, пресфільтрі для контрольної фільтрації. Також передбачено встановлення карбонізатора для насичення пива діоксидом вуглецю та форфасів для зберігання пива перед розливом.

4. Під час виконання кваліфікаційної роботи набуто навички самостійної роботи з літературою і технічними матеріалами, які необхідні для вирішення конкретних інженерних завдань: розробки бродильного відділення пивзаводу з ітенсифікацією бродіння та доброджування пива.

5. В кваліфікаційній роботі приведено структуру і режими роботи підприємства, здійснено вибір й обґрунтування способів бродіння і доброджування сусла, дано характеристику проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних матеріалів, проведено розрахунки технологічні, площ виробничих та складських приміщень, підібрано технологічне

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                   | 90   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

обладнання, схему метрологічного забезпечення технохімічного та мікробіологічного контролю, заходів з енерго- та ресурсозабезпечення, умов промсанітарії, безпечної праці робітників, інженерних систем, енергетичного господарства, охорони навколишнього середовища.

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                   | 91   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3139:2015 Пивоваріння, терміни та визначення понять [Чинний від 2019-05-01] Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 14 с.
2. ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2017-01-01] Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 17 с.
3. ДСТУ 4282:2018 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2019-03-01] Київ: Держспоживстандарт України, 2018. 14 с.
4. ДСТУ 4098.2-2002. Хміль ароматичний. Частина 2. Хміль ароматичний спресований. Технічні умови. [Чинний від 2003-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 16 с.
5. ДСТУ-3769-98 Ячмінь. Технічні умови. [Чинний від 1998-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 17 с.
6. ДСТУ 4621:2006. Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2006-03-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 16 с.
7. ДСТУ 4817:2007. Діоксид вуглецю газоподібний і скраплений. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 16 с.
8. Державні санітарні норми і правила для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої ДСанПіН 4.4.4.-152-2008. Документ z1411-07, чинний, поточна редакція — Редакція від 12.06.2011. Електронний ресурс <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1411-07#Text>
9. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [Чинний від 2010-07-01]. Електронний ресурс <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
10. Дріжджі пивні, поживні речовини для дріжджів <https://unitec.org.ua/products/brewing-yeast/saflager-w-34-70/>
11. Закон України Про охорону праці. Документ 2694-ХІІ [Чинний, редакція від 19.08.2021] Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
12. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навч. закладів. Київ: Каравела, 2003. 408 с.
13. Гетун Г. В. Основи проектування промислових будівель: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / Г. В. Гетун. Київ: Кондор, 2008. 208 с.
14. Гуць В.С. Основи будівництва в галузі: конспект лекцій для студентів напряму 6.051401 «Біотехнологія» денної та заочної форм навчання / В. С. Гуць, О. В. Євтушенко. Київ: НУХТ, 2011. 109 с.
15. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: Підручник. Київ: Фірма «ІНКОС», 2004. 426 с.

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                | 92   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                |      |

16. Каменская Е.П., Чанчикова А.А. Влияние различных способов брожения пивного сусла на качественные показатели светлого пива. Ползуновский вестник №3, 2020 <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-razlichnyh-sposobov-brozheniya-pivnogo-susla-na-kachestvennye-pokazateli-svetlogo-piva/viewer>

17. Карпутіна М.В. та ін. Сучасні способи розведення чистої культури пивоварних дріжджів. Харчова промисловість, №13, 2012, 10-14 с. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/21282/1/1.pdf>

18. Ковалевский К.А. Технология бродильных производств. Учебное пособие. Киев: ИНКОС, 2004. 340 с.

19. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива; пер. с нем. Санкт Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.

20. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанец І.Ф., Вендичанський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко О.В. Основи охорони праці. К.: Основа, 2000. 416с.

21. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П. Л. Шиян та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)

22. Мельник І.В., Чуб С.А. Інтенсифікація процесу зброджування пивного сусла в умовах виробництва ТОВ «Пивоварня Опілля»

Наукові праці ОНАХТ Том 80, випуск 2, 2016 <https://journals.onaft.edu.ua/index.php/swonaft/article/view/333>

23. Метод. вказівки до викон. диплом. проекту для студ. спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навч. / уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, В.І. Бабенко, О.І. Гашук, О.О. Євтушенко, Н.П. Івчук, Т.І. Іщенко, С.Й. Крижановський, В.М. Махинько, А.Г. Пухляк, Ю.М. Резніченко, З.М. Романова, В.М. Сидор, Н.М. Ющенко. Київ: НУХТ, 2017. 45 с.

24. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” дипломного проекту для студентів технологічних спеціальностей ден. та заоч. форм навчання/ Уклад. В.С. Гуць, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець, О.І. Сидорченко, Є.С. Богданов. Київ: НУХТ, 2003. 21 с.

25. Петухова О.М., Римаренко М.К. Аналіз та перспективи розвитку пивоварної галузі України *Ефективна економіка* № 10, 2019 <http://www.economy.nayka.com.ua>

26. Правила охорони праці для працівників виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв. Документ z0633-17 [ Чинний, поточна редакція — Прийняття від 18.04.2017] Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0633-17#Text>

27. Романова З.М. Дослідження пивних дріжджів, які застосовують при зброджуванні у ЦКБА/ З.М. Романова, В.Л. Прибильський, Ю. Дарменко

|      |      |          |        |      |                                |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                | 93   |

28. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв рослинної сировини: підручник / В.А.Домарецький, В.Л. Прибильський, М.Г. Михайлов. та ін.//за ред. В.А.Домарецького. Вінниця: Нова книга, 2005. 408с.

29. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / А. Є. Мелетьєв та ін.// за ред. А.Є.Мельтьєва. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.

30. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підручник / Мелетьєв А.Є. та ін. Вінниця: Нова Книга, 2007. 392 с.

31. Фараджєва Е.Д., Федоров В.А. Общая технология бродильных производств: учебники и учебные пособия для студентов вузов. Москва: КолосС, 2002. 408 с.

32. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств: учебник. Москва: Колос, 1998. 448 с.

33. Насоси, технологічне обладнання <https://prom-nasos.pro/catalog/application-examples-of-industrial-pumps/pivovarni/>

34. Насос вакуумний <https://sholod.com.ua/vakuumnye-nasosy/promyshlennyj-vakuumnyj-nasos/vrd-30> Свічкові кізельгурові фільтри <https://filtrace.com/ru/fks-20-100-svechnyye-kizelgurovyye-filtry-s-dozato>

35. Сепаратори [http://www.nio-holod.com.ua/alfa\\_laval\\_so\\_s.htm](http://www.nio-holod.com.ua/alfa_laval_so_s.htm)

36. Пластинчасті теплообмінники <https://termoprom.com.ua/uk/produkt/heat-exchangers/heatexchangers/gasket.php?gclid=cjwkcaial-6pbhbceiwac2govblrlgaf4cc6gath8qt0cqshzaqljbbpra>