

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ КОЛЕГІУМ»**  
**ІМЕНІ Т. Г. ШЕВЧЕНКА**

Природничо-математичний факультет  
Кафедра хімії, технологій та фармації

Кваліфікаційний проєкт  
Освітній ступінь бакалавр  
на тему: **ПРОЄКТ ПИВОВАРНОГО ЗАВОДУ ПОТУЖНІСТЬ 5 МЛН ДАЛ  
ПИВА/РІК**

Студентки 4 курсу, групи 48-ФМТ  
напряму підготовки  
18 Виробництва та технологій  
спеціальності 181 – Харчові технології  
Бережняк К. О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник  
к.т.н., доц. Лапицька Н. В.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала

---

Кількість балів: \_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_

**Чернігів 2025**

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ**  
**НА ВИПУСКНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**Бережняк Кароліні Олексіївни**

**Тема проєкту:** *Проект пивоварного заводу потужністю 5 млн дал пива / рік.*

**Вихідні дані до проєкту:**

Бродіння здійснюється прискореним способом за використання ЦКБА

**Асортимент:**

1. Пиво світле Guinness – 30% від загального випуску. Розлив здійснюють в скляну тару по 0,5 л (60%); ПЕТ-пляшки по 1,0 л (30%); кеги (10%). ДСТУ 3888-2015
2. Пиво темне Fillou – 50% від загального випуску. Розлив здійснюють у скляну тару по 0,5 л (65%), ПЕТ-пляшки по 1,5 л (20%) та кеги (15%). ДСТУ 3888-2015
3. Пиво світле Смарагд – 20% від загального випуску. Розлив здійснювати в ПЕТ-пляшки по 2 л (65%) та у кеги (35%). ДСТУ 3888-2015.

**Зміст розрахунково-пояснювальної записки:**

Анотація

Вступ

1. Характеристика підприємства, що будується.
  2. Вибір, обґрунтування та опис технологічної схеми.
  3. Розрахунок витрат сировини, напівфабрикатів, відходів виробництва.
  4. Розрахунок тари, пакувальних матеріалів та допоміжних матеріалів.
  5. Розрахунок площ складських приміщень.
  6. Розрахунок і підбір технологічного обладнання.
  7. Енергетичні розрахунки та заходи з енергозбереження.
  8. Технохімічний контроль виробництва, управління якістю продукції та метрологічне забезпечення.
  9. Будівельна частина.
  10. Система екологічного управління (Охорона навколишнього середовища).
  11. Охорона праці.
  12. Економічна частина дипломного проєкту.
- Список використаної літератури.

**Перелік графічних матеріалів (виконується на аркушах формату А1)**

Креслення технологічної схеми виробництва – 2 аркуші.

Креслення генплану підприємства – 1 аркуш.

Креслення розрізів – 2 аркуші.

Креслення плану підприємства – 1 аркуш.

Дата видачі завдання «03» лютого 2025 р.

Керівник дипломного проєкту

Завдання до виконання прийняв «        »        2025 р

Лапицька Н. В.

Бережняк К. О.

Роботу подано до розгляду «19» серпня 2025 року.

Студент

Бірюк  
(підпис)

Бережняк К. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Лавриш  
(підпис)

Лапицька Н. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Свобода  
(підпис)



Андреева О. В.  
(прізвище та ініціали)

Кваліфікаційну роботу розглянуто на засіданні кафедри хімії, технологій та фармації. Протокол № 14 від «19» 06 2025 року.

Студент допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

Курмакова  
(підпис)

Курмакова І. М.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

*Актуальність* даної роботи полягає в проєктуванні пивоварного заводу з використанням прискореної технології бродіння в ЦКБА. Перевагами встановлення ЦКБА є те, що бродіння та дозрівання пива здійснюється в одному апараті і це в свою чергу мінімізує контакт продукту з повітрям і ризик забруднення.

*Метою* дипломної роботи є розроблення проєкту пивоварного заводу потужністю 5 млн. дал пива на рік з встановленням ЦКБА.

На основі досліджень обрано місто для будівництва підприємства, розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва, схему технохімічного контролю та перелічено метрологічне забезпечення .

Проведені розрахунки: кількості напівпродуктів, відходів, на 1 дал товарного пива, засип 100 кг та річну продуктивність; кількості допоміжних матеріалів; площі складських приміщень; потужності провідного обладнання; кількості електроенергії, води, пари і холодоагенту для пива світлого «Guinness», пива темного «Fillou» та пива світлого «Смарагд». Також було обчислено фінансову частину проєкту.

Наведено основну нормативну документацію щодо охорони навколишнього середовища від відходів пивоварень, та щодо охорони праці на підприємстві.

Проаналізовано будівельний аспект проєктування броварні.

Ключові слова: ПИВОВАРНЯ, ЦКБА, ПРИСКОРЕНИЙ СПОСІБ.

## ANNOTATION

The *relevance* of this work lies in the design of a brewery using accelerated fermentation technology in the CKBA. The advantages of installing the CKBA are that fermentation and maturation of beer are carried out in one apparatus, which in turn minimizes the contact of the product with air and the risk of contamination.

The *purpose* of the thesis is to develop a project for a brewery with a capacity of 5 million dal of beer per year with the installation of the CKBA.

Based on the research, a city was selected for the construction of the enterprise, a hardware and technological scheme of production, a scheme of technochemical control and a list of metrological support were developed.

Calculations were made: the amount of semi-finished products, waste, per 1 dal of commercial beer, a 100 kg fill and annual productivity; the amount of auxiliary materials; the area of warehouses; the power of leading equipment; the amount of electricity, water, steam and refrigerant for light beer "Guinness", dark beer "Fillou" and light beer "Smaragd". The financial part of the project was also calculated.

The main regulatory documentation on environmental protection from brewery waste and on labor protection at the enterprise is provided.

The construction aspect of the brewery design is analyzed.

Keywords: BREWERY, CCF, ACCELERATED METHOD.

## ЗМІСТ

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                       | 8  |
| РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ЩО БУДУЄТЬСЯ.....                         | 10 |
| РОЗДІЛ 2. ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....                  | 13 |
| РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ВИТРАТ СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА..... | 18 |
| 3.1 Вихідні дані для розрахунків.....                                            | 18 |
| 3.2 Розрахунок витрат сировини.....                                              | 20 |
| 3.3 Розрахунок напівфабрикатів та відходів виробництва.....                      | 25 |
| РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ТАРИ, ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....  | 39 |
| РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ.....                              | 52 |
| РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК І ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....                     | 58 |
| РОЗДІЛ 7. ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....               | 81 |
| 7.1 Енергетичні розрахунки.....                                                  | 81 |
| 7.2 Заходи з енергозбереження.....                                               | 97 |

|                  |             |                 |               |            |                                                                    |             |             |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                  |             |                 |               |            | <i>ПЗ 181.1687</i>                                                 |             |             |
| <i>Зм.</i>       | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Лат</i> |                                                                    |             |             |
| <i>Розроб.</i>   |             | Бережняк К. О.  |               |            | <i>Проект пивоварного<br/>заводу потужністю 5 млн<br/>дал/ рік</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Перевір.</i>  |             | Лапицька Н. В.  |               |            |                                                                    |             | 6           |
|                  |             |                 |               |            |                                                                    |             | 125         |
| <i>Н. Контр.</i> |             |                 |               |            |                                                                    | 2025        |             |
| <i>Затв.</i>     |             |                 |               |            |                                                                    |             |             |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| РОЗДІЛ 8. ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА.....                                  | 99  |
| РОЗДІЛ 9. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....                                                  | 106 |
| РОЗДІЛ 10. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ (ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА)..... | 108 |
| РОЗДІЛ 11. ОХОРОНА ПРАЦІ.....                                                      | 110 |
| РОЗДІЛ 12. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ.....                              | 113 |
| 12.1 Початкові інвестиції.....                                                     | 113 |
| 12.2 Термін окупності і рентабельність.....                                        | 116 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....                                                | 122 |

## ВСТУП

Пиво – це напій, який утворюється в ході бродіння солодово-зернового сусла пивними дріжджами та насичується CO<sub>2</sub> [1].

Аналіз світового ринку пива показав, що у 2023 році світове виробництво пива досягло колосальних 188,4 млрд літрів, попри падіння у 2022-му. Беззаперечним лідером серед виробників є бельгійська компанія «AB InBev» із часткою 26,9 % на світовому ринку пива. Друге місце за обсягом виробництва посідає нідерландський конгломерат «Heineken» з часткою у 12,9 %. Китайська компанія «China Resources Beer» отримує третє місце з часткою 5,9 %. Замикають п'ятірку найбільших виробників пива «Carlsberg» та американо-канадське спільне підприємство «Molson Coors» із частками на світовому ринку 5,0 % і 4,4 % відповідно [2].

На 2022 рік пиво в Україні є лідером продажів у сегменті алкогольних напоїв із часткою 35%. Близько 90% пива в Україні – вітчизняного виробництва, адже імпортне пиво є дорожче, тому програє в конкуренції [3].

Найпопулярнішими брендами пива нашої країни є: Оболонь, Львівське, Чернігівське, Zibert, Перша Приватна Бровання та інші. Дані бренди оцінювалися за такими критеріями, як об'єми продажів, позитивні та негативні відгуки споживачів, представленість в найкрупніших торгових мережах, наявність нагород та інше [4].

Проаналізувавши ринок пива в Україні можна зробити висновок, що через економічну та політичну ситуацію в країні споживачі почали переходити від більш дорогих товарів до дешевих альтернатив. Також можна додати, що останнім часом крафтові пивоварні набувають великої популярності тому, що асортимент продукції є ширшим та час від часу змінюється на відміну від пивзаводів. Окрім цього важливою тенденцією на внутрішньому ринку пива є виявлення патріотичного настрою серед українських споживачів. Ця тенденція показує, що підвищився попит на напої вітчизняних виробників, особливо тих,

які активно беруть участь у соціально важливих проектах, надають підтримку армії та допомагають незахищеному населенню та вимушеним переселенцям. Цей тренд свідчить про сталість цінностей українського суспільства [5].

Пивоварна промисловість має декілька проблем, а саме: висока вартість сировинних компонентів та низька харчова та біологічна цінність пива. З огляду на те, що за результатами досліджень вчених надмірне вживання хмелю призводить до негативних впливів на організм та на те, що він є найдорожчим інгредієнтом у виробництві пива, було вирішено частково замінити хміль на нетрадиційну сировину [6]. За хімічним складом найбільш наближеним до хмелю є склад хвої сосни. Тож в цій роботі ми розглянемо процес введення нетрадиційної рослинної сировини у виробництво пива світлого «Смарагд».

В роботі наведено 23 таблиці, 2 рисунки, використано 28 джерел. Створено 8 креслень: 3 апаратурно-технологічні схеми, 1 генплан, 2 плани та 2 розрізи.

Роботу наведено на 125 аркушах.

## РОЗДІЛ 1

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ЩО БУДУЄТЬСЯ

Проаналізувавши всі фактори впливу на виробництво пива можна зробити висновок, що для будівництва пивоварного заводу найкраще підходить місто Черкаси. За даними Державної служби статистики України за 2022 рік в середньому в Черкаській області проживає 1160,7 тис. осіб, з них 16 % осіб молодше 18 років [7]. Тож проведемо розрахунок чисельності споживачів, необхідних для прибуткових продажів пива.

Таблиця 1.1

#### Розрахунок чисельності споживачів

| Категорії споживачів                                                                | Чисельність, осіб (старше 18 років) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Корінне населення міст та районів                                                | 972190                              |
| 2. Населення пригородів, що купує продукцію у даному місті (10%)                    | 97219                               |
| 3. Транзитне населення (5% від корінного населення)                                 | 48609,5                             |
| 4. Природний приріст населення за 5 років (3 розрахунку 2% від корінного населення) | 19443,8                             |
| Загальна кількість споживачів                                                       | 1137462,3                           |

Черкаська область знаходиться в центральній частині України, яка з обох боків оточена річкою Дніпро та Південний Буг. В області дуже розвинені залізнична та автомобільна інфраструктура. Забезпеченість автомобільними шляхами на 100 м<sup>2</sup> території становить 293,6 км, при середньому показнику по Україні 280,5 км. Також великий потенціал має річковий транспорт, тому що в області близько 150 км експлуатаційних річкових судноплавних шляхів. А ось

повітряний транспорт занепадає через війну, але Черкаський аеропорт збережено і є можливість його відновлення в майбутньому [8].

Під час вибору району будівництва для пивоварного заводу є декілька важливих критеріїв на які слід звернути увагу, а саме наявність водопостачання та енергопостачання, доступність сировинних компонентів, транспортна інфраструктура, екологічні фактори та конкуренція.

В Черкаській області конкурентами в пивоварній промисловості є ТОВ «Уманьпиво», ТОВ «Канівське пиво», ТОВ «Вінком-груп» та ТОВ «Нові напої», а саме в місті пивоварінням займається лиш дві компанії ПП «Черкаська Баварія» та ТОВ «Бір Лайнер» [9]. Відносно інших областей України така кількість конкурентів є мінімальною.

Провівши дослідження ринку нерухомості в Черкасах можна зробити висновок, що під будівництво найкраще підходить ділянка на якій раніше був пивоварний завод «Богдан» в промисловій частині міста. Даний завод не функціонує з 2004 року, а в 2005 році все обладнання було знищено. Будівлі заводу перебувають в занедбаному стані та потребують ремонтних робіт [10]. Біля даного підприємства є два транспортних сполучення (автомобільне та залізничне), що зробить процеси доставки сировини та реалізації продукції простішими.

Іще одною перевагою будівництва заводу в місті Черкаси є доступна сировинна база. В місті є два підприємства, що займаються виробництвом солоду, а саме ТОВ «Канів солод», ТОВ «Черкаси-солод» та ТОВ «Канів-солод» у Канові Черкаської області. Так як солод є головною сировиною у пивоварінні, це значно спростить логістику та зменшить витрати на доставку [11].

Сформуємо таблицю постачальників сировини, необхідної для пивоварного заводу потужністю 5 млн дал на рік, на сорти пива світле «Guinness», темне «Fillou» та світле «Смарагд».

**Постачальники зернопродуктів, хмелю та допоміжних матеріалів**

| <b>Найменування</b>  | <b>Постачальники</b>                                               |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>             | <b>2</b>                                                           |
| Солод світлий        | ТОВ «Канів солод», ТОВ «Черкаси-солод» та ТОВ «Канів-солод»        |
| Солод карамельний    | ТОВ «Канів солод», ТОВ «Черкаси-солод» та ТОВ «Канів-солод»        |
| Солод темний         | ТОВ «Канів солод», ТОВ «Черкаси-солод» та ТОВ «Канів-солод»        |
| Ячмінь               | ТОВ «Уманьагро», ПП «Лювайс», ТОВ «Кищенці», ТОВ «Гранекс-Черкаси» |
| Водний екстракт хвої | ТОВ «Уманьхімтрейд»                                                |
| Хміль                | ТОВ «ХМІЛЬ УКРАЇНИ», ТОВ «Хопштайнер Україна», ТОВ «Рівень ЛТД»    |

## РОЗДІЛ 2

### ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Апаратурно-технологічна схема для сортів пива світле «Guinness», темне «Fillou», наводиться однакова, проте відмінності полягають у веденні технологічних операцій: температурних режимах, кількості діб бродіння і вистоювання і т.д.

Машина (1) з пивоварною сировиною зважується на автомобільних вагах (2). Сировину вивантажують в приймальний бункер (3), з якого гвинтовим транспортером (4) та норією (5) вона транспортується через автоматичні ваги (6) в силос (7). В ньому солод витримується від 4 до 5 тижнів для врівноваження вологості 5...6 %.

Після цього зерно продукти доставляють транспортером (4) та норією (5) через ваги (6) в бункери добового запасу (8). З бункерів солод попадає до палірувальної машини (9) для очищення від пилу та сторонніх домішок, а потім до проміжного бункеру (10). Для очищення від метало-магнітної домішки зерно продукти проходять через магнітну колону (11) та автоматичні ваги (6) до бункеру (12). Потім очищений солод направляється на подрібнення до дробарки (13). Мета подрібнення полягає в прискоренні фізико-біохімічних процесів розчинення зернових продуктів під час затирання, щоб максимально перенести екстрактивні речовини у сусло.

Наступним кроком буде змішування подрібнених зерно продуктів з теплою водою 40...47 °С та несолодженою сировиною, яка доставляється підйомником (15) в перед заторному апараті (14). Насосом (16) вся суміш перекачується до заторного апарату (17), де і відбувається процес затирання (перемішування) зернопродуктів. Після остаточного перемішування затор нагрівають до 45...52 °С та витримують білкову паузу 15...30 хв.

Головна мета затирання полягає в переведенні якомога більше сухих (екстрактивних) речовин у розчин. Це досягається шляхом створення

|     |      |          |        |      |             |    |
|-----|------|----------|--------|------|-------------|----|
|     |      |          |        |      | ПЗ 181.1687 | 13 |
| Зм. | Авк. | № докум. | Підпис | Дата |             |    |

сприятливих умов для гідролітичних ферментів, таких як амілолітичні, протеолітичні і цитолітичні ферменти. Регулювання ферментативних процесів при затиранні здійснюється шляхом контролю температури, рН середовища та інактивації ферментів через кип'ятіння частини затору [12].

Потім густу частину (близько 40%) заторної суміші перекачують насосом в інший заторний апарат (17). У ньому затор повільно підігрівають до 61...63 °С і витримують мальтозну паузу 20...30 хв.

Після цього затор в апараті оцукрюють 15...30 хв. при 70...72 °С, а потім кип'ятять протягом 20...30 хв. Спочатку крохмаль розщеплюється до декстринів, а потім при 75...77 °С відбувається його загальне оцукрювання. Кип'ятіння необхідне для розварювання великих частинок солоду заторної маси.

Першу відварку повільно повертають у другий заторний апарат (17) і змішують з основним затором, щоб підвищити його температуру до 61...63 °С та витримують мальтозну паузу 15...20 хв. Після цього близько 30 % основного затору (його густу частину) знову перекачують у перший заторний апарат (17), нагрівають до 72 °С, витримують 15...20 хв, нагрівають і кип'ятять 7...10 хв.

Готову другу відварку повільно перекачують з першого до другого апарату до основного затору. При цьому температура затору піднімається до 70...72°С і протягом 20...30 хв. проводиться оцукрювання крохмалю. Тривалість витримки може бути збільшена (але не більше 1 години) до повного оцукрювання затору, якщо якість солоду знижена. Після повного оцукрювання затор підігрівають до 77 °С.

При всіх стадіях затирання для інтенсифікації масообмінних ферментативних та теплових процесів під час підігріву заторної маси в апаратах (17) працюють мішалки з великою частотою обертання. Під час витримок затору при різних температурних паузах мішалки обертаються повільніше.

Готовий затор перекачують насосом (16) в фільтраційний апарат (18). Під час перекачування затору дробину рівномірно розподіляють по всій поверхні

сит фільтраційного апарату, щоб використовувати цей шар як фільтраційний матеріал. Процес фільтрування затору поділяють дві стадії: фільтрування першого сусла, тобто сусла, одержуваного при фільтруванні затору, та промивання дробини водою з метою вилучення екстрактивних речовин.

При фільтруванні сусла та промиванні дробини підтримують температуру 78 °С, щоб зберегти  $\alpha$ -амілазу, яка розщеплює залишки неоцукреного крохмалю, що вимивається з дробини. Слід стежити, щоб затор не охолоджувався нижче 75 °С.

Вже промита дробина надходить до бункера дробини (22), а промивні води поступають у збірник промивних вод (20).

Після фільтрації сусло надходить у проміжний збірник сусла (21), звідки його перекачують у сусловарильний апарат (23) для кип'ятіння сусла з хмелем. Екстракт хмелю дозують через хмелеві збірники (24) і таким чином відбувається його охмелення. Охмелене сусло освітлюється у гідроциклонному апараті (25).

Очищене сусло подають на охолодження у теплообмінник (31) до початкової температури бродіння 5...15 °С, або частина гарячого сусла йде на пропагацію засівних дріжджів. Установа розведення дріжджів (33) складається з стерилізатору і пропагаторів. Гаряче сусло проходить через стерелізатор з метою недопущення розвитку сторонньої мікрофлори, крім необхідних пиву дріжджів. Після чого нагнітається у збірники засівних дріжджів (пропагатори), де дріжджі розмножуються протягом 3 днів. У пропагатори на початку бродіння вносять стерильний кисень для активного бродіння.

Насосом (32) охолоджене сусло подається на бродіння за температури 6...9 °С в циліндрично-конічний бродильний апарат (35), в цей потік також вносяться дріжджі за рецептурою кожного сорту. Таким чином ЦКБА заповнюється 8...12 годин. Для активного зародження сусло збагачують

стерильним киснем з аератору (34). Також у ЦКБА додається піногасник, оскільки піна, що підіймається в процесі бродіння, може закупорити клапани.

Для виробництва пива «Смарагд» водний екстракт хмелю доставляють на завод машиною з цистерною (26). Насосом для в'язких рідин (27) перекачують екстракт в цистерну (28) на зберігання. Екстракт хвої вноситься на стадії бродіння і має бути з мінімальним вмістом повітря, для цього екстракт перекачують вакуум насосом (29) до збірника (30) та знов перекачують насосом в ЦКБА (35).

ЦКБА являє собою виконану з нержавіючої сталі вертикальну циліндричну посудину з конічним днищем, обладнану поясами охолодження, завдяки яким можна встановлювати індивідуальний температурний режим по висоті. Внутрішня поверхня полірована. Доброджування і дозрівання молодого пива починають з охолодження нижньої конічної частини апарату.

Після бродіння пиво перекачується відцентровим насосом (32) через теплообмінник (31) та сепаратор (36) для виділення дріжджів, які підуть на переробку в буферну ємність для нефільтрованого пива (37).

Доброджене пиво очищують і освітлюють у кізельгуровому фільтрі (41) з дозаторами полівінілполіпірролідону (40) та кізельгуру (39), після чого додатково очищується на стерильному свічковому фільтрі (42).

При необхідності пиво насичується діоксидом вуглецю в карбонізаторі (43) та подається на освітлення до форфасу (44). Для видалення часточок кізельгуру додатково пиво проходить через трап фільтр (45). На останніх етапах фільтрації та освітлення пиво проходить через форфас (46) та установку контрольної фільтрації (47).

Розлив у скляні пляшки відбувається наступним чином: ящики з пляшками потрапляють до апарату виймання пляшок (51). З нього пляшки прямують до пляшкомильної машини (52), де вони дезінфікуються і обмиваються холодною водою. Далі, пройшовши крізь світловий автомат

інспектор (53), небраковані і помиті пляшки транспортером (54) подаються до розливної машини (55), де наповнюються стисненим повітрям, а потім пивом. Таким чином вуглекислота не вивільняється з пляшок. Апарат укупорки (56) закупорює пляшки кронен-кришками, а потім пляшки знову перевіряються на світловому інспекторі (53). Укупорені пляшки прямують на етикетування (57), і готова продукція пакується в ящики апаратом (58).

Розлив у кеги ускладнюється необхідністю обробки парою кег, повторного використання та зважування їх. Автовиймач (59) виймає кеги на апарат зовнішньої мийки (60), далі кеги їдуть до пастеризатора (61), де кеги стерилізуються. Після цього мокрі кеги зважуються (62) і їдуть на апарат розливу в кеги (63), звідки знову зважуються на вагах (62). Наповнені кеги просушуються в машині (64).

Розлив в ПЕТ-тару починається з автоматичного видувного апарату (65) в який за допомогою направляючого конвеєру (66) доставляються преформи і з них видуваються пляшки заданого розміру. Після чого за допомогою конвеєру (67) пляшки надходять до автоматичного ополіскувача (68) та на розлив і укупорку в машинах (69) і (70). Аналогічно з наповненням скляних пляшок, ПЕТ-пляшки наповнюються стисненим повітрям або вуглекислим газом. Етикетувальний апарат (71) наклеює етикетки, звідки потім пляшки упаковуються плівкою в машині (72) та проходять через термоусадочний тунель (73) [13].

# РОЗДІЛ 3

## РОЗРАХУНОК ВИТРАТ СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

### 3.1 Вихідні дані для розрахунків

Так як, сорти пива, які розглядаються в цьому курсовому проекті є подібними за технологічним процесом, будемо складати одну таблицю з вихідними даними.

Таблиця 3.1

### Вихідні дані для розрахунків «Пиво світле Guinness», «Пиво світле Смарагд» та «Пиво темне Fillou»

| Показник                                                         | Позначення,<br>одиниця<br>виміру | Значення показника |                   |                   |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                  |                                  | Guinness           | Fillou            | Смарагд           |
| 1                                                                | 2                                | 3                  | 4                 | 5                 |
| Стандарт                                                         |                                  | ДСТУ<br>3888-2015  | ДСТУ<br>3888-2015 | ДСТУ<br>3888-2015 |
| Кількість видів<br>зернопродуктів                                | шт.                              | 2                  | 3                 | 1                 |
| <b>Втрати:</b>                                                   |                                  |                    |                   |                   |
| - 1-ша стадія<br>(варильне<br>відділення)                        | В <sub>т0</sub> , %              | 0,1                | 0,1               | 0,1               |
| - 2-га стадія<br>(бродильне<br>відділення )                      | В <sub>т1</sub> , %              | 2,5                | 2,2               | 2,2               |
| - 3-тя стадія<br>(відділення<br>доброджування<br>і фільтрування) | В <sub>т2</sub> , %              | 2,3                | 2,4               | 2,4               |
| - 4-та стадія<br>(цех розливу)                                   | В <sub>т3</sub> , %              | 2,5                | 2,5               | 2,5               |
| - 5-та стадія<br>(втрати<br>екстракту в<br>пивній дробині)       | В <sub>т4</sub> , %              | 2,2                | 2,2               | 2,2               |

Продовження табл. 3.1

| 1                       | 2                           | 3       | 4       | 5       |
|-------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|
| <b>Екстрактивність:</b> |                             |         |         |         |
| - Солод світлий         | EP <sub>с.с.</sub> , %      | 76,0    | 76,0    | 76,0    |
| - Солод темний          | EP <sub>т.с.</sub> , %      | -       | 74,0    | -       |
| - Солод карамельний     | EP <sub>к.с.</sub> , %      | -       | 70,0    | -       |
| - Ячмінь                | EP <sub>яч.</sub> , %       | 75,0    | -       | -       |
| <b>Вологість:</b>       |                             |         |         |         |
| - Солод світлий         | W <sub>с.с.</sub> , %       | 5,6     | 5,6     | 5,6     |
| - Солод темний          | W <sub>т.с.</sub> , %       | -       | 5,5     | -       |
| - Ячмінь                | W <sub>яч.</sub> , %        | 15,0    | -       | -       |
| - Солод карамельний     | W <sub>к.с.</sub> , %       | -       | 5,5     | -       |
| <b>Норма витрат:</b>    |                             |         |         |         |
| - Солод світлий         | п <sub>с.с.</sub> , частина | 70,0    | 65,0    | 100,0   |
| - Солод темний          | п <sub>т.с.</sub> , частина | -       | 10,0    | -       |
| - Солод карамельний     | п <sub>к.с.</sub> , частина | -       | 25,0    | -       |
| - Ячмінь                | п <sub>яч.</sub> , частина  | 30      | -       | -       |
| Відносна густина сусла  | d, кг/дм <sup>3</sup>       | 1,05260 | 1,06115 |         |
| Кількість сухих речовин | CP, %                       | 12,5    | 15,0    | 10,3    |
| Продуктивність заводу   | L, дал                      | 1500000 | 2500000 | 1000000 |

Асортимент продукції, що виготовляється на заводі представлений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

### Асортимент проєктованої продукції

| Найменування продукції | Відсоток від загальної кількості, % | Виробництво в дал на |         |
|------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------|
|                        |                                     | рік                  | добу    |
| Пиво світле «Guinness» | 30                                  | 1,5 млн              | 4413,1  |
| Пиво темне «Fillou»    | 50                                  | 2,5 млн              | 7355,1  |
| Пиво світле «Смарагд»  | 20                                  | 1 млн                | 2942,0  |
| ВСЬОГО                 | 100                                 | 5 млн                | 14710,2 |

### 3.2 Розрахунок витрат сировини

Розрахунок кількості сировини, напівпродуктів виготовлення пива, кількості готової продукції, кількості пакувальних матеріалів, площ складів і потужності провідного обладнання виконаний завдяки методичним вказівкам НУЧК до виконання курсового проєкту: [14].

При виготовленні пива, до складу якого входить несолоджена сировина, вносять ферментні препарати, розрахунок яких ведуть з розрахунку 10000 амілазних одиниць на 1 т засипу, що складається із солоду та несолодженої сировини. Тоді загальна кількість ферментного препарату на затор,  $G_{\phi}$  (кг), розраховується за наступною формулою:

$$G_{\phi} = \frac{10000 \cdot G_c}{O_3}, \quad (3.1)$$

де  $G_c$  – маса затертої сировини (солод+несолоджена сировина), т;

$O_3$  – оцукрювальна здатність 100 г ферментного препарату, амілазних одиниць (коливається у межах 80...130 амілазних одиниць і зазначається у паспорті препарату).

За рецептурою пива визначають кількість солоду і несолодженої сировини, що використовується для приготування 100 кг засипу ( $K_e$ ,  $K_{н.с.}$ , кг). Після цього визначають кількість сировини, що надійде на подрібнення, із врахуванням втрат ( $G_1, G_2, \dots G_n$ , кг):

$$G_1, G_2, \dots G_n = K_c - (K_c \times B_{тс}), \quad (3.2)$$

де  $K_c$  – кількість солоду, що використовується на засип при виробництві за рецептурою, кг;

$B_{тс}$  – втрати солоду при поліруванні, %.

Кількість сухих речовин у заторі ( $СР$ , кг) розраховують за нормативними показниками якості сировини. Розрахунок проводять окремо для кожного виду солоду і несолодженої сировини, за формулою:

$$СР_{с1, с2, \dots, н.с.} = G_1, G_2, \dots G_n \times (1 - \frac{w}{100}), \quad (3.3)$$

де  $G_1, G_2, \dots G_n$  – кількість сировини, що надходить на подрібнення із врахуванням втрат, кг;

$W$  – вологість сировини, %.

Після цього розраховують загальну кількість сухих речовин у сировині ( $CP_{\text{заг}}$ , кг):

$$CP_{\text{заг.}} = CP_{c1} + CP_{c2} + \dots + CP_{\text{н.с.}}, \quad (3.4)$$

де  $CP_{c1, c2, \dots, \text{н.с.}}$  – кількість сухих речовин в 1-му, 2-му виді солоду та несолодженій сировині відповідно, кг.

Наступним кроком розрахунків є визначення вмісту екстрактивних речовин у засипі ( $EP$ , кг). Розрахунок проводять для кожної складової засипу окремо за формулою:

$$EP_{c1} = CP_{c1} \times \frac{E}{100}, \quad (3.5)$$

де  $CP_{c1}$  – вміст сухих речовин в 1-му солоді, кг;

$CP_{\text{н.с.}}$  – вміст сухих речовин в несолодженій сировині, кг;

$E$  – екстрактивність солоду (несолодженій сировини), %.

Загальна кількість екстрактивних речовин затору становить:

$$EP_{\text{заг.}} = EP_{c1} + EP_{c2} + \dots + EP_{\text{н.с.}}, \quad (3.6)$$

Частина екстракту зернопродуктів, що використовується при затиранні, втрачається в дробині, тому кількість екстрактивних речовин, що перейдуть у сусло ( $G_e$ , кг), розраховують наступним чином:

$$G_e = EP_{\text{заг.}} \times \left(1 - \frac{B_{\text{т екс.р.}}}{100}\right), \quad (3.7)$$

де  $EP_{\text{заг.}}$  – загальна кількість екстрактивних речовин затору, кг;

$B_{\text{т екс.р.}}$  – втрати екстракту в пивній дробині, %мас до маси зернопродуктів.

Тоді кількість сухих речовин, що залишились в дробині ( $G_{\text{др}}$ , кг), буде становити:

$$G_{\text{др}} = CP_{\text{заг.}} - G_e, \quad (3.8)$$

Початковими даними для розрахунків кількості напівпродуктів є початкова концентрація сусла та об'ємні втрати на кожній стадії виробництва екстракту.

Масу гарячого сусла до упарювання ( $m$ , кг) розраховують за формулою:

$$m = G_e \times \frac{100}{K_{cp}}, \quad (3.9)$$

де  $G_e$  – кількість екстрактивних речовин, що перейшли в сусло, кг;

$K_{cp}$  – концентрація сухих речовин в суслі до упарювання (10...15,0), %.

Об'єм сусла, приведеного до 20 °С ( $V$ , л) та враховуючи його відносну густину буде становити:

$$V = \frac{m}{d}, \quad (3.10)$$

де  $m$  – маса гарячого сусла, кг;

$d$  – густина початкового сусла до упарювання, кг/л.

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива світлого «Guinness»:**

За формулою 1 розрахуємо загальну кількість ферментного препарату на затор:

$$G_{\phi} = 10000 \times 0,09 / 105 = 8,57 \text{ кг}$$

За формулою 2 розрахуємо кількість солоду світлого та ячменю, що надходить на подрібнення, із урахуванням втрат:

$$G_1 = 70 - (70 \times 0,1) = 63 \text{ кг}$$

$$G_{н.с.} = 30 - (30 \times 0,1) = 27 \text{ кг}$$

Розраховуємо за формулою 3 кількість сухих речовин, що надійде у затор:

$$CP_{cl} = 63 \times (1 - 5,6/100) = 59,47 \text{ кг} \text{ – для солоду світлого}$$

$$CP_{н.с.} = 27 \times (1 - 15/100) = 22,95 \text{ кг} \text{ – для ячменю}$$

За формулою 4 знаходимо загальну кількість сухих речовин у сировині:

$$CP_{заг.} = 59,47 + 22,95 = 82,42 \text{ кг}$$

За формулою 5 розраховуємо вміст екстрактивних речовин у засипі:

$$EP_{c1} = 59,47 \times (76/100) = 45,2 \text{ кг} - \text{для солоду світлого}$$

$$EP_{н.с.} = 22,95 \times (75/100) = 17,21 \text{ кг} - \text{для ячменю}$$

За формулою 6 розрахуємо загальну кількість екстрактивних речовин у заторі:

$$EP_{заг.} = 45,2 + 17,21 = 62,41 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що перейдуть у сусло розрахуємо за формулою 7:

$$G_e = 62,41 \times (1 - 1,75/100) = 61,32 \text{ кг}$$

За формулою 8 розрахуємо кількість сухих речовин, що залишилась в дробині:

$$G_{др} = 82,42 - 61,32 = 21,1 \text{ кг}$$

За формулою 9 розрахуємо масу гарячого сусла:

$$m = 61,32 \times (100/12,5) = 490,56 \text{ кг}$$

Об'єм сусла, приведенного до 20 °С розрахуємо за формулою 10:

$$V = 490,56 / 1,05260 = 466,05 \text{ л}$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива темного «Fillou»:**

За формулою 2 розрахуємо кількість солоду світлого, що надходить на подрібнення, із урахуванням втрат:

$$G_1 = 65 - (65 \times 0,1) = 58,5 \text{ кг}$$

За формулою 2 розрахуємо кількість солоду карамельного, що надходить на подрібнення, із урахуванням втрат:

$$G_2 = 25 - (25 \times 0,1) = 22,5 \text{ кг}$$

За формулою 2 розрахуємо кількість солоду темного, що надходить на подрібнення, із урахуванням втрат:

$$G_3 = 10 - (10 \times 0,1) = 9 \text{ кг}$$

Розраховуємо за формулою 3 кількість сухих речовин, що надійде у затор з сировини:

$$CP_{c1}=58,5\times(1-5,6/100) = 55,22 \text{ кг} - \text{для солоду світлого}$$

$$CP_{c2}= 22,5\times(1-5,5/100) = 21,26 \text{ кг} - \text{для карамельного солоду}$$

$$CP_{c3}= 9\times(1-5,5/100) = 8,51 \text{ кг} - \text{для темного солоду}$$

За формулою 4 знаходимо загальну кількість сухих речовин у сировині:

$$CP_{\text{заг.}}=55,22+21,26+8,51 = 84,99 \text{ кг}$$

За формулою 5 розраховуємо вміст екстрактивних речовин у засипі:

$$EP_{c1}= 55,22\times(76/100) = 41,97 \text{ кг} - \text{для солоду світлого}$$

$$EP_{c2}= 21,26\times(70/100)=14,88 \text{ кг} - \text{для карамельного солоду}$$

$$EP_{c3}= 8,51\times(74/100) = 6,3 \text{ кг} - \text{для темного солоду}$$

За формулою 6 розраховуємо загальну кількість екстрактивних речовин у заторі:

$$EP_{\text{заг.}}= 41,97+14,88+6,3 = 63,15 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що перейдуть у сусло розраховуємо за формулою 7:

$$G_e= 63,15\times(1-2,2/100) = 61,76 \text{ кг}$$

За формулою 8 розраховуємо кількість сухих речовин, що залишилась в дробині:

$$G_{\text{др}}= 84,99.-61,76 = 23,23 \text{ кг}$$

За формулою 9 розраховуємо масу гарячого сусла:

$$m=61,76\times(100/15)= 411,73 \text{ кг}$$

Об'єм сусла, приведенного до 20 °С розраховуємо за формулою 10:

$$V= 411,73/1,06115 = 388 \text{ л}$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива темного «Смарагд»:**

За формулою 2 розраховуємо кількість солоду світлого, що надходить на подрібнення, із урахуванням втрат:

$$G_1= 100-(100\times0,1) = 90,0 \text{ кг}$$

Розраховуємо за формулою 3 кількість сухих речовин, що надійде у затоп з сировини:

$$CP_c = 90 \times (1 - 5,6/100) = 84,96 \text{ кг} - \text{для солоду світлого}$$

За формулою 4 знаходимо загальну кількість сухих речовин у сировині:

$$CP_{\text{заг.}} = 84,96 = 84,96 \text{ кг}$$

За формулою 5 розраховуємо вміст екстрактивних речовин у засипі:

$$EP_c = 84,96 \times (76/100) = 64,57 \text{ кг} - \text{для солоду світлого}$$

За формулою 6 розраховуємо загальну кількість екстрактивних речовин у затопі:

$$EP_{\text{заг.}} = 64,57 = 64,57 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що перейдуть у сусло розраховуємо за формулою 7:

$$G_c = 64,57 \times (1 - 2,2/100) = 63,15 \text{ кг}$$

За формулою 8 розраховуємо кількість сухих речовин, що залишилась в дробині:

$$G_{\text{др}} = 84,96 - 63,15 = 21,81 \text{ кг}$$

За формулою 9 розраховуємо масу гарячого сусла:

$$m = 63,15 \times (100/10,3) = 613,11 \text{ кг}$$

Об'єм сусла, приведенного до 20 °С розраховуємо за формулою 10:

$$V = 613,11/1,04840 = 642,78 \text{ л}$$

### 3.3 Розрахунок напівфабрикатів та відходів виробництва

Об'єм сусла із врахуванням його розширення ( $V_1$ , л) буде становити:

$$V_1 = V \times 1,04, \quad (3.11)$$

При розрахунку холодного сусла враховують втрати сусла в хмельовій дробині, відстої при сепарації, стиску, на замочування трубопроводів. Об'єм холодного сусла ( $V_2$ , л) розраховують так:

$$V_2 = V \times \left( 1 - \frac{B_{\text{т хм др, шл}}}{100} \right), \quad (3.12)$$

де  $V$  – об'єм сусла, приведеного до 20 °С, л;

$V_{\text{тхм.др,шл.}}$  – втрати у хмельовій дробині, шламі, при сепаруванні, стискуванні, змочуванні трубопроводів, %.

Розраховуючи об'єм молодого (зеленого) пива ( $V_3$ , л), беруть до уваги втрати у бродильному відділенні. Розрахунок ведуть за формулою:

$$V_3 = V_2 \times (1 - V_{\text{тбр.}} / 100), \quad (3.13)$$

де  $V_2$  – об'єм холодного сусла, л;

$V_{\text{тбр.}}$  – втрати у бродильному цеху, %

Кількість фільтрованого пива ( $V_4$ , л) розраховують за формулою:

$$V_4 = V_3 \times (1 - V_{\text{тф.}} / 100), \quad (3.14)$$

де  $V_3$  – об'єм молодого (зеленого) пива, л;

$V_{\text{тф.}}$  – втрати на доброджування і фільтрування, %

При розрахунку товарного пива слід врахувати втрати при розливі. Середньозважені втрати при розливі пива ( $V_{\text{тс.зв.р.}}$ , %) розраховують так:

$$V_{\text{тс.зв.р.}} = A \times (V_{\text{тр.пл.}} / 100) + B \times (V_{\text{тр.діж.}} / 100) + V \times (V_{\text{тр.п.}} / 100), \quad (3.15)$$

де  $A$  – кількість пива, що розливається у пляшки, %;

$B$  – кількість пива, що розливається у діжки, %;

$V$  – кількість пива, що розливається у пивовози, %;

$V_{\text{тр.пл.}}$  – втрати при розливі у пляшки, %;

$V_{\text{тр.діж.}}$  – втрати при розливі у діжки, %;

$V_{\text{тр.п.}}$  – втрати при розливі у пивовози, %.

Із урахуванням середньозважених втрат кількість товарного пива ( $V_{\text{т.п.}}$ , л) буде складати:

$$V_{\text{т.п.}} = V_4 \times (1 - V_{\text{тс.зв.р.}} / 100), \quad (3.16)$$

де  $V_4$  – кількість фільтрованого пива, л;

$V_{\text{тс.зв.р.}}$  – середньозважені втрати при розливі пива, %.

Сумарні втрати по рідкій фазі ( $V_{\text{трід.ф.}}$ , л) визначаються наступним чином:

$$V_{\text{трід.ф.}} = V_1 - V_{\text{т.п.}}, \quad (3.17)$$

де  $V_1$  – об’єм гарячого сусла із врахуванням його розширення, л;

$V_{т.п}$  – кількість товарного пива, л.

Відсоткове відношення сумарних втрат по рідкій фазі ( $V_{трід.ф}$ , %) розраховується так:

$$V_{трід.ф} = V_{трід.ф} \times (100/V_1), \quad (3.18)$$

де  $V_{трід.ф}$  – сумарні втрати по рідкій фазі, л;

$V_1$  – об’єм гарячого сусла із врахуванням його розширення, л.

Витрати хмелю ( $G_{хм.}$ , кг) для кожного сорту пива будуть розраховуватися наступним чином:

$$G_{хм.} = V_{т.п} \times (Вит_{хм.}/1000)/10, \quad (3.19)$$

де  $V_{т.п}$  – кількість товарного пива, л;

$Вит_{хм.}$  – витрати хмелю на 1 дал пива, г.

Розрахунок кількості хмелю на річну продуктивність заводу буде мати вигляд:

$$G'_{хм.} = V'_{т.п} \times (Вит_{хм.}/1000)/10, \quad (3.20)$$

Витрати екстракту хвої ( $G_{ек.хв.}$ , кг) для кожного сорту пива будуть розраховуватися наступним чином:

$$G_{ек.хв.} = V_{т.п} \times (Вит_{ек.хв.}/1000)/10, \quad (3.21)$$

де  $V_{т.п}$  – кількість товарного пива, л;

$Вит_{ек.хв.}$  – витрати екстракту хвої на 1 дал пива, г.

Розрахунок кількості екстракту хвої на річну продуктивність заводу буде мати вигляд:

$$G'_{ек.хв.} = V'_{т.п} \times (Вит_{ек.хв.}/1000)/10, \quad (3.22)$$

Молочна кислота використовується для підкислення затору з розрахунку 0,08 кг 100%-вої кислоти на 100 кг зернової сировини, або 0,2 кг 40 %-вої молочної кислоти до маси зернової сировини. Визначення кількості дріжджів.

При класичній періодичній схемі бродіння вихід дріжджів на 10 дал зброджуваного сусла складає 1,5 дм<sup>3</sup>, із них 0,5 дм<sup>3</sup> – використовуються як

засівні дріжджі, 1,0 дм<sup>3</sup> – як товарні. При виробництві пива в ЦКБА з 10 дал сусла вихід дріжджів дорівнює 2,8 дм<sup>3</sup>, із них – 0,8 дм<sup>3</sup> – засівні, 2,0 дм<sup>3</sup> – надлишкові.

Розрахунок кількості засівних (товарних) дріжджів ( $V_{т.др.}$ , дм<sup>3</sup>/рік) проводять наступним чином:

$$V_{т.др.} = \Sigma V_2 \times (N_{др.} / 10), \quad (3.23)$$

де  $\Sigma V_2$  – сумарний річний об'єм холодного сусла за всіма сортами пива, що випускаються на проєктованому підприємстві, дал;

$N_{др.}$  – нормативний вихід засівних (товарних) дріжджів з 10 дал сусла, дм<sup>3</sup>.

Кількість утвореної пивної дробини ( $M_{др.}$ , кг) розраховують за наступною формулою:

$$M_{др.} = G_{др.} \times K, \quad (3.24)$$

де  $G_{др.}$  – кількість сухих речовин, що залишилися в дробині, кг;

$K$  – коефіцієнт перерахунку ( $K = 100 / 100 - W$ , де  $W$  – вологість дробини).

На пивоварному заводі після варки сусла з хмелем отримують хмельову дробину. Кількість безводної дробини становить 60 % від маси витраченого хмелю. Кількість вологої дробини отримують в 6,67 разів більше ( $100 / 100 - W$ , де  $W$  – вологість хмельової дробини). Таким чином, на кожен 1 дал пива отримують вологої дробини ( $M_{хм.др.}$ , кг) в кількості:

$$M_{хм.др.} = G_{хм.} \times 0,6 \times 6,67, \quad (3.25)$$

Незалежно від сорту пива на 100 кг витрачених зернопродуктів (за рецептурою) отримують 1,75 кг шламу сепараторного вологістю 80%. Тобто, розрахунок проводиться лише на задану річну продуктивність заводу, для чого складають відповідну пропорцію:

100 кг зернопродуктів – 1,75 кг шламу

А кг зернопродуктів – Х кг шламу

де А – кількість зернопродуктів, що необхідна для забезпечення річної продуктивності заводу, кг.

Для розрахунку двоокису вуглецю першим ділом необхідно перевести об'єм холодного сусла у масове вираження:

$$M_{x.c.} = V_2 \times d, \quad (3.26)$$

де  $V_2$  – об'єм холодного сусла, л;

$d$  – густина сусла, кг/л

Розрахунок річної кількості двоокису вуглецю для заданої потужності заводу розраховують аналогічно, але для розрахунку беруть об'єм холодного сусла, що відповідає заданій потужності ( $V'_2$ ). При цьому можна розрахувати кількість екстрактивних речовин, що містяться в суслі ( $EP_{x.c.}$ , кг):

$$EP_{x.c.} = M_{x.c.} \times K_c / 100, \quad (3.27)$$

де  $M_{x.c.}$  – маса холодного сусла, кг;

$K_c$  – концентрація сусла для кожного сорту пива, %

Кількість екстрактивних речовин, що збродить ( $M_{e.p-n}$ , кг), розраховують за формулою:

$$M_{e.p-n} = EP_{x.c.} \times (CT_{36} / 100), \quad (3.28)$$

де  $EP_{x.c.}$  – кількість екстрактивних речовин, що містяться в суслі, кг;

$CT_{36}$  – ступінь збродження, %

Кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння ( $K_{CO_2}$ , кг) розраховують за формулою:

$$K_{CO_2} = M_{e.p-n} \times 44 \times 4 / 342, \quad (3.29)$$

де  $M_{e.p-n}$  – кількість екстрактивних речовин, що збродить, кг;

342 і 44 – відповідно молекулярна маса мальтози і вуглекислого газу;

4 – стехіометричний коефіцієнт при  $CO_2$ .

Кількість зв'язаної вуглекислоти ( $K_{зв.CO_2}$ , кг) буде становити:

$$K_{зв.CO_2} = M_{x.c.} \times (CO_{2п} / 100), \quad (3.30)$$

де  $M_{x.c.}$  – маса холодного сусла, кг;

$CO_{2п}$  – вміст вуглекислоти в пиві, % мас.

Таким чином, можна розрахувати кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу ( $K_{CO2атм}$ , кг):

$$K_{CO2атм} = K_{CO2} - K_{зв.CO2}, \quad (3.31)$$

де  $K_{CO2}$  – кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння, кг;

$K_{зв.CO2}$  – кількість зв'язаної вуглекислоти, кг.

Маса 1 м<sup>3</sup> вуглекислого газу при 20 °С і тиску 0,4 МПа дорівнює 1,832 кг, тоді об'єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу ( $V_{CO2атм}$ , м<sup>3</sup>) буде:

$$V_{CO2атм} = K_{CO2атм} / 1,832, \quad (3.32)$$

де  $K_{CO2атм}$  – кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу, кг.

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива ( $M_{CO2}$ , г/дал) буде:

$$M_{CO2} = K_{CO2 атм} \times 1000 / V_{т.п.} \div 10, \quad (3.33)$$

де 1000 – коефіцієнт перерахунку в г;

10 – коефіцієнт перерахунку в дал.

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива світлого «Guinness»:**

Об'єм суслу із урахуванням його розширення розраховується за формулою 11:

$$V_1 = 466,05 \times 1,04 = 484,69 \text{ л}$$

Об'єм холодного суслу розраховують так 12:

$$V_2 = 466,05 \times (1 - 5,8/100) = 439,02 \text{ л}$$

Об'єм молодого (зеленого) пива розраховують за формулою 13:

$$V_3 = 439,02 \times (1 - 2,5/100) = 428,04 \text{ л}$$

Кількість фільтрованого пива обчислюють за формулою 14:

$$V_4 = 428,04 \times (1 - 2,3/100) = 418,2 \text{ л}$$

Середньозважені втрати при розливі пива розраховують за формулою 15:

$$В_{т.с.зв.р} = 90 \times (2,5/100) + 10 \times (0,5/100) = 2,3 \%$$

Із урахуванням середньозважених втрат кількість товарного пива розраховують за формулою 16:

$$V_{т.п} = 418,2 \times (1 - 2,3 / 100) = 408,58 \text{ л}$$

Сумарні втрати по рідкій фазі визначаються за формулою 17:

$$В_{т.рід.ф} = 484,69 - 408,58 = 76,11 \text{ л}$$

За формулою 18 розраховуємо відсоткове відношення сумарних втрат по рідкій фазі:

$$В_{т.рід.ф} = 76,11 \times (100 / 484,69) = 15,7 \%$$

Витрати хмелю для кожного сорту пива будуть за формулою 19:

$$G_{хм} = 408,58 \times (22 / 1000) / 10 = 0,9 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості хмелю на річну продуктивність заводу буде мати вигляд формули 20:

$$G'_{хм} = 61287000 \times (22 / 1000) / 10 = 134831,4 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості засівних (товарних) дріжджів буде мати вигляд формули 23:

$$V_{т.др} = 1605000 \times (0,8 / 10) = 128400 \text{ дм}^3 / \text{рік}$$

Кількість утвореної пивної дробини розраховують за формулою 24:

$$M_{др} = 21,1 \times 7,14 = 150,65 \text{ кг}$$

Кількість вологої дробини на кожен 1 дал пива розраховують за формулою 25:

$$M_{хм.др} = 0,9 \times 0,6 \times 6,67 = 3,6 \text{ кг}$$

Шламу сепараторного розраховують:

$$X = 3300000 \times 1,75 / 100 = 57750 \text{ кг}$$

За формулою 26 розраховують об'єм холодного сусла у масове вираження:

$$M_{х.с.} = 439,02 \times 1,05260 = 462,11 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості екстрактивних речовин, що містяться в суслі проведемо за формулою 27:

$$EP_{x.c.} = 462,11 \times 12,5 / 100 = 57,76 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що збродить розраховують за формулою 28:

$$M_{e.p-n} = 57,76 \times (47,5 / 100) = 27,44 \text{ кг}$$

Кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння розраховують за формулою 29:

$$K_{CO_2} = 27,44 \times 44 \times 4 / 342 = 14,12 \text{ кг}$$

Кількість зв'язаної вуглекислоти розраховують за формулою 30:

$$K_{зв.CO_2} = 462,11 \times (0,35 / 100) = 1,62 \text{ кг}$$

Можна розрахувати кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу за формулою 31:

$$K_{CO_2 \text{ атм}} = 14,12 - 1,62 = 12,5 \text{ кг}$$

Об'єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу буде розраховуватись за формулою 32:

$$V_{CO_2 \text{ атм}} = 12,5 / 1,832 = 6,82 \text{ м}^3$$

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива буде розраховуватись за формулою 33:

$$M_{CO_2} = 12,5 \times 1000 / 408,58 \div 10 = 305,94 \text{ г/дал}$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива темного «Fillou»:**

Об'єм сусла із урахуванням його розширення розраховується за формулою 11:

$$V_1 = 388 \times 1,04 = 403,52 \text{ л}$$

Об'єм холодного сусла розраховують так 12:

$$V_2 = 388 \times (1 - 5,5 / 100) = 366,66 \text{ л}$$

Об'єм молодого (зеленого) пива розраховують за формулою 13:

$$V_3 = 366,66 \times (1 - 2,2 / 100) = 358,59 \text{ л}$$

Кількість фільтрованого пива розраховують за формулою 14:

$$V_4 = 358,59 \times (1 - 2,4/100) = 349,98 \text{ л}$$

Середньозважені втрати при розливі пива розраховують за формулою 15:

$$В_{т.с.зв.р} = 85 \times (2,5/100) + 15 \times (0,5/100) = 2,21 \%$$

Із урахуванням середньозважених втрат кількість товарного пива розраховують за формулою 16:

$$V_{т.п} = 349,98 \times (1 - 2,21/100) = 342,25 \text{ л}$$

Сумарні втрати по рідкій фазі визначаються за формулою 17:

$$В_{трід.ф} = 403,52 - 342,25 = 61,27 \text{ л}$$

За формулою 18 розраховуємо відсоткове відношення сумарних втрат по рідкій фазі:

$$В_{трід.ф} = 61,27 \times (100/403,52) = 15,18 \%$$

Витрати хмелю для кожного сорту пива розраховують за формулою 19:

$$G_{хм} = 342,25 \times (20/1000) / 10 = 0,68 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості хмелю на річну продуктивність заводу буде мати вигляд формули 20:

$$G'_{хм} = 85562500 \times (20/1000) / 10 = 171125 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості засівних (товарних) дріжджів буде мати вигляд формули 23:

$$V_{т.др} = 2675000 \times (0,8/10) = 214000 \text{ дм}^3/\text{рік}$$

Кількість утвореної пивної дробини розраховують за формулою 24:

$$M_{др} = 23,23 \times 7,14 = 165,86 \text{ кг}$$

Кількість вологої дробини на кожен 1 дал пива розраховують за формулою 25:

$$M_{хм.др} = 0,68 \times 0,6 \times 6,67 = 2,72 \text{ кг}$$

Шлам сепараторний розраховують:

$$X = 6575000 \times 1,75/100 = 115062,5 \text{ кг}$$

За формулою 26 знаходять об'єм холодного сусла у масове вираження:

$$M_{х.с.} = 366,66 \times 1,06115 = 389,08 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості екстрактивних речовин, що містяться в суслі проведемо за формулою 27:

$$E_{p.c.} = 389,08 \times 15 / 100 = 58,36 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що збродить розраховують за формулою 28:

$$M_{e.p-n} = 58,36 \times (51 / 100) = 29,76 \text{ кг}$$

Кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння розраховують за формулою 29:

$$K_{CO_2} = 29,76 \times 44 \times 4 / 342 = 15,32 \text{ кг}$$

Кількість зв'язаної вуглекислоти розраховують за формулою 30:

$$K_{зв.CO_2} = 389,08 \times (0,3 / 100) = 1,17 \text{ кг}$$

Можна розрахувати кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу за формулою 31:

$$K_{CO_2atm} = 15,32 - 1,17 = 14,15 \text{ кг}$$

Об'єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу буде розраховуватись за формулою 32:

$$V_{CO_2at} = 14,15 / 1,832 = 7,72 \text{ м}^3$$

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива буде розраховуватись за формулою 32:

$$M_{CO_2} = 14,15 \times 1000 / 342,25 \div 10 = 413,44 \text{ г/дал}$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива темного «Смарагд»:**

Об'єм сусла із урахуванням його розширення розраховується за формулою 11:

$$V_1 = 642,78 \times 1,04 = 668,49 \text{ л}$$

Об'єм холодного сусла розраховують так 12:

$$V_2 = 642,78 \times (1 - 2,1 / 100) = 629,28 \text{ л}$$

Об'єм молодого (зеленого) пива розраховують за формулою 13:

$$V_3 = 629,28 \times (1 - 2,2/100) = 615,44 \text{ л}$$

Кількість фільтрованого пива розраховують за формулою 14:

$$V_4 = 615,44 \times (1 - 2,4/100) = 600,67 \text{ л}$$

Середньозважені втрати при розливі пива розраховують за формулою 15:

$$В_{т.зв.р} = 65 \times (2,5/100) + 35 \times (0,5/100) = 1,8 \%$$

Із урахуванням середньозважених втрат кількість товарного пива розраховують за формулою 16:

$$V_{т.п} = 600,67 \times (1 - 1,8/100) = 589,86 \text{ л}$$

Сумарні втрати по рідкій фазі визначаються за формулою 17:

$$В_{т.рід.ф} = 668,49 - 589,86 = 78,63 \text{ л}$$

За формулою 18 розраховуємо відсоткове відношення сумарних втрат по рідкій фазі:

$$В_{т.рід.ф} = 78,63 \times (100/668,49) = 11,76 \%$$

Витрати хмелю для кожного сорту пива розраховують за формулою 19:

$$G_{хм} = 589,86 \times (15/1000)/10 = 0,88 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості хмелю на річну продуктивність заводу буде мати вигляд формули 20:

$$G'_{хм} = 58986000 \times (15/1000)/10 = 88479 \text{ кг}$$

Витрати водного екстракту хвої для кожного сорту пива розраховують за формулою 21:

$$G_{ек.хв} = 589,86 \times (27/1000)/10 = 1,59 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості екстракту хвої на річну продуктивність заводу буде мати вигляд формули 22:

$$G'_{ек.хв} = 58986000 \times (27/1000)/10 = 159262,2 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості засівних (товарних) дріжджів буде мати вигляд формули 23:

$$V_{т.др} = 1070000 \times (0,75/10) = 80250 \text{ дм}^3/\text{рік}$$

Кількість утвореної пивної дробини розраховують за формулою 24:

$$M_{\text{др}} = 21,81 \times 7,14 = 155,72 \text{ кг}$$

Кількість вологої дробини на кожен 1 дал пива розраховують за формулою 25:

$$M_{\text{хм.др}} = 0,88 \times 0,6 \times 6,67 = 3,52 \text{ кг}$$

Шлам сепараторний розраховують:

$$X = 1530000 \times 1,75 / 100 = 26775 \text{ кг}$$

За формулою 26 знаходять об'єм холодного сусла у масове вираження:

$$M_{\text{х.с.}} = 629,28 \times 1,04840 = 659,74 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості екстрактивних речовин, що містяться в суслі проведемо за формулою 27:

$$E_{\text{х.с.}} = 659,74 \times 10,3 / 100 = 67,95 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що збродить розраховують за формулою 28:

$$M_{\text{е.р-н}} = 67,95 \times (55 / 100) = 37,37 \text{ кг}$$

Кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння розраховують за формулою 29:

$$K_{\text{CO}_2} = 37,37 \times 44 \times 4 / 342 = 19,23 \text{ кг}$$

Кількість зв'язаної вуглекислоти розраховують за формулою 30:

$$K_{\text{зв.CO}_2} = 659,74 \times (0,3 / 100) = 1,98 \text{ кг}$$

Можна розрахувати кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу за формулою 31:

$$K_{\text{CO}_2\text{атм}} = 19,23 - 1,98 = 17,25 \text{ кг}$$

Об'єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу буде розраховуватись за формулою 32:

$$V_{\text{CO}_2\text{ат}} = 17,25 / 1,832 = 9,42 \text{ м}^3$$

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива буде розраховуватись за формулою 33:

$$M_{\text{CO}_2} = 17,25 \times 1000 / 589,86 \div 10 = 292,44 \text{ г/дал}$$

Отримані результати представимо у вигляді табл. 3.3

Таблиця 3.3

**Зведені дані розрахунку продуктів для виробництва пива**

| Сировина                     | Необхідна кількість сировини |               |                                  |
|------------------------------|------------------------------|---------------|----------------------------------|
|                              | На 100 кг зернової сировини  | На 1 дал пива | На річну потужність підприємства |
| 1                            | 2                            | 3             | 4                                |
| Пиво «Guinness» світле       |                              |               |                                  |
| <b>Зернова сировина, кг:</b> |                              |               |                                  |
| Солод світлий                | 63,0                         | 1,54          | 2310000                          |
| Ячмінь                       | 27,0                         | 0,66          | 990000                           |
| Разом, кг                    | 90,0                         | 2,2           | 3300000                          |
| <b>Напівпродукти, л:</b>     |                              |               |                                  |
| Гаряче сусло                 | 466,05                       | 1,14          | 1710000                          |
| Холодне сусло                | 439,02                       | 1,07          | 1605000                          |
| Молоде пиво                  | 428,04                       | 1,05          | 1575000                          |
| Фільтроване пиво             | 418,2                        | 1,02          | 1530000                          |
| <b>Відходи:</b>              |                              |               |                                  |
| Пивна дробина, кг            | 150,65                       | 3,69          | 5535000                          |
| Хмельова дробина, кг         | 3,6                          | 0,09          | 135000                           |
| Шлам, кг                     | 1,75                         | 0,04          | 60000                            |
| Вуглекислий газ, кг          | 14,12                        | 0,35          | 525000                           |
| Пиво «Fillou» темне          |                              |               |                                  |
| <b>Зернова сировина, кг:</b> |                              |               |                                  |
| Солод світлий                | 58,5                         | 1,71          | 4275000                          |
| Солод карамельний            | 22,5                         | 0,66          | 1650000                          |
| Солод темний                 | 9,0                          | 0,26          | 650000                           |
| Разом, кг                    | 90,0                         | 2,63          | 6575000                          |
| <b>Напівпродукти, л:</b>     |                              |               |                                  |
| Гаряче сусло                 | 388,0                        | 1,13          | 2825000                          |
| Холодне сусло                | 366,66                       | 1,07          | 2675000                          |
| Молоде пиво                  | 358,59                       | 1,04          | 2600000                          |
| Фільтроване пиво             | 349,98                       | 1,02          | 2550000                          |
| <b>Відходи:</b>              |                              |               |                                  |
| Пивна дробина, кг            | 165,86                       | 4,85          | 12125000                         |
| Хмельова дробина, кг         | 2,72                         | 0,08          | 6800000                          |

Продовження табл. 3.3

| 1                            | 2      | 3    | 4        |
|------------------------------|--------|------|----------|
| Шлам, кг                     | 1,75   | 0,05 | 115062,5 |
| Вуглекислий газ, кг          | 15,32  | 0,45 | 1125000  |
| Пиво «Смарагд» світле        |        |      |          |
| <b>Зернова сировина, кг:</b> |        |      |          |
| Солод світлий                | 90,0   | 1,53 | 1530000  |
| Разом, кг                    | 90,0   | 1,53 | 1530000  |
| <b>Напівпродукти, л:</b>     |        |      |          |
| Гаряче сусло                 | 642,78 | 1,09 | 1090000  |
| Холодне сусло                | 629,28 | 1,07 | 1070000  |
| Молоде пиво                  | 615,44 | 1,04 | 1040000  |
| Фільтроване пиво             | 600,67 | 1,02 | 1020000  |
| <b>Відходи:</b>              |        |      |          |
| Пивна дробина, кг            | 155,72 | 2,64 | 2640000  |
| Хмельова дробина, кг         | 3,52   | 0,06 | 60000    |
| Шлам, кг                     | 1,75   | 0,03 | 26775    |
| Вуглекислий газ, кг          | 19,23  | 0,33 | 3300000  |

## РОЗДІЛ 4

### РОЗРАХУНОК ТАРИ, ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в скляні пляшки 0,5 дм<sup>3</sup>, ( $\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл.}}$ , дал), розраховують за формулою:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл.}} = (V'_{4\text{п1}} \times n_{\text{ск.пл1}} + V'_{4\text{п2}} \times n_{\text{ск.пл2}} + \dots + V'_{4\text{пн}} \times n_{\text{ск.пл.н}}) / 1000, \quad (4.1)$$

де  $V'_{4\text{п1}} \dots V'_{4\text{пн}}$  – кількість фільтрованого пива кожного сорту на річну потужність заводу, л;

$n_{\text{ск.пл1}} \dots n_{\text{ск.пл.н}}$  – частка кожного сорту пива, що розливається в скляні пляшки;

1000 – перерахунок л в дал.

Річна кількість пляшок, що необхідні для розливу фільтрованого пива без урахування втрат ( $K_0$ , млн. шт), розраховується наступним чином:

$$K_0 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл.}} \times 20) / 1000000, \quad (4.2)$$

де  $\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл.}}$  – сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, дал;

20 – перерахунок 1 дал пива на пляшки місткістю 0,5 дм<sup>3</sup>.

Річну кількість пляшок із урахуванням втрат ( $K_1$ , млн.шт) розраховують так:

$$K_1 = (K_0 \times 100) / (100 - \Sigma \text{Пр}), \quad (4.3)$$

де  $\Sigma \text{Пр}$  – сумарний бій пляшок при зберіганні, митті, розливі, %: приймаємо втрати в скляному посуді (%)  $0,06 + 0,45 = 0,51$ ; в цеху розливу  $2,0$  в складі готової продукції  $0,09 + 0,03 + 0,15 = 0,27$ ;  $\Sigma \text{Пр} = 2,78\%$

Кількість пляшок, що необхідна для заміщення бою ( $K_2$ , млн. шт) становить:

$$K_2 = K_1 - K_0, \quad (4.4)$$

Кількість нових пляшок ( $K_3$ , млн. шт):

$$K_3 = K_0 \times (5/100) + K_2, \quad (4.5)$$

де 5 – кількість пляшок, що не повертається з торгової мережі, %.

Кількість зворотних пляшок ( $K_4$ , млн. шт) розраховують так:

$$K_4 = K_0 / 40, \quad (4.6)$$

де  $K_0$  – річна кількість пляшок, що необхідна для розливу фільтрованого пива без урахування втрат, млн. шт.;

40 – кількість обертів пляшок в рік.

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в ПЕТ-пляшки 1,5 дм<sup>3</sup>, ( $\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}}$ , дал), розраховують за формулою:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} = (V'_{4\text{п1}} \times n_{\text{ПЕТ1}} + V'_{4\text{п2}} \times n_{\text{ПЕТ2}} + \dots + V'_{4\text{пн}} \times n_{\text{ПЕТн}}) / 1000, \quad (4.7)$$

де  $V'_{4\text{п1}} \dots V'_{4\text{пн}}$  – кількість фільтрованого пива кожного сорту на річну потужність заводу, л;

$n_{\text{ПЕТ1}} \dots n_{\text{ПЕТн}}$  – частка кожного сорту пива, що розливається в ПЕТ-пляшки;

1000 – перерахунок л в дал.

Річну кількість преформ для ПЕТ-пляшок, що необхідна для розливу пива без урахування втрат ( $K_5$ , млн.шт.), розраховують наступним чином:

$$K_5 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} / 0,15) / 1000000, \quad (4.8)$$

де 0,15 – місткість 1 ПЕТ-пляшки, дал.

Річна кількість преформ для ПЕТ-пляшок із урахуванням втрат ( $K_6$ , млн.шт.) складе:

$$K_6 = (K_5 \times 100) / (100 - 0,1), \quad (4.9)$$

де 0,1 – втрати преформ і пляшок, % (приймаються в ході проведення контрольної зміни на підприємстві або умовно).

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в кеги 1,5 дм<sup>3</sup>, ( $\Sigma V_{\text{ф.п.к}}$ , дал), розраховують за формулою:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.к}} = (V'_{4\text{к1}} \times n_{\text{к1}} + V'_{4\text{к2}} \times n_{\text{к2}} + \dots + V'_{4\text{кн}} \times n_{\text{кн}}) / 1000, \quad (4.10)$$

де  $V'_{4п1} \dots V'_{4пн}$  – кількість фільтрованого пива кожного сорту на річну потужність заводу, л;

$n_{к1} \dots n_{кн}$  – частка кожного сорту пива, що розливається в кеги;

1000 – перерахунок л в дал.

Кількість кег для розливу річної кількості пива ( $K_7$ , шт) розраховують таким чином:

$$K_7 = \Sigma V_{ф.п.к} / V_{к}, \quad (4.11)$$

де  $V_{к}$  – місткість 1-ї кеги, дал (зазвичай приймають 5 дал, якщо інше не вказано у завданні).

Додаткова кількість нових кег ( $K_8$ , шт) виходячи із того, що лише 90% їх є обертовими, розраховується наступним чином:

$$K_8 = K_7 \times (100 - 90) / 100, \quad (4.12)$$

Кількість зворотніх кег ( $K_9$ , шт) при умові 40 обертів кожної кеги в рік, розраховують за формулою:

$$K_9 = K_8 / 40, \quad (4.13)$$

Кількість ящиків для скляних пляшок, що використовуються з метою укладання всієї продукції з урахуванням 2% зносу ( $K_{10}$ , млн.шт.), розраховують наступним чином:

$$K_{10} = K_1 / 20 \times (100 - 0,02), \quad (4.14)$$

де  $K_1$  – річна кількість пляшок із урахуванням втрат, млн. шт.;

20 – кількість пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> у стандартних ящиках, шт.

Кількість нових ящиків ( $K_{11}$ , млн. шт.) з урахуванням того, що 90% ящиків є зворотними, розраховують так:

$$K_{11} = K_{10} \times (100 - 90) / 100, \quad (4.15)$$

Кількість зворотних ящиків ( $K_{12}$ , млн. шт.) буде становити:

$$K_{12} = K_1 / 20 \times 40, \quad (4.16)$$

де 20 – кількість пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> у стандартних ящиках, шт.;

40 – число обертів ящика в рік.

Кількість кронен пробок ( $K_{13\text{ск.п.}}$ , млн. шт.) і етикеток ( $K_{14\text{ск.п.}}$ , млн.шт.) на річний випуск пляшкової продукції складе:

$$K_{13\text{ск.п.}} = K_0 \times 1,045, \quad (4.17)$$

де 1,045 – витрати кронен пробок на 1 дал напоїв від кількості готової продукції, частка.

$$K_{14\text{ск.п.}} = K_0 \times 1,03, \quad (4.18)$$

де 1,03 – витрати етикеток на 1 дал напоїв від кількості готової продукції, частка

Кількість гвинтових пробок для укупорювання ПЕТ-пляшок та етикеток для них ( $K_{13\text{ПЕТ}}$  і  $K_{14\text{ПЕТ}}$  відповідно), розраховують аналогічно тому, як це роблять для скляних пляшок, лише враховуючи кількість преформ, що використовується для розливу пива.

Кількість етикеток для кег ( $K_{14\text{к.}}$ , млн. шт.), визначають наступним чином:

$$K_{14\text{к.}} = \Sigma V_{\text{ф.п.к.}} \times 2/10, \quad (4.19)$$

Сумарну кількість етикеток на пляшкову (скло і ПЕТ) та кетову продукцію буде становити:

$$\Sigma K_{14} = K_{14\text{ск.п.}} + K_{14\text{ПЕТ}} + K_{14\text{к.}}, \text{ млн. шт.}, \quad (4.20)$$

Кількість клею декстрину на річний випуск продукції в скляних пляшках ( $K_{15\text{ск.п.}}$ , кг) визначають за формулою:

$$K_{15\text{ск.п.}} = K_0 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3, \quad (4.21)$$

де 0,275 – кількість декстрину в кг, що необхідна для поклейки 1000 пляшок по 0,5 дм<sup>3</sup>.

Кількість клею на річний випуск пива в ПЕТ-пляшках ( $K_{15\text{ПЕТ}}$ , кг) буде розраховуватись аналогічно тому, як це записано для скляних пляшок, лише із урахуванням ПЕТ-преформ.

Кількість клею на річний випуск пива, що розливається в кеги ( $K_{15\text{к.}}$ , кг) буде:

$$K_{15\text{к.}} = \Sigma V_{\text{ф.п.к.}} \times 2 \times 0,275 / (10 \times 1000), \quad (4.22)$$

Сумарні витрати клею на річний випуск продукції складуть:

$$\Sigma K_{15} = K_{15\text{ск.п.}} + K_{15\text{ПЕТ}} + K_{15\text{к}}, \quad (4.23)$$

Кількість лугу на річний випуск пляшкової продукції ( $K_{16\text{ск.п.}}$ , кг) розраховується:

$$K_{16\text{ск.п.}} = K_1 \times 1000 \dots 1100, \quad (4.24)$$

де 1000...1100 – середні витрати лугу на 1 млн пляшкової продукції, кг.

Кількість лугу на річний випуск продукції в кегах ( $K_{16\text{к}}$ , кг) розраховується так:

$$K_{16\text{к}} = K_7 \times 0,10 \dots 0,11, \quad (4.25)$$

де 0,10...0,11 – середні витрати лугу на 1 кегу місткістю 5 дал, кг.

Сумарна річна кількість лугу, що необхідна для миття пляшкової та кегової тари буде:

$$\Sigma K_{16} = K_{16\text{ск.п.}} + K_{16\text{к}}, \quad (4.26)$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива світлого «Guinness»:**

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива, що розливають у скляні пляшки розраховують за формулою 1:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} = 1530000 \times 0,6 = 918000 \text{ дал}$$

Річна кількість пляшок, що необхідні для розливу фільтрованого пива без урахування втрат розраховується наступним чином 2:

$$K_0 = (918000 \times 20) / 1000000 = 18,36 \text{ млн. шт.}$$

Річну кількість пляшок із урахуванням втрат знаходять за формулою 3:

$$K_1 = (18,36 \times 100) / (100 - 2,78) = 18,89 \text{ млн. шт.}$$

Кількість пляшок, що необхідна для заміщення бою розраховують 4:

$$K_2 = 18,89 - 18,36 = 0,53 \text{ млн. шт.}$$

Кількість нових пляшок розраховують за формулою 5:

$$K_3 = 18,36 \times (5/100) + 0,53 = 1,45 \text{ млн. шт.}$$

Кількість зворотних пляшок ( $K_4$ , млн. шт.) розраховують за формулою 6:

$$K_4 = 18,36/40 = 0,46 \text{ млн. шт.}$$

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в ПЕТ-пляшки обчислюють за формулою 7:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} = 1530000 \times 0,3 = 459000 \text{ дал}$$

Річну кількість преформ для ПЕТ-пляшок, що необхідна для розливу пива без урахування втрат ( $K_5$ , млн. шт.), знаходять за формулою 8:

$$K_5 = (459000/0,1)/1000000 = 4,59 \text{ млн. шт.}$$

Річна кількість преформ для ПЕТ-пляшок із урахуванням втрат розраховують за формулою 9:

$$K_6 = (4,59 \times 100)/(100 - 0,1) = 4,58 \text{ млн. шт.}$$

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в кеги знаходять за формулою 10:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.к}} = 1530000 \times 0,1 = 153000 \text{ дал}$$

Кількість кег для розливу річної кількості пива розраховують за формулою 11:

$$K_7 = 153000/5 = 30600 \text{ шт.}$$

Додаткова кількість нових кег виходячи із того, що лише 90% їх є обертовими, обчислюється формулою 12:

$$K_8 = 30600 \times (100 - 90)/100 = 3060 \text{ шт.}$$

Кількість зворотніх кег при умові 40 обертів кожної кеги в рік, розраховують за формулою 13:

$$K_9 = 3060/40 = 76,5 \text{ шт.}$$

Кількість ящиків для скляних пляшок, що використовуються розраховують за формулою 14:

$$K_{10} = 18,89 \times 100/(20 \times (100 - 0,02)) = 0,94 \text{ млн. шт.}$$

Кількість нових ящиків з урахуванням того, що 90% ящиків є зворотними, знаходять формулою 15:

$$K_{11} = 0,94 \times (100 - 90)/100 = 0,09 \text{ млн. шт.}$$

Кількість зворотних ящиків розраховують за формулою 16:

$$K_{12} = 18,89/20 \times 40 = 0,24 \text{ млн. шт.}$$

Кількість пробок на річний випуск пляшкової продукції розраховують формулою 17:

$$K_{13\text{ск.п.}} = 18,36 \times 1,045 = 19,19 \text{ млн. шт.} - \text{для скляних пляшок}$$

$$K_{13\text{пет.}} = 4,59 \times 1,045 = 4,8 \text{ млн. шт.} - \text{для ПЕТ-пляшок}$$

Кількість етикеток на річний випуск пляшкової продукції обчислюють за формулою 18:

$$K_{14\text{ск.п.}} = 18,36 \times 1,03 = 18,91 \text{ млн. шт.} - \text{для скляних пляшок}$$

$$K_{14\text{пет.}} = 4,59 \times 1,03 = 4,72 \text{ млн. шт.} - \text{для ПЕТ-пляшок}$$

Кількість етикеток для кег, визначають за формулою 19:

$$K_{14\text{к}} = 153000 \times 2/10 = 30600 \text{ шт.}$$

Сумарну кількість етикеток визначають за формулою 20:

$$\Sigma K_{14} = 18,91 + 4,72 + 0,03 = 23,7 \text{ млн. шт.}$$

Кількість клею декстрину на річний випуск продукції в скляних пляшках знаходять за формулою 21:

$$K_{15\text{ск.п}} = 18,36 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 = 5049 \text{ кг}$$

$$K_{15\text{пет}} = 4,59 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 = 1262,3 \text{ кг}$$

Кількість клею на річний випуск пива, що розливається в кеги визначають за формулою 22:

$$K_{15\text{к}} = 153000 \times 2 \times 0,275 / (10 \times 1000) = 8,4 \text{ кг}$$

Сумарні витрати клею на річний випуск продукції розраховують за формулою 23:

$$\Sigma K_{15} = 5049 + 1262,3 + 8,4 = 6319,7 \text{ кг}$$

Кількість луку на річний випуск пляшкової продукції обчислюють за формулою 24:

$$K_{16\text{ск.п}} = 18,89 \times 1050 = 19834,5 \text{ кг}$$

Кількість лугу на річний випуск продукції в кегах розраховується за формулою 25:

$$K_{16к} = 30600 \times 0,11 = 3366 \text{ кг}$$

Сумарна річна кількість лугу, що необхідна для миття пляшкової та кегової тари розраховується за формулою 26:

$$\Sigma K_{16} = 19834,5 + 3366 = 23200,5 \text{ кг}$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива темного «Fillou»:**

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива, що розливають у скляні пляшки розраховують за формулою 1:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} = 2550000 \times 0,65 = 1657500 \text{ дал}$$

Річна кількість пляшок, що необхідні для розливу фільтрованого пива без урахування втрат обчислюється наступним чином 2:

$$K_0 = (1657500 \times 20) / 1000000 = 33,15 \text{ млн. шт.}$$

Річну кількість пляшок із урахуванням втрат знаходять за формулою 3:

$$K_1 = (33,15 \times 100) / (100 - 2,78) = 34,1 \text{ млн. шт.}$$

Кількість пляшок, що необхідна для заміщення бою розраховують 4:

$$K_2 = 34,1 - 33,15 = 0,95 \text{ млн. шт.}$$

Кількість нових пляшок розраховують за формулою 5:

$$K_3 = 33,15 \times (5/100) + 0,95 = 2,61 \text{ млн. шт.}$$

Кількість зворотних пляшок ( $K_4$ , млн. шт.) знаходять за формулою 6:

$$K_4 = 33,15 / 40 = 0,83 \text{ млн. шт.}$$

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в ПЕТ-пляшки розраховують за формулою 7:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} = 2550000 \times 0,2 = 510000 \text{ дал}$$

Річну кількість преформ для ПЕТ-пляшок, що необхідна для розливу пива без урахування втрат ( $K_5$ , млн. шт.), розраховують за формулою 8:

$$K_5 = (510000 / 0,15) / 1000000 = 3,4 \text{ млн. шт.}$$

Річна кількість преформ для ПЕТ-пляшок із урахуванням втрат розраховують за формулою 9:

$$K_6 = (3,4 \times 100) / (100 - 0,1) = 3,4 \text{ млн. шт.}$$

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в кеги обчислюють за формулою 10:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.к}} = 2550000 \times 0,15 = 382500 \text{ дал}$$

Кількість кег для розливу річної кількості пива розраховують за формулою 11:

$$K_7 = 382500 / 5 = 76500 \text{ шт.}$$

Додаткова кількість нових кег виходячи із того, що лише 90% їх є обертовими, розраховується формулою 12:

$$K_8 = 76500 \times (100 - 90) / 100 = 7650 \text{ шт.}$$

Кількість зворотніх кег при умові 40 обертів кожної кеги в рік, знаходять за формулою 13:

$$K_9 = 7650 / 40 = 191,3 \text{ шт.}$$

Кількість ящиків для скляних пляшок, що використовуються розраховують за формулою 14:

$$K_{10} = 33,15 \times 100 / 20 \times (100 - 0,02) = 1,66 \text{ млн. шт.}$$

Кількість нових ящиків з урахуванням того, що 90% ящиків є зворотними, обчислюють за формулою 15:

$$K_{11} = 1,66 \times (100 - 90) / 100 = 0,17 \text{ млн. шт.}$$

Кількість зворотних ящиків розраховують за формулою 16:

$$K_{12} = 33,15 / 20 \times 40 = 0,83 \text{ млн. шт.}$$

Кількість пробок на річний випуск пляшкової продукції розраховують за формулою 17:

$$K_{13\text{ск.п.}} = 34,1 \times 1,045 = 35,6 \text{ млн. шт.} \text{ — для скляної продукції}$$

$$K_{13\text{пет.}} = 3,4 \times 1,045 = 3,55 \text{ млн. шт.} \text{ — для ПЕТ-пляшок}$$

Кількість етикеток на річний випуск пляшкової продукції визначають за формулою 18:

$$K_{14\text{ск.п.}} = 34,1 \times 1,03 = 35,1 \text{ млн. шт.} - \text{для скляної продукції}$$

$$K_{14\text{пет.}} = 3,4 \times 1,03 = 3,5 \text{ млн. шт.} - \text{для ПЕТ-пляшок}$$

Кількість етикеток для кег, обчислюють за формулою 19:

$$K_{14\text{к}} = 382500 \times 2/10 = 76500 \text{ шт.}$$

Сумарну кількість етикеток визначають за формулою 20:

$$\Sigma K_{14} = 35,1 + 3,5 + 0,08 = 38,68 \text{ млн. шт.}$$

Кількість клею декстрину на річний випуск продукції в скляних пляшках знаходять за формулою 21:

$$K_{15\text{ск.п}} = 34,1 \times 0,275 \times 10^6/10^3 = 9377,5 \text{ кг}$$

$$K_{15\text{пет}} = 3,4 \times 0,275 \times 10^6/10^3 = 935 \text{ кг}$$

Кількість клею на річний випуск пива, що розливається в кеги визначають за формулою 22:

$$K_{15\text{к}} = 382500 \times 2 \times 0,275/(10 \times 1000) = 21,04 \text{ кг}$$

Сумарні витрати клею на річний випуск продукції розраховують за формулою 23:

$$\Sigma K_{15} = 9377,5 + 935 + 21,04 = 10333,5 \text{ кг}$$

Кількість лугу на річний випуск пляшкової продукції розраховується за формулою 24:

$$K_{16\text{ск.п}} = 33,15 \times 1050 = 34807,5 \text{ кг}$$

Кількість лугу на річний випуск продукції в кегах розраховується за формулою 25:

$$K_{16\text{к}} = 76500 \times 0,11 = 8415 \text{ кг}$$

Сумарна річна кількість лугу, що необхідна для миття пляшкової та кегової тари обчислюється за формулою 26:

$$\Sigma K_{16} = 34807,5 + 8415 = 43222,5 \text{ кг}$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива темного «Смарагд»:**

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в ПЕТ-пляшки розраховують за формулою 7:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} = 1020000 \times 0,65 = 663000 \text{ дал}$$

Річну кількість преформ для ПЕТ-пляшок, що необхідна для розливу пива без урахування втрат ( $K_5$ , млн. шт.), обчислюють за формулою 8:

$$K_5 = (663000 / 0,2) / 1000000 = 3,32 \text{ млн. шт.}$$

Річна кількість преформ для ПЕТ-пляшок із урахуванням втрат розраховують за формулою 9:

$$K_6 = (3,32 \times 100) / (100 - 0,1) = 3,33 \text{ млн. шт.}$$

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в кеги визначають за формулою 10:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.к}} = 1020000 \times 0,35 = 357000 \text{ дал}$$

Кількість кег для розливу річної кількості пива розраховують за формулою 11:

$$K_7 = 357000 / 5 = 71400 \text{ шт.}$$

Додаткова кількість нових кег виходячи із того, що лише 90% їх є обертовими, розраховується за формулою 12:

$$K_8 = 71400 \times (100 - 90) / 100 = 7140 \text{ шт.}$$

Кількість зворотніх кег при умові 40 обертів кожної кеги в рік, обчислюють за формулою 13:

$$K_9 = 71400 / 40 = 1785 \text{ шт.}$$

Кількість гвинтових пробок на річний випуск пляшкової продукції знаходять за формулою 17:

$$K_{13\text{пет.}} = 3,33 \times 1,045 = 3,48 \text{ млн. шт.}$$

Кількість етикеток на річний випуск пляшкової продукції розраховують за формулою 18:

|     |      |          |        |      |             |    |
|-----|------|----------|--------|------|-------------|----|
|     |      |          |        |      | ПЗ 181.1687 | 49 |
|     |      |          |        |      |             |    |
| Зм. | Авк. | № докум. | Підпис | Дата |             |    |

$$K_{14\text{пет.}} = 3,33 \times 1,03 = 3,43 \text{ млн. шт.}$$

Кількість етикеток для кег, визначають за формулою 19:

$$K_{14\text{к}} = 357000 \times 2/10 = 71400 \text{ шт.}$$

Сумарну кількість етикеток обчислюють за формулою 20:

$$\Sigma K_{14} = 3,43 + 0,07 = 3,5 \text{ млн. шт.}$$

Кількість клею декстину на річний випуск пива в ПЕТ-пляшках ( $K_{15\text{ПЕТ}}$ , кг) визначають за формулою 21:

$$K_{15\text{пет}} = 3,33 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 = 915,8 \text{ кг}$$

Кількість клею на річний випуск пива, що розливається в кеги знаходять за формулою 22:

$$K_{15\text{к}} = 357000 \times 2 \times 0,275 / (10 \times 1000) = 19,6 \text{ кг}$$

Сумарні витрати клею на річний випуск продукції розраховують за формулою 23:

$$\Sigma K_{15} = 915,8 + 19,6 = 935,4 \text{ кг}$$

Кількість луку на річний випуск продукції в кегах обчислюється за формулою 25:

$$K_{16\text{к}} = 71400 \times 0,11 = 7854 \text{ кг}$$

Сумарна річна кількість луку, що необхідна для миття пляшкової та кегової тари розраховується за формулою 26:

$$\Sigma K_{16} = 7854 \text{ кг}$$

Результати розрахунків допоміжних матеріалів заносять до табл. 4.1

Таблиця 4.1

## Результати розрахунку допоміжних матеріалів

| Допоміжні матеріали       | На річну продуктивність |          |           |
|---------------------------|-------------------------|----------|-----------|
|                           | «Guinness»              | «Fillou» | «Смарагд» |
| 1                         | 2                       | 3        | 4         |
| Пляшки, млн. шт.:         |                         |          |           |
| - ПЕТ                     | 4,58                    | 3,4      | 3,33      |
| - Скляні                  | 18,89                   | 34,1     | -         |
| Кеги, млн. шт.            | 0,031                   | 0,077    | 0,071     |
| Ящики, млн. шт.           | 0,94                    | 1,66     | -         |
| Кронен-пробки, млн. шт.   | 19,19                   | 35,6     | -         |
| Гвинтові пробки, млн. шт. | 4,8                     | 3,55     | 3,48      |
| Етикетки, млн. шт.        | 23,7                    | 38,68    | 3,5       |
| Клей декстрин, кг         | 6319,7                  | 10333,5  | 935,4     |
| Луг, кг                   | 23200,5                 | 43222,5  | 7854,0    |

## РОЗДІЛ 5

### РОЗРАХУНОК ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Площу складу для сировини і допоміжних матеріалів (хмелю, карамельного солоду, рису, цукру, діатоміту, опірного картону і т. д.) ( $S_1$ , м<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$S_1 = (M_p \times n_1 \times k_1) / (\tau_1 \times m_1), \quad (5.1)$$

де  $M_p$  – річна кількість сировини або матеріалів;

$n_1$  – норма запасу сировини, рік/місяць (для хмелю  $n_1$  становить 1 рік);

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує площу, що необхідна для обслуговування і проїзду ( $k_1 = 1,5$ );

$\tau_1$  – кількість днів роботи пивоварного заводу в рік;

$m_1$  – питоме навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі.

Склад зворотних пляшок ( $S_2$ , м<sup>2</sup>) знаходять за формулою:

$$S_2 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_2 \times n_2) / (m_2 \times \tau), \quad (5.2)$$

де  $\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}}$  – сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливаються на заводі у скляні пляшки, дал;

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує площу, що необхідна для обслуговування і проїзду ( $k_1 = 1,5$ );

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує бій і брак в складі посуду при розливі, і у складі готової продукції ( $k_2 = 1,0278$ );

$n_2$  – норма запасу, діб;

$m_2$  – кількість ящиків, що розміщаються на 1 м<sup>2</sup> площі;

$\tau$  – кількість робочих днів цеху розливу у рік

Склад готової продукції ( $S_3$ , м<sup>2</sup>) обчислюють наступним чином:

$$S_3 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_3 \times n_2) / (m_2 \times \tau), \quad (5.3)$$

де  $k_3$  – коефіцієнт, що враховує бій і брак тільки в складі готової продукції ( $k_3 = 1,0009$ ).

Склад нових пляшок ( $S_4$ , м<sup>2</sup>) розраховується на місячний запас:

$$S_4 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_4 \times n_2) / (m_2 \times \tau_1), \quad (5.4)$$

де  $k_4$  – повернення пляшок на підприємство з метою поповнення бою (8,09%), частка ( $k_4 = 0,0809$ );

$\tau_1$  – кількість днів роботи пивоварного заводу в рік.

Склад для прийому порожніх кег ( $S_5, \text{м}^2$ ) визначають так:

$$S_5 = (K_7 \times k_1 \times k_5 \times n_2 \times 10) / (m_3 \times \tau), \quad (5.5)$$

де  $K_7$  – кількість кег для розливу річної кількості фільтрованого пива, шт.;

$k_5$  – коефіцієнт нерівномірності підвезення,  $k_5 = 2$ ;

$n_2$  – для продукції в кегах і для порожніх кег 1...2 доби;

$m_3$  – кількість кег місткістю 5 дал розміщених на 10  $\text{м}^3$ .

Склад готової продукції в кегах ( $S_6, \text{м}^2$ ) становить:

$$S_6 = S_5, \quad (5.6)$$

Склад полегшений для зберігання запасу пляшок в ящиках ( $S_7, \text{м}^2$ ) обчислюють так:

$$S_7 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_6 \times n_2) / (m_2 \times \tau), \quad (5.7)$$

де  $k_6$  – коефіцієнт, що враховує бій і брак пляшок ( $k_6 = 1,0269$ );

$n_2 = 2$ .

Майданчик під накриттям для зберігання кег ( $S_8, \text{м}^2$ ) розраховують:

$$S_8 = (K_7 \times k_1 \times n_2 \times 10) / (m_3 \times \tau), \quad (5.8)$$

де  $n_2 = 5$ ;

$m_3 = 150$ .

Майданчик під накриттям для зберігання запасу ящиків ( $S_9, \text{м}^2$ ) є:

$$S_9 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times n_2 \times 10) / (m_4 \times \tau), \quad (5.9)$$

де  $n_2 = 5$ ;

$m_4 = 500$ .

Майданчик для склобою ( $S_{10}, \text{м}^2$ ) розраховують так:

$$S_{10} = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times 20 \times k_7 \times n_2 \times h) / (p \times 1000 \times m \times \tau), \quad (5.10)$$

де 20 – перерахунок дал в пляшки;

$k_7$  – коефіцієнт=0,0278;

$n_2$  =10 діб;

$h$  – висота насипу склобою, м ( $h=0,5$ );

$p$  – насипна густина склобою, т/м<sup>3</sup> ( $p=0,5$ );

$m$  – маса однієї пляшки, кг (при розливі у пляшки 0,5 дм<sup>3</sup> = 0,5 кг, при розливі у пляшки 0,33 дм<sup>3</sup> = 0,33 кг);

$\tau$  – кількість робочих днів цеху розливу у рік.

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива світлого «Guinness»:**

Площу складу для сировини і допоміжних матеріалів знаходять за формулою 1:

$$S_{1c} = (2310000 \times 3 \times 1,5) / (339,9 \times 1500) = 20,4 \text{ м}^2 \text{ – для солоду світлого}$$

$$S_{1я} = (990000 \times 2 \times 1,5) / (339,9 \times 1500) = 5,8 \text{ м}^2 \text{ – для ячменю}$$

$$S_{\text{заг}} = 20,4 + 5,8 = 26,2 \text{ м}^2$$

Склад зворотних пляшок обчислюють за формулою 2:

$$S_2 = (460000 \times 1,5 \times 1,0278 \times 2) / (75 \times 238) = 79,5 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції розраховують за формулою 3:

$$S_3 = (918000 \times 1,5 \times 1,0009 \times 2) / (75 \times 238) = 154,4 \text{ м}^2$$

Склад нових пляшок ( $S_4$ , м<sup>2</sup>) розраховується на місячний запас за формулою 4:

$$S_4 = (918000 \times 1,5 \times 0,0809 \times 2) / (75 \times 339,9) = 8,7 \text{ м}^2$$

Склад для прийому порожніх кег визначають за формулою 5:

$$S_5 = (30600 \times 1,5 \times 2 \times 1 \times 10) / (150 \times 238) = 25,7 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції в кегах обчислюють за формулою 6:

$$S_6 = 25,7 \text{ м}^2$$

Склад полегшений для зберігання запасу пляшок в ящиках розраховують за формулою 7:

$$S_7 = (918000 \times 1,5 \times 1,0269 \times 2) / (75 \times 238) = 158,5 \text{ м}^2$$

|     |      |          |        |      |             |    |
|-----|------|----------|--------|------|-------------|----|
|     |      |          |        |      | ПЗ 181.1687 | 54 |
| Зм. | Авк. | № докум. | Підпис | Дата |             |    |

Майданчик під накриттям для зберігання кег знаходять за формулою 8:

$$S_8 = (30600 \times 1,5 \times 5) / (150 \times 238) = 6,4 \text{ м}^2$$

Майданчик під накриттям для зберігання запасу ящиків знаходять за формулою 9:

$$S_9 = (918000 \times 1,5 \times 5) / (500 \times 238) = 57,9 \text{ м}^2$$

Майданчик для склабою розраховують за формулою 10:

$$S_{10} = (918000 \times 20 \times 0,0278 \times 10 \times 0,5) / (0,5 \times 1000 \times 0,5 \times 238) = 42,9 \text{ м}^2$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива темного «Fillou»:**

Площу складу для сировини і допоміжних матеріалів знаходять за формулою 1:

$$S_{1c} = (4275000 \times 3 \times 1,5) / (339,9 \times 1500) = 37,7 \text{ м}^2 \text{ — для солоду світлого}$$

$$S_{2c} = (1650000 \times 3 \times 1,5) / (339,9 \times 1500) = 14,6 \text{ м}^2 \text{ — для солоду карамельного}$$

$$S_{3c} = (650000 \times 3 \times 1,5) / (339,9 \times 1500) = 5,7 \text{ м}^2 \text{ — для солоду темного}$$

$$S_{\text{заг}} = 37,7 + 14,6 + 5,7 = 58,0 \text{ м}^2$$

Склад зворотних пляшок визначають за формулою 2:

$$S_2 = (830000 \times 1,5 \times 1,0278 \times 2) / (75 \times 238) = 143,4 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції розраховують за формулою 3:

$$S_3 = (1657500 \times 1,5 \times 1,0009 \times 2) / (75 \times 238) = 278,8 \text{ м}^2$$

Склад нових пляшок ( $S_4$ ,  $\text{м}^2$ ) обчислюється на місячний запас за формулою 4:

$$S_4 = (1657500 \times 1,5 \times 0,0809 \times 2) / (75 \times 339,9) = 15,8 \text{ м}^2$$

Склад для прийому порожніх кег знаходять за формулою 5:

$$S_5 = (76500 \times 1,5 \times 2 \times 1 \times 10) / (150 \times 238) = 64,3 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції в кегах визначають за формулою 6:

$$S_6 = 64,3 \text{ м}^2$$

Склад полегшений для зберігання запасу пляшок в ящиках розраховують за формулою 7:

$$S_7 = (1657500 \times 1,5 \times 1,0269 \times 2) / (75 \times 238) = 286,1 \text{ м}^2$$

Майданчик під накриттям для зберігання кег розраховують за формулою 8:

$$S_8 = (76500 \times 1,5 \times 5) / (150 \times 238) = 16,1 \text{ м}^2$$

Майданчик під накриттям для зберігання запасу ящиків знаходять за формулою 9:

$$S_9 = (1657500 \times 1,5 \times 5) / (500 \times 238) = 104,5 \text{ м}^2$$

Майданчик для склабою обчислюють за формулою 10:

$$S_{10} = (1657500 \times 20 \times 0,0278 \times 10 \times 0,5) / (0,5 \times 1000 \times 0,5 \times 238) = 77,4 \text{ м}^2$$

**За представленими формулами проведемо розрахунки для пива світлого «Смарагд»:**

Площу складу для сировини і допоміжних матеріалів визначають так 1:

$$S_{1c} = (1530000 \times 3 \times 1,5) / (339,9 \times 1500) = 13,5 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{заг}} = 13,5 \text{ м}^2$$

Склад для прийому порожніх кег обчислюють за формулою 5:

$$S_5 = (71400 \times 1,5 \times 2 \times 1 \times 10) / (150 \times 238) = 6,0 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції в кегах розраховують за формулою 6:

$$S_6 = 6,0 \text{ м}^2$$

Майданчик під накриттям для зберігання кег знаходять за формулою 8:

$$S_8 = (71400 \times 1,5 \times 5 \times 10) / (150 \times 238) = 15,0 \text{ м}^2$$

Розраховані площі складських приміщень наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

**Площі складів сировини, тари і допоміжних матеріалів**

| Найменування                  | Площа, м <sup>2</sup> |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1                             | 2                     |
| Склад для світлого солоду     | 71,6                  |
| Склад для карамельного солоду | 14,6                  |
| Склад для ячменю              | 5,8                   |
| Склад для темного солоду      | 5,7                   |

Продовження табл. 5.1

| 1                                               | 2     |
|-------------------------------------------------|-------|
| Разом склад для сировини                        | 97,7  |
| Склад для зворотних скляних пляшок              | 222,9 |
| Склад для готової продукції в склі              | 433,2 |
| Склад для нових скляних пляшок                  | 24,5  |
| Склад для нових кег                             | 96,0  |
| Склад для готової продукції в кегах             | 96,0  |
| Склад полегшений для зберігання пляшок в ящиках | 444,6 |
| Майданчик під навісом для зберігання кег        | 37,5  |
| Майданчик під навісом для зберігання ящиків     | 162,4 |
| Майданчик для склобою                           | 120,3 |

## РОЗДІЛ 6

### РОЗРАХУНОК І ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Приймальний бункер розраховується на одночасне розвантаження одної транспортної одиниці. При транспортуванні зерна по залізній дорозі використовують вагони місткістю 44,0 т солоду або 52,0 т ячменю. Для доставки зерна автотранспортом застосовують машини із завантаженням 2,5...20,0 т продукту.

Місткість бункера приймається умовно, відповідно до потужності підприємства та способу доставки зернопродуктів. Об'єм приймального бункера ( $V_{\text{пр.б.}}$ ,  $\text{м}^3$ ) розраховують за формулою:

$$V_{\text{пр.б.}} = M \times 1,1 / \rho, \quad (6.1)$$

де  $M$  – прийнята місткість бункера, т;

$\rho$  – насипна густина зерна,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

1,1 – коефіцієнт запасу місткості.

Приймають прямокутні бункери з піромідальним днищем. Розміри бункерів знаходять виходячи із залежності:

$$P_{\text{пр.б.}} = a \times b \times H + 1/3 \times a \times b \times h, \quad (6.2)$$

де  $a$ ,  $b$  – сторони бункера, м;

$H$  – висота прямокутної частини, м;

$h$  – висота конічної частини, м.

При  $a = b$ :

$$P_{\text{пр.б.}} = a^2 \times (H + 1/3 \times h), \quad (6.3)$$

$$h = a \times \sqrt{2/2 \times \text{tg} \alpha}, \quad (6.4)$$

де  $\alpha$  – кут природного відкосу (для солоду =  $30^\circ$ , для ячменю =  $36^\circ$ ).

$$H = V_{\text{пр.б.}} \text{ або } V_{\text{пр.б.}} / a^2 - 1/3 \times h, \quad (6.5)$$

де  $V_{\text{пр.б.}}$  – об'єм приймального бункера,  $\text{м}^3$  (якщо об'єм приймального бункера за розрахунком вийшов більше  $50 \text{ м}^3$  – його ділять на 2 або 3 і т.д., що отриманий результат не перевищував  $50 \text{ м}^3$ . Округлення проводять до цілих

чисел. Те, на скільки поділили об'єм є кількістю бункерів, що необхідні для реалізації процесу,  $V_{\text{пр.б1}}$ , шт). Сторона «а» приймального бункера дорівнює десяткам його об'єму, наприклад, якщо об'єм бункера становить  $46 \text{ м}^3$ , то сторона «а» буде 4 м.

Продуктивність норії і транспортерів, а також автоматичних вагів повинна забезпечувати максимальне годинне постачання зернопродуктів (Пч, т/год) і знаходиться наступним чином:

$$\text{Пч} = Q_{\text{доб}}/\tau_1, \quad (6.6)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – добове надходження зернопродуктів, т;

$\tau_1$  – час роботи приймального пристрою, год (зазвичай приймають 8 год).

Добова кількість зернопродуктів ( $Q_{\text{доб}}$ , т) розраховується з урахуванням річної потреби підприємства в солоді (усіх видах, що необхідні для виготовлення пива на заводі, що проєктується) і ячмені:

$$Q_{\text{доб}} = \Sigma M_{\text{с.с.р}} + \Sigma M_{\text{т.с.р}} + \Sigma M_{\text{к.с.р}} + \Sigma M_{\text{н.с.р}} [100 - (0,15 + 0,1)] \times 200, \quad (6.7)$$

де  $\Sigma M_{\text{с.с.р}}$ ,  $\Sigma M_{\text{т.с.р}}$ ,  $\Sigma M_{\text{к.с.р}}$ ,  $\Sigma M_{\text{с.р}}$  – відповідно сумарна річна кількість світлого, темного, карамельного солоду і всіх найменувань окремо несолодженої сировини, що використовується на заводі для виготовлення пива, т;

0,15 – відсоткова частка втрат зерна при розвантаженні (тобто 15%);

0,1 – відсоткова частка втрат зерна при зберіганні (тобто 10%);

200 – тривалість надходження зерна, днів;

1,5 – коефіцієнт нерівномірності постачання зернопродуктів в місяць.

Продуктивність транспортера ( $\text{П}_{\text{тр}}$ , т/год) розраховують за формулою:

$$\text{П}_{\text{тр}} = 155 \times B_2 \times V \times \rho, \quad (6.8)$$

де  $B$  – ширина стрічки обраного транспортеру, м;

$V$  – швидкість стрічки, м/с;

$\rho$  – насипна густина, т/м<sup>3</sup>.

Для зважування зерно продуктів використовують автоматичні ваги, марку яких обирають самостійно виходячи із продуктивності заводу й потужності транспортеру.

Варильний агрегат підбирають за кількістю зернопродуктів, що переробляються за добу в найбільш напружений місяць ( $Q_{\text{доб}}$ , т)

$$Q_{\text{доб}} = \Sigma M_p \times a / n_{\text{міс}}, \quad (6.9)$$

де  $\Sigma M_p$  – кількість всіх зернопродуктів, що переробляються в рік, т;

$a$  – частка випуску пива у найбільш напружений місяць роботи ( $a = 0,1$ );

$n_{\text{міс}}$  – число днів роботи в місяць.

Враховуючи параметри обраного підходящого варильного агрегату можна продовжити розрахунки.

Уточнений одночасний засип ( $Q_{\text{од}}$ , т) складе:

$$Q_{\text{од}} = Q_{\text{доб}} / Z, \quad (6.10)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – добова кількість зернопродуктів, т;

$Z$  – обертаємість варильного агрегату.

Місткість збірника промивних вод ( $V_{\text{зб.п.в.}}$ , м<sup>3</sup>) розраховують на дві варки з урахуванням того, що на кожну тонну зернопродуктів, яка переробляється, необхідно 2,4 м<sup>3</sup> об'єму. Тобто:

$$V_{\text{зб.п.в.}} = Q_{\text{од}} \times 2 \times 2,4, \quad (6.11)$$

Якщо отриманий об'єм перевищує 15 м<sup>3</sup>, отримане число ділять на 2 або 3, або 4 до тих пір, поки об'єм не буде менше або рівний 15 м<sup>3</sup>. Число, на яке поділили – це кількість збірників промивних вод, що будуть встановлені на заводі.

Діаметр таких збірників становить 2 м, а довжина ( $L$ , м) розраховується за формулою:

$$L = V_{\text{зб.п.в.}} \pi \times d^2, \quad (6.12)$$

Продуктивність насосів ( $\Pi_{\text{нас}}$ , м<sup>3</sup>/год) розраховують наступним чином:

$$\Pi_{\text{нас}} = Q_{\text{прод}} \times 60 \tau_1, \quad (6.13)$$

де  $Q_{\text{прод}}$  – об’єм продукту, що перекачується,  $\text{м}^3$ ;

$\tau_1$  – час перекачування, хв.

Продуктивність заторного насоса розраховується за цією ж формулою, але слід враховувати, що заторна маса із котла повинна перекачуватися 20 хв. Із кожної тонни зерна отримують  $3,0 \dots 3,5 \text{ м}^3$  затору. Тому необхідно розрахувати кількість заторної маси ( $K_{\text{зат.м}}, \text{м}^3$ ), що буде рівна добутку зернопродуктів, що використовуються для одного засипу на  $3,0 \dots 3,5$  (Якщо кількість зернопродуктів становить, наприклад, 5 т, то кількість заторної маси буде  $3,0(3,5) \times 5 = 15(17,5) \text{ м}^3$ ).

Об’єм суслу визначають за пропорцією використовуючи дані продуктового розрахунку:

$$\Sigma \text{Зернопродуктів} - V$$

$$m_{\text{зп}} - X$$

де  $\Sigma \text{Зернопродуктів}$  – загальна маса зернопродуктів, що використовується для виготовлення 1 дал даного сорту пива, кг;

$V$  – об’єм суслу приведений до  $20^\circ\text{C}$  (за продуктовим розрахунком), дал;

$m_{\text{зп}}$  – кількість зернопродуктів, що використовується на 1 засип апарату для приготування певного сорту пива, кг;

$X$  – об’єм суслу, що перекачується.

Масу дробини із однієї варки знаходимо за аналогічною наведеній вище пропорцією:

$$\Sigma \text{Зернопродуктів} - M_{\text{др}}$$

$$m_{\text{зп}} - X_1$$

де  $\Sigma \text{Зернопродуктів}$  – загальна маса зернопродуктів, що використовується для виготовлення 1 дал даного сорту пива, кг;

$M_{\text{др}}$  – кількість утвореної дробини на 1 дал певного сорту пива, кг;

$m_{\text{зп}}$  – кількість зернопродуктів, що використовується на 1 засип апарату для приготування певного сорту пива, кг;

$X_1$  – маса дробини із однієї варки, кг.

Тоді об'єм дробини, що направляється в збірник ( $V_{др}$ , м<sup>3</sup>) буде в 4 рази більше (враховуючи розбавлення):

$$V_{др} = (X_1 \times 4), \quad (6.14)$$

Бункер повинен вміщати дробину з однієї варки. Діаметр бункера вибирається згідно технічних характеристик бункерів і залежить від об'єму, який потрібно зберігати. Він може становити від 2...3 м (при проектуванні мініброварень) до 4...6 м (при проектуванні пивзаводів). При відомому діаметрі розраховують висоту бункера ( $H$ , м):

$$H = V_{др} \times d / \pi \times d^2, \quad (6.15)$$

де  $V_{др}$  – об'єм пивної дробини, м<sup>3</sup>;

$d$  – діаметр бункера, м.

Обладнання для зберігання і підготовки зерно продуктів. Місткість бункерів для добового зберігання зернопродуктів ( $V_{б.доб}$ , м<sup>3</sup>) розраховують за формулою:

$$V_{б.доб} = Q_{доб} \times 1,1 / \rho, \quad (6.16)$$

де  $Q_{доб}$  – добовий запас зернопродуктів, т;

$\rho$  – насипна густина зернопродукту, т/м<sup>3</sup>;

1,1 – коефіцієнт запасу міцності.

Продуктивність полірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора ( $\Pi_{пм}$  та  $\Pi_{псс}$ , т/год) розраховують наступним чином:

$$\Pi_{пм} = Q_{од} / \tau_1, \quad (6.17)$$

$$\Pi_{псс} = Q_{од} \times Ч / \tau_1, \quad (6.18)$$

де  $Q_{од}$  – уточнений одночасний засип, т;

$Ч$  – частка несолодженої сировини (не включаючи будь-яке борошно) в рецептурі пива;

$\tau_1$  – час очистки зернопродуктів, год ( $\tau_1=1,5 \dots 2,0$  год).

Норії для підйому очищених зернопродуктів повинні мати таку ж продуктивність, як у полірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора.

Ємності для очищених зернопродуктів є проміжними і повинні вміщати півгодинний запас потужності палірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора. Місткість бункеру буде становити:

$$V_{\text{пр.б.}} = M \times 1,1 / 2 \times \rho, \quad (6.19)$$

де  $M$  – прийнята місткість бункера (приймається аналогічно тому, як було описано для приймального бункеру), т;

$\rho$  – насипна густина зерна, т/м<sup>3</sup>;

1,1 – коефіцієнт запасу місткості.

Дробарки повинні забезпечувати подрібнення солоду на одну варку за 1,5...2,0 год ( $\tau_{\text{пз}}$ , год). Продуктивність дробарки ( $Q_{\text{др.с}}$ , т/год) розраховують за формулою:

$$Q_{\text{др.с}} = Q_{\text{од}} / \tau_{\text{пз}}, \quad (6.20)$$

де  $Q_{\text{од}}$  – уточнений одночасний засип, т;

$\tau_{\text{пз}}$  – час, за який було подрібнене зерно до процесу затирання, год.

При подрібненні карамельного солоду  $Q_{\text{од}}$  домножують на його частку у рецептурі.

Продуктивність вальцьового станка для подрібнення несолодженої сировини (ячменю, рису, кукурудзи тощо) ( $Q_{\text{вс.}}$ , т/год) розраховують наступним чином:

$$Q_{\text{вс.}} = Q_{\text{од}} \times \text{Ч} / \tau_{\text{пз}}, \quad (6.21)$$

де  $Q_{\text{од}}$  – уточнений одночасний засип, т;

$\text{Ч}$  – частка несолодженої сировини в рецептурі пива;

$\tau_{\text{пз}}$  – час, за який було подрібнене зерно до процесу затирання, год.

При розрахунку бункерів подрібнених зернопродуктів ( $V_{\text{бпз}}$ , м<sup>3</sup>) враховують, що на кожен тону зернопродукту приймається 3 м<sup>3</sup> місткості. Тоді розрахунок можна провести наступним чином:

$$V_{\text{бпз}} = Q_{\text{од}} \times 3, \quad (6.22)$$

Гідроциклонні апарати підбирають за уточненим одночасним засипом варильного агрегату ( $Q_{\text{од}}$ ).

Потужність сепараторів і теплообмінників ( $\Pi_{\text{сеп,т/о}}$ , м<sup>3</sup>/год) розраховують за формулою:

$$\Pi_{\text{сеп,т/о}} = V_1 / \tau_1, \quad (6.23)$$

де  $V_1$  – об'єм сусли із урахуванням його розширення (був розрахований у продуктовому розрахунку), м<sup>3</sup>;

$\tau_1$  – тривалість сепарування/охолодження (1,5...2,0 год), год. Виходячи із розрахованої потужності теплообмінника.

Необхідна кількість апаратів ЦКБА ( $n_{\text{ЦКБА}}$ , шт.) для кожного сорту пива окремо:

$$n_{\text{ЦКБА}} = (V'_2 \times 0.1) / (V_{\text{ЦКБА}} \times K_1 \times Z_1), \quad (6.24)$$

де  $V'_2$  – річний об'єм холодного сусли даного сорту, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{ЦКБА}}$  – місткість вибраного стандартного апарату, м<sup>3</sup>;

$K_1$  – коефіцієнт заповнення апарату (0,9);

$Z_1$  – обертаємість апаратів в місяць для кожного сорту пива.

Розраховують загальну кількість апаратів ЦКБА, що необхідна для реалізації процесу бродіння ( $\Sigma n_{\text{ЦКБА}}$ , шт.) із урахуванням двох резервних апаратів:

$$\Sigma n_{\text{ЦКБА}} = n_{\text{ЦКБА1}} + n_{\text{ЦКБА2}} + \dots + n_{\text{ЦКБАп}} + 2, \quad (6.25)$$

де  $n_{\text{ЦКБА1}}, n_{\text{ЦКБА2}}, \dots, n_{\text{ЦКБАп}}$  – розрахована кількість ЦКБА для кожного сорту пива.

Розрахунок пивних насосів ( $\Pi_{\text{п.НАС}}$ , м<sup>3</sup>/год) проводять наступним чином:

$$\Pi_{\text{п.НАС}} = (\Sigma L \times k_1 \times 0.1) / (21 \times 2 \times 8), \quad (6.26)$$

де  $\Sigma L$  – загальна річна продуктивність заводу за всіма сортами пива, м<sup>3</sup>;

$k_1$  – коефіцієнт перерахунку товарного пива в нефільтроване ( $k_1=1,0204$ );

21 – число робочих днів у місяці;

2 – число змін;

8 – тривалість зміни, год.

Кількість збірників для дріжджів (монжю) ( $n_{зб.дріж}$ , шт.) розраховують за формулою:

$$n_{зб.дріж} = (V_{з.др.} \times m_1 \times m_2) / (V_{зб} \times 338), \quad (6.27)$$

де  $V_{з.др.}$  – кількість засівних (товарних) дріжджів, м<sup>3</sup>;

$m_1$  – запас дріжджів, діб ( $m_1=2$  для заводів потужністю до 5 млн. дал на рік;  $m_1=1,5$  для більш крупних заводів);

$m_2$  – коефіцієнт, що враховує кратність розбавлення дріжджів водою ( $m_2=1$  якщо іншого не вказано в технологічній карті);

$V_{зб}$  – об'єм стандартного збірника, м<sup>3</sup>;

338 – число робочих днів бродильного відділення.

У відділенні приймають 2 запасних збірника.

Потужність лінії розливу з урахуванням напруженого періоду роботи заводу ( $\Pi_{л.р.}$ , пляшок/год) розраховують наступним чином:

$$\Pi_{л.р.} = \Sigma V'_4 \times 10 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8 \times K_{тв} \times V_{пл}, \quad (6.28)$$

де  $\Sigma V'_4$  – річна кількість фільтрованого пива за всіма сортами, дал;

0,1 – частина пива, що розливається в найбільш напружений місяць;

21 – число робочих днів у місяці;

2 – число змін;

8 – тривалість однієї зміни, год;

$K_{тв}$  – коефіцієнт технічного використання лінії (при розливі пива в скляні і ПЕТ-пляшки ( $K_{тв}=0,7$ );

$V_{пл}$  – місткість пляшки, дм<sup>3</sup>.

Кількість установок, що необхідна для розливу пива в кеги ( $N_{р.к.}$ , шт.) розраховують наступним чином:

$$N_{р.к.} = \Sigma V'_4 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8 \times K_{тв} \times V_{кег} \times \Pi_{кег}, \quad (6.29)$$

де  $\Sigma V'_4$  – річна кількість фільтрованого пива за всіма сортами, дал;

0,1 – частина пива, що розливається в найбільш напружений місяць;

21 – число робочих днів у місяці;

2 – число змін;

8 – тривалість однієї зміни, год;

$K_{\text{ТВ}}$  – коефіцієнт технічного використання лінії (при розливі пива в кеги  $K_{\text{ТВ}}=0,9$ );

$V_{\text{кег}}$  – місткість кеги,  $\text{дм}^3$ ;

$\Pi_{\text{кег}}$  – продуктивність установки для розливу ( $\Pi_{\text{кег}} = 50 \dots 150$  кег/год).

**За наведеними формулами проведемо розрахунки для пива світлого «Guinness»:**

Місткість бункера розраховують за формулою 1:

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1 / 0,5 = 44 \text{ м}^3 \text{ – для солоду світлого}$$

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1 / 0,70 = 33,8 \text{ м}^3 \text{ – для ячменю}$$

За формулою 4 знаходимо висоту конічної частини:

$$h = 4,4 \times \sqrt{2/2} \times \text{tg}30 = 19,9 \text{ м – для солоду світлого}$$

$$h = 3,38 \times \sqrt{2/2} \times \text{tg}36 = 18,5 \text{ м – для ячменю}$$

Знаходимо висоту прямокутної частини за формулою 5:

$$H = 44 / 4,4^2 - 1/3 \times 19,9 = 4,36 \text{ м – для солоду світлого}$$

$$H = 33,8 / 3,38^2 - 1/3 \times 18,5 = 3,2 \text{ м – для ячменю}$$

Розміри бункерів обчислюють за формулою 3:

$$P_{\text{пр.б.}} = 4,4^2 \times (4,36 + 1/3 \times 19,9) = 212,8 \text{ м – для солоду світлого}$$

$$P_{\text{пр.б.}} = 3,38^2 \times (3,2 + 1/3 \times 18,5) = 107 \text{ м – для ячменю}$$

Добова кількість зернопродуктів ( $Q_{\text{доб}}$ , т) знаходиться за формулою 7:

$$Q_{\text{доб}} = 33000000 / [100 - (0,15 + 0,1)] \times 200 = 164,4 \text{ кг} = 0,165 \text{ т}$$

Продуктивність норії ( $\Pi_{\text{ч}}$ , т/год) знаходиться за формулою 6:

$$\Pi_{\text{ч}} = 0,165 / 8 = 0,02 \text{ т/год}$$

За результатами розрахунків, ми вибираємо норію НЦГ, конвеєр 4040-60.

Продуктивність транспортера розраховують за формулою 8:

$$П_{тр}=155\times0,4^2\times1,25\times0,5 = 15,5 \text{ т/год} - \text{для солоду світлого}$$

$$П_{тр}=155\times0,4^2\times1,25\times0,65 = 20,2 \text{ т/год} - \text{для ячменю}$$

Для зважування зерно продуктів у данному проєкті застосовують автоматичні ваги Д 100-3 та гвинтовий конвеєр УШ2-Ч-3225.

Варильний агрегат підбирають за кількістю зернопродуктів, що переробляються за добу в найбільш напружений місяць розраховують за формулою 9:

$$Q_{доб} = 3300000\times0,1/323 = 1021,7 \text{ кг} = 1,02 \text{ т}$$

Уточнений одночасний засип визначають за формулою 10:

$$Q_{од} = 1,02/4 = 0,26 \text{ т}$$

Для варіння сусла у даному проєкті використовують вітчизняний чотирьохапаратний варильний агрегат.

Місткість збірника промивних вод розраховують 11:

$$V_{зб.п.в} = 0,26\times2\times2,4 = 1,25 \text{ м}^3$$

На заводі буде встановлен 1 збірник промивних вод об'ємом 15 м<sup>3</sup>.

Діаметр таких збірників становить 2 м, а довжина розраховується за формулою 12:

$$L = 15/3,14\times2^2 = 1,2 \text{ м}$$

Продуктивність насосів розраховують за формулою 13:

$$П_{нас} = 0,036\times60/20 = 0,11 \text{ м}^3/\text{год}$$

Об'єм сусла визначають за пропорцією використовуючи дані продуктового розрахунку:

$$X = 0,26\times46,605/2,2 = 5,5 \text{ дал}$$

Масу дробини із однієї варки знаходимо за аналогічною наведеній вище пропорцією:

$$X_1 = 0,26\times3,69/2,2 = 0,44 \text{ кг}$$

Тоді об'єм дробини розраховують за формулою 14:

$$V_{др} = (0,44\times4) = 1,76 \text{ м}^3$$

Збірники для дробини. Діаметр бункера розраховують за формулою 15:

$$H = 1,76 \times 6 / 3,14 \times 6^2 = 0,093 \text{ м}$$

Місткість бункерів для добового зберігання зерно продуктів розраховують за формулою 16:

$$V_{\text{б.доб}} = 0,165 \times 1,1 / 0,5 = 0,36 \text{ м}^3 - \text{для солоду світлого}$$

$$V_{\text{б.доб}} = 0,165 \times 1,1 / 0,65 = 0,28 \text{ м}^3 - \text{для ячменю}$$

Продуктивність полірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора розраховують за формулами 17 і 18 відповідно:

$$П_{\text{пм}} = 0,26 / 1,5 = 0,17 \text{ т/год}$$

$$П_{\text{псс}} = 0,26 \times 0,3 / 1,5 = 0,05 \text{ т/год}$$

Для полірування сировини у даному проекті використовують полірувальну машину СП-54 та сепаратор ЗСМ 5.

Місткість бункеру для очищених зернопродуктів знаходять за формулою 19:

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1 / 2 \times 0,53 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду світлого}$$

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1 / 2 \times 0,65 = 33,8 \text{ м}^3 - \text{для ячменю}$$

Продуктивність дробарки розраховують за формулою 20:

$$Q_{\text{др.с}} = 0,26 / 2 = 0,13 \text{ т/год}$$

Для подрібнення сировини у даному проекті використовують дробарку «Миаг» 1.

Продуктивність вальцювого станка для подрібнення несолодженої сировини розраховують за формулою 21:

$$Q_{\text{вс}} = 0,26 \times 0,3 / 2 = 0,04 \text{ т/год}$$

Місткості бункерів подрібнених зернопродуктів розраховують за формулою 22:

$$V_{\text{бпз}} = 0,26 \times 3 = 0,78 \text{ м}^3$$

Для освітлення і охолодження сусли у цьому проекті використовують гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-1,5.

Потужність сепараторів і теплообмінників розраховують за формулою 23:

$$P_{\text{сеп, т/о}} = 0,48469/2 = 24,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Виходячи із розрахованої потужності теплообміннику, що необхідна для реалізації процесу в цьому проєкті використовують пластинчатий теплообмінник ВО1-У2,5 і сепаратор ВСС.

Для процесу зброджування використовуємо апарат РЗ-ВЦН250.

Необхідну кількість апаратів ЦКБА розраховують за формулою 24:

$$n_{\text{ЦКБА}} = (16050 \times 0,1)/(250 \times 3,8 \times 0,9) = 1,88 = 2 \text{ шт.}$$

Розраховують загальну кількість апаратів ЦКБА, що необхідна для реалізації процесу бродіння із урахуванням двох резервних апаратів 25:

$$\Sigma n_{\text{ЦКБА}} = 2 + 2 = 4 \text{ шт.}$$

Розрахунок пивних насосів проводять таким чином 26:

$$P_{\text{Пнас}} = 15000 \times 1,0204 \times 0,1/21 \times 8 \times 2 = 4,56 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для забезпечення безперервності технологічного процесу на заводі має бути встановлено 1 пивний насос.

Об'єм пропагатора при умові його однакової місткості із стерилізатором ( $V_{\text{проп, м}^3}$ ) розраховується наступним чином 28:

$$V_{\text{проп}} = (43,902 \times 2)/20 = 4,39 \text{ м}^3$$

Кількість збірників для дріжджів (монжю) ( $n_{\text{зб.дріж, шт.}}$ ) розраховують за формулою 29:

$$n_{\text{зб.дріж}} = (128,4 \times 2 \times 1)/(10 \times 338) = 0,08 = 1 \text{ шт}$$

Додатково у відділенні приймають 2 запасних збірника.

Потужність лінії розливу з урахуванням напруженого періоду роботи заводу розраховують наступним чином 30:

$$P_{\text{л.р.}} = 918000 \times 10 \times 0,1/21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 0,5 = 7806,1 \text{ пл/год} - \text{для скляної тари}$$

$$P_{\text{л.р.}} = 459000 \times 10 \times 0,1/21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 1,5 = 1301,0 \text{ пл/год} - \text{для ПЕТ пляшок}$$

Кількість установок, що необхідна для розливу пива в кеги розраховують наступним чином 31:

$$N_{p.k} = 153000 \times 0,1/21 \times 2 \times 8 \times 0,9 \times 10 \times 150 = 0,03 = 1 \text{ шт}$$

**За наведеними формулами проведемо розрахунки для пива темного «Fillou»:**

Місткість бункера розраховують за формулою 1:

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1/0,5 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду світлого}$$

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1/0,5 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду карамельного}$$

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1/0,5 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду темного}$$

За формулою 4 знаходимо висоту конічної частини:

$$h = 4,4 \times \sqrt{2/2} \times \text{tg}30 = 19,9 \text{ м} - \text{для солоду світлого}$$

$$h = 4,4 \times \sqrt{2/2} \times \text{tg}30 = 19,9 \text{ м} - \text{для солоду карамельного}$$

$$h = 4,4 \times \sqrt{2/2} \times \text{tg}30 = 19,9 \text{ м} - \text{для солоду темного}$$

Знаходимо висоту прямокутної частини за формулою 5:

$$H = 44/4,4^2 - 1/3 \times 19,9 = 4,36 \text{ м} - \text{для солоду світлого}$$

$$H = 44/4,4^2 - 1/3 \times 19,9 = 4,36 \text{ м} - \text{для солоду карамельного}$$

$$H = 44/4,4^2 - 1/3 \times 19,9 = 4,36 \text{ м} - \text{для солоду темного}$$

Розміри бункерів знаходять за формулою 3:

$$R_{\text{пр.б.}} = 4,4^2 \times (4,36 + 1/3 \times 19,9) = 212,8 \text{ м} - \text{для солоду світлого}$$

$$R_{\text{пр.б.}} = 4,4^2 \times (4,36 + 1/3 \times 19,9) = 212,8 \text{ м} - \text{для солоду карамельного}$$

$$R_{\text{пр.б.}} = 4,4^2 \times (4,36 + 1/3 \times 19,9) = 212,8 \text{ м} - \text{для солоду темного}$$

Добова кількість зернопродуктів ( $Q_{\text{доб}}$ , т) розраховується за формулою 7:

$$Q_{\text{доб}} = 6575000/[100 - (0,15 + 0,1)] \times 200 = 329,6 \text{ кг} = 0,33 \text{ т}$$

Продуктивність норії ( $\Pi_{\text{ч}}$ , т/год) знаходиться за формулою 6:

$$\Pi_{\text{ч}} = 0,33/8 = 0,04 \text{ т/год}$$

За результатами розрахунків, ми вибираємо норію НЦ, конвеєр 4040-60.

Продуктивність транспортера розраховують за формулою 8:

$$\Pi_{\text{тр}} = 155 \times 0,4^2 \times 1,25 \times 0,5 = 15,5 \text{ т/год} - \text{для солоду світлого}$$

$$\Pi_{\text{тр}} = 155 \times 0,4^2 \times 1,25 \times 0,5 = 15,5 \text{ т/год} - \text{для солоду карамельного}$$

$$\Pi_{\text{тр}} = 155 \times 0,4^2 \times 1,25 \times 0,5 = 15,5 \text{ т/год} - \text{для солоду темного}$$

Для зважування зернопродуктів у данному проекті застосовують автоматичні ваги Д 100-3 та гвинтовий конвеєр УШ2-Ч-3225.

Варильний агрегат підбирають за кількістю зернопродуктів, що переробляються за добу в найбільш напружений місяць розраховують за формулою 9:

$$Q_{\text{доб}} = 6575000 \times 0,1/323 = 2035,6 \text{ кг} = 2,04 \text{ т}$$

Уточнений одночасний засип визначають за формулою 10:

$$Q_{\text{од}} = 2,04/4 = 0,51 \text{ т}$$

Для варіння сусла у даному проекті використовують вітчизняний чотирьохапаратний варильний агрегат.

Місткість збірника промивних вод розраховують 11:

$$V_{\text{зб.п.в}} = 0,51 \times 2 \times 2,4 = 2,45 \text{ м}^3$$

На заводі буде встановлено 1 збірник промивних вод об'ємом 15 м<sup>3</sup>.

Діаметр таких збірників становить 2 м, а довжина розраховується за формулою 12:

$$L = 15/3,14 \times 2^2 = 1,2 \text{ м}$$

Продуктивність насосів розраховують за формулою 13:

$$\Pi_{\text{нас}} = 1,6396 \times 60/20 = 4,92 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Об'єм сусла визначають за пропорцією використовуючи дані продуктового розрахунку:

$$X = 0,51 \times 38,8/2,2 = 9,0 \text{ дал}$$

Масу дробини із однієї варки знаходимо за аналогічною наведеної вище пропорцією:

$$X_1 = 0,51 \times 4,85/2,2 = 1,12 \text{ кг}$$

Тоді об'єм дробини розраховують за формулою 14:

$$V_{\text{др}} = (1,12 \times 4)/1000 = 0,004 \text{ м}^3$$

Збірники для дробини. Діаметр бункера розраховують за формулою 15:

$$H = 0,004 \times 6/3,14 \times 6^2 = 0,0002 \text{ м}$$

Місткість бункерів для добового зберігання зернопродуктів розраховують за формулою 16:

$$V_{б.доб} = 0,33 \times 1,1 / 0,5 = 0,72 \text{ м}^3 - \text{для солоду світлого}$$

$$V_{б.доб} = 0,33 \times 1,1 / 0,5 = 0,72 \text{ м}^3 - \text{для солоду карамельного}$$

$$V_{б.доб} = 0,33 \times 1,1 / 0,5 = 0,72 \text{ м}^3 - \text{для солоду темного}$$

Продуктивність полірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора розраховують за формулами 17 і 18 відповідно:

$$П_{пм} = 0,33 / 1,5 = 0,22 \text{ т/год}$$

$$П_{псс} = 0,33 \times 0,3 / 1,5 = 0,07 \text{ т/год}$$

Для полірування сировини у даному проекті використовують полірувальну машину РЗ-ВПС та сепаратор ЗСМ 5.

Місткість бункеру для очищених зернопродуктів знаходять за формулою 19:

$$V_{пр.б.} = 20 \times 1,1 / 2 \times 0,53 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду світлого}$$

$$V_{пр.б.} = 20 \times 1,1 / 2 \times 0,53 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду карамельного}$$

$$V_{пр.б.} = 20 \times 1,1 / 2 \times 0,53 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду темного}$$

Продуктивність дробарки розраховують за формулою 20:

$$Q_{др.с} = 0,33 \times 0,25 / 2 = 0,04 \text{ т/год}$$

Для подрібнення сировини у даному проекті використовують дробарки «Миаг» 1.

Місткості бункерів подрібнених зерно продуктів розраховують за формулою 21:

$$V_{бпз} = 0,51 \times 3 = 1,53 \text{ т/год}$$

Для освітлення і охолодження сусла у цьому проекті використовують гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-1,5.

Потужність сепараторів і теплообмінників розраховують за формулою 22:

$$П_{сеп, т/о} = 0,40352 / 2 = 0,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Виходячи із розрахованої потужності теплообміннику, що необхідна для

|     |      |          |        |      |             |    |
|-----|------|----------|--------|------|-------------|----|
|     |      |          |        |      | ПЗ 181.1687 | 72 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |    |

реалізації процесу у цьому проекті використовують пластинчатий теплообмінник ВО1-У2,5 і сепаратор ВСС.

Для процесу зброджування використовуємо апарат РЗ-ВЦН250.

Необхідна кількість апаратів ЦКБА розраховують за формулою 23:

$$n_{\text{ЦКБА}} = (26750 \times 0.1) / (250 \times 3,352 \times 0,9) = 3,5 = 4 \text{ шт.}$$

Розраховують загальну кількість апаратів ЦКБА, що необхідна для реалізації процесу бродіння із урахуванням двох резервних апаратів 24:

$$\Sigma n_{\text{ЦКБА}} = 4 + 2 = 6 \text{ шт.}$$

Розрахунок пивних насосів проводять таким чином 25:

$$P_{\text{Пнас}} = 25000 \times 1,0204 \times 0,1 / 21 \times 8 \times 2 = 7,59 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для забезпечення безперервності технологічного процесу на заводі має бути встановлено 2 пивних насоса.

Об'єм пропагатора при умові його однакової місткості із стерилізатором ( $V_{\text{проп}}$ ,  $\text{м}^3$ ) розраховується наступним чином 26:

$$V_{\text{проп}} = (36,666 \times 2) / 20 = 3,67 \text{ м}^3$$

Кількість збірників для дріжджів (монжю) ( $n_{\text{зб.дріж}}$ , шт.) розраховують за формулою 27:

$$n_{\text{зб.дріж}} = (2140 \times 2 \times 1) / (10 \times 338) = 1,27 = 2 \text{ шт.}$$

Додатково у відділенні приймають 2 запасних збірника.

Потужність лінії розливу з урахуванням напруженого періоду роботи заводу розраховують наступним чином 28:

$$P_{\text{л.р.}} = 1657500 \times 10 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 0,5 = 14094,4 \text{ пл/год} - \text{для скляної тари}$$

$$P_{\text{л.р.}} = 510000 \times 10 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 1,5 = 1445,6 \text{ пл/год} - \text{для ПЕТ пляшок}$$

Кількість установок, що необхідна для розливу пива в кеги розраховують наступним чином 29:

$$N_{\text{р.к}} = 382500 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8 \times 0,9 \times 10 \times 150 = 0,08 = 1 \text{ шт.}$$

**За наведеними формулами проведемо розрахунки для пива світлого «Смарагд»:**

Місткість бункера розраховують за формулою 1:

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1/0,5 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду світлого}$$

За формулою 4 знаходимо висоту конічної частини:

$$h = 4,4 \times \sqrt{2/2} \times \text{tg}30 = 19,9 \text{ м} - \text{для солоду світлого}$$

Знаходимо висоту прямокутної частини за формулою 5:

$$H = 44/4,4^2 - 1/3 \times 19,9 = 4,36 \text{ м} - \text{для солоду світлого}$$

$$H = 33,8/3,38^2 - 1/3 \times 18,5 = 3,2 \text{ м} - \text{для ячменю}$$

Розміри бункерів знаходять за формулою 3:

$$R_{\text{пр.б.}} = 4,4^2 \times (4,36 + 1/3 \times 19,9) = 212,8 \text{ м} - \text{для солоду світлого}$$

Добова кількість зернопродуктів ( $Q_{\text{доб}}$ , т) знаходиться за формулою 7:

$$Q_{\text{доб}} = 1530000/[100 - (0,15 + 0,1)] \times 200 = 76,7 \text{ кг} = 0,08 \text{ т}$$

Продуктивність норії ( $\Pi_{\text{ч}}$ , т/год) знаходиться за формулою 6:

$$\Pi_{\text{ч}} = 0,08/8 = 0,01 \text{ т/год}$$

За результатами розрахунків, ми вибираємо норію НЦГ, конвеєр 4040-60.

Продуктивність транспортера розраховують за формулою 8:

$$\Pi_{\text{тр}} = 155 \times 0,4^2 \times 1,25 \times 0,5 = 15,5 \text{ т/год} - \text{для солоду світлого}$$

Для зважування зерно продуктів у данному проєкті застосовують автоматичні ваги Д 100-3 та гвинтовий конвеєр УШ2-Ч-3225.

Варильний агрегат підбирають за кількістю зернопродуктів, що переробляються за добу в найбільш напружений місяць розраховують за формулою 9:

$$Q_{\text{доб}} = 1530000 \times 0,1/323 = 473,7 \text{ кг} = 0,47 \text{ т}$$

Уточнений одночасний засип визначають за формулою 10:

$$Q_{\text{од}} = 0,47/4 = 0,12 \text{ т}$$

Для варіння сусла у даному проєкті використовують вітчизняний чотирьохапаратний варильний агрегат.

Місткість збірника промивних вод розраховують 11:

$$V_{\text{зб.п.в}} = 0,12 \times 2 \times 2,4 = 0,58 \text{ м}^3$$

На заводі буде встановлено 1 збірник промивних вод об'ємом 15 м<sup>3</sup>.

Діаметр таких збірників становить 2 м, а довжина розраховується за формулою 12:

$$L = 15/3,14 \times 2^2 = 1,2 \text{ м}$$

Продуктивність насосів розраховують за формулою 13:

$$\Pi_{\text{нас}} = 0,05 \times 60/20 = 0,15 \text{ м}^3/\text{год}$$

Об'єм сула визначають за пропорцією використовуючи дані продуктового розрахунку:

$$X = 0,12 \times 64,278/1,53 = 5,04 \text{ дал}$$

Масу дробини із однієї варки знаходимо за аналогічною наведеної вище пропорцією:

$$X_1 = 0,12 \times 2,64/1,53 = 0,21 \text{ кг}$$

Тоді об'єм дробини розраховують за формулою 14:

$$V_{\text{др}} = (0,21 \times 4)/1000 = 0,0008 \text{ м}^3$$

Збірники для дробини. Діаметр бункера розраховують за формулою 15:

$$H = 0,0008 \times 6/3,14 \times 6^2 = 0,00004 \text{ м}$$

Місткість бункерів для добового зберігання зерно продуктів розраховують за формулою 16:

$$V_{\text{б.доб}} = 0,08 \times 1,1/0,5 = 0,18 \text{ м}^3 - \text{для солоду світлого}$$

Продуктивність полірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора розраховують за формулами 17 і 18 відповідно:

$$\Pi_{\text{пм}} = 0,12/1,5 = 0,18 \text{ т/год}$$

$$\Pi_{\text{псс}} = 0,12/1,5 = 0,18 \text{ т/год}$$

Для полірування сировини у даному проекті використовують полірувальну машину СП-54 та сепаратор ЗСМ 5.

Місткість бункеру для очищених зернопродуктів знаходять за формулою 19:

$$V_{\text{пр.б.}} = 20 \times 1,1/2 \times 0,53 = 44 \text{ м}^3 - \text{для солоду світлого}$$

Продуктивність дробарки розраховують за формулою 20:

$$Q_{др.с} = 0,12/2 = 0,06 \text{ т/год}$$

Для подрібнення сировини у даному проєкті використовують дробарку «Миаг» 1.

Місткості бункерів подрібнених зернопродуктів розраховують за формулою 22:

$$V_{бпз} = 0,12 \times 3 = 0,36 \text{ т/год}$$

Для освітлення і охолодження сусла у цьому проєкті використовують гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-1,5.

Потужність сепараторів і теплообмінників розраховують за формулою 23:

$$П_{сеп, т/о} = 0,66849/2 = 0,33 \text{ м}^3/\text{год}$$

Виходячи із розрахованої потужності теплообміннику, що необхідна для реалізації процесу в цьому проєкті використовують пластинчатий теплообмінник ВО1-У2,5 і сепаратор ВСС.

Для процесу зброджування використовуємо апарат РЗ-ВЦН250.

Необхідну кількість апаратів ЦКБА розраховують за формулою 24:

$$n_{ЦКБА} = (10700 \times 0,1)/(250 \times 3,565 \times 0,9) = 1,33 = 2 \text{ шт.}$$

Розраховують загальну кількість апаратів ЦКБА, що необхідна для реалізації процесу бродіння із урахуванням двох резервних апаратів 25:

$$\Sigma n_{ЦКБА} = 2 + 2 = 4 \text{ шт.}$$

Розрахунок пивних насосів проводять таким чином 26:

$$П_{Пнас} = 10000 \times 1,0204 \times 0,1/21 \times 8 \times 2 = 3,04 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для забезпечення безперервності технологічного процесу на заводі має бути встановлено 1 пивний насос.

Об'єм пропагатора при умові його однакової місткості із стерилізатором ( $V_{проп, м^3}$ ) розраховується наступним чином 28:

$$V_{проп} = (62,928 \times 2)/20 = 6,29 \text{ м}^3$$

Кількість збірників для дріжджів (монжю) ( $n_{зб.дріж}$ , шт.) розраховують за формулою 29:

$$n_{зб.дріж} = (80,25 \times 2 \times 1) / (10 \times 338) = 0,05 = 1 \text{ шт.}$$

Додатково у відділенні приймають 2 запасних збірника.

Потужність лінії розливу з урахуванням напруженого періоду роботи заводу розраховують наступним чином 30:

$$P_{л.р.} = 663000 \times 10 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 2,0 = 1409,4 \text{ пл/год} - \text{для ПЕТ пляшок}$$

Кількість установок, що необхідна для розливу пива в кеги розраховують наступним чином 31:

$$N_{р.к} = 357000 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8 \times 0,9 \times 10 \times 150 = 0,08 = 1 \text{ шт.}$$

Отримані дані заносимо в таблицю-специфікацію 6.1.

Таблиця 6.1

### Перелік обладнання та його характеристики

| № п/п | Назва                          | Марка    | Кількість, шт | Технічні х-ки     |                              |                                    |
|-------|--------------------------------|----------|---------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|
|       |                                |          |               | Потужність, т/год | Габаритні розміри, мм        | Потужність електродвигуна, кВт/год |
| 1     | 2                              | 3        | 4             | 5                 | 6                            | 7                                  |
| 2     | Автомобільні ваги              | АМС-60 Е | 1             |                   | 18000×3280                   |                                    |
| 3     | Приймальний бункер             | БК       | 1             |                   | 6000×2500×3000               |                                    |
| 4     | Транспортер стрічковий         | 4040-60  | 4             |                   | Ширина 400                   | 15,5                               |
| 5     | Норія                          | НЦГ      | 1             | 5,0               | Ширина 150                   | 1,6                                |
| 6     | Автоматичні ваги               | Д 100-3  | 4             | 8,0...23,0        | 1250×1000×1400               | 22,4                               |
| 7     | Силос                          | S350GD+Z | 6             |                   | Діаметр 4000<br>Висота 12000 |                                    |
| 8     | Проміжні бункери               | БЦ-15    | 2             |                   | 5720×2450                    |                                    |
| 9     | Полірувальна машина            | СП-54    | 1             | 1,0               | 1520×730×1770                | 1,1                                |
| 10    | Бункер для полірованого солоду | БЦ-4     | 2             |                   | Висота 1890                  |                                    |
| 11    | Магнітна колона                | МК-20    | 2             | 20,0              | 500×380×836                  |                                    |
| 12    | Бункер для солоду              | БП-5     | 1             |                   | Висота 2205                  |                                    |

| 1  | 2                                             | 3                              | 4  | 5               | 6               | 7    |
|----|-----------------------------------------------|--------------------------------|----|-----------------|-----------------|------|
| 13 | Дробарка                                      | «Миаг» 1                       | 1  | 1,0             | 1850×1600×1650  | 6,8  |
| 14 | Передзаторний апарат                          |                                | 1  |                 |                 |      |
| 15 | Підйомник для несолодженої сировини           | Консольний                     | 1  |                 | Висота до 10000 | 1,5  |
| 16 | Насос                                         | Enos 30M                       | 7  | 3,5<br>м³/год   | 595x320x400     | 0,8  |
| 17 | Заторний чан                                  | БКЗ-1                          | 2  | 1,0             | Діаметр 2500    | 3,0  |
| 18 | Фільтраційний апарат                          | ВФЧ-1                          | 1  | 1,0             | Діаметр 2772    | 2,0  |
| 19 | Збірник брудних вод                           |                                | 1  |                 |                 |      |
| 20 | Збірник промивних вод                         |                                | 3  |                 |                 |      |
| 21 | Збірник гарячого суслу                        |                                | 1  |                 |                 |      |
| 22 | Бункер для дробини                            | БЦ-6                           | 1  |                 | Висота 2520     |      |
| 23 | Сушловарильний апарат                         | ВСЦ-1А                         | 1  | 1,0             | Діаметр 2700    | 3,0  |
| 24 | Ємність для подачі хмелю                      | ЕВП-Н                          | 2  |                 |                 |      |
| 25 | Гідроциклонний апарат                         | РЗ-ВГЧ-1,5                     | 1  | 1,5             | 2667×2559×3753  |      |
| 26 | Машина з цистерною                            |                                | 1  |                 |                 |      |
| 27 | Насос для в'язких рідин                       | НР-10                          | 1  | 10,0<br>м³/год  | 630x400x400     | 1,5  |
| 28 | Цистерна                                      |                                | 1  |                 |                 |      |
| 29 | Вакуум насос                                  | СК-0,4                         | 2  | 24,0<br>м³/год  |                 | 1,5  |
| 30 | Збірник для екстр. хвої                       |                                | 1  |                 |                 |      |
| 31 | Пластинчастий теплообмінник                   | ВО1-У2,5                       | 2  | 2500<br>дм³/год | 1650×700×1200   |      |
| 32 | Насос відцентровий                            | Г2-ОПВ-16                      | 10 | 14<br>м³/год    | 515x310x425     | 2,2  |
| 33 | Апарат розведення ЧКД                         | YBMS-2450<br>YEAST-<br>BOOSTER | 1  |                 | 1700×1500×3000  | 0,7  |
| 34 | Аератор                                       | WCASB                          | 1  |                 |                 |      |
| 35 | ЦКБА                                          | РЗ-ВЦН250                      | 14 |                 | Діаметр 4350    |      |
| 36 | Сепаратор                                     | BCC                            | 1  | 2500<br>дм³/год | 1250×940×1450   | 10,0 |
| 37 | Буферна ємність для нефільтрованого пива      | ТА                             | 1  |                 |                 |      |
| 38 | Збірник для приготування суспензії кізельгуру |                                | 4  |                 |                 |      |
| 39 | Збірник для дозування кізельгуру              | FKS 10                         | 2  |                 |                 |      |
| 40 | Дозатор поливинилпирроли дону                 |                                | 2  |                 |                 |      |

| 1  | 2                                      | 3               | 4 | 5                      | 6                     | 7      |
|----|----------------------------------------|-----------------|---|------------------------|-----------------------|--------|
| 41 | Кізельгуровий свічковий фільтр         | FKS 10          | 1 | 40...60<br>г/л/год     |                       | 7...13 |
| 42 | Стерильний свічковий фільтр            |                 | 1 |                        |                       |        |
| 43 | Карбонізатор                           | ILCDA           | 2 |                        | 2500 x 1200 x<br>2300 | 2,0    |
| 44 | Форфас                                 | BBT             | 1 |                        | 1480×1100             |        |
| 45 | Трап фільтр                            | FMS 18x30       | 1 |                        | 500×1600×500          |        |
| 46 | Форфас для<br>непастеризованого пива   | BBT             | 1 |                        | 1480×1100             |        |
| 47 | Установка контрольної<br>фільтрації    | MFS-2B4C        | 1 |                        | 1250x1750x1400        |        |
| 48 | Відстійник для лугу                    |                 | 1 |                        |                       |        |
| 49 | Пісочний фільтр                        |                 | 1 |                        |                       |        |
| 50 | Збірник робочого лугу                  |                 | 1 |                        |                       |        |
| 51 | Апарат для виймання<br>пляшок          | BCFL-<br>MB1200 | 1 | 50                     |                       |        |
| 52 | Пляшкомийна машина                     | BWB-<br>SA1200D | 1 |                        |                       |        |
| 53 | Світловий автомат<br>інспектор         |                 | 2 |                        |                       |        |
| 54 | Транспортер                            | BCFL-<br>MB1200 |   |                        |                       |        |
| 55 | Апарат для розливу в<br>скляні пляшки  | BCFL-<br>MB1200 | 1 |                        |                       |        |
| 56 | Апарат для укупорки<br>пляшок          | BCFL-<br>MB1200 | 1 |                        |                       |        |
| 57 | Апарат етикетувальний                  | BCFL-<br>MB1200 | 1 |                        |                       |        |
| 58 | Апарат для пакування<br>пляшок в ящики | BCFL-<br>MB1200 |   |                        |                       |        |
| 59 | Автовиймач для кег                     | KHS 35          | 1 |                        |                       |        |
| 60 | Апарат зовнішньої<br>мийки кег         | KEGMACH<br>a1   | 1 |                        | 925×2200              | 9,0    |
| 61 | Пастеризатор кег                       | KEGMACH<br>a1   | 2 |                        |                       | 12,0   |
| 62 | Ваги                                   | ВПД0808Л        | 2 |                        | 800x800               |        |
| 63 | Апарат для розливу в<br>кеги           | KCA-25AR        | 1 |                        | 1900×900×2000         | 4,7    |
| 64 | Просушувальна машина                   | KCA-25AR        | 1 | 4000<br>пляшок/<br>год |                       |        |
| 65 | Автоматична видувна<br>машина          | AB 4000         | 1 |                        |                       |        |

Закінчення табл. 6.1

|    |                                   |            |   |                    |                |      |
|----|-----------------------------------|------------|---|--------------------|----------------|------|
| 66 | Направляючий конвеєр              | Н 1-ТЕ     | 1 |                    | 1630×570×870   | 0,25 |
| 67 | Конвеєр                           | КСС-3500   | 1 |                    | 3280×900×940   | 0,4  |
| 68 | Ополіскувач автоматичний          | МР-63      | 1 | До 6000 пляшок/год | 3500×3700×3000 | 10,0 |
| 69 | Автомат для розливу в ПЕТ-пляшки  |            | 1 |                    |                |      |
| 70 | Автомат для укупорки в ПЕТ-пляшки |            | 1 |                    |                |      |
| 71 | Етикетувальний апарат             | МППЕ-3000А | 1 | 3000 пляшок/год    | 3840×1665×2014 | 7,0  |
| 72 | Апарат для упаковки               | УМТ-600АЛ  | 1 | 15 уп./хв          | 5500×1150×2250 | 30,0 |
| 73 | Термоусадочний тунель             |            | 1 |                    |                |      |

## РОЗДІЛ 7

### ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

#### 7.1 Енергетичні розрахунки

Виконання даного розділу базується на розрахунках, наведених у методичних вказівках НУЧК до написання дипломного проекту [15]:

У пивоварінні гаряча вода використовується у варильному цеху та на миття апаратів і трубопроводів. Також вона йде на миття кег (стерилізацію).

Витрати гарячої води на екстракцію у заторному чані, м<sup>3</sup>/добу:

$$V_{1ГВС} = Q_{доб} \times N_{ГВ}, \quad (7.1)$$

де  $Q_{доб}$  – добова кількість зерна, що використовується підприємством, т;

$N$  – норма витрат гарячої води на операцію, л.

Витрати води на заливання сит фільтраційного апарату, м<sup>3</sup>/добу:

$$V_{2ГВС} = S \times h \times z \times n, \quad (7.2)$$

де  $S$  – площа фільтрації обраного фільтраційного апарату, м<sup>2</sup>;

$h$  – висота підсигного простору ( $h=0,012$  м);

$z$  – обертаємість обраного апарату;

$n$  – кількість фільтраційних апаратів в агрегаті.

Витрати води на вилуджування пивної дробини, м<sup>3</sup>/добу:

$$V_{3ГВС} = V_{1ГВС}, \quad (7.3)$$

Кількість води на миття фільтрчану, м<sup>3</sup>/добу:

$$V_{4ГВС} = (N_{ГВ} \times \sum L) / (\tau \times 1000), \quad (7.4)$$

де  $N_{ГВ}$  – нормативна кількість витрат води на миття, м<sup>3</sup>;

$\sum L$  – продуктивність заводу за всіма сортами, дал;

$\tau$  – кількість днів роботи варильного цеху, діб.

Аналогічним чином обчислимо витрати на операції миття комунікацій і апаратів варильного цеху, промивання трубопроводів для сусла, миття бункеру

для дробини, миття обладнання для цеху освітлення та охолодження сусли, промивання пивопроводів. Відмінність буде полягати у різних нормативних показниках витрат води на операції, кількість днів же залишиться такою ж, як у варильного цеху, м<sup>3</sup>/добу.

На миття ЦКБА витрату води розраховують згідно часу миття і нормативних показників витрат, м<sup>3</sup>/добу:

$$V_{10ГВС} = (N \times \tau_1 \times n) / 60, \quad (7.5)$$

де N – витрати на одну миючу головку, м<sup>3</sup>/год;

$\tau_1$  – час миття, хв;

n – кількість ЦКБА, що миється за добу, штук.

Витрати води для миття обладнання фільтраційного відділення, м<sup>3</sup>/добу, проводять за формулою (7.5). Кількість одиниць обладнання n беруть із розрахунку обладнання для реалізації процесу на заводі заданої у завданні потужності.

Витрати води на миття блоків розливу, м<sup>3</sup>/добу, також здійснюються за формулою (7.5), враховують лише відповідні дані та технічні характеристики блоків розливу. Для розливу пива у скляні, ПЕТ-пляшки та кеги використовуються окремі лінії, а отже, і витрати води розраховуються як для блоку розливу у скляні пляшки, так і для розливу в ПЕТ-тару за однією і тією ж формулою.

Витрати води на інші потреби підприємства приймаються 0,4 м<sup>3</sup> на 1 т зернопродуктів, що переробляються за добу, м<sup>3</sup>/добу:

$$V_{15ГВС} = 0,4 \times Q_{\text{доб}}, \quad (7.6)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – кількість зернопродуктів, що переробляються на заводі за добу, кг.

Визначення річних витрат води за всіма операціями, м<sup>3</sup>/рік, проводять наступним чином:

$$V_{ГВР} = V_{ГВС} \times \tau, \quad (7.7)$$

де  $V_{ГВС}$  – розраховані витрати води на кожну операцію за добу окремо,  $м^3/добу$ ;

$\tau$  – кількість діб роботи в рік відповідного відділення заводу, діб.

Визначення питомих витрат води за всіма операціями,  $м^3/дал$  проводять за формулою:

$$V_{ГВП} = V_{ГВР} / \Sigma L, \quad (7.8)$$

де  $\Sigma L$  – загальна річна потужність заводу, дал (при визначенні питомих витрат води при промиванні пивопроводу та митті кег  $\Sigma L$  приймають відповідно до випуску товарного пива в кегах і скляних пляшках, тобто  $\Sigma L_{оп} = S \times q$ , де  $S$  – річний випуск товарного пива за заданою потужністю заводу, дал;  $q$  – частка товарного пива, що розлита в кеги або скляні пляшки відповідно).

Бак для гарячої води вміщує двогодинний максимальний запас для варильного відділу. Відповідно, при коефіцієнті заповнення бака 0,9, сума витрат на варильний цех, поділена на коефіцієнт дасть місткість баку,  $м^3$ :

$$V_{ГВ \text{ бак}} = (V_{4ГВС} + V_{5ГВС} + V_{6ГВС} + V_{7ГВС}) / 0,9, \quad (7.9)$$

де  $V_{4ГВС}$ ,  $V_{5ГВС}$ ,  $V_{6ГВС}$ ,  $V_{7ГВС}$  – витрати гарячої води на миття фільтрану, обладнання варильного цеху, суслопроводів, бункерів для дробини відповідно,  $м^3/добу$ .

Холодна вода використовується для технологічних операцій, де неважлива температура води. Вона йде на промивання обладнання, тари, гідравлічне перенесення сировини, охолодження напівпродуктів.

Витрати води на розбавлення пивної дробини,  $м^3/добу$ :

$$V_{1ХВС} = V_{1ГВС}, \quad (7.10)$$

На видалення хмельової дробини з білковим осадом витрати води обчислюються за формулою 7.1, з урахуванням коефіцієнту норм витрат на операцію,  $м^3/добу$ .

Витрати води на охолодження сусла розраховується таким чином,  $м^3/добу$ :

$$V_{3XBC} = (N_{XB} \times \tau_1 \times n \times z) / 60, \quad (7.11)$$

де  $N_{XB}$  – норма витрат води на охолодження,  $m^3$ ;

$\tau_1$  – час охолодження (90...120 хв), хв;

$n$  – кількість теплообмінників, що миється за добу, штук;

$z$  – обертаємість варильного порядку (визначалося у розділі 6), разів.

Витрати води на охолодження суслу у відстійних апаратах, миття обладнання відділення охолодження суслу, промивання дріжджів і обладнання дріжджового цеху, миття обладнання фільтраційного відділення, миття кег та пляшкомиїних машин розраховують аналогічно витратам гарячої води на миття фільтрчану за формулою (7.4) враховуючи лише відповідні норми для холодної води.

Витрати води для миття ЦКБА,  $m^3$ /добу, наступні:

$$V_{10XBC} = V_{10ГВС}, \quad (7.12)$$

Витрати води на промивання дріжджів і обладнання дріжджового відділення:

$$V_{6XBC} = V_{др.р} \times n_1 \times n_2 \times \tau, \quad (7.13)$$

де  $V_{др.р}$  – сумарний річний об'єм дріжджів (засівних або товарних),  $m^3$ ;

$\tau$  – кількість днів роботи відділення головного бродіння в році;

$n_1$  – кількість промивань дріжджів за добу;

$n_2$  – збільшення об'єму дріжджів після розбавлення їх водою (для засівних дріжджів 1:1  $n_2 = 2$ , для товарних дріжджів – 1:0,3  $n_2 = 1,3$ ).

Після цього знаходять сумарні витрати води на промивання дріжджів для чого всі отримані дані для даної операції додаються.

Витрати води на миття пляшок,  $m^3$ /добу, розраховують за формулою (7.5) приймаючи норму витрат води на операцію. Витрати води на ополіскування ПЕТ-пляшок розраховується аналогічно.

Витрати води на інші потреби підприємства приймаються  $5,0 m^3$  на 1 т зернопродуктів, що переробляються за добу,  $m^3$ /добу:

$$V_{13XBC} = 5 \times Q_{\text{доб}}, \quad (7.14)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – кількість зернопродуктів, що переробляються на заводі за добу, кг.

Кількість води, що повторно використовується ( $\Sigma V_{XB.\text{повт.}}$ ), приймається рівною 70% води, що використовується на охолодження сусла.

Сумарні добові витрати холодної і гарячої води, м<sup>3</sup>/добу, розраховуються наступним чином:

$$\Sigma V_B = \Sigma V_{ГВС} + \Sigma V_{XBC} - \Sigma V_{XB.\text{повт.}}, \quad (7.15)$$

Після проведення розрахунків витрат холодної води за стадіями отримані дані зводять у табл. 7.2, яка заповнюється аналогічно табл. 7.1, але беруться до уваги технологічні операції, на яких використовується саме холодна вода.

Розрахунок витрат пари заснований на розрахунку продуктів, паспортних даних прийнятого в проєкті технологічного обладнання та на нормативних витратах на окремі операції.

Основним споживачем пари на пивоварному підприємстві є варильний цех. Проте пару використовують також в цеху розливу при митті тари та пастеризації пива, у відділенні чистої культури і на пропарювання трубопроводів.

Для розрахунку пари на процес затирання, що буде здійснюватися із відварками витрати пари на підігрів затору, сусла й води будуть знаходити наступним чином ( $Q_i$ , кДж):

$$Q_i = m_i \times c_i \times (t_2 - t_1) / 0,95, \quad (7.16)$$

де  $m_i$  – маса відварки, що підігрівається, кг;

$c_i$  – питома теплоємність, кДж/(кг·К);

$t_2, t_1$  – кінцева і початкова температура, °С;

0,95 – ККД котла.

Витрати тепла на операцію, кг:

$$M_i = Q_i / (\Delta T - C_B \times 100), \quad (7.17)$$

де  $Q_i$  – витрати тепла, кДж;

$\Delta_{\text{П}}$  – ентальпія пари, 2716 кДж/кг;

$C_{\text{В}}$  – теплоємність води, 4,19 кДж/(кг·К).

Годинні витрати тепла, кг/год:

$$M_{\text{год}} = M_i \times 60 / \tau_1, \quad (7.18)$$

де  $M_i$  – витрати тепла на операцію, кг;

$\tau_1$  – тривалість операції, хв.

Добові витрати тепла, кг/добу:

$$M_{\text{доб}} = M_i \times z, \quad (7.19)$$

де  $M_i$  – витрати тепла на операцію, кг;

$z$  – обертаємість варильного агрегату.

Річні витрати тепла, кг/рік:

$$M_{\text{Г}} = M_{\text{доб}} \times \tau, \quad (7.20)$$

де  $M_{\text{доб}}$  – добові витрати тепла, кг/доб;

$\tau$  – число робочих днів у році.

Питомі витрати тепла, кг/дал:

$$M_{\text{пит}} = M_{\text{Г}} / N, \quad (7.21)$$

де  $M_{\text{Г}}$  – річні витрати тепла, кг/рік;

$N$  – відсоткова річна частка кожного сорту товарного пива, що розраховується.

Масу затору, що буде готуватися за один раз ( $m_z$ , кг), розраховують відповідно до гідромодуля та завантаження апарату (зернопродуктами та водою):

$$m_z = M_{\text{В}} + M_{\text{з.п}} \times n, \quad (7.22)$$

де  $M_{\text{В}}$  – залив згідно із нормативними показниками обладнання, кг;

$M_{\text{з}}$  – засип відповідно до рецептури та встановленого гідромодулю, кг;

$n$  – встановлений гідромодуль.

Теплоємність заторної маси ( $C_z$ , кДж/(кг·К)) знаходять наступним чином:

$$C_{з.м.} = (m_{зп} \times c_{зп} + m_{в} \times c_{в}) / m_{зп} + m_{в}, \quad (7.23)$$

де  $m_{зп}$  і  $m_{в}$  – кількість зернопродуктів і води відповідно, кг;

$c_{зп}$  і  $c_{в}$  – питома теплоємність зернопродуктів і води відповідно, кДж/кг °С  
( $c_{зп}=1,42$  кДж / кг °С,  $c_{в}= 4,19$  кДж / кг °С).

Питома теплоємність сусла приймається у діапазоні від 3,87 до 3,98 кДж/кг °С.

Слід враховувати, що при кип'ятінні затору і сусла з хмелем протягом години випаровується 5% води від маси затору або об'єму сусла. При цьому кількість тепла, що витрачається на кип'ятіння визначають за формулою:

$$M_{кип} = 0,05 \times G \times r \times \tau, \quad (7.24)$$

де  $M_{кип}$  – кількість тепла витраченого на кип'ятіння затору (сусла з хмелем), кДж/добу;

$G$  – витрати затору (сусла з хмелем), кг/добу;

$r$  – питома теплота пароутворення, кДж/кг (2259,2);

$\tau$  – тривалість кип'ятіння, год.

Витрати пари визначають за формулою:

$$G_{п} = \sum M_i / \Delta_{п-с_к} \times t_к, \quad (7.25)$$

де  $\sum M_i$  – сумарна кількість витраченої теплоти на всі операції (нагрівання затору, нагрівання води для промивання пивної і хмельової дробини, кип'ятіння сусла з хмелем), кДж/добу;

$\Delta_{п}$  – ентальпія пари, 2716 кДж/кг при тиску 0,245 МПа;

$c_к$  – питома теплоємність конденсата, 4,19 кДж / кг °С;

$t_к$  – температура охолодження конденсату, °С ( $t_к=100$  °С)

В серії цих розрахунків визначають витрати холодоагентів, що використовуються для охолодження в технологічному процесі.

Для цього необхідно визначити кількість тепла, що виділяється при охолодженні середовища за формулою:

$$Q = G \times C \times (t_{п} - t_к), \quad (7.26)$$

де  $Q$  – кількість тепла, що виділяється при охолодженні середовища, кДж/добу;

$G$  – витрати середовища, кг/добу;

$C$  – питома теплоємність середовища, кДж/кг °С;

$t_{\text{п}}$  і  $t_{\text{к}}$  – відповідно кінцева і початкова температура середовища

Витрати холодоагента визначають за формулою:

$$G_{\text{ха}} = Q/C_{\text{ха}} \times (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}), \quad (7.27)$$

де  $G_{\text{ха}}$  – витрати холодоагенту, кг/добу;

$Q$  – кількість тепла, що виділилося при охолодженні середовища, кДж/добу;

$C_{\text{ха}}$  – питома теплоємність холодоагенту;

$t_{\text{п}}$  і  $t_{\text{к}}$  – відповідно кінцева і початкова температура холодоагенту

**За представленими формулами проведемо розрахунки для всіх сортів пива:**

Витрати води на затирання розраховують за формулою 1:

$$V_{1\text{ГВС}} = 22,56 \times 4 = 90,24 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на заливання сит фільтраційного апарату знаходять за формулою 2:

$$V_{2\text{ГВС}} = 3 \times 0,012 \times 5 \times 3 = 0,54 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на вилуджування пивної дробини знаходять таким чином 3:

$$V_{3\text{ГВС}} = 90,24 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Кількість води на миття фільтрчану розраховують за формулою 4:

$$V_{4\text{ГВС}} = (1,4 \times 5000000) / (323 \times 1000) = 21,67 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Аналогічно за формулою 4 визначають витрати води на миття комунікацій і апаратів варильного цеху:

$$V_{5\text{ГВС}} = (3,2 \times 5000000) / (323 \times 1000) = 49,54 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на промивання суслпроводів 4:

$$V_{6\text{ГВС}} = (3,9 \times 5000000) / (323 \times 1000) = 60,37 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття бункеру для дробини 4 :

$$V_{7ГВС} = (0,7 \times 5000000) / (323 \times 1000) = 10,84 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття обладнання для цеху освітлення та охолодження суслу визначають за формулою 4:

$$V_{8ГВС} = (1,0 \times 5000000) / (238 \times 1000) = 21,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати на промивання пивопроводів 4:

$$V_{9ГВС} = (1,4 \times 5000000) / (323 \times 1000) = 21,67 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття ЦКБА знаходять за формулою 5:

$$V_{10ГВС} = (5,2 \times 80 \times 2) / 60 = 13,87 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води для миття обладнання фільтраційного відділення розраховують за аналогічно за формулою 5:

$$V_{11ГВС} = (2,5 \times 10 \times 3) / 60 = 1,25 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок витрати води на миття лінії розливу пива у скляні пляшки здійснюється за формулою 5:

$$V_{12ГВС} = (5,0 \times 10 \times 1) / 60 = 0,83 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття лінії розливу пива у ПЕТ-пляшки 5:

$$V_{13ГВС} = (5,0 \times 10 \times 1) / 60 = 0,83 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття кег розраховують за формулою 5:

$$V_{14ГВС} = (6,4 \times 10 \times 1) / 60 = 1,1 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на інші потреби підприємства розраховують за формулою 6:

$$V_{15ГВС} = 0,4 \times 22,56 = 9,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води за всіма операціями:

$$V_{ГВС \text{ заг}} = 393,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Визначення річних витрат гарячої води за всіма операціями проводять за формулою 7:

$$V_{ГВР1} = 90,24 \times 323 = 29147,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР2} = 0,54 \times 323 = 174,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР3} = 90,24 \times 323 = 29147,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР4} = 21,67 \times 323 = 6999,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР5} = 49,54 \times 323 = 16001,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР6} = 60,37 \times 323 = 19499,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР7} = 10,84 \times 323 = 3501,3 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР8} = 21,0 \times 238 = 4998,0 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР9} = 21,67 \times 323 = 6999,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР10} = 13,87 \times 338 = 4688,1 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР11} = 1,25 \times 238 = 297,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР12} = 0,83 \times 238 = 197,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР13} = 0,83 \times 238 = 197,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР14} = 1,1 \times 238 = 261,8 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР15} = 9,0 \times 238 = 2142,0 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР \text{ заг}} = 124242,8 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Розрахунок питомих витрат води за всіма операціями проводять за формулою 8:

$$V_{ГВП1} = 29147,5/5000000 = 0,0058 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП2} = 174,4/5000000 = 0,00004 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП3} = 29147,5/5000000 = 0,0058 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП4} = 6999,4/5000000 = 0,0014 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП5} = 16001,4/5000000 = 0,0032 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП6} = 19499,5/5000000 = 0,0039 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП7} = 3501,3/5000000 = 0,0007 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП8} = 4998,0/5000000 = 0,001 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП9} = 6999,4/5000000 = 0,0014 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП10} = 4688,1/92387825 = 0,00005 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП11} = 297,5/5000000 = 0,00006 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП12} = 197,5/5000000 = 0,00004 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП13} = 197,5/39608175 = 0,000005 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП14}} = 261,8/5000000 = 0,00005 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП15}} = 2142,0/5000000 = 0,0004 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП ЗАГ}} = 0,0239 \text{ м}^3/\text{дал}$$

Зведені дані витрат гарячої води приводять у вигляді таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

### Зведені дані витрат гарячої води

| Найменування операції                                      | Витрати води на операцію |                     | Питомі витрати води, м <sup>3</sup> /дал |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------------|
|                                                            | м <sup>3</sup> /добу     | м <sup>3</sup> /рік |                                          |
| 1                                                          | 2                        | 3                   | 4                                        |
| Затирання зернопродуктів                                   | 90,24                    | 29147,5             | 0,0058                                   |
| Заливка сит фільтраційного апарату                         | 0,54                     | 174,4               | 0,00004                                  |
| Вилуджування солодової дробини                             | 90,24                    | 29147,5             | 0,0058                                   |
| Миття фільтрчану                                           | 21,67                    | 6999,4              | 0,0014                                   |
| Миття і дезінфекція обладнання варильного цеху             | 49,54                    | 16001,4             | 0,0032                                   |
| Промивка суслопроводів                                     | 60,37                    | 19499,5             | 0,0039                                   |
| Миття бункерів для дробини                                 | 10,84                    | 3501,3              | 0,0007                                   |
| Миття обладнання відділення освітлення і охолодження сусла | 21,0                     | 4998,0              | 0,001                                    |
| Миття ЦКБА                                                 | 13,87                    | 6999,4              | 0,0014                                   |
| Промивка пивопроводів                                      | 21,67                    | 4688,1              | 0,00005                                  |
| Миття обладнання фільтраційного відділення                 | 1,25                     | 297,5               | 0,00006                                  |
| Миття блоків розливу                                       | 1,66                     | 395,0               | 0,00005                                  |
| Миття кеґ                                                  | 1,1                      | 261,8               | 0,00005                                  |
| Інші потреби                                               | 9,0                      | 2142,0              | 0,0004                                   |
| <b>ВСЬОГО</b>                                              | <b>393,0</b>             | <b>124242,8</b>     | <b>0,0239</b>                            |

Місткість баку гарячої води для варильного відділення знаходять за формулою 9:

$$V_{ГВ \text{ бак}} = (21,67+49,54+60,37+10,84)/0,9 = 158,2 \text{ м}^3$$

Для забезпечення заданої потужності заводу необхідно встановити 6 баків для гарячої води.

Витрати води на розбавлення пивної дробини розраховують за формулою 10:

$$V_{1ХВС} = 90,24 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На видалення хмельової дробини з білковим осадом витрати води обчислюються за формулою 1:

$$V_{2ХВС} = 22,56 \times 1,0 = 22,56 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на охолодження суслу у теплообмінниках розраховують за формулою 11:

$$V_{3ХВС} = (18 \times 100 \times 1 \times 6)/60 = 180,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на охолодження сусла у відстійних апаратах 4:

$$V_{4ХВС} = (26,7 \times 5000000)/(323 \times 1000) = 413,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок води на миття обладнання відділення охолодження сусла проводять за формулою 4:

$$V_{5ХВС} = (0,6 \times 5000000)/(323 \times 1000) = 9,29 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на промивання дріжджів та миття обладнання дріжджового цеху 4:

$$V_{6ХВС} = (1,5 \times 5000000)/(323 \times 1000) = 23,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття обладнання фільтраційного відділення знаходять за формулою 4:

$$V_{7ХВС} = (0,8 \times 5000000)/(238 \times 1000) = 16,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття кег розраховують за формулою 4:

$$V_{8ХВС} = (1,0 \times 5000000)/(238 \times 1000) = 21,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття пляшкокомийних машин 4:

$$V_{9XBC} = (0,7 \times 5000000) / (238 \times 1000) = 14,7 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води для миття ЦКБА знаходять за формулою 12:

$$V_{10XBC} = 13,87 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на промивання дріжджів і миття обладнання дріжджового відділення 13:

$$V_{6XBC} = 12579,6 \times 3 \times 1,3 / 338 = 145,1 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_{6XBC \text{ заГ}} = 168,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття скляних пляшок знаходять за формулою 5:

$$V_{11XBC} = (20,0 \times 60 \times 1) / 60 = 20,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на миття ПЕТ-пляшок знаходять за формулою 5:

$$V_{12XBC} = (12,5 \times 60 \times 1) / 60 = 12,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на інші потреби підприємства обчислюють за формулою 14:

$$V_{13XBC} = 5 \times 22,56 = 112,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Загальні витрати холодної води на всі операції:

$$V_{XBC \text{ заГ}} = 1095,4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Визначення річних витрат холодної води за всіма операціями проводять за формулою 7:

$$V_{1XBP} = 90,24 \times 323 = 29147,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{2XBP} = 22,56 \times 323 = 7286,9 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{3XBP} = 180,0 \times 323 = 58140,0 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{4XBP} = 413,3 \times 323 = 133495,9 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{5XBP} = 9,29 \times 323 = 3000,7 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{6XBP} = 168,3 \times 323 = 54360,9 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{7XBP} = 16,8 \times 238 = 3998,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{8XBP} = 21,0 \times 238 = 4998,0 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{9XBP} = 14,7 \times 238 = 3498,6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{10XBP} = 13,87 \times 338 = 4688,1 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{11ХВР} = 20,0 \times 238 = 4760,0 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{12ХВР} = 12,5 \times 238 = 2975,0 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{13ХВР} = 112,8 \times 323 = 36434,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ХВР \text{ ЗАГ}} = 346784,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Визначення питомих витрат холодної води за всіма операціями розраховують за формулою 8:

$$V_{1ХВП} = 29147,5/5000000 = 0,0058 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{2ХВП} = 7286,9/5000000 = 0,0015 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{3ХВП} = 58140,0/5000000 = 0,012 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{4ХВП} = 133495,9/5000000 = 0,027 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{5ХВП} = 3000,7/5000000 = 0,0006 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{6ХВП} = 54360,9/5000000 = 0,011 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{7ХВП} = 3998,4/5000000 = 0,0008 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{8ХВП} = 4998,0/5000000 = 0,001 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{9ХВП} = 3498,6/5000000 = 0,0007 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{10ХВП} = 4688,1/5000000 = 0,0009 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{11ХВП} = 4760,0/5000000 = 0,001 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{12ХВП} = 2975,0/5000000 = 0,0006 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{13ХВП} = 36434,4/5000000 = 0,007 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ХВП \text{ ЗАГ}} = 0,07 \text{ м}^3/\text{дал}$$

Кількість води, що повторно використовується:

$$\Sigma V_{ХВ. \text{повт}} = 415,3 \text{ м}^3$$

Сумарні добові витрати холодної і гарячої води розраховуються наступним чином 15:

$$\Sigma V_B = 393 + 1095,4 - 415,3 = 1073,1 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунки витрат холодної води за всіма операціями оформимо в таблицю 7.2.

## Зведені витрати холодної води

| Найменування операції                                         | Витрати       |                 | Питомі витрати, м³/дал |
|---------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|
|                                                               | м³/добу       | м³/рік          |                        |
| 1                                                             | 2             | 3               | 4                      |
| Розбавлення дробини                                           | 90,24         | 29147,5         | 0,0058                 |
| Видалення хмельової дробини                                   | 22,56         | 7286,9          | 0,0015                 |
| Охолодження сусла:                                            |               | 58140,0         | 0,012                  |
| у теплообмінниках                                             | 180,0         |                 |                        |
| у відстійних чанах                                            | 413,3         | 133495,9        | 0,027                  |
| Миття апаратів охолодження сусла                              | 9,29          | 3000,7          | 0,0006                 |
| Миття ЦКБА                                                    | 13,87         | 54360,9         | 0,011                  |
| Миття апаратів фільтраційного відділення                      | 16,8          | 3998,4          | 0,0008                 |
| Миття кег                                                     | 21,0          | 4998,0          | 0,001                  |
| Миття пляшкомийних апаратів                                   | 14,7          | 3498,6          | 0,0007                 |
| Промивання дріжджів і миття обладнання дріжджового відділення | 168,3         | 4688,1          | 0,0009                 |
| Миття пляшок                                                  | 32,5          | 7735,0          | 0,0016                 |
| Інше обладнання                                               | 112,8         | 36434,4         | 0,007                  |
| <b>ВСЬОГО</b>                                                 | <b>1095,4</b> | <b>346784,4</b> | <b>0,07</b>            |

Для розрахунку пари на процес затирання, що буде здійснюватися із відварками витрати пари на підігрів затору, сусла й води будуть знаходити за формулою 16:

$$Q_i = (22560 \times 3,9 \times (72 - 45)) / 0,95 = 2500597,9 \text{ кДж}$$

Витрати тепла на операцію розраховують за формулою 17:

$$M_i = 2500597,9 / (2716 - 4,19 \times 100) = 9,22 \text{ кг}$$

Годинні витрати тепла знаходять за формулою 18:

$$M_{\text{год}} = 9,22 \times 60 / 180 = 3,1 \text{ кг/год}$$

Добові витрати тепла розраховують за формулою 19:

$$M_{\text{доб}} = 9,22 \times 6 = 55,3 \text{ кг/добу}$$

Річні витрати тепла обчислюють за формулою 20:

$$M_r = 55,3 \times 323 = 17861,9 \text{ кг/рік}$$

Питомі витрати тепла знаходять за формулою 21:

$$M_{\text{пит}} = 17861,9/100 = 178,6 \text{ кг/дал}$$

Масу затору, що буде готуватися за один раз знаходять за формулою 22:

$$m_3 = 21000 + 7000 \times 1 = 28000 \text{ кг}$$

Теплоємність заторної маси знаходять за формулою 23:

$$C_{\text{з.м.}} = (7000 \times 1,42 + 21000 \times 4,19) / 7000 + 21000 = 3,5 \text{ кДж/(кг} \times \text{K)}$$

Кількість тепла, що витрачається на кип'ятіння знаходять так 24:

$$M_{\text{кип}} = 0,05 \times 28000 \times 2259,2 \times 1 = 3162880 \text{ кДж/добу}$$

Витрати пари визначають за формулою 25:

$$G_{\text{п}} = 9,22 / 2716 - 4,19 \times 100 = 0,00003 \text{ кг}$$

Витрати холодоагенту при бродінні суслу в ЦКБА визначаються за кількістю тепла, що виділяється при охолодженні апарату бродіння.

Кількість тепла, що виділяється при охолодженні середовища знаходять за формулою 26:

$$Q = 28000 \times 3,9 \times (13 - 0) = 1419600 \text{ кДж/добу}$$

Витрати холодоагенту визначають за формулою 27:

$$G_{\text{ха}} = 1419600 / (2,44 \times (13 - 0)) = 44754,1 \text{ кг/добу}$$

Таблиця 7.3

### Витрати холодоагенту

| Назва процесу                  | Мета проведення технологічного процесу                | Холодоагент      | Температури, °С |         |             | Норма витрат |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|-----------------|---------|-------------|--------------|
|                                |                                                       |                  | Початков а      | Кінцева | Теплоносі я |              |
| Охолодження суслу при бродінні | В процесі бродіння виділяється велика кількість тепла | Технічний етанол | 13              | 0       | 0           | 44754,1      |

## 7.2 Заходи з енергозбереження

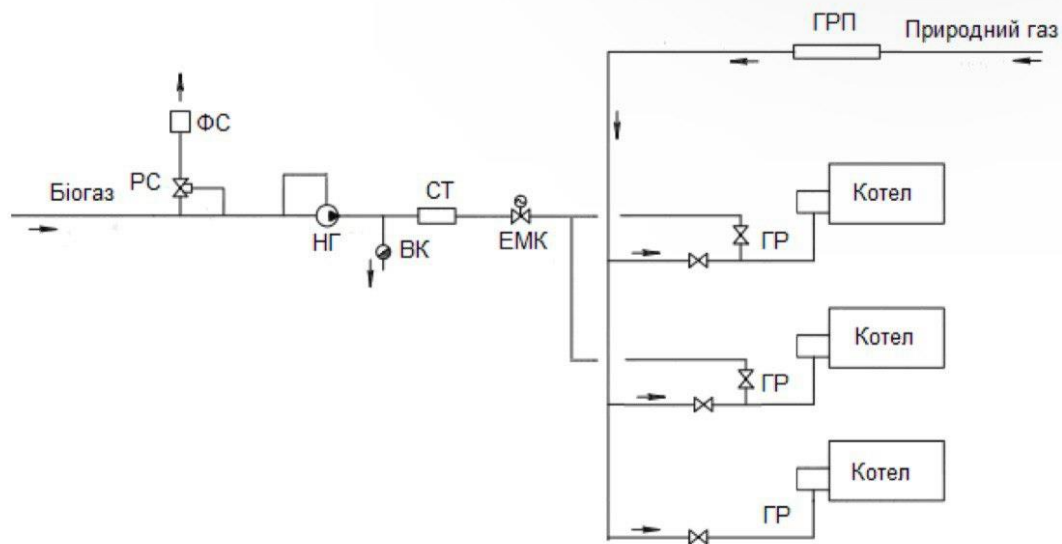
Пивоварний завод витрачає велику кількість енергоресурсів, таких як електроенергія, холодоагенти, паливо (природний газ, вугілля, кокс, торф і т.д.), але при виробництві пива найбільше витрачається теплової енергії (гарячої води та пару). Тож саме на їх мінімізацію втрат треба звернути увагу.

Заходи з енергозбереження починаються на етапі будівництва заводу. Насамперед, підприємство та обладнання має бути теплоізовльоване. Це роблять для того, щоб зменшити втрати теплової енергії у навколишнє середовище.

Опалення заводу в холодний період року та нагрів води здійснюється в котельні, яка використовує велику кількість палива. Але ж гаряча вода потрібна цілий рік, тож котельня працює і влітку. Для вирішення цієї проблеми на заводі можна встановити сонячні колектори [16]. Їх функція полягає в нагріві теплоносія сонячною енергією. Таким чином, роботи котельні в літній час можна уникнути, а разом з цим зекономити на паливі.

За допомогою сонячної енергії також можна зберегти достатню кількість електроенергії в літній період, встановивши на підприємстві сонячні батареї.

Іще одним варіантом економії ресурсів є використання біогазу. Ключовою сировиною для його виробництва є пивна дробина, що в свою чергу зменшить кількість відходів. Для споживання біогазу в котельні встановлюють пальниковий пристрій типу GT-18S фірми Oilon (Фінляндія) для одночасного комбінованого спалювання природного та біогазу [17]. Таким чином, в котельні буде встановлено три котли, один котел буде споживати природний газ або інше паливо, другий – суміш природного та біогазу, а третій – резервний. На рис. 7.1 показано принципову схему підключення біогазової установки.



**Рис. 7.1. Принципова схема підключення біогазової установки:**

ФК – факельна система; РС – регулятор скидання біогазу; ВК – пристрій для відведення конденсату; НГ – нагнітач газу; СТ – стабілізатор тиску; ГР – газова рампа пальника; ЕМК – електромагнітний клапан.

## РОЗДІЛ 8

### ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Технохімічний контроль є невід'ємною складовою виробництва продукції, яка відповідає вимогам нормативної документації. Цей контроль здійснює виробнича лабораторія, основна задача якої раціональна організація технологічного процесу, яка забезпечує випуск якісних виробів при мінімальних технологічних затратах та втратах, та високої організації праці.

Виробнича лабораторія повинна складатися з окремих приміщень для фізико-хімічних та мікробіологічних досліджень. Дані приміщення мають бути оснащені обладнанням для проведення досліджень.

Приміщення лабораторії повинні бути обладнані водопроводом, каналізацією, припливно-витяжною вентиляцією, опаленням, мати природне та штучне освітлення. Поверхня стін у лабораторних приміщеннях повинна бути водостійкою, легко митися. Підлога у лабораторних приміщеннях має бути стійкою до дії дезінфікуючих засобів, при цьому покриття не повинно мати дефектів, бути слизьким [18].

Схема вхідного лабораторного контролю наведена в таблиці 8.1 [19].

Таблиця 8.1

**Схема вхідного лабораторного контролю**

| Об'єкт дослідження | Місце відбору проби        | Показники, що визначаються | Показник якості | Періодичність контролю      |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| 1                  | 2                          | 3                          | 4               | 5                           |
| Ячмінь             | Середня проба з транспорту | Масова частка вологи, %    | Не більше 14,5  | В день надходження на завод |
|                    |                            | Масова частка білка, %     | Не більше 11,0  |                             |

| 1                            | 2                          | 3                                 | 4                                    | 5                           |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Ячмінь                       | Середня проба з транспорту | Зараженість шкідниками            | Не допускається                      | В день надходження на завод |
| Солод                        | Середня проба з транспорту | Зовнішній вигляд                  | Однорідна зернова маса, без плісняви | Під час приймання           |
|                              |                            | Колір                             | Світло-жовтий або жовтий             |                             |
|                              |                            | Смак                              | Солодовий                            |                             |
|                              | В середній пробі           | Прохід крізь сито (2,2*20) мм, %  | Не більше 3,0                        |                             |
|                              |                            | Масова частка смітних домішок, %  | Не більше 0,3                        |                             |
|                              |                            | Масова частка вологи, %           | Не більше 4,0                        |                             |
| Хміль гранульований          | В середній пробі з партії  | Масова частка вологи, %           | Не більше 10,0<br>Не менше 7,0       | Під час приймання           |
|                              |                            | Масова частка альфа-кислот, %     | Не менше 2,5                         |                             |
| Вода для технологічних цілей | В середній пробі           | Запах, смак, прозорість           | Відповідає стандарту                 | Один раз на квартал         |
|                              |                            | Жорсткість, мг/дм <sup>3</sup>    | 2,0...4,0                            |                             |
|                              |                            | Ферум, мг/дм <sup>3</sup>         | Не більше 0,1                        |                             |
|                              |                            | Окислюваність, мг/дм <sup>3</sup> | Не більше 0,2                        |                             |
|                              |                            | Лужність, мг/дм <sup>3</sup>      | 0,5...1,5                            |                             |
| Молочна кислота              | Середня проба з каністри   | Концентрація, %                   | 80,0                                 | Під час приймання           |

Продовження табл. 8.1

| 1                    | 2                         | 3                              | 4   | 5                 |
|----------------------|---------------------------|--------------------------------|-----|-------------------|
| Водний екстракт хвої | В середній пробі з партії | Масова частка сухих речовин, % | 3,8 | Під час приймання |

Схема виробничого контролю пивоварного виробництва наведена в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

**Схема виробничого контролю пивоварного виробництва**

| Об'єкт дослідження                   | Місце відбору проби   | Показники, що визначаються                                                                             | Показник якості                                                                                                          | Періодичність контролю     |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1                                    | 2                     | 3                                                                                                      | 4                                                                                                                        | 5                          |
| <i>Дробильно-варильне відділення</i> |                       |                                                                                                        |                                                                                                                          |                            |
| Подрібнення сухого солоду            | Бункер для солоду     | Склад помелу, %:<br>лузга крупка дрібна<br>крупка крупне<br>борошно                                    | 30...35<br>18...22<br>25...35                                                                                            | Не рідше 1 разу на 10 днів |
| Приготування затору                  | Заторний апарат       | pH затору                                                                                              | 5,4...5,6                                                                                                                | 1 раз у 10 днів            |
| Гаряче сусло                         | Сусловарильний апарат | Колір, ЕВС/см <sup>3</sup><br>0,1 моль/дм <sup>3</sup> р-ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> води | Світле<br>6,0...10,0/0,36<br>...0,63<br>Напівтемне<br>7,00...13/0,44<br>...0,85<br>Темне<br>120,0...140,0/<br>9,0...10,0 | При зміні партій           |

| 1                       | 2                                        | 3                             | 4                                                                          | 5                                                          |
|-------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Гаряче сусло            | Сушловарильний апарат                    | рН сусла                      | 5,2...5,4                                                                  | Кожна варка                                                |
|                         |                                          | Оцукрювання                   | Проба на йод<br>- витримує                                                 | При зміні партій                                           |
|                         |                                          | Вміст гірких речовин, мг/дм³  | Світле<br>17,0...23,0<br>Напівтемне<br>37,0...33,0<br>Темне<br>22,0...26,0 |                                                            |
| Фільтраційне відділення |                                          |                               |                                                                            |                                                            |
| Пивна дробина           | Із фільтраційного апарату                | Загальний екстракт,<br>%      | 1,5...2,5                                                                  | За необхідністю                                            |
|                         |                                          | Вимивний екстракт,<br>%       | 0,5...0,7                                                                  | Один раз на тиждень                                        |
| Пивна дробина           | Із фільтраційного апарату                | Невимивний екстракт, %        | 0,8...1,2                                                                  | За необхідністю                                            |
| Бродильне відділення    |                                          |                               |                                                                            |                                                            |
| Водний екстракт хвої    | Збірник для екстракту хвої               | Масова частка повітря, %      | до 1,0                                                                     | Перед кожним внесенням в ЦКБА                              |
| Молоде пиво             | ЦКБА                                     | Масова частка СР, %           | 6,0...10,0                                                                 | На 5 день від початку бродіння і кожен день до – 0,15 мг/л |
|                         |                                          | рН                            | 4,0...4,5                                                                  |                                                            |
|                         |                                          | Масова частка діацетилу, мг/л | Не більше 0,15                                                             |                                                            |
| Нефільтроване пиво      | Буферна ємність для нефільтрованого пива | Масова частка спирту, % об.   | 3...5                                                                      | В середній пробі                                           |

| 1                        | 2                                                 | 3                                                                             | 4                   | 5                       |
|--------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Нефільтрован<br>е пиво   | Буферна ємність<br>для<br>нефільтрованого<br>пива | Масова частка<br>діацетилу, мг/л                                              | Не більше<br>0,15   | В середній пробі        |
|                          |                                                   | Гіркота , мг/л BU                                                             | 11,0                |                         |
|                          |                                                   | Колір, EBC                                                                    | 4...3               |                         |
|                          |                                                   | RDF, %                                                                        | 78,0                |                         |
| Фільтроване<br>пиво      | Форфас після<br>фільтра                           | Масова частка<br>спирту, % об.                                                | Не більше 2,8       | В середній пробі        |
|                          |                                                   | Колір, моль/ 1 дм <sup>3</sup> р-<br>ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> | 0,4...1,8           |                         |
|                          |                                                   | Масова частка<br>кисню, мг/л                                                  | Не більше<br>8...10 |                         |
| Цех розливу              |                                                   |                                                                               |                     |                         |
| Готове пиво в<br>пляшках | Цех розливу                                       | Колір, моль/ 1 дм <sup>3</sup> р-<br>ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> | 0,4...1,8           | З кожної партії<br>пива |
|                          |                                                   | Кислотність, р-ну<br>NaOH на 100 см <sup>3</sup><br>пива                      | 1,3...2,8           |                         |
|                          |                                                   | Масова частка СР, %                                                           | 11,0                |                         |

Схема мікробіологічного контролю пивоварного виробництва наведена в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3

### Схема мікробіологічного контролю пивоварного виробництва

| Об'єкт дослідження              | Показники, що визначаються                                         | Періодичність контролю                                                                       | Відповідальний за проведення аналізу |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1                               | 2                                                                  | 3                                                                                            | 4                                    |
| Вода питна для виробництва пива | БГКП (загальні коліформні бактерії), ОМЧ (загальне мікробне число) | 1 раз на місяць по кожному цеху після та після кожного аварійного відключення водопостачання | Мікробіолог                          |
| Сусло                           | ОМЧ                                                                | 1 раз на тиждень                                                                             | Мікробіолог                          |

| 1                       | 2                                             | 3                  | 4           |
|-------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|-------------|
| Дріжджі, чиста культура | Киснеутворювальні бактерії                    | 1 раз на тиждень   | Мікробіолог |
|                         | Стійкість                                     | 1 раз на тиждень   |             |
|                         | Стороння мікрофлора, кількість мертвих клітин | При передачі в цех |             |
| Готове пиво з ЦКБА      | Кислотоутворюючі бактерії                     | Кожну партію       | Мікробіолог |

Метрологічне забезпечення засобів вимірювання для виконання контролю якості наведено у таблиці 8.4.

Таблиця 8.4

## Метрологічне забезпечення засобів вимірювання

| № | Стадії технологічних параметрів | Найменування засобів (позначення, стандарт або технічні умови) | Межі вимірювання            | Клас точності, межі похибки |
|---|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2                               | 3                                                              | 4                           | 5                           |
| 1 | Якість солоду                   | Млин лабораторний ЛЗМ-1                                        | 0...50 г                    | 4 клас                      |
|   |                                 | Терези лабораторні загальної призначеності                     | 0...500 г                   | 4 клас                      |
|   |                                 | Термометр ТЛ-2                                                 | 0...100 °С                  | 4 клас                      |
|   |                                 | Циліндр 1-250                                                  | 0...250 мл                  | В клас                      |
|   |                                 | Електроплитка НР-20А                                           | 0...380 °С                  | 3 %                         |
|   |                                 | Годинник механічний РВ-1-60Н                                   | 1...60 хв                   | ±8%                         |
|   |                                 | Шафа сушильна електрична СЕШ-3М                                | 50...150 °С                 | ±2 °С                       |
|   |                                 | Бюкси металеві №3                                              |                             |                             |
|   |                                 | Ексикатор                                                      |                             |                             |
| 3 | Якість води                     | ДСанПіН 2.2.4-171-10                                           |                             |                             |
| 4 | Напівпродукти та пиво           | Апарат заторний (із лабораторними склянками 500 мл) R4         | 20...95 °С<br>0...200 об/хв | 0,01 °С<br>1 с              |
|   |                                 | Лійка Б-150-230                                                |                             | В клас                      |
|   |                                 | Пікнометр ПЖ2-50                                               | 50 мл                       | 4 клас                      |
|   |                                 | Папір фільтрувальний лабораторний                              |                             |                             |
|   |                                 | Термометр ТЛ 4 3-А                                             | 0...100 °С                  | 4 клас                      |

Продовження табл. 8.4

| 1 | 2                        | 3                                 | 4        | 5    |
|---|--------------------------|-----------------------------------|----------|------|
| 4 | Напівпродукти<br>та пиво | Мішалка скляна                    |          |      |
|   |                          | Пластика біла фарфорова           |          |      |
|   |                          | Йод кристалічний 0,1 М            |          |      |
|   |                          | Йодид калію ч. д. а.              |          |      |
|   |                          | Колба Кн-1-100                    | 100 мл   |      |
|   |                          | Лампа люмінесцентна низького типу |          |      |
|   |                          | Крапельниця лабораторна скляна    | 50 мл    |      |
|   |                          | Розчин гідроксиду натрію 0,1 М    |          |      |
|   |                          | Вода дистильована                 |          |      |
|   |                          | Цукромір АС-3                     | 0...25 % | ±0,5 |

## РОЗДІЛ 9

### БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Основна та другорядна сировина, допоміжні та пакувальні матеріали будуть надходити на пивзавод автотранспортними шляхами. Автотранспорт буде заїздити через контрольно-пропускний пункт та автомобільні ваги. Вся сировина, яка буде надходити на виробництво буде перевірятися в лабораторії, яка розміщена неподалік від в'їзду. Також на території підприємства розміщена адміністративна будівля, гаражі та укриття.

Ліва частина виробничої будівлі є двоповерховою і в ній знаходиться дробильно-варильне відділення. Для цього цеху передбачено укріплений фундамент та підлога. Іще на першому поверсі розміщено котельню та кабінет майстрів. На другому – операторську, кабінет начальника цеху та побутові приміщення.

Права частина будівлі є одноповерховою і там розташовано цех бродіння, фільтрації та розливу. Для бродильного та фільтраційного відділення передбачено дах з теплоізоляцією. За нашою технологією бродіння здійснюється в ЦКБА і під час цього процесу виділяється велика кількість тепла. Тож для вирішення цієї проблеми конічну частину розмістили в приміщенні, а циліндричну ззовні. Також в цій частині будівлі знаходиться вхід на виробництво, роздягальні, душові, туалети, складські приміщення, виробнича лабораторія та операторська.

Загалом каркас будівлі повинен бути залізобетонний, а під важким обладнанням має бути встановлено плитний фундамент. Також в кожному приміщенні необхідно встановлювати системи пожежогасіння, датчики диму та системи підтримки мікроклімату. Трансформаторні підстанції мають бути розраховані на максимальну потужність виробництва. Іще на заводі необхідні резервні джерела енергії (генератори).

На рис. 9.1 наведено розу вітрів у місті Черкаси [20].

|     |      |          |        |      |             |     |
|-----|------|----------|--------|------|-------------|-----|
|     |      |          |        |      | ПЗ 181.1687 | 106 |
|     |      |          |        |      |             |     |
| Зм. | Авк. | № докум. | Підпис | Дата |             |     |

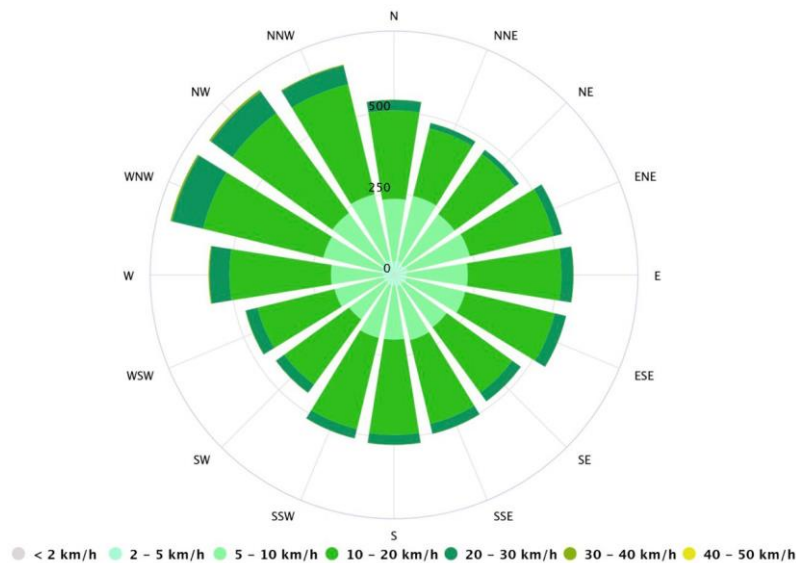


Рис. 9.1. Роза вітрів в м. Черкаси

Найчастіше вітри дмуть з північного-заходу та південного-сходу. Тож оптимально розмістити завод на східній або південно-східній околиці міста, щоб вітри не несли викиди в житлові зони. Системи вентиляції мають бути спроектовані так, щоб викиди направлялися проти основних повітряних мас.

Виробнича будівля має площу – 129600 м<sup>2</sup>. З них: склади для сировини – 97,7 м<sup>2</sup>, склади готової продукції – 529,2 м<sup>2</sup>, склад для нових і зворотних пляшок – 247,4 м<sup>2</sup>, склад полегшений для зберігання пляшок в ящиках – 444,6 м<sup>2</sup>, склад для нових кег – 96,0 м<sup>2</sup>, майданчики під навісом для зберігання кег та ящиків – 199,9 м<sup>2</sup> та майданчик для склобою – 120,3 м<sup>2</sup>.

Розрахунок площі для озеленення території:

$$\Pi_{\text{оз}} = (\Pi_{\text{д}} - \Pi_{\text{з}}) \times 0,4 / 100, \quad (9.1)$$

де  $\Pi_{\text{д}}$  – площа ділянки під огородження, м<sup>2</sup>;

$\Pi_{\text{з}}$  – площа будівель, м<sup>2</sup>.

$$\Pi_{\text{оз}} = (270600 - 129600) \times 0,4 / 100 = 564 \text{ м}^2$$

## РОЗДІЛ 10

### СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ (ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА)

Охорона навколишнього середовища є однією з складових частин вдалої виробничої діяльності пивоварних заводів. Так як пивоварна промисловість споживає значну кількість природних ресурсів та генерує значні обсяги відходів порівняно з іншими підприємства харчової промисловості. Для контролю за екологічною частиною підприємства в Україні є така нормативна документація:

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [21]: основний закон, що регулює правові відносини у сфері охорони довкілля.

2. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» [22]: спрямований на збереження та поліпшення стану атмосферного повітря, встановлює норми допустимих викидів забруднюючих речовин.

3. Закон України «Про управління відходами» [23]: регулює відносини, пов'язані з утворенням, збиранням, перевезенням, зберіганням, обробкою, утилізацією і захороненням відходів.

4. Водний кодекс України: регулює правові відносини в сфері використання і охорони водних ресурсів.

На деяких етапах виробництва пива утворюються різні відходи, а саме:

- 1) під час приймання та первинної обробки сировини: пил зерновий, лушпиння, солодові паростки та метало-магнітні домішки;
- 2) в ході фільтрації затору: пивна дробина та промивні води;
- 3) при кип'ятінні суслу з хмелем: хмелева дробина та конденсат;
- 4) після перекачування сусла до гідроциклонного апарату: білково-хмелевий відстій;
- 5) у процесі бродіння: дріжджові осади та викиди CO<sub>2</sub>;
- 6) під час фільтрації та освітлення пива: діатомітовий осад та залишки дріжджів;

7) в ході розливу та пакування: бракована продукція, скляні пляшки, картон, пластик та плівки;

8) після очистки обладнання: стічні води.

Зернові відходи, пивну та хмелеву дробину збирають та реалізують на фермерські господарства, як високобілковий корм для худоби або для виробництва добрив та біопалива. А зерновий пил та метало-магнітні домішки мають бути утилізовані.

Промивні води після фільтрації повторно використовують, тому що вони мають в собі значну кількість екстракту і таким чином знижують витрату зернових на одиницю готової продукції.

Білково-хмелевий відстій змішують з стічними водами та очищують на біологічних очисних спорудах. Органічні речовини розкладаються та споживаються мікроорганізмами, а очищена вода може використовуватися повторно. Також у малих кількостях відстій може використовуватися як добавка для тваринного корму.

Дріжджові осади використовуються у виробництві комбікормів для тварин. Також широке застосування мають у харчовій промисловості для випічки або виробництва екстрактів.

CO<sub>2</sub>, який утворюється при бродінні збирають та використовують для газування пива на наступних етапах виробництва.

Непридатну скляну тару перероблюють на нову або утилізують. Пластикові тару відправляється на переробку, а після використовується в пакуванні.

Для очистки стічних вод на заводі мають бути встановлені системи комплексного очищення промислових стоків.

Інші відходи, залежно від їхнього класу небезпеки, відправляють на переробку до профільних підприємств (лампи відпрацьовані люмінесцентні, акумулятори відпрацьовані тощо).

## РОЗДІЛ 11

### ОХОРОНА ПРАЦІ

У харчовій промисловості на першому місті стоїть здоров'я та життя людей, які споживають продукцію та працюють на виробництві. З цією метою на виробництві функціонує служба охорони праці, яка складається з власника підприємства та інженера з охорони праці. На державному рівні робота даної служби регулюється такими нормативними документами:

1. закон України «Про охорону праці» [24]. Визначає основні положення щодо безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, охорони здоров'я і життя працівників;

2. закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» [25]. Встановлює вимоги до безпеки праці на потенційно небезпечних об'єктах;

3. закон України «Про колективні договори і угоди» [26]. Запроваджує вимоги для укладання та виконання договорів між працівниками та роботодавцями;

4. кодекс законів про працю України. Запроваджує високий рівень умов праці та охороняє трудові права працівників.

З метою зменшення впливу шкідливих та виключення небезпечних факторів держава розробила галузеві нормативні документи: «Правила охорони праці для працівників виготовлення солоду, пива і безалкогольних напоїв» [27].

Ці фактори, їх вплив на організм людини та засоби захисту наведено в табл. 11.1

Таблиця 11.1

#### Шкідливі та небезпечні фактори, вплив та засоби захисту

| Фактори          | Найменування цеху | Вплив на людину | Засоби захисту |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| 1                | 2                 | 3               | 4              |
| <i>Шкідливі:</i> |                   |                 |                |
| тепловіддача     | варильний         | перегрів тіла   | спец-одяг      |

| 1                    | 2                                          | 3                                                                                          | 4                                                               |
|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Вібрація             | бродильний, фільтрації                     | порушення у нервовій та серцево-судинній системі                                           | антивібраційні рукавиці, спеціальне взуття                      |
| пил                  | елеваторна                                 | порушення дихання, алергічні реакції, бронхіти                                             | респіратори                                                     |
| шум                  | розливу                                    | зниження гостроти слуху, порушення серцево-судинної, системи                               | беруші, навушники                                               |
| вологість            | варильний                                  | перегрів тіла                                                                              | спец-одяг                                                       |
| <i>Небезпечні:</i>   |                                            |                                                                                            |                                                                 |
| термічні опіки       | варильний, фільтрації                      | опіки різного ступеня                                                                      | спец-одяг                                                       |
| фізичні вибухи       | варильний                                  | опіки різного ступеня, зниження гостроти слуху, порушення серцево-судинної, системи        | спец-одяг                                                       |
| електротравми        | варильний, бродильний, фільтрації, розливу | опіки різного ступеня, пошкодження внутрішніх органів, порушення серцево-судинної, системи | спец-одяг, заземлення, гумові килимки                           |
| механічні травми     | варильний, фільтрації, розливу             | синці, подрипини, перелом                                                                  | спец-одяг, загородження та позначення рухомих частин обладнання |
| механічні руйнування | при аварії                                 | тілесні ушкодження                                                                         | спец-одяг                                                       |

Також за даними правилами на пивоварному заводі нові працівники мають проходити інструктаж з техніки безпеки, для всіх працюючих має бути організоване навчання з охорони праці та регулярний медичний огляд.

Мікроклімат виробничих приміщень – це умови виробничого середовища, що впливають на працівників, а саме температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність інфрачервоного випромінення та температура поверхні [28].

Оптимальні умови мікроклімату в виробничих приміщеннях за різної категорії робіт наведено в табл. 11.2.

Таблиця 11.2

### Оптимальні умови мікроклімату

| Період року     | Категорія робіт | Температура повітря, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху, м/с |
|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| Холодний період | Легка           | 21...24                 | 40...60               | 0,1                 |
|                 | Середня         | 17...21                 | 40...60               | 0,2                 |
|                 | Важка           | 16...18                 | 40...60               | 0,3                 |
| Теплий період   | Легка           | 22...25                 | 40...60               | 0,1                 |
|                 | Середня         | 20...23                 | 40...60               | 0,2...0,3           |
|                 | Важка           | 18...20                 | 40...60               | 0,4                 |

Згідно правил на виробництві має бути встановлена штучна припливна-втяжна вентиляція з центральним опалюванням, а охолодження має здійснюватися за допомогою аміачної компресорної установки. Також для загального освітлення мають бути встановлені лампи типу ЛБ 80-2.

На пивоварному заводі використовується змінний струм напругою 220/380 В, частотою 50 Гц.

## РОЗДІЛ 12

### ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

#### 12.1 Початкові інвестиції

Для проектованого підприємства визначимо загальні інвестиції на впровадження заходів технічного рішення.

$$K_v = B_{\text{п}} + D_{\text{д}} - B_{\text{д}} + B_{\text{зал}} + B_{\text{пр}} + K_{\text{буд}}, \quad (12.1)$$

де  $B_{\text{п}}$  – початкова вартість апаратів, грн;

$D_{\text{д}}$  – витрати на ліквідацію апаратів, грн;

$B_{\text{д}}$  – виручка від реалізації ліквідованих апаратів, грн;

$B_{\text{зал}}$  - виручка від залишкової вартості, грн;

$B_{\text{пр}}$  – витрати на проектування робіт, грн;

$K_{\text{буд}}$  – вартість будівництва, грн.

При проектуванні нової пивоварні демонтажу і залишкової вартості від апаратів не передбачається, тож спрощена формула буде наступною:

$$B_{\text{п}} = Ц + T_{\text{р}} + ЗС + М + КВП, \quad (12.2)$$

де  $Ц$  – вартість нового устаткування, грн;

$T_{\text{р}}$  – витрати на транспортування апаратів, що закуповуються, грн – 4...5% від вартості;

$ЗС$  – заготівельно складські роботи, грн – 1...1,25% від вартості;

$М$  – ціна монтажу апаратів, грн – 10% від вартості;

$КВП$  – вартість контрольно-вимірювальних приладів, грн – 10% від вартості.

Таблиця 12.1

#### Початкова вартість обладнання без монтажу і транспортування

| Найменування               | Кількість, шт | Ціна, грн |
|----------------------------|---------------|-----------|
| 1                          | 2             | 3         |
| Автомобільні ваги АМС-60 Е | 1             | 415000    |
| Приймальний бункер БК      | 1             | 290000    |

| 1                                              | 2  | 3        |
|------------------------------------------------|----|----------|
| Транспортер стрічковий 4040-60                 | 4  | 242000   |
| Норія НЦГ                                      | 1  | 90000    |
| Автоматичні ваги Д 100-3                       | 4  | 200000   |
| Силос S350GD+Z                                 | 6  | 3600000  |
| Бункер проміжний БЦ-15                         | 2  | 186000   |
| Полірувальна машина СП-54                      | 1  | 200000   |
| Бункер для полірованого солоду БЦ-4            | 2  | 120000   |
| Магнітна колона МК-20                          | 2  | 48600    |
| Бункер для очищеного солоду БП-5               | 1  | 52600    |
| Дробарка «Миаг» 1                              | 1  | 165000   |
| Передзаторний апарат                           | 1  | 650000   |
| Підйомник консольний для несолодженої сировини | 1  | 117000   |
| Насос Enos 30M                                 | 7  | 4570300  |
| Заторний чан ВКЗ-1                             | 2  |          |
| Фільтраційний апарат ВФЧ-1                     | 1  |          |
| Сушварильний апарат ВСЦ-1А                     | 1  |          |
| Збірник рудних вод                             | 1  | 62000    |
| Збірник промивних вод                          | 3  | 186000   |
| Збірник гарячого суслу                         | 1  | 95000    |
| Бункер для дробини БЦ-6                        | 1  | 64000    |
| Ємність для подачі хмелю ЕВП-Н                 | 2  | 130000   |
| Гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-1,5               | 1  | 876800   |
| Насос для в'язких рідин НР-10                  | 1  | 60000    |
| Цистерна                                       | 1  | 85000    |
| Вакуум насос СК-0,4                            | 2  | 100000   |
| Збірник для екстракту хвої                     | 1  | 80000    |
| Пластинчастий теплообмінник ВО1-У2,5           | 2  | 310200   |
| Насос відцентровий Г2-ОПВ-16                   | 10 | 120000   |
| Апарат розведення ЧКД YBMS-2450 YEAST-BOOSTER  | 1  | 1460000  |
| Аератор WCASB                                  | 1  | 160000   |
| ЦКБА РЗ-ВЦН250                                 | 14 | 15988600 |
| Сепаратор ВСС                                  | 1  | 50000    |
| Буферна ємність для нефільтрованого пива ТА    | 1  | 95300    |
| Збірник для приготування суспензії кізельгуру  | 4  | 240000   |
| Збірник для дозування кізельгуру FKS 10        | 2  | 500000   |
| Кізельгуровий свічковий фільтр FKS 10          | 1  |          |
| Дозатор поливинилполипирролидону               | 2  | 150000   |
| Стерильний свічковий фільтр                    | 1  | 170000   |
| Карбонізатор ILCDA                             | 2  | 1500000  |
| Форфас BBT                                     | 1  | 350000   |
| Трап фільтр FMS 18x30                          | 1  | 595000   |

|                                                |   |          |
|------------------------------------------------|---|----------|
| Форфас для непастеризованого пива BBT          | 1 | 350000   |
| Установка контрольної фільтрації MFS-2B4C      | 1 | 880000   |
| Відстійник для лугу                            | 1 | 90000    |
| Пісочний фільтр                                | 1 | 323000   |
| Збірник робочого лугу                          | 1 | 130000   |
| Пляшкомийна машина BWB-SA1200D                 | 1 | 620000   |
| Апарат для виймання пляшок BCFL-MB1200         | 1 | 8000000  |
| Транспортер BCFL-MB1200                        | 1 |          |
| Апарат для розливу в пляшки BCFL-MB1200        | 1 |          |
| Апарат для укупорки пляшок BCFL-MB1200         | 1 |          |
| Апарат етикетувальний BCFL-MB1200              | 1 |          |
| Апарат для пакування пляшок в ящик BCFL-MB1200 | 1 |          |
| Автовиймач для кег                             | 1 | 545000   |
| Апарат зовнішньої мийки кег KEGMACH a1         | 1 | 700000   |
| Пастеризатор кег KEGMACH a1                    | 1 | 560000   |
| Ваги ВПД0808Л                                  | 2 | 20000    |
| Апарат для розливу в кеги КСА-25AR             | 1 | 1990000  |
| Просушувальна машина КСА-25AR                  | 1 |          |
| Автоматична видувна машина АВ 4000             | 1 | 4300000  |
| Направляючий конвеєр Н 1-ТЕ                    | 1 | 40000    |
| Конвеєр КСС-3500                               | 1 | 380000   |
| Ополіскувач автоматичний МР-63                 | 1 | 2890000  |
| Автомат для розливу в ПЕТ-пляшки МР-63         | 1 |          |
| Автомат для укупорки в ПЕТ-пляшки МР-63        | 1 |          |
| Етикетувальний апарат                          | 1 | 1050000  |
| Апарат для упаковки УМТ-600АЛ                  | 1 | 1893000  |
| Термоусадочний тунель УМТ-600АЛ                | 1 |          |
| Разом                                          |   | 59135400 |

**Проведемо розрахунок за наведеними вище формулами:**

Витрати на транспортування враховуємо як 5% від вартості обладнання:

$$T_p = 59135400 \times 0,05 = 2956770 \text{ грн}$$

На заготівельно-складські роботи приймаємо 1,25%:

$$ЗС = 59135400 \times 0,0125 = 739192,5 \text{ грн}$$

Витрати на монтаж складуть 10% від вартості обладнання:

$$М = 59135400 \times 0,1 = 5913540 \text{ грн}$$

Контрольно-вимірювальні засоби становитимуть 10% від вартості обладнання:

$$\text{КВП} = \text{М} = 5913540 \text{ грн}$$

Початкова вартість апаратів становитиме суму витрат ціни апаратів, монтажу, заготівельних робіт і вимірювальних засобів, плюс витрати на транспортування:

$$\text{В}_\pi = 59135400 + 2956770 + 739192,5 + 5913540 + 5913540 = 74658442,5 \text{ грн}$$

Ціну проектних і будівельних робіт приймемо за 5% від вартості обладнання:

$$\text{К}_{\text{буд}} = 74658442,5 \times 0,05 = 3732922 \text{ грн}$$

Звідси, витрати на початкові інвестиції становитимуть (12.2):

$$\text{К}_\text{в} = 74658442,5 + 3732922 = 78391364 \text{ грн}$$

## 12.2 Термін окупності і рентабельність

Розрахунок прибутку залежить від обсягів виробництва пива всіх сортів, собівартості пива і його оптової ціни:

$$\text{П}_\text{р} = \text{ВП}_\text{р} \times (\text{ОЦ} - \text{С}_\pi), \quad (12.3)$$

де  $\text{ВП}_\text{р}$  – об'єм товарного пива за весь рік,  $\text{м}^3$ ;

ОЦ – оптова ціна пива, грн;

$\text{С}_\pi$  – повна собівартість продукції.

Термін нівеляції витрат на інвестиції це відношення інвестицій до прибутку від реалізації:

$$\text{T} = \text{К}_\text{в} / \text{П}_\text{р}, \quad (12.4)$$

де  $\text{К}_\text{в}$  – початкові інвестиції, грн;

$\text{П}_\text{р}$  – прибуток від реалізації пива.

Ефективність виробництва обчислюється відношенням прибутку до інвестицій:

$$\text{Е} = \text{П}_\text{р} / \text{К}_\text{в}, \quad (12.5)$$

Звідси, рентабельність виробництва визначається добутком прибутку до витрат виробництва:

$$P = \Pi_p \times 100 / D, \quad (12.6)$$

де  $D$  – дохід підприємства за рік.

Дохід підприємства за рік:

$$D = \text{ВП}_p \times \text{ОЦ}, \quad (12.7)$$

де  $\text{ВП}_p$  – об'єм товарного пива за весь рік,  $\text{м}^3$ ;

ОЦ- оптова ціна пива, грн.

Калькуляція ціни на 1  $\text{м}^3$  пива за всіма сортами наведено в табл. 12.2, 12.3 та 12.4.

Таблиця 12.2

**Калькуляція ціни на 1  $\text{м}^3$  пива «Guinness» і на пакувальну одиницю**

| №/п | Витрати                               | Од.<br>виміру | Норма<br>витрат на 1<br>$\text{м}^3$ пива | Ціна<br>одиниці,<br>грн/1кг | Витрати на<br>1 $\text{м}^3$ пива,<br>грн |
|-----|---------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| 1   | 2                                     | 3             | 4                                         | 5                           | 6                                         |
| 1   | Сировина і матеріали:                 |               |                                           |                             |                                           |
|     | Солод світлий                         | кг            | 154                                       | 38,0                        | 5852,0                                    |
|     | Ячмінь                                | кг            | 66,0                                      | 8,6                         | 567,6                                     |
|     | Хміль                                 | кг            | 30,0                                      | 650,0                       | 19500,0                                   |
|     | Молочна кислота, 100%                 | кг            | 4,0                                       | 100,0                       | 400,0                                     |
|     | Разом                                 | грн           |                                           |                             | 23319,6                                   |
| 2   | Вода та електроенергія:               |               |                                           |                             |                                           |
|     | Вода технічна                         | $\text{м}^3$  | 5,0                                       | 40,6                        | 203,0                                     |
|     | Електроенергія                        | кВт/год       | 60,0                                      | 8,6                         | 516,0                                     |
| 3   | Основна зарплатня                     | грн           |                                           |                             | 200,0                                     |
| 4   | Доплати:                              |               |                                           |                             |                                           |
|     | Нічні                                 | %             | 40,0                                      |                             | 80,0                                      |
|     | Вечірні                               | %             | 20,0                                      |                             | 40,0                                      |
|     | Святкові                              | %             | 8,0                                       |                             | 16,0                                      |
|     | Вихідні                               | %             | 17,0                                      |                             | 34,0                                      |
|     | Премія                                | %             | 30,0                                      |                             | 60,0                                      |
|     | Відпускні                             | %             | 12                                        |                             | 24,0                                      |
|     | Разом                                 | грн           |                                           |                             | 254,0                                     |
| 5   | Відрахування за соціальне страхування | %             | 22                                        |                             | 44,0                                      |
| 6   | Витрати на утримання устаткування     | %             | 90                                        |                             | 180,0                                     |

Продовження табл. 12.2

| 1  | 2                          | 3   | 4    | 5 | 6       |
|----|----------------------------|-----|------|---|---------|
| 7  | Загально-виробничі витрати | %   | 150  |   | 300,0   |
| 8  | Виробнича собівартість     | грн |      |   | 25016,6 |
| 9  | Адміністративні витрати    | %   | 10   |   | 2501,7  |
| 10 | Витрати на збут            | %   | 15   |   | 3752,5  |
| 11 | Повна собівартість         | грн |      |   | 31270,8 |
| 12 | Прибуток                   | %   | 20   |   | 6254,2  |
| 13 | Оптова ціна                | грн |      |   | 37525,0 |
| 14 | Відпускна ціна             | грн | 120% |   | 45030,0 |

Таблиця 12.3

**Калькуляція ціни на 1 м<sup>3</sup> пива «Fillou» і на пакувальну одиницю**

| №/п | Витрати                               | Од. виміру     | Норма витрат на 1 м <sup>3</sup> пива | Ціна одиниці, грн/1кг | Витрати на 1 м <sup>3</sup> пива, грн |
|-----|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 1   | 2                                     | 3              | 4                                     | 5                     | 6                                     |
| 1   | Сировина і матеріали:                 |                |                                       |                       |                                       |
|     | Солод світлий                         | кг             | 171,0                                 | 38,0                  | 6498,0                                |
|     | Солод карамельний                     | кг             | 66,0                                  | 35,0                  | 2310,0                                |
|     | Солод темний                          | кг             | 26,0                                  | 37,0                  | 962,0                                 |
|     | Хміль                                 | кг             | 40,0                                  | 650,0                 | 26000,0                               |
|     | Молочна кислота, 100%                 | кг             | 4,0                                   | 100,0                 | 400,0                                 |
|     | Разом                                 | грн            |                                       |                       | 36170,0                               |
| 2   | Вода та електроенергія:               |                |                                       |                       |                                       |
|     | Вода технічна                         | м <sup>3</sup> | 5,0                                   | 40,6                  | 203,0                                 |
|     | Електроенергія                        | кВт/год        | 60,0                                  | 8,6                   | 516,0                                 |
| 3   | Основна зарплатня                     | грн            |                                       |                       | 200,0                                 |
| 4   | Доплати:                              |                |                                       |                       |                                       |
|     | Нічні                                 | %              | 40,0                                  |                       | 80,0                                  |
|     | Вечірні                               | %              | 20,0                                  |                       | 40,0                                  |
|     | Святкові                              | %              | 8,0                                   |                       | 16,0                                  |
|     | Вихідні                               | %              | 17,0                                  |                       | 34,0                                  |
|     | Премія                                | %              | 30,0                                  |                       | 60,0                                  |
|     | Відпускні                             | %              | 12                                    |                       | 24,0                                  |
|     | Разом                                 | грн            |                                       |                       | 254,0                                 |
| 5   | Відрахування за соціальне страхування | %              | 22                                    |                       | 44,0                                  |
| 6   | Витрати на утримання устаткування     | %              | 90                                    |                       | 180,0                                 |
| 7   | Загально-виробничі витрати            | %              | 150                                   |                       | 300,0                                 |

| 1  | 2                       | 3   | 4    | 5 | 6       |
|----|-------------------------|-----|------|---|---------|
| 8  | Виробнича собівартість  | Грн |      |   | 37867,0 |
| 9  | Адміністративні витрати | %   | 10   |   | 3786,7  |
| 10 | Витрати на збут         | %   | 15   |   | 5680,1  |
| 11 | Повна собівартість      | грн |      |   | 47333,8 |
| 12 | Прибуток                | %   | 20   |   | 9466,8  |
| 13 | Оптова ціна             | грн |      |   | 56800,6 |
| 14 | Відпускна ціна          | грн | 120% |   | 68160,7 |

Таблиця 12.4

Калькуляція ціни на 1 м<sup>3</sup> пива «Смарагд» і на пакувальну одиницю

| №/п | Витрати                               | Од.<br>виміру  | Норма<br>витрат на 1<br>м <sup>3</sup> пива | Ціна<br>одиниці,<br>грн | Витрати на<br>1 м <sup>3</sup> пива,<br>грн |
|-----|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
| 1   | 2                                     | 3              | 4                                           | 5                       | 6                                           |
| 1   | Сировина і матеріали:                 |                |                                             |                         |                                             |
|     | Солод світлий                         | кг             | 153,0                                       | 38,0                    | 5814,0                                      |
|     | Хміль                                 | кг             | 15,0                                        | 650,0                   | 9750,0                                      |
|     | Молочна кислота, 100%                 | кг             | 4,0                                         | 100,0                   | 400,0                                       |
|     | Екстракт хвої                         | кг             | 3,0                                         | 300,0                   | 900,0                                       |
|     | Разом                                 |                |                                             |                         | 16864,0                                     |
| 2   | Паливо та електроенергія              |                |                                             |                         |                                             |
|     | Вода технічна                         | м <sup>3</sup> | 5,0                                         | 40,6                    | 203,0                                       |
|     | Електроенергія                        | кВт/год        | 60,0                                        | 8,6                     | 516,0                                       |
| 3   | Основна зарплатня                     | грн            |                                             |                         | 200,0                                       |
| 4   | Доплати:                              |                |                                             |                         |                                             |
|     | Нічні                                 | %              | 40,0                                        |                         | 80,0                                        |
|     | Вечірні                               | %              | 20,0                                        |                         | 40,0                                        |
|     | Святкові                              | %              | 8,0                                         |                         | 16,0                                        |
|     | Вихідні                               | %              | 17,0                                        |                         | 34,0                                        |
|     | Премія                                | %              | 30,0                                        |                         | 60,0                                        |
|     | Відпускні                             | %              | 12                                          |                         | 24,0                                        |
|     | Разом                                 | грн            |                                             |                         | 254,0                                       |
| 5   | Відрахування за соціальне страхування | %              | 22                                          |                         | 44,0                                        |
| 6   | Витрати на утримання устаткування     | %              | 90                                          |                         | 180,0                                       |
| 7   | Загально-виробничі витрати            | %              | 150                                         |                         | 300,0                                       |
| 8   | Виробнича собівартість                | грн            |                                             |                         | 18561,0                                     |

| 1  | 2                       | 3   | 4    | 5 | 6       |
|----|-------------------------|-----|------|---|---------|
| 9  | Адміністративні витрати | %   | 10   |   | 1856,1  |
| 10 | Витрати на збут         | %   | 15   |   | 2784,2  |
| 11 | Повна собівартість      | грн |      |   | 23201,3 |
| 12 | Прибуток                | %   | 20   |   | 4640,3  |
| 13 | Оптова ціна             | грн |      |   | 27841,6 |
| 14 | Відпускна ціна          | грн | 120% |   | 33409,9 |

Обсяг товарного пива: сорту «Guinness» - 15000 м<sup>3</sup>, сорту «Fillou» - 25000 м<sup>3</sup>, сорту «Смарагд» - 10000 м<sup>3</sup>.

**Проведемо розрахунок за наведеними вище формулами:**

Прибуток від реалізації знаходять за формулою 3:

$$\Pi_p = (50000 \times (122167,2 - 101805,9)) = 1018065000 \text{ грн}$$

Термін нівеляції витрат на інвестиції розраховують за формулою 4:

$$T = 78391364 / 1018065000 = 5,7 \text{ років}$$

Ефективність виробництва обчислюється за формулою 5:

$$E = 1018065000 / 78391364 = 13,0 \%$$

Рентабельність підприємства розраховується за формулою 6:

$$P = 1018065000 \times 100 / 6108360000 = 16,7 \%$$

Дохід підприємства за рік визначається за формулою 7:

$$D = 50000 \times 122167,2 = 6108360000 \text{ грн}$$

Таблиця 12.5

### Рентабельність виробництва

| Показники                | Од. виміру     | Значення   |
|--------------------------|----------------|------------|
| Початкові інвестиції     | грн            | 78391364   |
| Обсяги товарного пива:   |                |            |
| «Guinness» світле        | м <sup>3</sup> | 15000      |
| «Fillou» темне           |                | 25000      |
| «Смарагд» світле         |                | 10000      |
| Прибуток                 | грн            | 1018065000 |
| Дохід                    | грн            | 6108360000 |
| Час нівеляції інвестицій | рік            | 5,7        |
| Ефективність інвестицій  | %              | 13,0       |
| Рентабельність           | %              | 16,7       |

## Основні економічні показники проєктованого асортименту

| Показники              | Кількість | Ціна, грн |
|------------------------|-----------|-----------|
| <i>Собівартість:</i>   |           |           |
| «Guinness» світле      | 1 л       | 31,27     |
| «Fillou» темне         | 1 л       | 47,33     |
| «Смарагд» світле       | 1 л       | 23,20     |
| <i>Відпускна ціна:</i> |           |           |
| «Guinness» світле      | 1 дал     | 450,3     |
| «Fillou» темне         | 1 дал     | 681,61    |
| «Смарагд» світле       | 1 дал     | 334,1     |
| <i>Скляна пляшка:</i>  |           |           |
| «Guinness» світле      | 0,5 л     | 22,5      |
| «Fillou» темне         | 0,5 л     | 34,1      |
| <i>ПЕТ-пляшка:</i>     |           |           |
| «Guinness» світле      | 1 л       | 45,0      |
| «Fillou» темне         | 1,5 л     | 102,3     |
| «Смарагд» світле       | 2 л       | 66,8      |
| <i>Кегі:</i>           |           |           |
| «Guinness» світле      | 5 л       | 225,1     |
| «Fillou» темне         | 5 л       | 340,8     |
| «Смарагд» світле       | 5 л       | 167,1     |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пиво. веб-сайт: URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D0%B2%D0%BE>.
2. Найбільші світові виробники пива у 2024 році. веб-сайт: URL: <https://biz.liga.net/ua/all/infographic-of-the-day/infografica/shcho-vidbuvaetsia-na-rynku-iohurtiv-i-kyslomolochnoi-produktsii-v-ukraini-ta-khto-ie-liderom>.
3. Дослідження ринку пива в Україні. 2022 рік. веб-сайт: URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-piva-v-ukraine-2022-god>.
4. Рейтинг топ-10 брендів пива 2023. Ukrainian business award. веб-сайт: URL: <https://uba.top/beer-rating/>.
5. Кобилюх О., Гірна О. Сучасні тренди та перспективи розвитку ринку пива в Україні // Академічні візії / НУ «Львівська політехніка». 2023. № 24. 11 с.
6. Татар Л. В. Формування якості пива з додаванням нетрадиційної рослинної сировини: дисертація. Харків: Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2019 р. 214 с.
7. Державна служба статистики України. Веб-сайт: URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
8. Черкаська обласна державна адміністрація. Веб-сайт: URL: <https://ck-oda.gov.ua/cherkaschyna-investytsijna/>.
9. Виробництво пива в Черкаській області. Веб-сайт: URL: <https://catalog.youcontrol.market/11.05/cherkaska-oblast>.
10. Історія пивоваріння в Україні. Веб-сайт: URL: <http://beer-labels.com.ua/node/5608>.
11. Виробництво солоду в Черкаській області. Веб-сайт: URL: <https://catalog.youcontrol.market/11.06/cherkaska-oblast>.
12. Прасолов Д. П. Технологія виробництва пива в умовах цеху потужністю 300 дал готової продукції за зміну: кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. Запоріжжя: Таврійський

державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2023 р. 107 с.

13. Виробництво пива. веб-сайт: URL:<https://studfile.net/preview/5194536/>.

14. Лапицька Н. В. Технологія галузі (пивоваріння). Методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напрямку підготовки 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання. Чернігів: НУЧК імені Т. Г. Шевченка, 2021. 60 с.

15. Лапицька Н. В., Городиська О. В., Сиза О. І. Технологія галузі (пивоваріння). Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту для студентів напрямку підготовки 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання. Чернігів: НУЧК імені Т. Г. Шевченка, 2023. 35 с.

16. Сонячний колектор. Веб-сайт: URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80).

17. Резван Д. А. Використання біопаливних технологій для підвищення енергоефективності виробництва: пояснювальна записка до дипломної роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр». Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2019 р. 75 с.

18. ДСанПІН 4.4.4-152-2008 «Державні санітарні норми і правила для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої». [Чинний від 11.12.2007 р.]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 26 грудня 2007 р. за № 1411/14678. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).

19. Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підручник. Вінниця: Нова Книга, 2007. 392 с.

20. Моделювання історичних даних про клімат та погоду для Черкас. веб-сайт: URL:

[https://www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/historyclimate/climatemodelled/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D0%B0\\_710791](https://www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/historyclimate/climatemodelled/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D0%B0_710791).

21. Про охорону навколишнього середовища: Закон України від 26.06.1991. №1268-XII. *Верховна Рада України*: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (Дата звернення 28.03.2025).

22. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992. №2708-XII. *Верховна Рада України*: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> (Дата звернення 28.03.2025).

23. Про управління відходами: Закон України від 13.12.2022. №2849-IX. *Верховна Рада України*: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#n802> (Дата звернення 28.03.2025).

24. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992. №2695-XII. *Верховна Рада України*: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

25. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18.01.2001. №2245-III. *Верховна Рада України*: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text> (Дата звернення 28.03.2025).

26. Про колективні договори і угоди: Закон України від 01.07.1993. №3357-XII. *Верховна Рада України*: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3356-12#Text> (Дата звернення 28.03.2025).

27. Правила охорони праці для працівників виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв. [Чинний від 16.06.2017]. Київ, 2017. (Наказ Мінсоцполітики України). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0633-17#Text> (Дата звернення 28.03.2025).

28. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Чинний від 01.12.1999]. Київ, 1999. (Постанова Міністерства охорони здоров'я України). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>. (Дата звернення 28.03.2025).

|     |      |          |        |      |             |     |
|-----|------|----------|--------|------|-------------|-----|
|     |      |          |        |      | ПЗ 181.1687 | 125 |
|     |      |          |        |      |             |     |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |     |