

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

**Інститут(факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра експертизи харчових продуктів**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО

(підпис)

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« ___ » червень 2024 р.

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ Оксана ВАШЕКА

(підпис)

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« ___ » червень 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

зі спеціальностей 181 «Харчові технології», 133 Галузеве машинобудування, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код та назва спеціальності)

освітньо-наукової програми «LEAN-виробництво харчової продукції»

на тему: «Розроблення заходів операційного вдосконалення виробничих процесів виготовлення пива ТМ «Varvar» для оператора ринку ТОВ «Біркафт»»

Виконала: здобувачка 2 курсу, групи ЛН-2-12М

Кисельова Єлизавета Валеріївна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівники Петруша Оксана Олександрівна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Чепелюк Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Пупена Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

Здобувачка _____

(підпис)

Київ - 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра експертизи харчових продуктів

Освітній ступінь «магістр»

Спеціальність 181 «Харчові технології», 133 «Галузеве машинобудування»,
151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(код і назва)

Освітньо-наукова програма «LEAN-виробництво харчової продукції»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри експертизи харчових
продуктів _____ Оксана ВАШЕКА
«26» січня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кисельовій Єлизаветі Валеріївні

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи «Розроблення заходів операційного вдосконалення виробничих процесів виготовлення пива ТМ «Varvar» для оператора ринку ТОВ «Біркraft»»
керівник проекту к.т.н., доц. Петруша Оксана Олександрівна, к.т.н., доц. Пупена Олександр Миколайович, к.т.н., доц. Чепелюк Олександр Миколайович

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

- затвержені наказом ВНЗ від «26» січня 2024 року № 83-кc
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 00.00.2024 р
 3. Вихідні дані до проекту (роботи): вимоги законодавства України та чинних НД; методичні рекомендації до виконання магістерських робіт; звіти про управління ТОВ «Біркraft»; анонси та публікації ТОВ «Біркraft» в мережі Інтернет; методики та інструменти Lean-концепції.
 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): титульний аркуш; завдання на дипломний проект; реферат; вступ; аналітичний огляд; об'єкти, предмети та методи досліджень; аналіз показників виробничої діяльності підприємства та розроблення заходів операційного вдосконалення виробничих процесів; аналіз технологічних, експлуатаційних і виробничих параметрів технологічних комплексів та розроблення рекомендацій з підвищення ефективності виробництва; автоматизована система керування установкою.
 5. Перелік графічного матеріалу:
Машинно-апаратурна схема виробництва пива нефільтрованого ТМ «Varvar» формату А2 – 1
План виробничих цехів на ТОВ «Біркraft» формату А2 – 1
Зовнішній вигляд машини Canvasa Leibinger формату А2 – 1

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 26 січня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Виконання, % до етапу |
|-------|--|-------------------------------|-----------------------|
| 1 | Вступ | 22.01.24-29.01.24 | |
| 2 | Розділ 1. Аналітичний огляд | 30.01.24-12.02.24 | |
| 3 | Розділ 2. Об'єкти, предмети та методи досліджень | 13.02.24-24.02.24 | |
| 4 | Розділ 3. Аналіз показників виробничої діяльності оператора ринку харчової продукції та розроблення заходів операційного вдосконалення технологічних процесів | 26.02.24-18.03.24 | |
| 5 | Розділ 4. Аналіз технологічних, експлуатаційних і виробничих параметрів технологічних комплексів та розроблення рекомендацій з підвищення ефективності виробництва | 19.03.24-10.04.24 | |
| 6 | Розділ 5. Автоматизована система контролю/керування виробництвом/ установкою. | 11.04.24-31.04.24 | |
| 7 | Загальні висновки | 03.05.24-09.05.24 | |
| 8 | Список використаної літератури. Додатки | 10.05.24-16.05.24 | |
| 9 | Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи та подання їх на кафедрі | 17.05.24 | |
| 10 | Попередній розгляд роботи на кафедрі | Згідно графіку | |
| 11 | Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК | 17.05.24-18.05.24 | |
| 12 | Проходження перевірки на унікальність кваліфікаційної роботи | 18.05.24-19.05.24 | |
| 13 | Захист роботи в ЕК | Згідно графіку | |

Здобувачка _____
(підпис)

Єлизавета КИСЕЛЬОВА
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Оксана ПЕТРУША
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Олександр ЧЕПЕЛЮК
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Олександр ПУПЕНА
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Обсяг: 83 с., 7 таблиць, 17 рисунків, 60 літературних джерел, 3 додатки, 3 креслення.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є технологічний процес виробництва пива.

Предметом кваліфікаційної роботи є використання інструментів Lean-виробництва для оптимізації технологічного процесу розливу готового пива у тару на ТОВ «Біркафт».

Мета кваліфікаційної роботи – розроблення заходів оптимізації виробничих процесів виготовлення пива із застосування підходу та інструментів концепції ощадливого виробництва.

Здійснено аналіз тенденцій розвитку пивоварного сектору харчової промисловості України, окреслено фактори, які впливають на ринок продукції пивоваріння. Розглянуто виробництва пивоварної галузі, які мають досвід застосування принципів та інструментів концепції Lean-виробництва. Проаналізовано показники виробничої діяльності ТОВ «Біркафт», виявлено «вузькі місця» у технологічному процесі виготовлення пива, запропоновано заходи щодо оптимізації відповідних процесів. Проведено дослідження експлуатаційних, технологічних та виробничих параметрів технологічної лінії з виробництва пива, а також здійснено аналіз установки для етикетування тари та розроблено заходи з оптимізації автоматизованого контролю за процесом поклейки етикетки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Lean-виробництво харчової продукції, пиво, пивоварна галузь, крафтове виробництво, заходи оптимізації, автоматизована система керування установкою, технологічні комплекси.

ABSTRACT

Volume: 83 pp, 7 tables, 17 figures, 60 references, 3 applications, 3 drawings.

The object of the qualification work is the technological process of production of beer.

The subject of the qualification work is the use of Lean production tools to optimise the technological process of bottling finished beer into containers at Bircraft LLC.

The purpose of the qualification work is to develop measures to optimise the production processes of beer production using the approach and tools of the lean production concept.

The trends in the development of the brewing sector of the food industry in Ukraine are analysed, the factors that influence the brewing market are outlined. The brewing industry production facilities that have experience in applying the principles and tools of the Lean production concept are considered. The indicators of production activity of «Beercraft» LLC are analysed, 'bottlenecks' in the technological process of beer production are identified, and measures to optimise the relevant processes are proposed. The operational, technological and production parameters of the beer production line were studied, as well as the analysis of the container labelling unit and measures to optimise the automated control over the labeling process were developed.

KEYWORDS: Lean food production, beer, brewing industry, craft production, optimisation measures, automation control system, technological complexes.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 7 |
| РОЗДІЛ 1. Аналіз та характеристика пивоварної галузі України..... | 10 |
| 1.1. Аналіз проблем та загальних тенденцій розвитку пивоварної галузі харчової промисловості..... | 10 |
| 1.2. Аналіз діяльності ТОВ «Біркرافт». Задачі та напрямки дослідження | 15 |
| 1.3. Системи управління, цілі та політика ТОВ «Біркرافт»..... | 17 |
| Висновок до розділу 1 | 19 |
| РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 20 |
| 2.1. Об’єкт досліджень..... | 20 |
| 2.2. Предмет досліджень..... | 20 |
| 2.3. Методи досліджень | 20 |
| РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ LEAN ДЛЯ ТОВ «БІРКРАФТ»..... | 23 |
| 3.1 Аналіз технологічних процесів виробництва пива на ТОВ «Біркرافт» ... | 23 |
| 3.2 Карта поточного стану створення цінності процесу розливу пива та ідентифікація втрат | 29 |
| 3.3. Заходи операційного вдосконалення технічних параметрів процесів та карта майбутнього стану потоку виробничої ділянки розливу пива в алюмінієві банки. Звіт АЗ. | 36 |
| Висновки до розділу 3 | 41 |
| РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ І ВИРОБНИЧИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА | 42 |
| 4.1 Аналіз компонування технологічної лінії з виробництва пива..... | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 Дослідження ефективності роботи обладнання..... | 45 |
| 4.3 Системи превентивного, предиктивного і реактивного обслуговування на підприємстві..... | 48 |
| 4.4 Рекомендації щодо підвищення ефективності роботи технологічних комплексів..... | 50 |
| Висновки до розділу 4 | 53 |
| РОЗДІЛ 5. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ | 54 |
| 5.1. Аналіз установки як об'єкта контролю..... | 54 |
| 5.2. Означення моделей керування виробничою установкою..... | 57 |
| 5.3. Розроблення технічної та інформаційної структури системи | 62 |
| 5.4. Методики контролю в реальному часі установки | 63 |
| Висновки до розділу 5 | 68 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 69 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 72 |
| ДОДАТКИ | 79 |

ВСТУП

Підходи ощадливого виробництва стають все більш актуальними в умовах нестабільної економічної ситуації в Україні, мінливості попиту на продукцію, платоспроможності споживачів. Lean-концепція передбачає пошук першопричин проблем, виявлення прихованих втрат, які впливають на загальну ефективність виробництва та створення цінності для клієнта. Зниження необґрунтованих втрат призводить до збереження матеріальних та людських ресурсів компанії, оптимізації технологічних та бізнес-процесів, що у свою чергу позитивно впливає на можливість підприємства ефективно функціонувати на ринку продуктів та послуг.

Актуальність теми. Мікро- та макроекономічні явища, які мають місце на сьогодні в Україні, негативно впливають на велику кількість виробників крафтових продуктів, у тому числі – на крафтові пивоварні. Дані виробництва характеризуються використанням великої кількості нестандартної сировини, унікальними підходами до технологічних процесів, виготовленням унікальної продукції, яка може знайти лише одиниці прихильників серед споживачів та любителів пива. В умовах повномасштабної війни та мінливості економічних факторів важливим для крафтових виробників є збереження власної спроможності функціонувати в таких екстремальних умовах. Для цього необхідно створити умови виробництва, за яких втрати, на які підприємство може впливати, будуть зведені до мінімуму.

Lean-підхід дозволяє здійснити повний аналіз виробничого циклу та визначити як видимі, так і приховані втрати. Концепція ощадливого виробництва передбачає залучення робітників усіх рівнів до вирішення наявних проблем, що дає працівникам можливість відчувати себе важливою частиною підприємства, а також отримати погляд на проблему з усіх точок зору. Lean-виробництво – не лише набір інструментів для вирішення поточних проблем, а науково-обґрунтований підхід до контролю функціонування усього підприємства, який передбачає аналіз, пошук та вирішення проблем, здійснення заходів із

стандартизації успішних процедур та інструкцій, підвищення працездатності усіх ланок виробництва. Концепція представляє собою систему постійного покращення із використанням найбільш ефективних, простих та доступних методик, які можуть бути застосовані для досягнення мети.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є технологічний процес виробництва пива.

Предметом кваліфікаційної роботи є використання інструментів Lean-виробництва для оптимізації технологічного процесу розливу готового пива у тару на ТОВ «Біркафт».

Мета кваліфікаційної роботи – розроблення заходів оптимізації виробничих процесів виготовлення пива із застосування підходу та інструментів концепції ощадливого виробництва.

Завдання до виконання:

- Проаналізувати сучасний стан пивоварної галузі харчової промисловості України та досвід застосування концепції ощадливого виробництва виробниками продукції пивоваріння;
- Здійснити аналіз оператора ринку ТОВ «Біркафт», визначити основні задачі та напрямки дослідження;
- Охарактеризувати процес виробництва пива ТМ «Varvar», визначити особливості виготовлення пива на ТОВ «Біркафт»;
- Проаналізувати показники виробничої діяльності ТОВ «Біркафт»;
- Визначити найменш ефективні процеси, оцінити їх;
- Розробити заходи оптимізації «вузьких місць» виробництва із застосуванням інструментів ощадливого виробництва;
- Дослідити виробничі, експлуатаційні та виробничі параметри технологічних ліній на ТОВ «Біркафт» та розробити рекомендації з підвищення ефективності;
- Здійснити аналіз автоматизації виробничих процесів, розробити технічну та інформаційну систему установки, визначити методику контролю даної установки в реальному часі.

Наукова новизна: інтеграція Lean-підходу та методів аналізу виробничих процесів на ТОВ «Біркraft» вперше за історію існування підприємства, за допомогою яких зменшено тривалість виробничого циклу розливу пива на 23 години і підвищено загальну ефективність процесу на 85%.

Практичне значення: результати досліджень, представлені у даній кваліфікаційній роботі, мають практичне застосування у реальних умовах виробництва. Прискорення випуску готових напоїв за рахунок зменшення часу, витраченого на обсушування банок, підвищило загальну ефективність роботи ділянки розливу на 85%. За рахунок скорочення тривалості процесу розливу створено умови, за яких не залишається незавершеної продукції.

Апробація результатів дослідження: результати дослідження були апробовані під час представлення на науковій конференції:

- 90-та Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (квітень, 2024 р.):
 - Тема доповіді: «Цикл Демінга як основа інструменту «Звіт А3» в концепції Lean-виробництва харчової продукції».
- 89-та Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (квітень, 2023 р.):
 - Тема доповіді: «Метод Kanban як ефективний інструмент підходу ЛІТ в рамках Lean-виробництва харчової продукції»;
 - Тема доповіді: «Стандартизація операційних процедур у поєднанні із системою «5S» як частина Lean-трансформації харчового підприємства».

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПИВОВАРНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

1.1. Аналіз проблем та загальних тенденцій розвитку пивоварної галузі харчової промисловості

Сучасний стан пивоварної галузі харчової промисловості можна описати як динамічний та мінливий. За останні 6 років на вітчизняний ринок потрапили десятки нових малих виробників пива. Великою проблемою галузі залишалось питання оподаткування невеликих виробництв, оскільки як для гігантів, так і для крафтовиків – умови були однакові. Це спричиняло великий тиск на малі виробництва, собівартість продукції яких була сама по собі висока. Власне, лише за рік до повномасштабної війни, у Верховній Раді були зареєстровані законопроекти, які спрощували ведення бізнесу для крафтових виробництв алкогольних та слабоалкогольних напоїв [1].

Порівняно із 2022 роком виробництво та рівень експорту вітчизняного пива зріс у декілька десятків відсотків. Однак у розрізі останніх трьох років, об'єми експорту скоротилися майже у 2,5 рази (рис.1.1.).

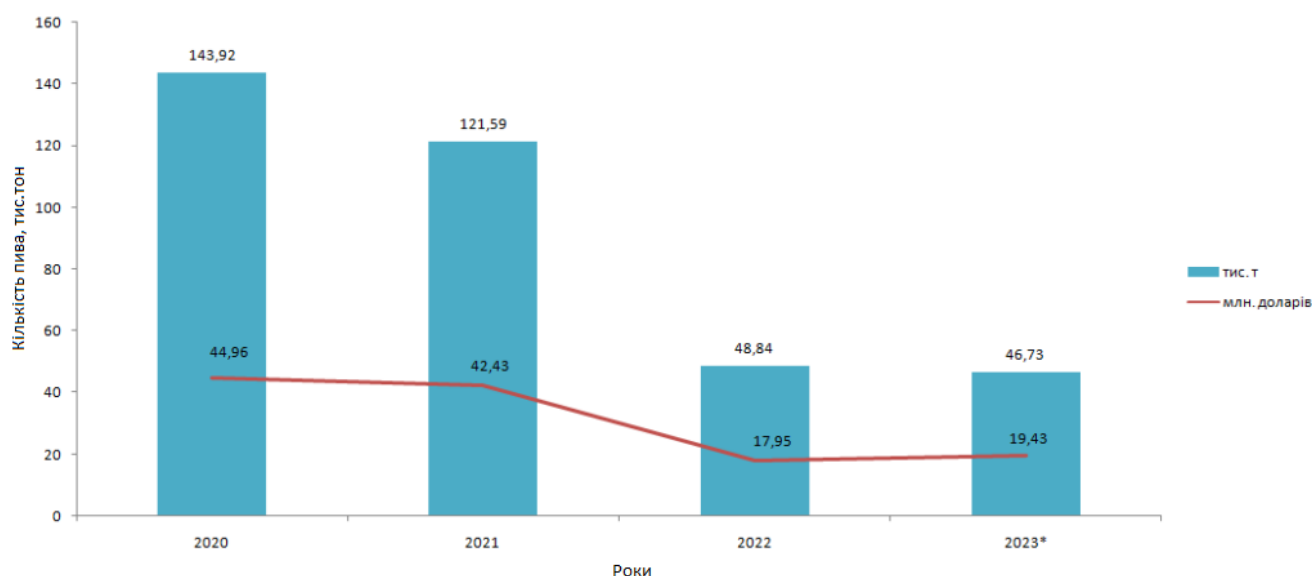


Рисунок 1.1. Експорт пива у 2020-2023 роках

Згідно з повідомленням генерального директора ПрАТ «Укрпиво» Коренькової Г.М. експертна оцінка обсягу виробництва пива по Україні (крім

пива безалкогольного з умістом спирту до 0,5 об.%) за 9 місяців 2023 року склав – 104,1 млн. дал, та становить 111,38 % до аналогічного періоду 2022 року. У той же час зазначений показник становить лише – 77,3 % до обсягів виробництва 9-ми місяців 2021 року. Українське пиво користується попитом за кордоном: за 9 місяців 2023 року його експорт сягнув 46,73 тисяч тонн, а виручка від експорту склала 19,43 мільйона доларів США [2, 3].

Приблизно 90% пива в Україні виготовляється внутрішніми виробниками, оскільки імпортне пиво є дорожчим і не конкурентоспроможним. Українське пиво не поступається закордонним аналогам за якістю, дизайном і різноманітністю сортів та способів приготування. За відтворення стародавніх та винайдення нових сортів взялися невеликі виробники, і тепер особливе місце у конкурентній боротьбі посідає рівень маркетингу та реклами броварень.

Варто відмітити зростання попиту на безалкогольне пиво. Ця тенденція почала нарощувати оберти у 2022 році та зберігається по сьогодні через низку факторів: перехід до більш здорового способу життя та відмова від алкоголю, військова служба, заборона на продаж алкоголю у першому кварталі 2022 року. У структурі ринку пива в Україні станом на 2021 рік переважає світлий напій, що виготовляється методом низового бродіння, – лагер – його частка становила 93,4%. Безалкогольне пиво займає менше ніж 2% (рис.1.2). У світі «бум» з безалкогольним пивом відбувся раніше. Вартість ринку безалкогольного пива з сегменту безалкогольних продуктів у 2022 році становила 11 мільярдів доларів США, що є наслідком збільшення поширеності розладів травлення [8, 10].

Сьогодні крафтові броварні пропонують сотні різних стилів пива та пропагують відповідальну культуру споживання. Проблема таких пивоварень – низький рівень маркетингу, у який не вкладають достатньо бюджету [5]. Щоб надати своїй продукції унікальність, невеликі пивоварні проводять дослідження та часто використовують нетрадиційні види сировини та нові штами дріжджів та мікроорганізмів у своїх рецептурах, які відрізняються від тих, що зазвичай використовуються в пивоварінні.



Рисунок 1.2. Сегментування структури ринку пива станом на 2021 рік [4]

У порівнянні з великими пивзаводами, крафтові пивоварні виробляють дуже оригінальні продукти та виходять на ринок із новими пропозиціями для споживачів. Для того, щоб залишитися «на плаву» невеликі броварні вдаються до виробництва нетипових продуктів, от як лимонади. У 2023 році пивоварня з м. Дніпра «Мова» розпочала виробництво натуральних напоїв – української «Fanta» та «Cola» [9].

Найбільшою загрозою для пивоварної промисловості України є негативні макроекономічні тенденції, особливо зменшення платоспроможного населення. Аналіз споживчого ринку пива в Україні під час війни свідчить, що найбільш доступним видом алкоголю в нашій країні залишається масмаркетове пиво. У загальному, пиво і досі займає перше місце за продажем серед усіх алкогольних напоїв, навіть враховуючи той факт, що це не є продуктом першої необхідності. У той же час, популярність високовартісного крафтового пива на українському ринку виявилася значно нижчою в порівнянні з минулими роками. Наприклад, якщо 0,33 літри крафтового пива коштують у середньому 53,9 гривень, то 2,5 літри «Львівського 1715» можна придбати за 40 гривень [5].

Якщо на великих заводах для виготовлення пива використовуються найбільш доступні інгредієнти, щоб забезпечити мінімально відповідний смак, то у випадку крафтового пива виробники прагнуть до виробництва цікавого

пива. Це, у свою чергу, вимагає використання ароматних хмелів, рідкісних сортів солоду та дріжджів, відповідної якості води. Як наслідок – підвищення вартості продукту. Пошук способів зниження собівартості продукту без втрати в якості – пріоритетний напрямок розвитку будь-якого підприємства.

Український ринок, з певним запізненням, відтворює тенденції, які відбуваються на Заході, особливо в США. Внаслідок COVID-19 змінився тип і обсяг упаковки, при чому наразі головний тренд - використання алюмінієвих банок. Зростання популярності банок, спад використання ПЕТ-пляшок і скла – це наслідки змін у споживчому поведінці. Отже, екологічні аспекти сприяють відмові від ПЕТ-упаковки, а вага порожньої скляної пляшки порівняно з порожньою металевою банкою зумовлює популярність останньої. Останнім часом екологічні питання стають дуже актуальними: відбуваються протести, міжнародні саміти. Тепер кліматичні проблеми торкаються і пивоварної галузі. Наприклад, порівняно з 2021 роком кількість пива у банках зросло на 12%, тоді як використання ПЕТ зменшилося на 2% [21]. Також банка – це велика площа для реклами, вона уособлює в собі зручний та сучасний стиль подачі продукту. Збільшення пропозицій на ринку крафтового пива завдяки його подачі в банці призводить до зростання інтересу до броварні.

Основою стабільного виробництва та спроможності витримувати економічні коливання є оптимізація і максимальне усунення тих факторів, які можуть негативно впливати на процеси всередині компанії. Концепція ощадливого виробництва передбачає аналіз передумов та причин появи необґрунтованих втрат та витрат. Втрати – це будь-які дії, що споживають ресурси, але не додають продукту жодної цінності і при цьому не є потрібними для організації та технології виробництва. Lean-виробництво є актуальним організаційно-управлінським підходом, якому притаманний комплексний характер, оскільки його принципові положення стосуються не лише організаційно-технічних, але й соціокультурних аспектів функціонування підприємства. Принципи ощадливого виробництва вирішують проблеми виробництва не тільки шляхом технічних та технологічних удосконалень, а

також шляхом формування у робітників «Lean-мислення», що дозволяє будувати культуру прагнення до постійного вдосконалення продукції, середовища та умов роботи на підприємстві.

Багато компаній зазнають втрат через те, що їхні працівники не помічають проблем, які виникають у робочих процесах, і за звичкою виконують рутинні завдання без роздумів про можливі покращення. Такий підхід може призвести до стагнації та відсутності інновацій, що, у свою чергу, спричиняє зниження конкурентоспроможності на ринку. Натомість необхідно застосовувати методи постійного аналізу та вдосконалення процесів, які дозволяють виявляти та усувати «вузькі місця» у роботі. Оптимізація робочого часу та ресурсів є фундаментальними принципами ощадливого виробництва, що дає змогу компаніям залишатися актуальними та відповідати сучасним тенденціям. Такий підхід дозволяє уникати втрат, що не приносять цінності ані компанії, ані клієнтам, забезпечуючи сталий розвиток і підвищення ефективності діяльності.

Впровадження культури постійного вдосконалення потребує залучення всіх рівнів працівників, від керівництва до виконавців, і формування у них свідомості щодо важливості якісного виконання своїх обов'язків. Підприємства, які активно шукають та усувають недоліки, швидше реагують на зміни ринку та вимоги клієнтів. Ощадливе виробництво включає в себе такі інструменти, як методи «кайдзен», що передбачають невідпинне покращення кожного аспекту роботи, а також системи 5S, які допомагають організувати робочий простір для максимальної ефективності. Важливою складовою є також аналіз причинно-наслідкових зв'язків, що дозволяє зрозуміти корінні причини проблем і знайти ефективні рішення. Завдяки цьому компанії не тільки знижують витрати, але й підвищують якість своїх продуктів та послуг, що, в кінцевому підсумку, покращує задоволеність клієнтів і сприяє стійкому зростанню бізнесу. Успішне застосування принципів ощадливого виробництва створює конкурентні переваги і забезпечує довготривалий успіх на ринку.

Для пивоварні з Лос-Анжелесу було проведено дослідження відповідності продукту до вимог споживачів із застосуванням методики дерева критичних

рішень Lean 6 Sigma. Для аналізу дослідники перетворили вимогу клієнта у вигляді холодного пива (VoC) у фактор, який можна виміряти (температуру) використовуючи для цього спектр пива певної температури і відгуки споживачів. Після визначення відповідного параметру, було проведено дослідження системи подачі пива, визначаючи місця, де температура напою може підвищуватись. Після цього визначено заходи, які запобігатимуть скачкам температури (зміна ізоляції трубопроводів), що, у свою чергу, знизило варіативність критичного для споживача параметру [22, 23].

Серед пивоварень в Україні вперше почало впроваджувати програму Lean-виробництва підприємство Carlsberg. З 2014 року на потужностях пивоварного підприємства Carlsber Ukraine поступово впроваджується та застосовується система ощадливого виробництва. Завдання цієї програми – зробити роботу обладнання більш надійним та енергоефективним, усунути можливість травматизму та постійно розвивати професійну майстерність персоналу при зниженні витрат [24].

1.2. Аналіз діяльності ТОВ «Біркraft». Задачі та напрямки дослідження

«ТОВ "Біркraft» представляє собою українську компанію, що спеціалізується на виробництві крафтового пива під торговою маркою «Varvar». Міні-пивоварня «Varvar Brew» розташована в місті Києві за адресою вулиця Старосільська, 1е, на місці колишньої лісопильні. Компанія «Varvar» є членом спілки «Незалежні Броварні України». Пиво, вироблене цією пивоварнею, експортується до Австрії, Нідерландів, Бельгії, Великої Британії та інших країн світу.

Для виготовлення свого пива ТОВ «Біркraft» використовує обладнання від фірми ZIP Technologies, яке відповідає сучасним стандартам безпеки харчових продуктів. Компанія виробляє понад 250 видів пива, включаючи постійні, експериментальні та сезонні сорти. Обновлення асортименту продукції відбувається на основі аналізу конкурентів, тобто аналізу діяльності інших крафтових броварень та відгуків про їх продукти, світових тенденцій та прогнозів у галузі пивоваріння та побажань споживачів.

Пиво марки «Varvar» виробляється з використанням сировини з Німеччини, Бельгії, Великої Британії, Америки, а також з українських постачальників, які відповідають високим стандартам якості. Споживча тара, така як скляні пляшки та алюмінієві банки, також виготовляється на території України.

Підприємство активно веде контроль якості продукції згідно з установленими стандартами і процедурами. Пиво «Varvar» доступне у різних торгових мережах, закладах HoReCa та крафтових барах, а також експортується за кордон та представлене на міжнародних фестивалях. Пиво має медалі і відзнаки International Beer Challenge (Великобританія), World Beer Awards (Великобританія), International Beer Idol (Чехія), Brussels Beer Challenge (Бельгія).

Наразі на підприємстві працює 44 працівника, із них робітників цеху – 16. Підприємство працює за графіком 5/2 із змінами по 9 годин, включаючи 1-годинну перерву. Робочий день триває з 7:00 до 22:00. Пивовари та оператори цеху розливу працюють у дві зміни: частина персоналу виходить на роботу вранці, а інша частина – в обід. Таким чином, відповідальні за різні процеси працівники присутні на виробничих потужностях протягом усього робочого дня. Для кожного оператора складається графік роботи з урахуванням норм, встановлених трудовим договором, забезпечуючи злагоджену роботу виробничих цехів. Під час екстрених та планових відключень електроенергії пивоварня переключається на режим ручного керування, підлаштовуючи виробництво під актуальні умови в даний момент.

Обсяги виробництва пива до COVID-19 у 2019 році складали близько 80-85 тонн на місяць. Наразі, підприємство зменшило потужність вдвічі. Кожна партія пива проходить ретельний контроль впродовж усього циклу виробництва. Пиво виробляється згідно з вимогами ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови», а також згідно з вимогами технічних умов, зареєстрованих підприємством. На потужності діють впроваджені, але не сертифіковані, системи НАССР та управління якістю.

Головне завдання компанії наразі – зниження витрат та оптимізація виробничих процесів, зберігаючи високу якість продукції. Втрати на підприємстві пов'язані як із технологічним устаткуванням, так і, власне, роботою персоналу. Для цього проводяться аналізи та оптимізація робочих процесів, а також навчання працівників для того, аби вони були здатні працювати на різних етапах виробництва. Незважаючи на труднощі, з якими зіткнулася компанія, вона продовжує розвиватися та адаптуватися до змін на ринку, що дозволяє їй залишатися конкурентоспроможною.

1.3. Системи управління, цілі та політика ТОВ «Біркraft»

На ТОВ «Біркraft» впроваджено кілька систем управління, серед яких система контролю якості продукції, НАССР, система обліку та контролю складських приміщень (управління запасами), а також CRM-система для обліку надходжень і використання матеріалів. Важливо відзначити, що системи управління якістю та НАССР поки не сертифіковані.

Система управління якістю націлена на контроль і покращення якості продукції з метою задоволення потреб клієнтів та створення конкурентоспроможних товарів для зовнішнього та внутрішнього ринків. На ТОВ «Біркraft» якість продукції та контролюється за допомогою моніторингу за виробничими процесами, якістю напівфабрикатів, сировини та готових напоїв. Для виробництва пива використовуються тільки високоякісні інгредієнти та матеріали, що відповідають встановленим стандартам і мають відповідні сертифікати. Це стосується також матеріалів, таких як етикетки для пляшок і банок, які повинні відповідати вимогам щодо товщини та міцності. Якість етикетки є важливим показником для споживачів, оскільки її низька якість може призвести до відмови від продукції.

На ТОВ «Біркraft» виготовлення пива здійснюється згідно з національним стандартом ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови». Цей стандарт визначає вимоги до кінцевого продукту. Для невеликого підприємства, що спеціалізується на виробництві пива в обмежених партіях, кожна одиниця продукції є цінним ресурсом, тому важливо забезпечити високу якість готового

продукту. У разі виявлення невідповідностей у напівфабрикаті, виробничому процесі або готовому виробі, приймається рішення про утилізацію продукту або коригування параметрів якості залежно від критичності дефекту.

ТОВ «Біркафт» оперативно реагує на рекламачії споживачів. Крафтове виробництво використовує різноманітну нетрадиційну сировину, що може впливати на стабільність і якість пива індивідуально. Перед впровадженням нового сорту проводяться експериментальні дослідження для визначення оптимальних умов створення продукту. Підприємство прагне задовольнити потреби клієнтів і представити на ринку конкурентоспроможний та якісний продукт. Виробництво пива здійснюється на замовлення, з постійним випуском близько 14 сортів пива та щомісячним виготовленням 3-4 нових сортів.

Система управління безпекою харчових продуктів (НАССР) спрямована на мінімізацію ризику виникнення небезпечних факторів протягом усього процесу виробництва, забезпечуючи виготовлення безпечної продукції, яка не завдасть шкоди здоров'ю та життю споживачів. Заходи контролю та попередження небезпечних ситуацій ґрунтуються на тринадцяти програмах-передумовах, що включають низку процедур, спрямованих на зменшення ймовірності виникнення ризику на різних етапах виробництва. На підприємстві визначено критичні контрольні точки на етапах, таких як охолодження суслу перед процесом бродіння та розлив пива. У разі виявлення відхилень приймаються рішення щодо подальших заходів відповідно до серйозності дефекту. Контроль критичних точок проводиться перед початком відповідних процесів. Перевіряється наявність біологічних небезпечних факторів. Ефективність та дієвість системи НАССР періодично перевіряється за допомогою аудиту, який проводиться щорічно відповідними органами державного контролю.

Внутрішня система обліку сировини, матеріалів та готових виробів служить для контролю переміщення кожного виду продукту, а також для ведення бухгалтерського обліку. За допомогою цієї системи можна швидко проаналізувати залишки продукції на складах, передати відповідну інформацію

у відділ продажу та закупівель, і провести розрахунок витрат матеріалів на певні види робіт.

Загалом, політика підприємства у сфері якості спрямована на забезпечення потреб споживачів у високоякісному пиві через аналіз та застосування сучасних практик і методів виробництва, а також шляхів покращення якості продукції. Дотримання узгодженої політики підприємства у сфері якості харчової продукції є ключовою частиною впровадження ефективної системи управління якістю, що орієнтована на створення стабільного й ефективного управління процесами на основі технічного, фінансового, правового й інших видів регулювання, досягнення і підтримання конкурентних переваг на ринку, задоволення потреб і очікувань споживачів та інших зацікавлених сторін. Політика реалізується через дотримання державних та міжнародних нормативно-правових актів, внутрішньо-організаційних документів, таких як Статут, різні інструкції та процедури. Статут є основним документом, на якому базується діяльність ТОВ «Біркафт».

Висновок до розділу 1

Проведено аналіз сучасного стану пивоварного ринку. Визначено основні тенденції, які спричинені соціокультурними та геополітичними змінами в Україні та світі. Наразі крафтове пивоваріння на вітчизняному ринку посідає не останнє місце і характеризується бурхливим розвитком. Важливим залишається питання зниження собівартості крафтового пива в умовах використання нетрадиційної високовартісної сировини без втрати якості готового продукту.

Здійснено аналіз діяльності оператора ринку ТОВ «Біркафт». Дане підприємство варить пиво з 2015 року, та неодноразово отримувало нагороди за якість власної продукції. Однак на сьогодні підприємство зменшило потужність вдвічі через несприятливу геополітичну та економічну ситуацію у країні. Важливим залишається питання утримання виробництва та збільшення кількості споживачів продукції ТОВ «Біркафт». Для цього необхідно проводити аналіз виробничих та бізнес-процесів, ідентифікувати та оптимізувати «вузькі місця», а також мінімізувати вплив факторів, що не створюють цінності для споживачів.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт досліджень

Об'єктом кваліфікаційної роботи є технологічний процес виробництва пива. На ТОВ «Біркraft» виготовляється широкий асортимент пива з використанням одного й того ж устаткування. У даній роботі розглядається загальний виробничий процес виготовлення пива на обраному підприємстві.

2.2. Предмет досліджень

Предметом кваліфікаційної роботи є використання інструментів Lean-виробництва для оптимізації технологічного процесу розливу готового пива у тару на ТОВ «Біркraft». Розлив – це кінцевий етап у виробничому процесі, на якому можливі коригування якісних характеристик пива. Пошук «вузьких місць» та удосконалення процесу розливу – основний напрямок досліджень даної роботи.

2.3. Методи досліджень

Lean-підхід характеризується низкою методів та методик, які використовуються для аналізу ситуації на підприємстві та пошуку оптимальних рішень для вирішення поточних проблем. У кваліфікаційній роботі використано нижче перелічені методи та методики у наступному порядку:

1. *«Похід у гемба»* – це можливість оцінити процес з точки зору спостерігача, а не учасника, а також виявити можливі шляхи покращення виконання, які не бачать виконавці. Подальша обробка отриманих даних, ідентифікація втрат та пошук першопричин їх виникнення здійснюється із застосуванням інструментів для аналізу фактів і подій. На ТОВ «Біркraft» «похід у гемба» використовується для оцінки роботи лінії розливу.
2. *Інтерв'ювання працівників* – збір інформації про процес від працівників, у якому вони безпосередньо задіяні; збір пропозицій щодо покращення. Дані інтерв'ювання також використовуються для подальшої обробки та пошуку першопричин «вузьких» місць. Інтерв'ювання працівників ТОВ «Біркraft» відбувається безпосередньо на їх робочих місцях.

3. *PDCA (Plan-Do-Check-Act)* – методика прийняття рішень, яка дозволяє керувати якістю предмету оптимізації. Логічна послідовність повторюваних дій, спрямованих на безперервне забезпечення невеликих покращень, які досягаються в результаті скоординованих постійних зусиль з боку всіх співробітників поряд із можливістю радикального покращення існуючого процесу.
4. *Звіт «A3»* – це конкретний інструмент Lean-виробництва, який дозволяє вирішувати наявні проблеми та завдання, на які у даний момент відсутні відповіді та рішення. Інформація, яка представлена у ньому, має бути розміщена логічно та відповідати методології ефективного вирішення питань, заснованої на циклі PDCA. Звіт «A3» використано для систематизації зібраної інформації про ідентифіковану проблему.
5. *Карта потоку створення цінності* – схематичний підхід до оцінки руху потоків матеріалів та інформації, ідентифікації джерел втрат. Розроблення поточної та майбутньої карт потоків створення цінності є одним із найважливіших інструментів аналізу та перебудови бізнес-процесів відповідно до філософії ощадливого мислення.
6. *Total Productive Maintenance (TPM)*, або загальне продуктивне обслуговування, — це комплексна стратегія управління, спрямована на максимізацію ефективності обладнання та мінімізацію втрат у виробничих процесах. Вона поєднує технічне обслуговування з активною участю всіх працівників і передбачає заходи для покращення продуктивності, якості та безпеки на підприємстві. TPM включає принцип безперервного вдосконалення всіх аспектів виробництва, що дозволяє постійно підвищувати ефективність, якість та безпеку.
7. *Загальна ефективність обладнання (OEE, Overall Equipment Effectiveness)* — це ключовий показник для вимірювання продуктивності та ефективності виробничого обладнання. OEE оцінює, наскільки добре виробниче обладнання використовується порівняно з його повним потенціалом протягом часу, коли воно планується до використання. OEE

включає три основні компоненти: доступність, продуктивність і якість. ОЕЕ допомагає ідентифікувати та аналізувати втрати у виробничому процесі, забезпечуючи основу для постійного вдосконалення та підвищення ефективності обладнання.

8. Ключові показники ефективності (КПЕ або KPI, Key Performance Indicators) є важливим інструментом для вимірювання та оцінки ефективності автоматизації та механізації на підприємстві. Вони дозволяють оцінити, наскільки успішно реалізовані автоматизаційні процеси та які результати вони приносять. З точки зору автоматизації, КПЕ допомагають ідентифікувати області, які потребують поліпшення, а також демонструють успіхи в досягненні поставлених цілей. Використання КПЕ в автоматизації допомагає підприємствам оптимізувати виробничі процеси, підвищити ефективність, знизити витрати і забезпечити високу якість продукції.

Вище зазначені методи пов'язані наступними факторами: вони дають уявлення про реальний стан процесу, можуть бути використані для порівняння поточного та майбутнього стану предмету оптимізації, оцінки рівня покращень, впровадження та контролю заходів операційного вдосконалення.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ LEAN ДЛЯ ТОВ «БІРКРАФТ»

3.1 Аналіз технологічних процесів виробництва пива на ТОВ «Біркرافт»

На ТОВ «Біркرافт», як було визначено у розділі 1, виробляється широкий асортимент пива, яке характеризується використанням різної сировини та різними тонкощами його виробництва. Однак процес виробництва будь-якого сорту пива на даному підприємстві можна описати однією узагальненою блок-схемою, що представлена на рисунку 3.1.

Приймання сировини: приймання сировини відбувається уповноваженою особою на виробництві. Під час цього процесу проводиться перевірка супровідних документів від постачальника, аналіз результатів якості сировини відповідно до вимог чинного законодавства та умов угоди між замовником та постачальником.

Тимчасове зберігання на складах. Сировина, що успішно пройшла вхідний контроль, поміщається на тимчасове зберігання. Солоджена та несолоджена зернова сировина, а також інші сипкі компоненти складаються на штабелях та стелажах. Хмелепродукти, дріжджі та смако-ароматичні складники зберігаються у холодильній камері.

Підготовка сировини: підготовка сировини розпочинається з ручного подання солоду та несолоджених зернових продуктів з мішків на дробарки, обладнані металоманітними детекторами для вилучення металевих домішок. Подрібнена сировина потім змішується з водою у перадзаторному апараті і подається трубопроводами у заторний апарат. Вода перед використанням у технологічних процесах проходить кілька етапів очищення, таких як фільтрування на кварцевих, катіонатних та вугільних фільтрах, а також зворотньоосмотична очистка. Після очищення вода мінералізується вручну відповідно до сорту пива.

Затирання: змішування солоду та несолодженої сировини проводиться шляхом автоматичного подавання їх трубопроводами у заторний чан. Процес змішування помелу з водою в заторному апараті автоматизовано відповідно до

встановленої програми (рецепту) пива. Мішання здійснюється таким чином, щоб забезпечити ретельне розподілення наливу і помелу без утворення грудочок. Основна мета процесу розмішування - екстрагування речовин з солоду та несолодженої сировини, ферментативне розщеплення нерозчинних сполук та однорідне розподілення екстрактивних речовин у заторі.

Фільтрування затору: процес фільтрування затору розпочинається з подачі затору трубопроводом у фільтрувальний апарат. Відфільтроване сусло та промивні води автоматично перекачуються у сусловарильний апарат, де відбувається кип'ятіння сусла з хмелем. Тривалість фільтрування залежить від співвідношення помелу та наливу, типу використаної сировини та об'єму затору. Після завершення процесу фільтрування дробину вивантажують у підкатні ємності.

Кип'ятіння сусла з хмелем: під час цього етапу вручну в хмелевідбірники сусловарильного апарату завантажують хмелеві продукти, тоді як сусло подається трубопроводом безпосередньо до чана. Кип'ятіння сусла з хмелем має на меті стабілізацію складу сусла, випаровування до певної концентрації, екстрагування ароматичних і гірких речовин зі спресованого хмелю, інактивацію небажаних ферментів, видалення білків зернової сировини, а також стерилізацію сусла для забезпечення чистого дріжджового бродіння та отримання біологічно та колоїдно стійкого продукту. Основним показником завершення процесу кип'ятіння є концентрація сусла (відсоток сухих речовин).

Освітлення сусла: після завершення процесу кип'ятіння сусло направляється у вірпул, де відбувається відокремлення від хмелю, білкових речовин і грубих суспензій, що утворилися під час кип'ятіння. Після процедури освітлення сусло охолоджується до необхідної температури для певних штамів дріжджів, щоб запобігти забрудненню небажаними мікроорганізмами та створити оптимальні умови для процесу бродіння. Відразу після охолодження сусло направляється до унітанків для подальшого бродіння.

Бродіння: під час головного бродіння охоложене та очищене сусло автоматично подається трубопроводами до бродильного апарату, куди вручну

додають чисті культури дріжджів. Процес бродіння цукрів сусла з подальшим перетворенням на етиловий спирт за участю дріжджових ферментів є основним етапом, під час якого відбувається зміна хімічного складу сусла. Після завершення процесу бродіння отриманий продукт відомий як молоде пиво. Залежно від виду пива, на етапі бродіння може бути також проведене охмелення сусла.

Дозрівання пива: після закінчення бродіння молоде пиво охолоджують у тих самих апаратах і залишають на дозрівання. Унітанки, що є універсальними циліндрично-конічними ємностями, можуть використовуватися як для процесу бродіння, так і для дозрівання та зберігання готового продукту. Після завершення бродіння дріжджі осідають на дно бродильного апарату, що спричиняє також відкладення білкових та гірких речовин хмелю. Це призводить до освітлення пива і зменшення гіркоти готового напою. Процес дозрівання пива може тривати від 14 днів до 6 місяців в залежності від сорту. В деяких випадках на етапі дозрівання може бути проведене також холодне охмелення молодого пива в залежності від виду продукту.

Сепарування пива: після завершення етапу дозрівання пиво автоматично пропускається через сепаратор для видалення залишків дріжджів, макромолекул білків, білково-дубильних речовин та твердих часток. Цей процес допомагає зменшити кількість залишкових дріжджів у пиві, що, в свою чергу, підвищує його термін зберігання без використання методів пастеризації.

Зберігання у форфасах: після проходження через сепаратор, пиво автоматично перекачується трубопроводами для тимчасового зберігання у форфаси. Тут відбувається остаточна стабілізація хімічного складу продукту, а також, за потреби, насичення його діоксидом вуглецю.

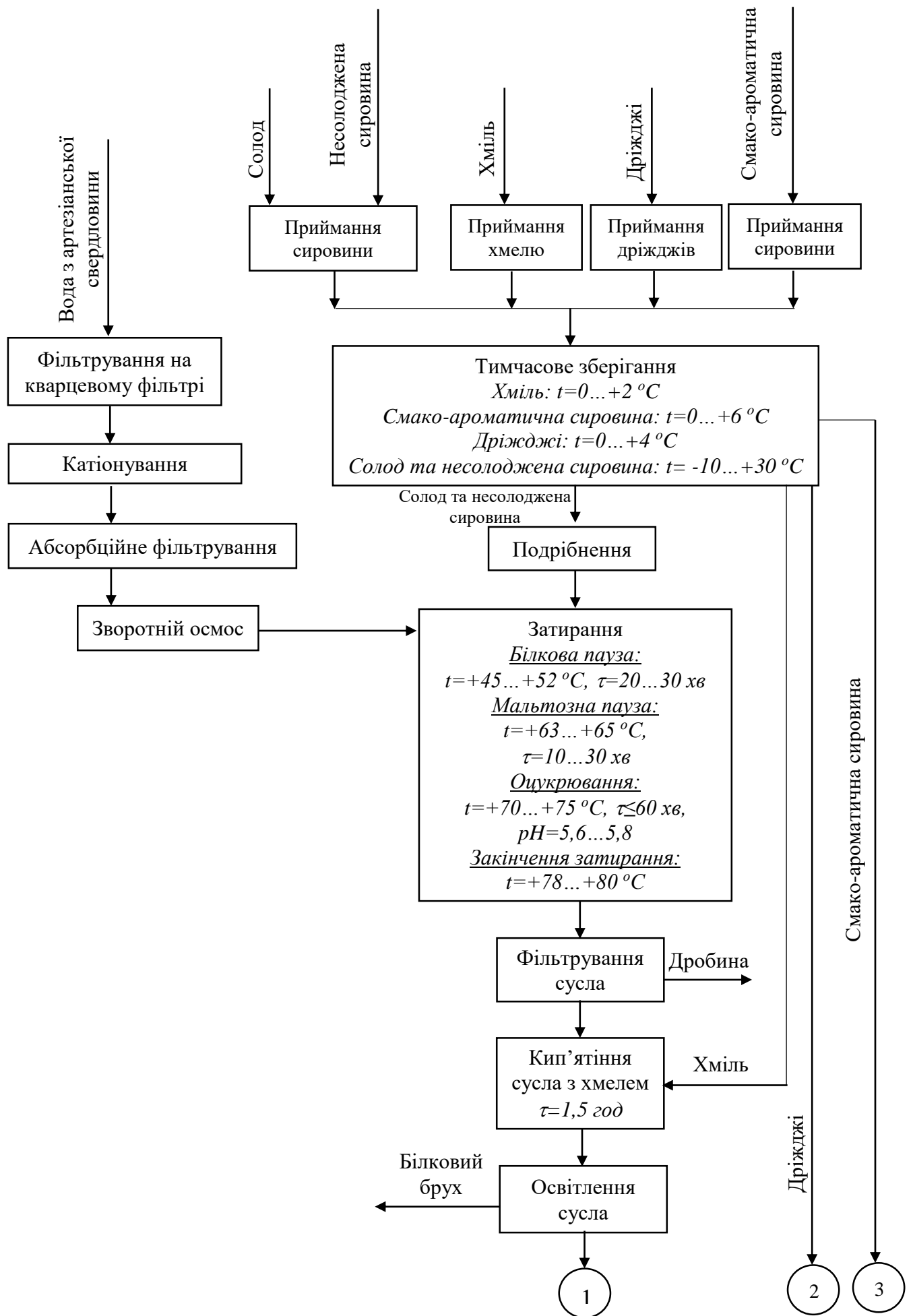
Розлив продукту: з форфасів готове пиво трубопроводом подається на лінію розливу, де воно фасується у триваючу тару: скляні пляшки, алюмінієві банки та кеги. Процес розливу у банки та пляшки напівавтоматизований, а в кеги проводиться вручну. На лінії розливу у пляшки тару завантажують вручну, після чого автоматизовано проводяться етикетування, промивання, розлив та укупорка

кроненкорками. Щодо розливу в банки, алюмінієва тара також завантажується вручну, а інші процеси виконуються автоматично. Для розливу пива у кеги використовується безпосереднє з'єднання шлангу до форфасу, а контроль над цим процесом здійснюється оператором розливу. Після фасування пляшок та алюмінієвих банок, їх укладають в картонні коробки вручну, а потім піддони закріплюються плівкою для формування транспортних одиниць. Кеги маркуються картонними вкладишами та також укладаються на піддони.

Тимчасове зберігання готової продукції: після розливу та упаковки пива на піддонах, їх вручну переміщують до холодильної камери для тимчасового зберігання. Складські приміщення на ТОВ «Біркرافт» мають обмежені розміри, які відповідають поточній потужності виробництва.

Більшість процесів на потужності автоматизовано, оскільки вони є базовими для виробництва будь-якого сорту пива. Цех розливу виконує поставлені задачі по мірі можливості та пропускної здатності обладнання, а також інших умов, які впливають на тривалість проведення різних операцій. Дана ділянка характеризується високою варіативністю якості процесів розливу готових напоїв у різну тару. Так, наприклад, у скляні пляшки та кеги пиво розливається без надмірних коливань у показниках якості, до того ж маркування на даний вид тари наноситься під час процесу розливу. Однак розлив пива у банку потребує окремого підходу: перед нанесенням етикетки банки з пивом просушують у цеху протягом доби, оскільки етикетковий папір не клеїться на вологий алюміній.

Якщо проводиться розлив світлого лагера, рівень його карбонізації повинен бути 0,52-0,55% CO₂, що відповідає сорту пива. Проте, якщо при розливі у пляшки та кеги не відбувається коливань рівня вуглекислого газу в тарі, то при розливі у банку відбувається зниження його значення на 0,2%. Тобто, якщо одне й те саме пиво розливається у пляшку і банку, необхідно брати до уваги значення рівня карбонізації у форфасі та визначати: чи можна одразу після розливу в пляшку розпочинати розлив у банку, чи варто скорегувати CO₂ в форфасі після першого розливу.



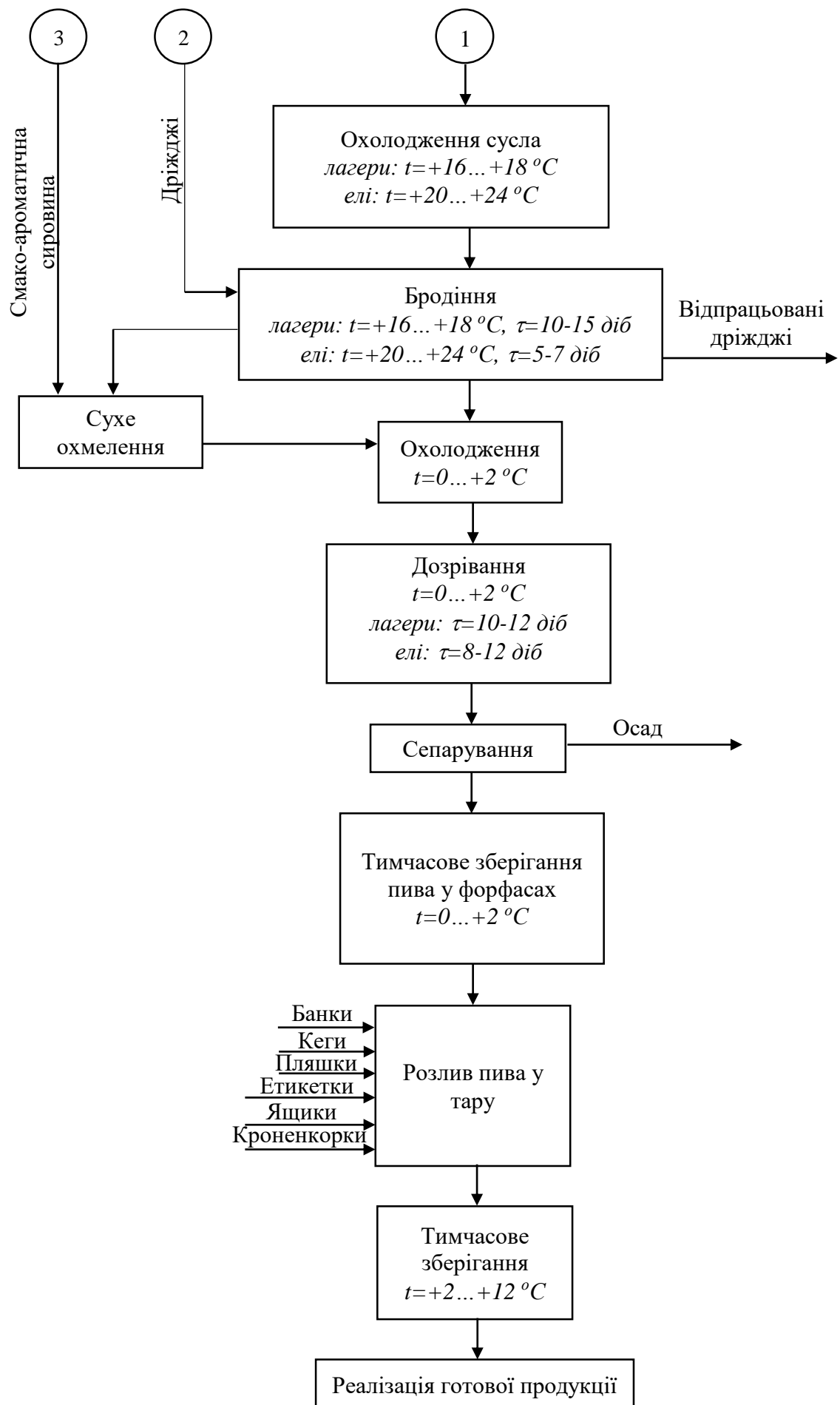


Рисунок. 3.1. Блок-схема виробництва пива на ТОВ «Біркرافт»

3.2 Карта поточного стану створення цінності процесу розливу пива та ідентифікація втрат

Щоб визначити ділянки, де необхідно застосувати методи оптимізації процесів, потрібно оцінити виробничі етапи з урахуванням принципів ощадливого виробництва. Ідентифікація втрат на кожному етапі виробництва визначається як за допомогою методики «походу в гемба», так і опитуванням працівників цехів щодо зручності, звичності та особливостей виконуваної роботи.

Приймання сировини: на цьому етапі відповідальні особи приймають сировину від постачальника та розміщують її на складі. До складу відповідальна особа довозить сировину за допомогою рокли або вантажника.

Зберігання сировини: тимчасове зберігання сировини до її використання.

Подрібнення сировини: пивовари доставляють необхідну кількість сировини до дробильного відділення за допомогою рокли та самостійно завантажують в дробарку, з якої автоматизовано подрібнена сировина подається через передзаторний апарат до заторного чану.

Затирання солоду: автоматизований технологічний процес, під час якого відбувається змішування солоду з водою та активація ферментів.

Фільтрування затору: автоматизований процес фільтрування затору у фільтрувальному чані.

Кип'ятіння сусла з хмелем: автоматизований процес кип'ятіння за рецептом для кожного сорту пива із автоматичною подачею хмелю у відповідні проміжки часу.

Фільтрування сусла: фільтрування сусла у вірпулі, процес автоматизований.

Охолодження сусла: автоматизоване охолодження сусла в потоці за допомогою теплообмінника.

Бродіння сусла: бродіння сусла під дією пивоварних дріжджів, які пивовар задає в унітанк самостійно.

Охолодження: охолодження молодого пива.

Сухе охмелення: в залежності від сорту пива, пивовари проводять сухе охмелення пива із додаванням смако-ароматичної сировини, яку транспортують у цех з складу сировини.

Доброджування/дозрівання пива: автоматизований процес дозрівання пива у тих самих унітанках, в яких воно бродить.

Сепарування пива: автоматизований процес відділення осаду від готового пива у сепараторі. Перекачка пива здійснюється одразу у форфаси.

Стабілізація пива: стабілізація вуглекислого газу в готовому напої.

Розлив у споживчу тару: процес включає підготовку машин та тари для розливу, безпосередній розлив, упакування тари в коробки та формування палет з готовою продукцією. На цьому етапі багато залежить від якості зношуваних елементів (прокладок, ущільнювачів), тиску в магістралі CO₂ та стисненого повітря, а також швидкості роботи операторів, які більшість процесів контролюють вручну.

Тимчасове зберігання готового продукту: зберігання палет з пивом на складі готової продукції.

Характеристика ідентифікованих втрат представлена у табл. 3.1. На основні зібраних даних також складено карту поточного стану потоку створення цінності (Додаток А).

Таблиця 3.1 - Ідентифікація втрат

| Етап виробництва | Вид втрат | Причини виникнення втрат | Інструмент ощадливого виробництва |
|---------------------------|----------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Приймання сировини | Транспортування | Приймання сировини відбувається далеко від складу. Сировину необхідно довести до складу роклою | 5S |
| Зберігання сировини | Надмірні запаси Очікування | Замовлення сировини «про запас» | Just-In-Time Kanban |
| Подрібнення сировини | Транспортування | Транспортування роклою сировини до дробильного відділення | 5S |
| Затирання солоду | - | - | - |
| Фільтрування затору | - | - | - |
| Кип'ятіння сусла з хмелем | - | - | - |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-----------------|--|----------------------|
| Фільтрування сусла | - | - | - |
| Охолодження | - | - | - |
| Бродіння | Транспортування | Транспортування дріжджів до унітанку із складу з сировиною. | 5S |
| Сухе охмелення | Транспортування | Транспортування сировини до холодного цеху | 5S |
| Доброджування/ Дозрівання | - | - | - |
| Сепарування | - | - | - |
| Стабілізація пива | - | - | - |
| Розлив пива у тару | Зайві рухи | Тривале налаштування певних функцій для розливу пива | TPM, Six Sigma, SMED |
| | Брак | Невідкаліброване обладнання, зношені елементи | |
| | Очікування | Тривале очікування висихання банок з пивом після розливу перед нанесенням етикетки | |
| | Транспортування | Перенесення коробок на піддон | |
| Тимчасове зберігання готового продукту | Очікування | Очікування до відправки готової продукції | Just-In-Time |

З таблиці 3.1 можна виділити такі етапи, які потребують оптимізації – це приймання, зберігання та подрібнення сировини, бродіння, сухе охмелення та розлив пива у тару.

Надмірні запаси та тривале очікування їх використання є наслідком замовлення великих партій сировини. Зменшення запасів може бути досягнуто двома способами - шляхом скорочення резервних запасів і за рахунок зменшення кількості продукції у партії. У виробництві пива на ТОВ «Біркرافт» перший варіант є найбільш оптимальним, оскільки пивоварня виготовляє пиво невеликими партіями, проте сировина завжди є в надлишку, що призводить до наявності запасів. У сучасних умовах в Україні, враховуючи той факт, що основні компоненти, такі як хміль, дріжджі та солод, постачаються з-за кордону, забезпечення щоденних поставок на виробничі потужності не є можливим наразі. Однак додаткова сировина, яка періодично використовується для

виробництва певних сортів пива, замовляється лише на вимогу виробництва, не про запас. Те саме стосується і матеріалів, які необхідні для того чи іншого продукту. Наприклад, під кожну партію пива етикетка замовляється лише для тієї розрахункової кількості пива, яке було виготовлене у даній партії навіть для постійних сортів. Оскільки виробництва етикеток та споживчої тари для пива знаходяться в Україні, то для ТОВ «Біркraft» немає потреби робити замовлення із надлишком.

Транспортування сировини під час етапу подрібнення та приймання сировини обумовлено розташуванням складу сировини відносно дробильного відділення та ділянки для вивантаження сировини з автомобіля постачальника.

Транспортування дріжджів до унітанку перед їх задачею у сусло є, по суті, необхідним етапом, оскільки дріжджі мають зберігатися у спеціальних умовах (рис. 3.1). Те саме стосується етапу сухого охмелення пива: смако-ароматична сировина зберігається у холодильній камері разом із іншою сировиною, тому для використання її необхідно транспортувати до відповідного цеху. Конфігурація цеху не дозволяє розміщувати додатково холодильне обладнання близько до холодного цеху для зберігання у ньому дріжджів та смако-ароматичних добавок. До того ж це не допустимо з точки зору безпечності харчової продукції.

Розлив пива у споживчу тару – майже останній виробничий етап у технологічному процесі виготовлення пива. Він ґрунтується таких підпроцесах: підготовка обладнання (миття та ополіскування), контроль пива перед розливом та, за необхідності, корекція показників вмісту CO_2 та O_2 , безпосередньо розлив пива, нанесення маркування, упакування споживчої тари у коробки, формування транспортних одиниць.

На ТОВ «Біркraft» пиво розливають у три різні тари за допомогою трьох різних типів обладнання. Поетапні схеми розливу пива у різні види тари представлені на рис. 3.2. Розлив продукту у кеги відбувається за рахунок безпосереднього підключення шлангу зі спеціальними головками для контролю тиску до кеги з форфасу. Налив пива у одну кегу триває близько 40-60 с залежно від тиску та сорту пива. Середня кількість кег на день, які необхідні для розливу

продукту, становить близько 35-40 шт, що відповідає тривалості процесу розливу 35-40 хв. Визначено, що не є доцільним встановлення цілої лінії розливу пива у кеги.

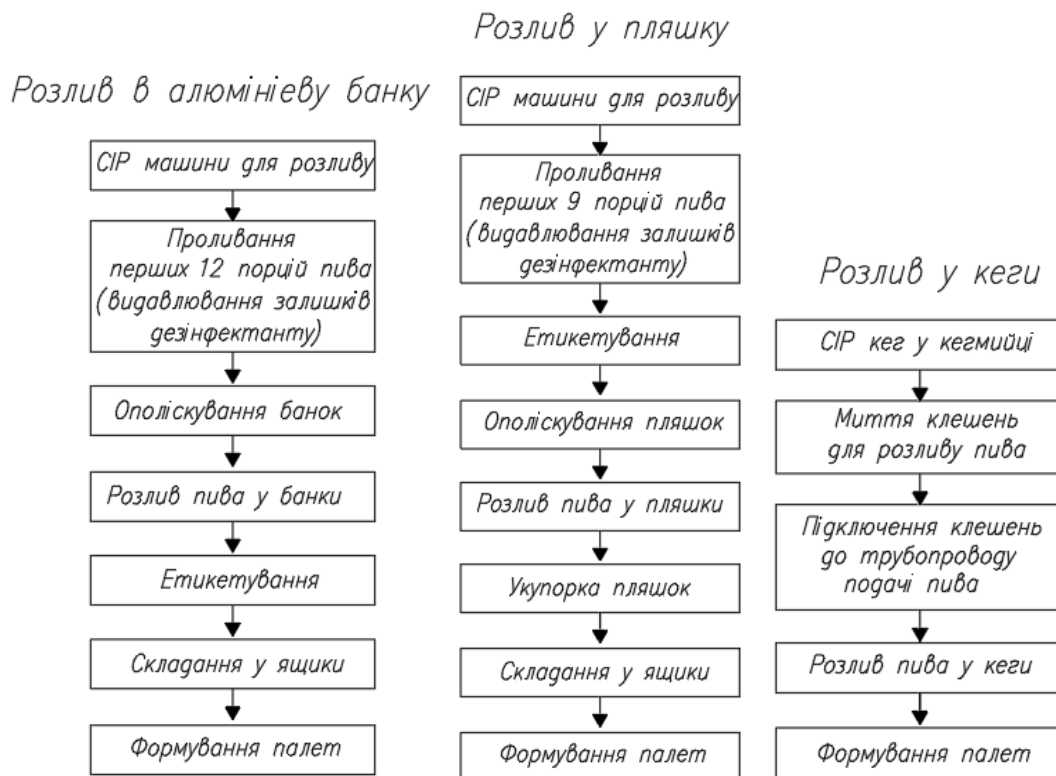


Рисунок 3.2. Схема розливу пива у різні види тари

Розлив пива у пляшку представляє собою наступну послідовність процесів: подача пляшок на лінію етикетування, транспортування етикетованих пляшок у пляшкомиий барабан лінії, де відбувається миття тари, після цього транспортування до барабану розливу, далі спінення пива гарячею краплею води, закупорювання кроненкорками та ополіскування пляшки на виході з машини.

Розлив пива в алюмінієву банку має певні відмінності від процесу розливу у пляшку. Особливістю розливу пива в алюмінієву банку є той факт, що пиво етикетується після розливу. Однак це відбувається не одразу, а після того, як банки з пивом обсохнуть. Висушування відбувається у цеху розливу шляхом самостійного стікання та випаровування води з поверхні банок. Тривалість обсихання становить 24 години, тобто етикетування баночного пива відбувається на наступний день після розливу. Цей момент затримує повний

цикл виробництва пива, яке розливається у алюмінієву банку, порівняно із виробництвом пива, яке розливається у інші види тари.

Аналіз операцій процесу розливу пива в алюмінієву банку з точки зору створення цінності для клієнта було проведено для партії пива об'ємом 2 тони, що дорівнює 660 алюмінієвим банкам об'ємом 0,33 л, які вміщуються у 55 картонних ящиків (по 12 банок на ящик). Етап розливу включає наступні операції: проведення СІР машини розливу, розлив пива у банки, складання банок у ящик, відставлення ящиків на палету (для обсушування), обсушування пива, наклеювання етикетки, укладання банок в коробки (взяти коробку, скласти банки, закрити коробку та заклеїти її), перенесення банок на піддон та формування палет на піддонах.

Визначення цінності кожної операції та загальної ефективності процесу проведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Визначення цінності операцій

| № | Зміст операції | Тривалість виконання операції, хв | Визначення цінності операції |
|---|---|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Здійснити СІР машини розливу | 120 | Цінна |
| 2 | Розлити пиво у банки | 55 | Цінна |
| 3 | Скласти банки в пластмасовий ящик | 56 | Неможливо прибрати |
| 4 | Відставити ящик з банками | 3,5 | Не цінна |
| 5 | Обсушити банки з пивом | 1440 | Неможливо прибрати |
| 6 | Проклеїти етикетку на банку | 33 | Цінна |
| 7 | Взяти коробку | 1,83 | Неможливо прибрати |
| 8 | Скласти банки в коробку | 11 | Цінна |
| 9 | Закрити коробку | 1,83 | Цінна |
| 10 | Запечатати коробку | 2,75 | Неможливо прибрати |
| 11 | Перенесення коробок з банками на піддон | 6 | Не цінна |
| 12 | Формування палети | 11 | Цінна |
| Загальна тривалість створення цінності | | 1747 | |
| Дії, які додають цінності | | 237,3 | |
| % цінності | | 13,58 | |

На рис. 3.2 представлена кругова діаграма, на якій візуально представлено співвідношення операцій створення цінності.

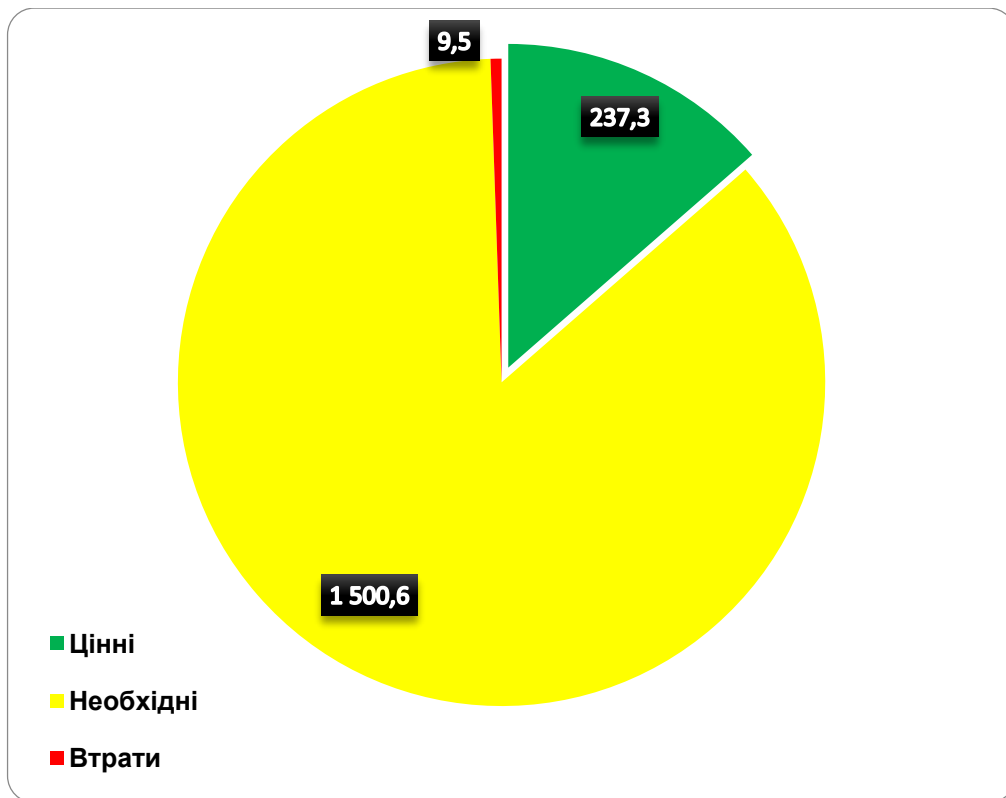


Рисунок 3.3. Операції створення цінності

Підпроцеси, які не створюють цінність, але є необхідною частиною виробничого процесу, займають найбільшу кількість часу. Найбільшу частку усього витраченого часу займає операція з висушування банок з пивом протягом 24 годин (1440 хв).

Аналіз табл. 3.1 та 3.2 свідчить про наявність прямих втрат у часі через транспортування (перенесення) коробок з банками на піддон для палети, а також під час відставлення ящиків з банками у цеху під час розливу. Однак конфігурація цеху та розміщення обладнання у приміщенні не дозволяє розмістити піддон щонайближче до робочого місця операторів, оскільки прохід між стіною та машиною для розливу становить 1,84 м, що менше ширини піддона, яка становить 1,08 м. Тому варто розглянути питання зменшення часу, який витрачається на підпроцес обсихання банок, оскільки це важливий та неминучий етап, хоча він і не приносить цінності споживачеві.

У високий сезон, коли кількість пива, яку замовляють споживачі, сягає об'ємів понад 70 т/місяць, необхідно оптимізувати виробництво так, аби не

відбувалось накопичення великої кількості розливої у тару, але не готової до продажів, продукції. Дане завдання обумовлене обмеженою площею складу на виробництві, тому що при потужності понад 70 т/місяць непроклеєні банки немає де зберігати у холодильній камері. Зберігання пива при температурі цеху (20 ± 2 °C) може спричинити зниження стійкості пива, а отже і зменшення його фактичного терміну реалізації.

Саме тому пріоритетною ціллю на етапі розливу готового продукту в алюмінієву банку є скорочення часу обсушування тари після розливу.

3.3. Заходи операційного вдосконалення технічних параметрів процесів та карта майбутнього стану потоку виробничої ділянки розливу пива в алюмінієві банки. Звіт А3.

Тенденція переходу від розливу пива у скляну пляшку до розливу в алюмінієву банку стає все більш розповсюдженою на українському ринку, а тому на ТОВ «Біркафт» поступово відбувається повна заміна тари для постійних сортів пива. Це свідчить про той факт, що об'єми пива, яке буде розливатися у баночки, зростатимуть, що у свою чергу може призвести до затримок у виробництві через тривалий час очікування обсихання кожної партії банок з пивом перед етикетуванням. Така затримка може провокувати накопичення великої кількості продукції, яка вже готова до споживання у споживчій тарі, але не може бути відправлена замовникам через відсутність етикетки.

До того ж існує і інша проблема, яка провокується затримкою процесу розливу. Під час етикетування банок, на маркуванні друкується дата розливу пива. Тобто, готовий продукт залишається у стані очікування протягом доби до проведення наступного етапу процесу розливу – етикетування. Через те, що крафтове пиво має різний термін придатності в залежності від складників того чи іншого сорту, затримка під час випуску готового продукту в продаж справляє негативний вплив на загальний можливий термін реалізації напою. Крафтовий продукт специфічний, високовартісний, іноді, залежно від сорту – швидкопсувний (максимальний термін придатності деяких сортів – 3 місяці). Саме тому важливо випускати пиво у продаж максимально швидко після

останнього етапу виробництва. Як і на будь-якому пивоварному виробництві, на ТОВ «Біркraft» змонтовано систему трубопроводів подачі необхідних матеріалів та сировини. Трубопровідні системи пронизують усі виробничі цехи задля їх повноцінного функціонування.

Карта майбутнього стану потоку створення цінності представлена у Додатку Б. Цех розливу – один із основних користувачів стисненого повітря, азоту та вуглекислого газу. Це обумовлено роботою машин та пристроїв для розливу продукції у відповідну тару. Відповідні гази та повітря використовуються для барботування готового пива, вирівнювання показників якості кінцевого продукту перед розливом, обдування та обсушування машин та їх комплектуючих, безпосереднє виконання процесу розливу.

Для скорочення часу обсихання баночок запропоновано встановити сопла обдуву на ділянці етикетування споживчої тари на лінії розливу в пляшку (рис. 3.4), які представлені тонкими трубками із зазубринами на кінцях для розділення потоку повітря, що підключені до системи подачі стисненого повітря (рис. 3.5).

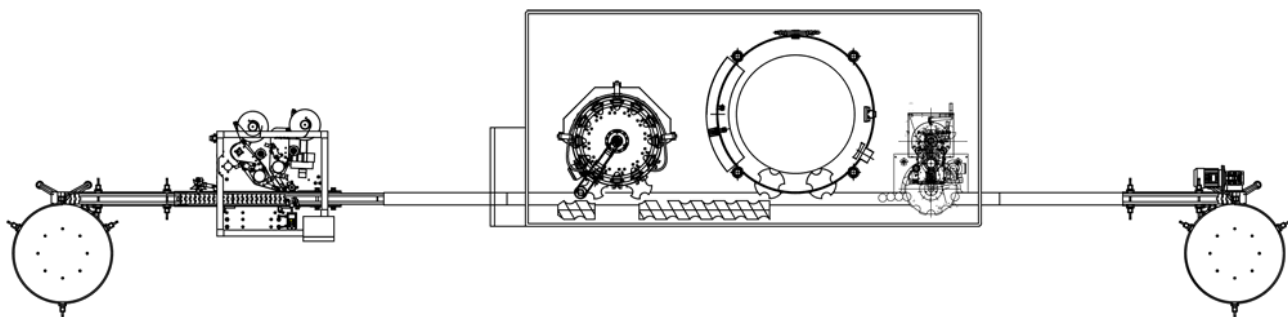


Рисунок 3.4. Лінія етикетування та розливу пива в пляшку

Схема машини для етикетування представлена на рис. 3.4. Під час етикетування банок, оператор виставляє їх на поворотний столик (3), від якого тара з напоєм конвеєром (2) подається на етикетувальний прилад (1). Етикетувальний прилад оснащений фотодатчиками, які реагують на наближення банки. Трубки подачі стисненого повітря запропоновано змонтувати на позиції (4). Тиск стисненого повітря контролюється манометром, а регулюється – редуктором. Оптимальний тиск подачі стисненого повітря – 2 бар. Це

обґрунтовано наступними експериментальними даними: машину для розливу пива в банку після завершення власне процесу розливу промивають осмотичною водою та обсушують вручну зі шлангу потоком стисненого повітря, тиском 2 бар. Цього значення достатньо, аби видалити воду з поверхонь запчастин машини. При цьому загальна вологість цеху розливу не підвищується, оскільки ця вода і так присутня у приміщенні цеху.

Таким чином, система обдуву банок буде встановлено перед самою етикетувальною установкою. Для безперебійної роботи запропонованої системи необхідно забезпечити постійну подачу тари з пивом на конвеєр етикетування. Для цього розпочинати етикетування рекомендовано через 10 хв після початку розливу пива у банку, коли накопичиться 2 ящики по 54 шт готових до маркування банок (наповнення одного ящику повними банками з пивом відбувається за 4,5-5 хв).

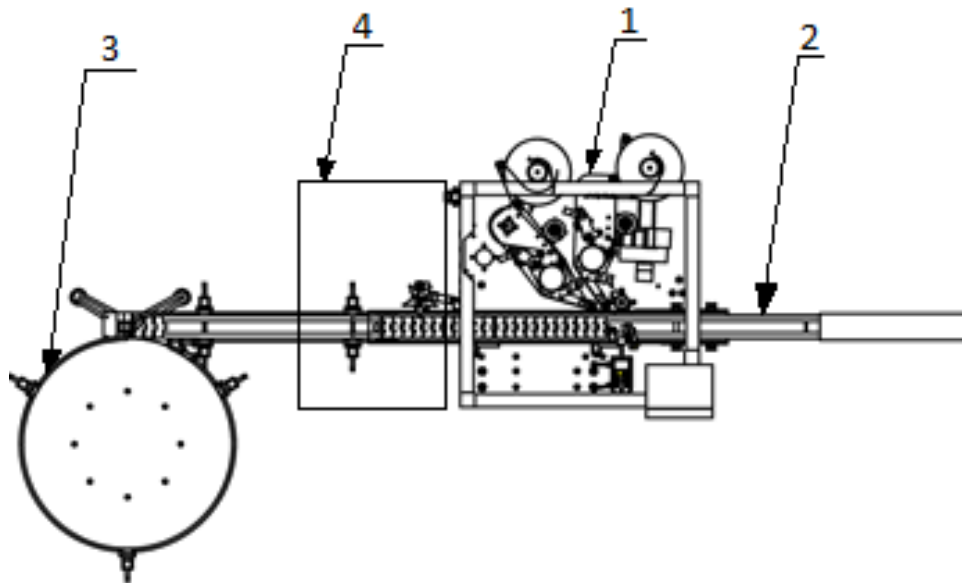


Рисунок 3.5. Схема машини для етикетування споживчої тари:

- 1 – етикетувальний прилад;
- 2 – конвеєр стрічковий;
- 3 – поворотний столик для подачі тари;
- 4 – місце встановлення трубок подачі стисненого повітря.

Запропонований варіант оптимізації підпроцесів розливу передбачає об'єднання процесів обсушування банок та етикетування, оскільки власне процес обсихання відбувається у потоці. Тому у загальному час, витрачений на обсушування банок, знижується до 0, однак з'являється додаткові 10 хв простою продукції для забезпечення безперебійності роботи машин (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Визначення майбутньої цінності операцій

| № | Зміст операції | Тривалість виконання операції, хв | Визначення цінності операції |
|---|---|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Здійснити СІР машини розливу | 120 | Цінна |
| 2 | Розлити пиво у банки | 55 | Цінна |
| 3 | Скласти банки в пластмасовий ящик | 56 | Неможливо прибрати |
| 4 | Накопичити 2 ящики банок | 10 | Неможливо прибрати |
| 5 | Проклеїти етикетку на банку | 33 | Цінна |
| 6 | Взяти коробку | 1,83 | Неможливо прибрати |
| 7 | Скласти банки в коробку | 11 | Цінна |
| 8 | Закрити коробку | 1,83 | Цінна |
| 9 | Запечатати коробку | 2,75 | Неможливо прибрати |
| 10 | Перенесення коробок з банками на піддон | 6 | Не цінна |
| 11 | Формування палети | 11 | Цінна |
| Загальна тривалість створення цінності | | 314 | |
| Дії, які додають цінності | | 237,3 | |
| % цінності | | 75,60 | |

Візуальне співвідношення операцій зі створення цінності представлено на рис. 3.6.

Контроль за проведенням процесів розливу та етикетування необхідно здійснювати не лише забезпечення якості та безпечності готового продукту, а й також враховувати стан обладнання, його продуктивність та можливість запровадження автоматизованого контролю за ключовими показниками, які відображають якість та правильність проведення процесів. Автоматизовані системи контролю можуть збирати великі обсяги даних про виробничі процеси, які можуть бути використані для аналізу та виявлення тенденцій. Це допомагає у вчасному виявленні потенційних проблем та прийнятті відповідних заходів щодо їх усунення.

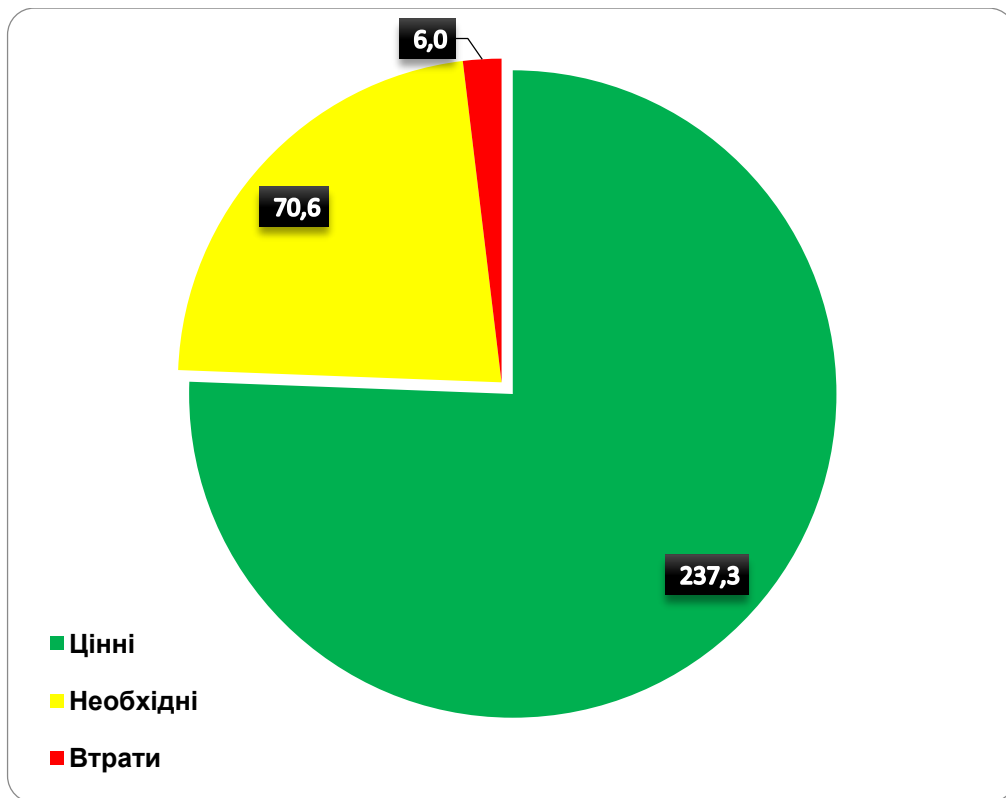


Рисунок 3.6. Майбутній стан операцій створення цінності

Аналіз заходів оптимізації свідчить про наступне:

- Зменшення загальної тривалості проведення процесу розливу на 82%: із 1747 до 314 хв;
- Відсоток операцій, що додають цінності, збільшився з 13,58 до 75,60%. І хоча по часу тривалість та кількість цінних операцій не змінилась, їх значущість на етапі розливу стала більш ваговою;
- Відсоток операцій, які не несуть цінності, але необхідні до виконання під час проведення технологічних операцій, зменшився з 1500,6 до 70,6 хв.

Для етикетувальної машини важливими показниками, які потребують постійного контролю, є рівень проклеювання етикетки та правильність друкування партії та дати у визначеному місці. До того ж, якщо запровадити автоматизований контроль за подачею стисненого повітря для обдуву банок, то можна знизити необґрунтовані витрати компресора і оптимізувати роботу цієї ділянки машини.

Аналіз показників ефективності та оцінка ефекту заходів оптимізації представлено у Звіті А3 (Додаток В). Тут представлено опис проблеми, яка полягає у довготривалому висушуванні банок з пивом (близько однієї доби) та цілі, які необхідно досягти – зменшити тривалість обсушування з 24 до 1 год. Обґрунтовано також першопричини проблеми, які полягають у тому, що вода з банок не встигає випаровуватись за час зміни оператора, тому робітники вимушені залишати банки обсихати до впродовж доби. Запропоновані рішення включають застосування системи обдуву банок стисненим повітрям задля видалення крапель води. Пропонується змонтувати її перед етикетувальною машиною. План впровадження представлено у вигляді таблиці, і також вказано досягнуті результати запроваджених оптимізаційних рішень: ефективність процесу виросла з 14% до 70%.

Висновки до розділу 3

Проаналізовано поточний стан виробництва та розроблено карту потоку створення цінності. Визначено, що процесом, на якому наявні втрати, є розлив пива у тару. Під час аналізу процесу виявлено найбільший об'єм втрат на етапі розливу пива в алюмінієву банку. Визначено заходи оптимізації процесу обсушування банок, які ґрунтуються на скороченні часу обсушування шляхом встановлення додаткової системи обдуву банок. Внаслідок запропонованих рішень ефективність процесу зростає на 85%. Для оцінки ефекту удосконалення розроблено Звіт А3.

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ І ВИРОБНИЧИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

4.1 Аналіз компонування технологічної лінії з виробництва пива

Підприємство ТОВ «Біркraft» має обмежені потужності виробництва. Схема розміщення обладнання в пивоварному цеху підприємства представлена на Аркуші 1. Особливість даного підприємства полягає в тому, що обладнання розміщено коридорно з урахуванням технологічного процесу виробництва пива. Зберігання сировини (див. Аркуш 1) здійснюється біля дробильного відділення та варниці, щоб полегшити транспортування необхідних компонентів на різні етапи виробництва. Транспортування сировини проводиться вручну (переміщення мішків або пакетів) або за допомогою рокли (переміщення піддонів з сировиною). Сировина зберігається протягом 30-40 днів через невеликі запаси, оскільки основні компоненти є імпортними і терміни доставки можуть коливатися залежно від обставин, а іноді непоборної сили.

Тара, готова продукція та допоміжні матеріали розташовані поблизу відділення розливу пива. Середній термін зберігання готового до відправки пива – до одного тижня, а матеріали – тара, кроненкорки, бобіни з етикетками тощо зберігаються до 6 місяців. Ще однією особливістю є універсальність унітанків, які можуть використовуватися для різних етапів виробництва та тимчасового зберігання пива перед розливом у тару. Унітанки оснащені високотехнологічною системою контролю за технологічними процесами, що дозволяє регулювати необхідні параметри на обраних етапах виробництва.

Для виробництва пива використовується різноманітне обладнання, яке встановлене та скомпоноване відповідно до потужності, асортименту продукції та розмірів приміщень. Формування та конструктивне оформлення ліній потребує врахування не лише вхідних факторів (сировина, матеріали, компоненти, енергоносії), а й вихідних (готова продукція, рідина, пара, виробничі шкідливі речовини тощо).

Машинно-апаратурна схема виробництва пива представлена на Аркуші 2, есплікація до неї – на Аркуші 3. Солод та несолоджені зерноматеріали зберігаються на піддонах (11) та у холодильній камері (12). Сировину вручну завантажують у зернову дробарку (13), звідки подрібнене зерно шнековим конвеєром (14) направляється у передзаторний апарат (26), звідки затор направляється трубопроводом у заторний чан (17). У баку (15) відбувається підігрів води для технологічних цілей. Вона подається з лінії водопідготовки. Вода зі свердловини проходить очистку на кварцевих (1), катіонатних (2) та вугільних (3) фільтрах, після чого відцентровим насосом (4) перекачується у збірник для води (5). Очищена вода використовується для побутових потреб, утворення пари, миття обладнання та цехів. Перед використанням у технологічних цілях, вода подається насосом (6) на осмотичний фільтр (7), після чого заповнює резервуари (8). Підігрів бака (15) здійснюється парою, яка утворюється парогенератором (10). Мінералізується вода перед варкою пива.

Подрібнена сировина у заторному чані (17) змішується із гарячою водою. Після затирання маса з води та помелу перекачується насосом (18) у фільтраційний апарат (19). Відфільтроване сусло перекачується відцентровим насосом (20) у сусловарильний чан (22), а дробина вивантажується у збірник (21). У сусловарильний чан через хмелезбірник завантажують хміль або хмелеві препарати. Далі зварене сусло з хмелем перекачується насосом (23) у вірпул (24), де відбувається відділення хмелю та коагульованого білка від сусла. В сезон, коли попит на пиво зростає та на потужності відбувається велика кількість варок пива, для проміжного зберігання сусла використовують ємкість (38). Сусло перекачується насосом (25) через теплообмінний апарат (27) для охолодження, звідки потім направляється в унітанки (26). В унітанках відбувається як бродіння, так і дозрівання пива. Для насичення пива певними смако-ароматичними компонентами використовується збірник для охмелення (29). Готове пиво насосом (30) перекачується через сепаратор (31) для відділення можливого осаду та освітлення продукту у форфас (32). З форфаса воно поступає на лінію розливу у пляшку (33), на автомат для розливу у алюмінієву банку (34)

та розливається у кеги (35). Після цього готовий продукт відправляють на реалізацію.

На ТОВ «Біркафт» максимальна потужність виробництва наразі становить 120 тонн на місяць, однак підприємство не працює на повну потужність у зв'язку із економічними змінами та мінливістю попиту на пиво. Характеристики обладнання для виробництва пива на ТОВ «Біркафт» представлені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика обладнання у виробничих цехах

| Технологічна операція | Вид обладнання | Марка | Продуктивність | Час ефективної роботи, хв (с) | Загальний час переналадки, хв (с) |
|-----------------------|---|-------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Подрібнення сировини | Дробарка + передзаторний апарат | ZipTech | 1000 т/год | 30 хв | 20 хв |
| Затирання солоду | Заторний апарат | ZipTech | 4 варки на день (2000 л) | 2 год | 10 хв |
| Фільтрування затору | Фільтр-чан | ZipTech | Залежить від сорту пива (2000 л) | - | 10 хв |
| Кип'ятіння сула | Суловарильний апарат | ZipTech | 2000 л | - | 10 хв |
| Фільтрування сула | Вірпул | ZipTech | - | 15 хв | 10 хв |
| Охолодження сула | Пластинчастий теплообмінник | Alfa laval | - | 10 хв | 10 хв |
| Бродіння | Унітанк | ZipTech | 2, 4, 6 т | - | 2 год |
| Дозрівання | Унітанк | ZipTech | 2, 4, 6 т | - | 2 год |
| Сепарування | Відцентровий сепаратор | ZipTech | Залежить від сорту пива | 3 год | 2 год |
| Стабілізація пива | Форфас | ZipTech | 2, 4 т | - | 2 год |
| Розлив пива у пляшки | Лінія етикетування, розливу та укупорки | Ferrero | 600-1200 шт/год | 2 год | 2 год |
| Розлив пива у банки | Машина для розливу | Leibinger Canvasa | 500-1000 шт/год | 1,5 год | 3 год |

Важливо відзначити, що на ТОВ «Біркафт» все устаткування спроектовано таким чином, щоб уникнути накопичення залишків сировини, напівфабрикатів та готової продукції. До того ж устаткування цехів розроблене

з метою уникнення змішування сировини, напівфабрикатів та готової продукції та скорочення часу доставки компонентів до відповідних точок використання.

Від етапу подрібнення сировини до процесу розливу інгредієнти, напівфабрикати та готове пиво переміщуються за допомогою закритих систем трубопроводів. Працівники відповідних відділень можуть легко пересуватись по цеху, наглядаючи за кожним кроком виробництва.

4.2 Дослідження ефективності роботи обладнання

Методика визначення ефективності підприємства тісно пов'язана з вибором відповідного критерію та розробкою системи відповідних показників. Критерій ефективності слугує основою для оцінки результатів, він виступає мірою успішності. Конкретні показники ефективності відображають кількісне визначення та зміст обраного критерію, відображаючи результати діяльності підприємства.

На ТОВ «Біркraft» пиво в алюмінієві банки розливається на окремому устаткованні – машині для розливу пива у банку Leibinger Canvasa. Вона представлена на Аркуші 4. Просторове розміщення обладнання у цеху представлено на рис. 4.1.

Для оцінки ефективності роботи машини Leibinger Canvasa необхідно провести розрахунки виходячи із наявних даних. Дані для обрахунків приведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Вихідні дані

| Назва технологічного обладнання | Тривалість ефективної роботи машини $T_{\text{еф.маш}}$, год | Простої через відмови $T_{\text{відм}}$, год | Втрати $T_{\text{т.о.}}$, зв'язані з передбаченим технічним обслуговуванням, год | Втрати за організаційних причин $T_{\text{орг}}$, год | Втрати від виробництва браку, % | Час переходів між змінами, год | Час планових зупинок, днів | Змінність роботи /кількість годин в зміні | Загальний час роботи підприємства (ROT) |
|---|---|---|---|--|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---|---|
| Машини для розливу пива Leibinger Canvasa | 3 | 1 | 6 | 40 | 10 | 2,5 | 3 | 1/8 год | 280 |

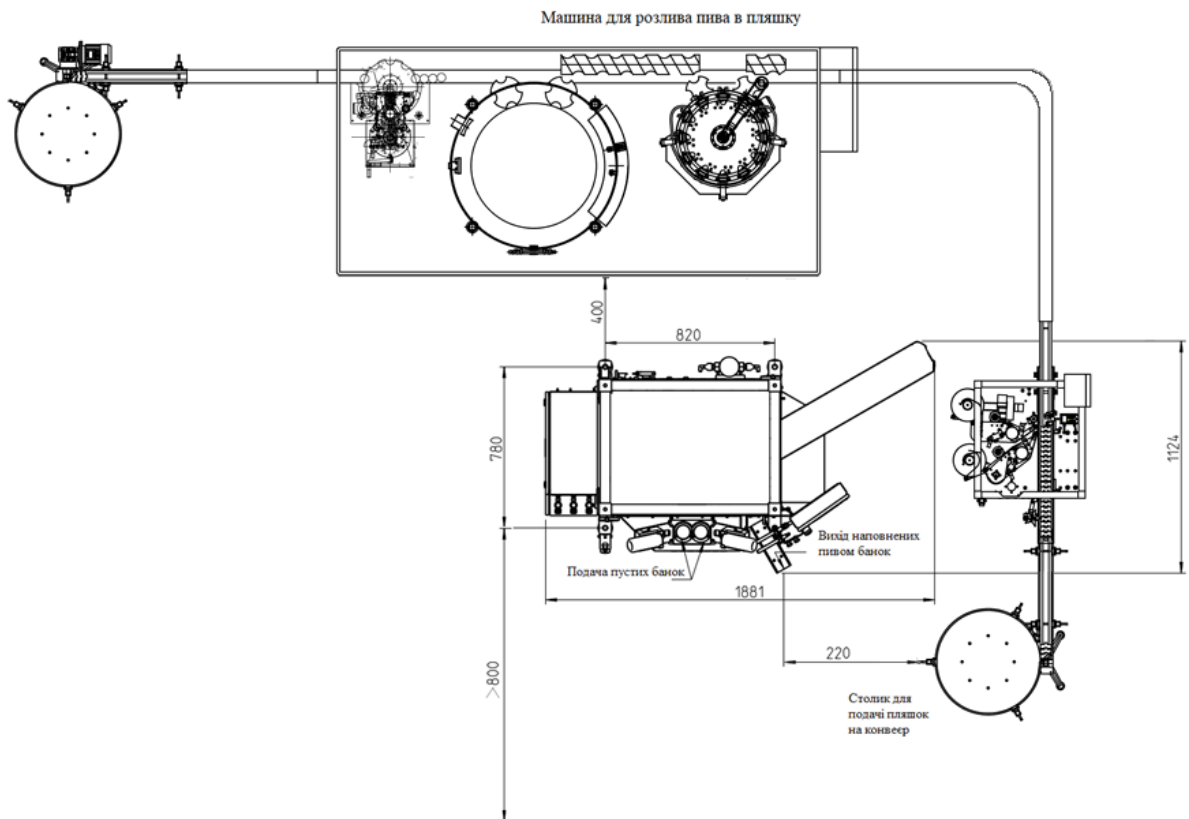


Рисунок 4.1. Просторове розміщення машини для розливу пива у банки у цеху

За восьмигодинну зміну ($T_{\text{екс}}=480$ хв) устаткування виробляє 660 банок по 0,33 л пива. Цикл виробництва визначається тривалістю розливу однієї партії пива. Один розлив триває 1,5 год = 90 хв, отже:

$$P' = 660/90 = 7,3 \text{ банки/хв} \quad (4.1)$$

$$T_{\text{маш}} = 180 \text{ хв}$$

Розраховуємо загальний час простою (загальні втрати машинного часу):

$$\Sigma T_{\text{втр}} = 480 - 180 = 300 \text{ хв} \quad (4.2)$$

Позациклові втрати на одиницю продукції:

$$T_{\text{втр}} = \Sigma T_{\text{втр}} / \Sigma Z = 300 / 660 = 0,45 \text{ хв/банка} = 27 \text{ с/банка} \quad (4.3)$$

На кожний робочий цикл у середньому складає 100 хв втраченого часу. Коефіцієнт втрат, тобто позациклові втрати на одиницю часу безперервної роботи машини, складає

$$k_{\text{втр}} = \frac{\sum T_{\text{втр}}}{\sum ZT_p} = \frac{0,45}{180} = 0,0025 \quad (4.4)$$

Коефіцієнт використання машини:

$$k_{\text{в}} = \frac{T_{\text{маш}}}{T_{\text{експ}}} = \frac{T_{\text{маш}}}{T_{\text{маш}} + \sum T_{\text{втр}}} = \frac{180}{480} = 0,375 \quad (4.5)$$

Розраховуємо фактичну продуктивність. Враховуємо коефіцієнт позациклових втрат та відсоток браку:

$$\Pi = ((660 * 0,0025) + (660 - 10\%)) / 480 = 1,24 \text{ банки/хв} \quad (4.6)$$

За даними розрахунків визначено, що коефіцієнт використання пивоварної машини становить 0,375. За такого показника найліпшим покращенням буде оптимізація робочого місця оператора устаткування задля ефективного використання машини. Це можливо здійснити, наприклад, шляхом модернізації обладнання, запровадження системи швидкого переналагодження тощо.

*Теоретична продуктивність складає 8,3 банки/хв=500 банок/год.
Фактична продуктивність складає 1,24 банки/хв=74,4 банки/год.*

Розраховуємо критерій доступності (PPT):

$$PPT = POT - PSD = 2240 - 30 = 2210 \text{ год} \quad (4.7)$$

$$POT = 280 * 8 = 2240 \text{ год} \quad (4.8)$$

$$PSD = 6 + 3 * 8 = 30 \text{ год} \quad (4.9)$$

Робочий час, що залишився після обліку позапланових зупинок, називається операційним часом (Operating Time, OT):

$$OT = PPT - DTL = 2210 - 0,5 = 2209,5 \text{ год} \quad (4.10)$$

Розрахунок критерію доступності:

$$A = OT / PPT = 2209,5 / 2210 = 0,99 \quad (4.11)$$

Робочий час, що залишився після обліку втрат у швидкості, називається чистим операційним часом (Net Operating Time, NOT):

$$NOT = OT - SL = PPT - DTL - SL = 2209,5 - 40 = 2169,5 \text{ год} \quad (4.12)$$

Розрахунок критерію продуктивності:

$$P = (TP / OT) / IRR = (164386,8 / 2209,5) / 500 = 0,1488 = 0,2 \quad (4.13)$$

$$TP = 1,24 \text{ банки/хв} * 60 * 2209,5 = 164386,8 \text{ банок} \quad (4.14)$$

Критерій якості враховує втрати в якості (QL), які включають в себе виробництво невідповідної стандартам продукції. Робочий час, що залишився після обліку втрат в якості, називається чистим продуктивним часом (Fully Productive Time, FPT):

$$FPT = NOT - QL = OT - SL - QL = PPT - DTL - SL - QL = 2209,5 - 10\% = 1988 \quad (4.15)$$

Розрахунок критерію якості:

$$Q = GP / TP = (1159,5 - 10\%) / 1159,5 = 0,9 \quad (4.16)$$

Розраховуємо загальний критерій ефективності роботи машин OEE:

$$OEE = A \cdot P \cdot Q = 0,99 * 0,2 * 0,9 = 0,18 \quad (4.17)$$

Величина критерію ефективності роботи вказує на недостатньо високу якість роботи обладнання. Однак, необхідно зауважити, що даний критерій складається з трьох критеріїв, один з яких (а саме – критерій продуктивності), має найменше значення, що свідчить про те, що продуктивність устаткування має серйозні відхилення, порівняно із іншими критеріями. Продуктивність Leibinger Canvasa багато у чому залежить від сортів пива та стану систем подачі необхідних газів. Для підвищення даного критерію можна запровадити класифікацію сортів за їх спільними ознаками та впровадити уніфіковані налаштування розливу цих напоїв.

4.3 Системи превентивного, предиктивного і реактивного обслуговування на підприємстві

Превентивне обслуговування – це стратегія, в якій обладнання обслуговується на основі попередньо складених графіків або регламентів. Призначене для запобігання виникненню поломок та збереження нормального функціонування обладнання. Регулярні інспекції, технічне обслуговування і заміна деталей на підставі прогнозованих термінів є складовими цієї стратегії.

Предиктивне обслуговування – це більш розумна стратегія, оскільки вона базується на моніторингу стану обладнання та виявленні ознак виробничого зносу чи можливих поломок. Використовуються сучасні технології, такі як датчики, IoT (Інтернет речей) та аналітика даних, для прогнозування моменту

потреби у технічному обслуговуванні чи ремонті. Ця стратегія дозволяє ефективно використовувати ресурси, оскільки ремонт або заміна відбувається тільки в разі необхідності.

Реактивне обслуговування – це тип обслуговування, при якому ремонт чи заміна обладнання проводиться тільки після виникнення поломки. Хоча це може здатися менш витратною стратегією на перший погляд, вона часто призводить до збитків через зупинки виробництва, невпевненість у часі ремонту та негативний вплив на репутацію підприємства.

На ТОВ «Бікрафт» застосовуються усі три підходи до обслуговування обладнання, оскільки це дає можливість підтримувати працездатність устаткування та оцінювати якість його роботи.

Так, для усіх типів виробничих установок на кожний квартал прописується графік технічного обслуговування. Превентивне обслуговування у цьому випадку дає можливість регулярно робити огляд та перевірку обладнання, виявлення ознак зносу із часом. Розроблення такого графіку передбачає врахування розрахункового часу зносу деталей машин та установок.

На потужності оператори тих чи інших типів обладнання ознайомлені із їх конструкційними особливостями, а тому під час виконання обов'язків працівники можуть відслідковувати зміни у роботі устаткування і завчасно повідомляти про це майстрів. Також деякі види обслуговування можуть виконуватись самостійно відповідними працівниками, зайнятими тим чи іншим процесом. Наприклад, заміною ущільнень з'єднань гнучких шлангів, оглядових люків унітанків та форфасів займаються безпосередньо пивовари. Система предиктивного обслуговування дає можливість побачити втрату якості в роботі устаткування за вторинними показниками. До прикладу, під час активного бродіння відслідковується активне підвищення тиску в унітанках за рахунок швидкого накопичення вуглекислого газу в об'ємі пива. Трубопроводи для відводу надлишку CO₂ обладнані спеціальними клапанами автоматичного скидання тиску, які повинні спрацьовувати при досягненні тиску в унітанку певного рівня. Кожного дня пивовари роблять обхід холодного цеху та фіксують

показники у журналі бродіння. У випадку, якщо клапани автоматичного скидання тиску не спрацьовують, в унітанку може підійматися тиск вище нормального рівня. Це свідчить про необхідність обслуговування обладнання та калібрування клапанів на необхідний рівень параметру контролю.

Реактивне обслуговування на ТОВ «Біркафт» застосовується у край рідко, але має місце на виробництві у зв'язку із частотою використання деяких типів обладнання, використовуваних у роботі речовин та продуктів тощо. Наприклад, через великий асортимент та високу варіативність показників пива, що розливається на потужності, операторам розливу доводиться працювати на обладнанні з різним рівнем тиску. Нерідкі перепади тиску у системі подачі газів та продукту можуть провокувати непередбачувані ситуації, наприклад, розривання прокладок на соплах наливу продукту в банку на машині для розлива пива в алюмінієву баночку. Таким чином, доводиться проводити заміну деталей не за графіком обслуговування устаткування, а по факту.

4.4 Рекомендації щодо підвищення ефективності роботи технологічних комплексів

На ТОВ «Біркафт» є ряд особливостей виробництва, які є причиною індивідуального підходу до виготовлення продукту. Як було зазначено вище, продукція виробляється під замовлення та з урахуванням попиту, тому навіть за стабільних розроблених процесів можуть використовуватись нестандартні матеріали та сировина, які можуть сповільнювати або пришвидшувати строки зносу певних запчастин обладнання. Щоб цього уникнути, необхідно дотримуватись наступних рекомендацій:

- Складати та корегувати графіки технічного обслуговування обладнання відповідно актуальної завантаженості устаткування та кількості нестандартних сортів пива;
- Проводити аналіз ефективності заходів технічного обслуговування з метою виявлення закономірностей та залежностей факторів, що впливають на роботу обладнання;

- Здійснювати головному пивовару та інженеру періодичні «походи в гемба» операторів для оцінки якості роботи обладнання та виявлення прихованих недоліків, які можуть бути непомітні під час рутинної роботи операторів;
- Проводити періодичний контроль знань робітників щодо коректної роботи із відповідними установками;
- Проводити опитування працівників щодо виявлення нестандартних ситуацій, виходів роботи обладнання із встановлених меж, появи позаштатних ситуацій;
- Запровадити систему ТРМ.

Концепція ТРМ може бути розглянута як аналогія до філософії загального управління якістю TQM щодо технічного обслуговування і ремонту (ТОiP). ТРМ передбачає створення співпраці між ремонтними і виробничими підрозділами, які мають різні цілі. Ця система сприяє оптимальному використанню виробничих потужностей і зменшенню витрат на їх підтримку за рахунок уникнення поломок і простоїв, а також підвищенню продуктивності і вдосконаленню обладнання. Одними з ключових підходів до догляду за обладнанням є планове обслуговування і автономне обслуговування. Планове обслуговування передбачає, що обладнання обслуговується за графіком, який враховує прогнозований чи розрахунковий показник відмов. Автономне обслуговування – це відповідальність операторів за повсякденний догляд за обладнанням: чищення, змащування, перевірка. Запроваджуючи цей підхід, можна досягти наступних результатів:

- Оператори дбають про стан обладнання як про свою власність і ефективніше його використовують.
- Оператори мають краще розуміння обладнання, що дозволяє їм швидше виявляти можливі відхилення.
- Обладнання завжди у належному стані, що дозволяє оперативно виявляти проблеми та швидко залучати сервісний персонал.
- Зменшується кількість непланових простоїв.

- Менше запасних частин зберігається на складі, оскільки деталі, які швидко зношуються або ламаються, завжди під контролем.

Впровадження ТРМ потребує наступних підготовчих кроків:

1. Оцінка поточного стану обладнання: проведення докладного аналізу стану обладнання на заводі, включаючи виявлення проблем, частоту відмов, простоїв та інші недоліки.
2. Свідоме залучення персоналу: проведення навчання персоналу щодо методів ТРМ та важливості збереження та підтримки обладнання.
3. Створення команд ТРМ: формування команд, які візьмуть на себе відповідальність за реалізацію ТРМ на різних ділянках заводу.
4. Визначення ключових показників ефективності (КПІ): встановлення метрик, які дозволять вимірювати результативність ТРМ. Це може включати показники, такі як загальна продуктивність обладнання, час безвідмовної роботи, час відновлення тощо. Запровадження автоматизованого контролю КПЕ допоможе швидше реагувати на появу відхилень.
5. Планування та впровадження програми ТРМ: розроблення конкретного плану дій з впровадження ТРМ, включаючи розподіл завдань між командами, які працюють з обладнанням, розробку графіка проведення заходів та визначення ресурсів, необхідних для реалізації програми.
6. Здійснення профілактичного обслуговування: впровадження систематичних заходів з планового обслуговування обладнання для запобігання відмовам та забезпечення його надійності.
7. Постійне вдосконалення: постійне аналізування результатів ТРМ та впровадження корегувальних заходів для підвищення ефективності програми. Це може включати вдосконалення процесів обслуговування, впровадження нових технологій та методів управління обладнанням.
8. Культура неперервного покращення: створення в організації культури, що сприяє постійному покращенню та вдосконаленню робочих процесів і практик.

Автоматизовані системи збирання даних дозволяють проводити детальний аналіз продуктивності та ефективності виробничих процесів та устаткування. Це надає змогу ідентифікувати слабкі місця та можливості для покращення.

TPM сприяє збільшенню ефективності використання обладнання та ресурсів заводу. Автоматизація дозволяє точно контролювати та оптимізувати споживання сировини, енергії та інших ресурсів, що допомагає зменшити витрати та збільшити економічність виробництва.

Висновки до розділу 4

Проведено аналіз технологічних комплексів харчового виробництва ТОВ «Біркraft». Визначено основні види устаткування, їх потужність та призначення. Описано машино-апаратурну схему виробництва пива, яка відповідає реальному стану потужності.

Здійснено розрахунок загальної ефективності машини для розливу пива в алюмінієву банку. Виявлено, що основні втрати цього устаткування стосуються саме критерію продуктивності, а отже необхідно звернути особливу увагу на фактори, які опосередковано та неопосередковано впливають на загальну продуктивність цієї машини.

Проаналізовано системи обслуговування обладнання та визначено особливості кожної із них. Виявлено, що на ТОВ «Біркraft» мають місце усі три види обслуговування, які застосовуються за різних умов.

Розроблено загальні рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування технологічних комплексів. Рекомендації включають положення про періодичні перевірки стану обладнання, «похід у гемба», контроль обізнаності відповідальних за установки працівників, аналіз отриманих даних з метою покращення умов виробництва.

РОЗДІЛ 5. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ

5.1. Аналіз установки як об'єкта контролю

Етикетувальна установка для поклейки етикеток на банки або пляшки з пивом – це один з ключових елементів у виробничому процесі виготовлення пива. Характеризують ефективність роботи такої установки наступні критерії:

- **точність позиціонування:** етикетувальна установка повинна точно розміщувати етикетки на банках або пляшках. Це досягається за допомогою датчиків і систем візуального контролю, які спостерігають і коригують положення етикеток під час наклеювання;
- **швидкість роботи:** у виробничому середовищі швидкість важлива. Етикетувальна установка повинна мати оптимальну швидкість роботи, яка відповідає робочому темпу лінії розливу;
- **точність і чистота наклеювання:** етикетки повинні бути наклеєні рівно, без зморшок або повітряних бульбашок, що може вплинути на зовнішній вигляд продукції. Це досягається за допомогою налагодження системи подачі етикеток, а також механізмів наклеювання;
- **можливості налаштування:** ефективне управління виробництвом передбачає можливість швидко переключатися між різними типами етикеток та форматами упаковки. етикетувальна установка повинна мати можливість легко налаштовуватися під конкретні вимоги продукції;
- **моніторинг та діагностика:** етикетувальна установка може бути обладнана системою моніторингу та діагностики, яка виявляє можливі несправності або потребу в обслуговуванні, що дозволяє попередити перебої в виробництві.

Етикетувальна установка лінії розливу пива у пляшку на ТОВ «Біркraft» використовується не тільки для наклеювання етикетки на пляшки, але й на банки (рис. 5.1). На рис. 4.2 наявне схематичне зображення повної лінії розливу та етикетувальника на конвеєрі подачі тари.

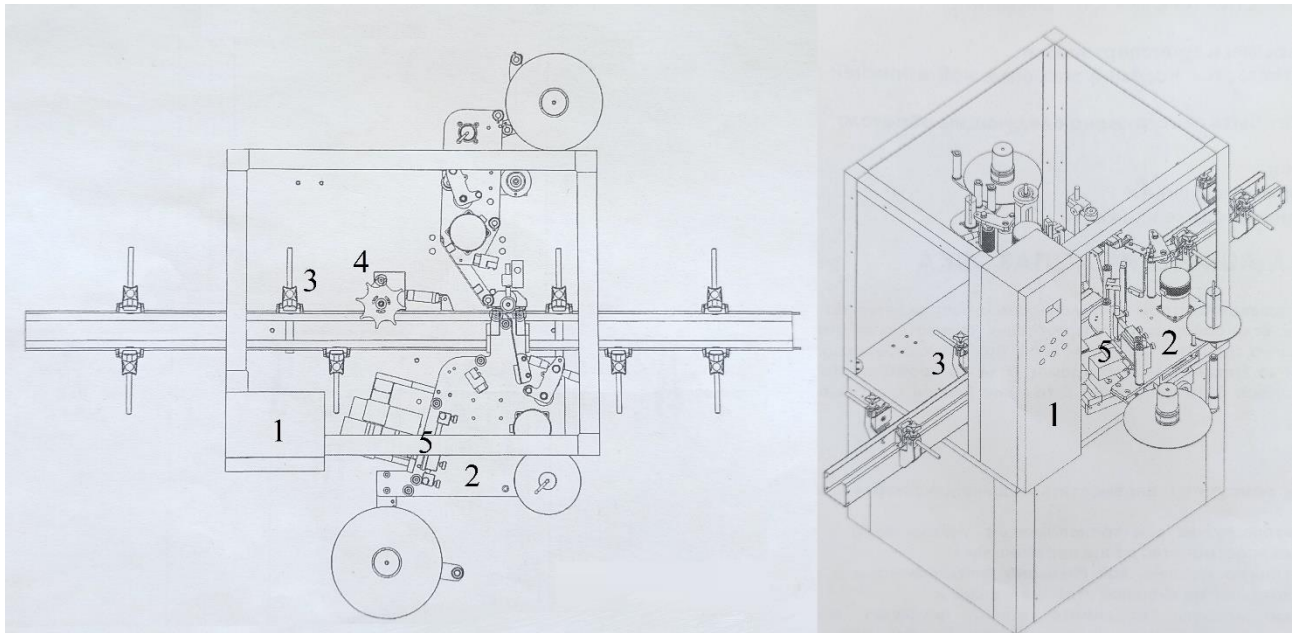


Рисунок 5.1. Зовнішній вигляд етикетувальної машини:

- 1 – панель управління; 2 – установка для бобіни з етикеткою; 3 – фотодатчики;
4 – механізм подачі тари; 5 – фотосенсор для етикетки (штамбування дати)

При нанесенні етикетки на поверхню тари важливим моментом для оператора є контроль за висотою установки для бобіни етикетки. Установка підлаштовується вручну перед початком процесу етикетування та під час нього. Контроль за рівнем під час етикетування необхідний через ряд причин:

- Високий рівень шуму та вібрація частково провокують зміну висоти етикетки;
- Бобіна етикетки може бути згорнута нерівно, а тому під час етикетування частина паперу може зміщуватись вниз або вгору на декілька мм;
- Через зміну рівня висоти проходження етикетки можливе непопадання штампу на визначене на маркуванні місце/ перекривання тексту маркування.

Усі ці причини призводять або до сповільнення загального часу етикетування тари або взагалі до необоротних втрат етикетки, якщо дату та номер партії проштамповано у невірному місці.

Робота етикетувальника пов'язана із запрограмованим часом спрацювання окремих елементів та зміни їх стану в залежності від наявності або відсутності

тари на лінії. Механізм подачі тари на етикетувальні ролики спрацьовує через 0,009 с після запуску машини за умови наявності тари на транспортері (наявність контролюється фотодатчиком 3 (рис. 5.1)). Далі пляшка або банка транспортується до ролу, який притискає її до етикетувального паперу, прокручує протягом 0,458 с, розтискає і промаркована тара транспортується далі. Оскільки установка для етикетування знаходиться на лінії розливу, через 0,4 м після етикетувальника на повороті у триблок для розливу (рис. 4.2) встановлено фотодатчик, який контролює заповненість транспортеру. У випадку, якщо тари, яка була промаркована, за певних причин накопичується велика кількість, фотодатчик блокує механізм подачі банок або пляшок. Відновлюється процес нанесення етикетки після зменшення кількості тари на транспортері.

Більшість обладнання на ТОВ «Біркرافт» розроблено компанією ZipTechnologies, яка пропонує разом із ним власну SCADA-систему ZIPMATIC. Збір даних для даної системи відбувається за допомогою ПЛС, запрограмованих компанією Shneider Electric. Етикетувальна установка Ferrero Machines не має власної SCADA-системи і контролюється лише за допомогою операторської панелі HMI.

Існує декілька можливих способів інтегрувати систему керування етикетувальною установкою Ferrero Machines у загальну систему керування обладнанням (SCADA):

- Ethernet/IP – це загальноприйнятий протокол для промислових мереж, який підтримується багатьма виробниками обладнання, включаючи Ferrero Machines та ZipTechnologies. Підключення можливе за допомогою використання кабелю Ethernet.
- Modbus TCP – це ще один популярний протокол промислових мереж, який можна використовувати для підключення етикетувальної установки до SCADA-системи. Modbus TCP також працює через Ethernet, тому можна використовувати той самий кабель Ethernet, що й для Ethernet/IP.

Одним із варіантів також є використання відкритого стандарту OPC UA для промислової комунікації. Дані від етикетувальної установки можливо

передавати на OPC UA сервер, звідки вони можуть використовуватись для аналізу та контролю через SCADA-систему.

5.2. Означення моделей керування виробничою установкою

Необхідні у функціях дані етикетувальника надходять від ПЛК та виводяться на операторську панель НМІ (1, рис. 5.1), а значення параметрів процесу, команди диспетчерського управління, вибір номеру рецепта від НМІ до ПЛК. Рішення щодо запуску в даному випадку приймає оператор установки. Принцип обміну інформацією показаний на рис. 5.2.

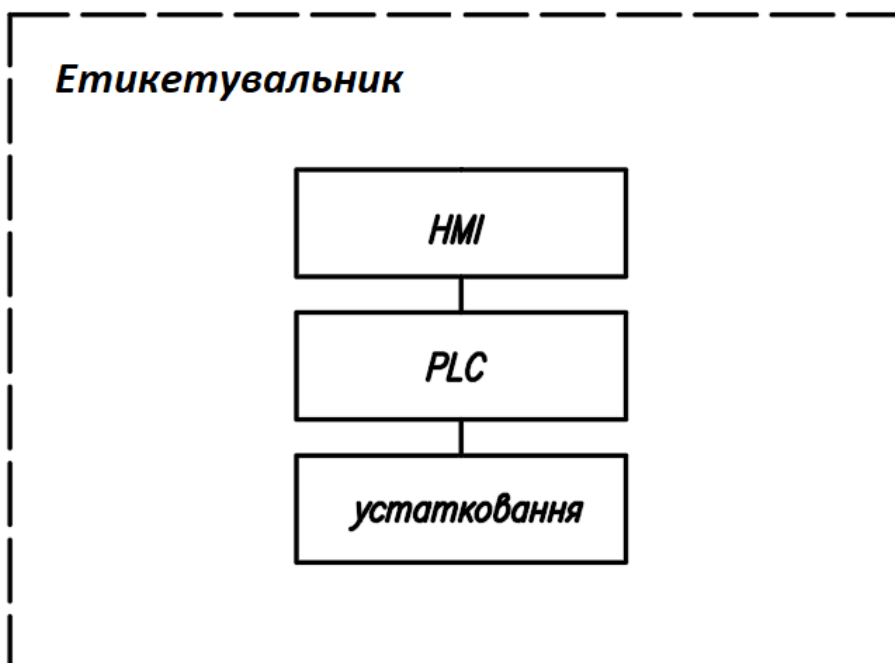


Рисунок 5.2. Принцип обміну інформацією між ПЛК та НМІ етикетувальника

Для того, аби визначити яким чином виконуються команди етикетувальника, складено табл. 5.1 із описом параметрів даної установки.

Таблиця 5.1 – Перелік параметрів для етикетувальника

| Назва | Тип | Опис | Призначення | Тригер |
|--------|--------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| CMD | uint32 | Команда керування етикетувальником | Керування запуском/зупинкою | Старт/зупинка операції |
| STEP | uint32 | Крок програми | Запис в базу, відображення | - |
| RECIPE | uint32 | Номер виконуваного рецепту | Керування, запис в базу, відображення | Старт операції |
| ALM | uint32 | Набір бітів загальних тривог | Запис в базу, відображення | - |

Слово команди CMD слугує для відправки команд в систему керування етикетувальником:

- 1 – команда запуску операції;
- 2 – команда зупинки операції.

Для керування та контролю етикетувальником використовується автомат стану (рис. 5.3).

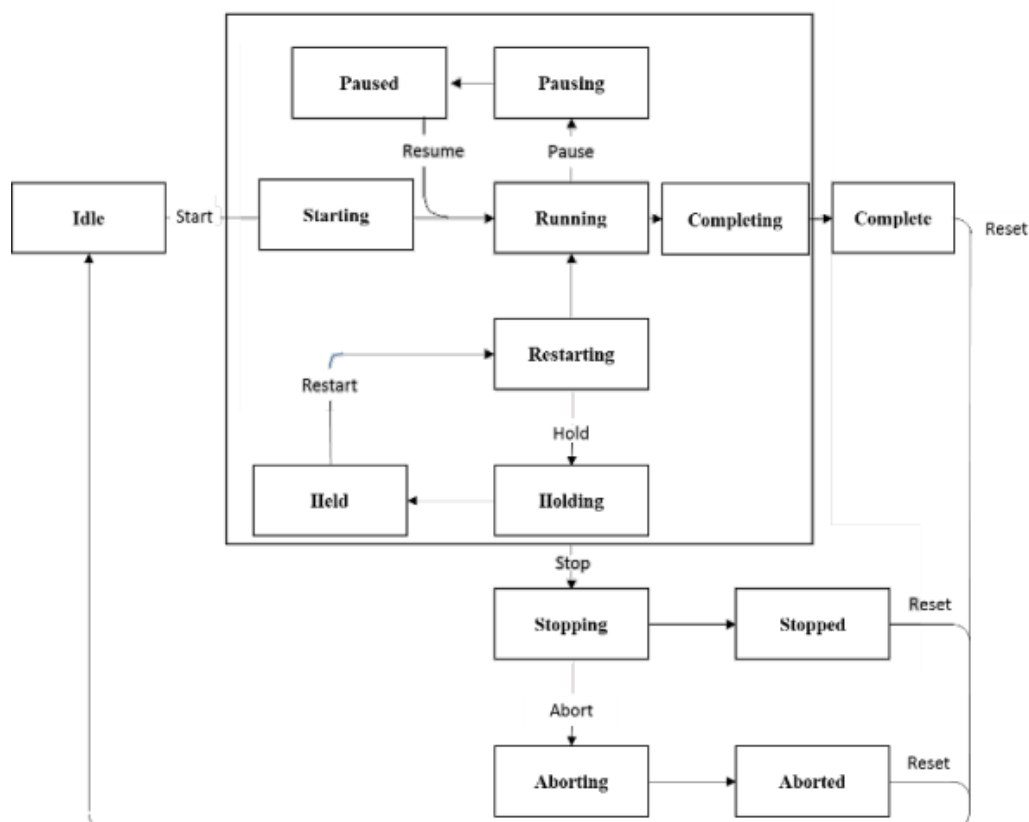


Рисунок 5.3. Автомат станів етикетувальної установки Ferrero Machines

Стани мають наступне значення:

- 0 – ініціалізація: це стан свідчить про ініціалізацію або зупинку ПЛК;
- 1 – Idle: операція не виконується, простій;
- 3 – Starting: запуск операцій;
- 2 – Running: нормальне виконання операцій.
- 4 – Completing: виконується програма завершення операцій.
- 5 – Complete: кінцевий стан нормального завершення. Після команди reset від оператора переходить в Idle.
- 6 – Pausing: перехід в паузу (вручну);

- 7 – Paused: знаходиться в паузі (вручну);
- 8 – Holding: перехід в утримання (автоматизовано);
- 9 – Hold: виконання програми тимчасового утримання від проведення операції у зв'язку з позаштатною ситуацією (переповнення конвеєра тарою);
- 10 – Restarting: перехід з утримання в нормальний режим роботи;
- 11 – Stopping: зупинка за запитом;
- 12 - Stopped: зупинений;
- 13 – Aborting (переривання): переривання виконання операції;
- 14 – Aborted (перерваний): швидке позаштатне переривання виконання операції.

Стани 5, 12 та 14 свідчать про закінчення операцій в обладнанні. Обладнання не переходить в режим очікування після завершення роботи, оскільки це не передбачено програмою. Повне завершення роботи та її початок для установки відбувається вручну оператором.

У попередніх розділах, а саме у розділі 3, запропоновано рішення для оптимізації процесу розливу пива в алюмінієву банку, яке ґрунтується на встановленні перед етикетувальником систему обдуву банок стисненим повітрям.

Для цього пропонується встановлення додаткового фотодатчика перед датчиком 3 (рис.5.1), який реагуватиме на тару, яку транспортер рухає на етап етикетування. Реалізація даного заходу передбачає розроблення системи контролю за подачею стисненого повітря, яке подається для обдуву банок перед установкою для подачі тари на проклею етикетки. Для цього пропонується встановити на шлангах подачі повітря газовий редуктор із електромагнітним клапаном, який спрацював би при подачі сигналу від встановленого фотодатчика:

- 1 – відкриття клапану (подача повітря);
- 0 – перекривання клапану.

Датчик передає сигнал безпосередньо у ПЛК установки. Структурна схема етикетувальної установки представлена на рис. 5.4.

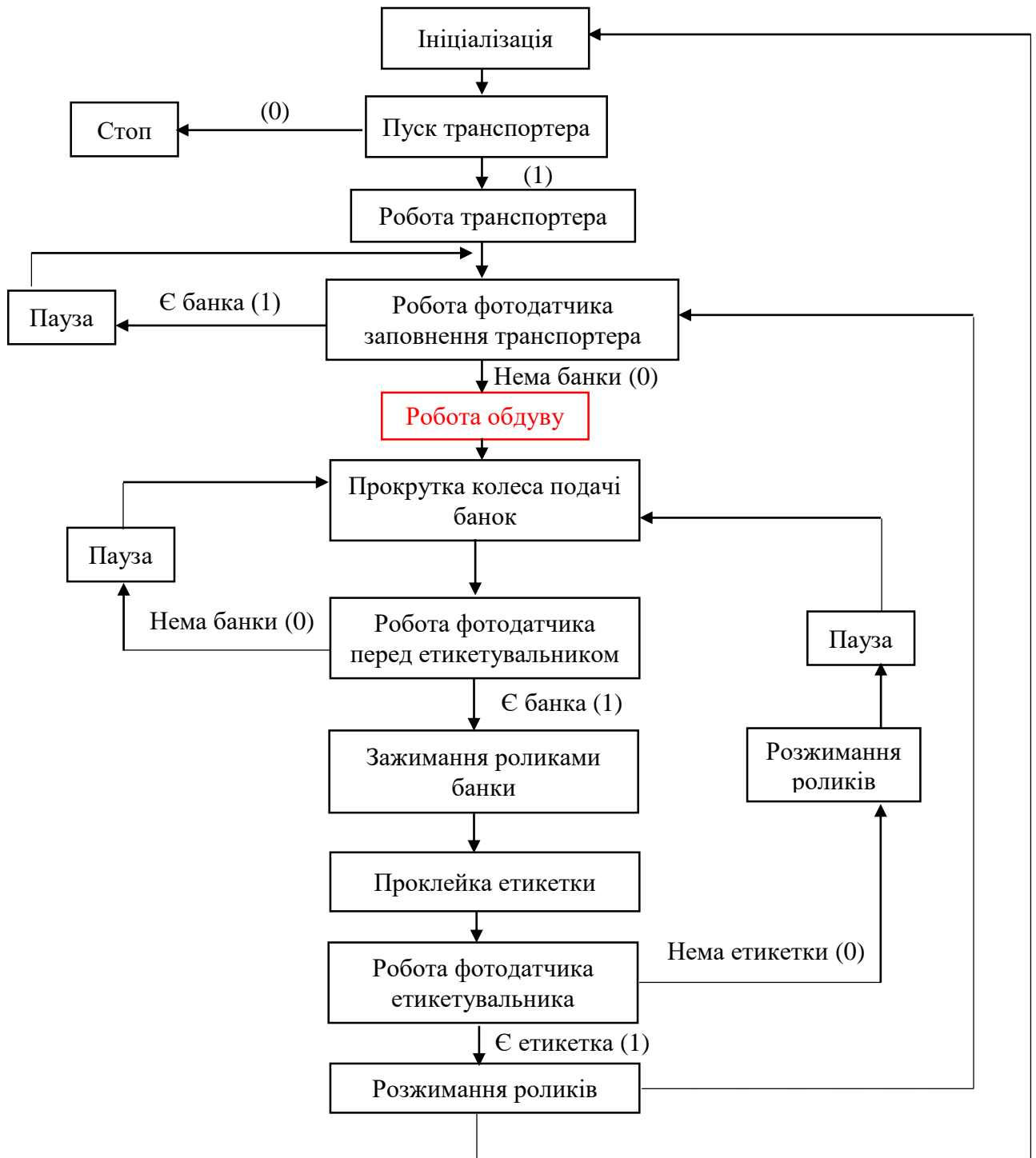


Рисунок 5.4. Структурна схема етикетувальної установки

Етикетувальна установка працює за наступним алгоритмом: оператор включає установку, відбувається ініціалізація, оператор обирає рецепт, за яким

відбувається процес етикетування. Далі вручну оператор вмикає роботу транспортеру, він працює безперервно за умови відсутності помилок в системі.

Банки подаються на транспортер та доходять до колеса подачі банок зі спеціальними виїмками для тари. Колесо прокручується лише у тому випадку, коли фотодатчик заповнення транспортеру пустий (значення 0). Після прокруту колеса банку проходить крізь датчик перед етикетувальною установкою, який запускає ряд процесів, відстрочених у часі: зажимання банки, проклейка етикетки. Під час проклейки етикетки датчик реагує на зміну товщини паперу, який проходить і визначає наявність етикетки. Якщо етикетка на бобіні присутня, ролики розходяться, транспортер направляє банку крізь датчик заповненості транспортера. У момент, коли банка виходить із зони цього датчика, відбувається подача наступної банки колесом подачі банок.

У випадку, коли етикетка на бобіні закінчується, датчик не реагує, бо товщина протягнутого крізь нього рулону не змінюється, тому колесо подачі банок не відпускає на етикетування наступну банку.

У випадку переповнення транспортеру (банка перекриває фотодатчик), колесо подачі банок не спрацьовує.

Якщо на транспортері закінчилися банки, етикетувальник після останньої банки, яка пройшла крізь датчик заповненості транспортера, прокручує колесо подачі банок і стає у паузу. Повторний запуск можливий у ручному режимі натисненням відповідної кнопки на панелі управління або примусовим спрацюванням датчика заповненості транспортера (поставити банку перед фотодатчиком, аби він спрацював).

На рисунку 5.4 вказана робота обдуву. Це запропоноване рішення щодо автоматичного включення обдуву лише у тому випадку, коли спрацьовує датчик заповненості транспортера після проходження крізь нього банки (коли транспортер не переповнений).

Додатковим організаційним рішенням є програмування додаткового рецепту саме для поклейки етикеток на банку з урахуванням роботи датчика та

редуктора з електромагнітним клапаном, оскільки даний захід розробляється лише для цього виду тари.

5.3. Розроблення технічної та інформаційної структури системи

Технічна структура системи управління виробництвом представлена на рис. 5.5.

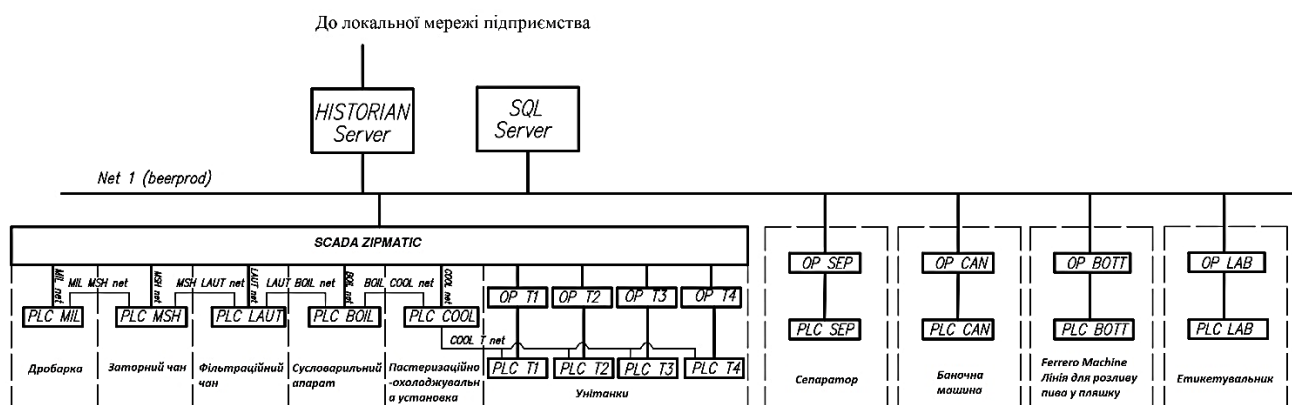


Рисунок 5.5. Локальна мережа ТОВ «Біркرافт»

Опис технічної структури (відомості мережних технічних засобів) представлено у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Відомість мережних технічних засобів

| Позначення | Найменування | Примітка |
|----------------|--|------------------------------|
| SCADA BEERPROD | SCADA ZIPMATIC для управління процесом пивоваріння та бродіння | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC MIL | PLC Milling machine TwinCAT TF 1800 | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC MSH | PLC Mashing machine TwinCAT TF 1800 | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC LAUT | PLC Lautering machine TwinCAT TF 1800 | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC BOIL | PLC Boiling machine TwinCAT TF 1800 | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC COOL | PLC Cooling Simatic S7-1500 | Має вбудований OPC UA Server |
| OP T1 | Операторська панель танку 1 ZIP HMI T1 | Має вбудований OPC UA Server |
| OP T2 | Операторська панель танку 2 ZIP HMI T2 | Має вбудований OPC UA Server |
| OP T3 | Операторська панель танку 3 ZIP HMI T3 | Має вбудований OPC UA Server |
| OP T4 | Операторська панель танку 4 ZIP HMI T4 | Має вбудований OPC UA Server |

| | | |
|----------|--------------------------------------|------------------------------|
| PLC T1 | PLC Tank 1 TwinCAT TF 1800 | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC T2 | PLC Tank 2 TwinCAT TF 1800 | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC T3 | PLC Tank 3 TwinCAT TF 1800 | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC T4 | PLC Tank 4 TwinCAT TF 1800 | Має вбудований OPC UA Server |
| PLC SEP | PLC Separator Simatic S7-1500 | - |
| PLC CAN | PLC Canning machine Simatic S7-1500 | - |
| PLC BOTT | PLC Bottling machine Simatic S7-1500 | - |
| PLC LAB | PLC Labeling Simatic S7-1500 | - |

Основні компоненти системи з'єднуються з центральними програмованими контролерами (PLC) від компаній Beckhoff або Siemens. На інтерфейсі керування, який працює на пристроях від Apple, можна налаштовувати параметри системи та відстежувати хід активних процесів (SCADA/HMI).

5.4. Методики контролю в реальному часі установки

Методи покращення потребують розуміння цілей через визначення набору КПЕ, що необхідні для керування. Цей набір ключових показників ефективності залежить від критеріїв вибору, які забезпечують досягнення цілей. Ці КПЕ можуть бути асоційовані з різними категоріями виробничих операцій, в яких вимірювання проходять від конкурентних процесів на рівні 2 та нижче. Використання КПЕ може бути одним з потенційних інструментів підтримки безперервного покращення.

Відповідно до стандарту ISO 22400 основою для побудови КПЕ є елементи на низькому рівні в ієрархічній структурі. Вони надають дані для КПЕ більш високого рівня. Елементи можуть бути вимірними, розрахованими чи встановленими через певні вимоги. Одночасно вони ж можуть слугувати предметами покращень на локальному рівні.

Основні КПЕ, наприклад, експлуатаційна готовність або якість продукції – це показники, побудовані на декількох основних елементах. Разом вони несуть більше інформації про стан процесів, а також надають більш широкий спектр можливостей для покращення.

У розділі 4 визначено, що для машини розливу ключовими показниками ефективності є її продуктивність, доступність та якість роботи.

Контроль та аналіз цих КПЕ можна реалізувати наступним чином:

- Критерій доступності: фіксація та облік позапланових зупинок, спричинених, наприклад, невідповідною висотою столика для подачі банок на закатку, через що машина зачочує кришки не на встановленому рівні, а нижче, і ріже банку. Позапланова зупинка роботи машини відбувається за таких умов: надвисокий тиск подачі газу у машину, зрізання банки за невірною висотою столика подачі банок, відключення світла. Тобто, фіксація останнього вимірного показника перед позаплановим відключенням.
- Критерій продуктивності: фіксація швидкості наповнення та випуску з машини банок з напоєм. На швидкість наповнення впливають сорт пива та тиск у системі подачі газу до машини. Звідси впливає загальна швидкість процесу наповнення банок пивом. Тобто, для визначення та аналізу продуктивності необхідно збирати та аналізувати дані за такими параметрами: тиск в системі подачі газу, швидкість наповнення банок. Машина не має функції фіксації сорту пива, однак цей момент можна фіксувати за допомогою загальної простежуваності продукції на виробництві.
- Критерій якості: критерій якості роботи даної машини для розливу можна розраховувати та фіксувати шляхом збору даних про усі виникаючі помилки, які трапляються під час її роботи.

Контроль саме етикетувальної установки може здійснюватися за допомогою різних методик, які забезпечують збір інформації про роботу установки і вживають заходів для забезпечення її правильної роботи:

- системи візуального контролю: у них використовують камери та програмне забезпечення для миттєвого аналізу зображень етикетувального процесу. Ці системи можуть виявляти такі проблеми, як некоректне положення етикеток, зіскочення або повітряні бульбашки під етикеткою.

За виявлення невідповідності, система може надіслати сигнал для зупинки установки або застосування корегувальної дії;

- системи датчиків і контролю позиції: використовуються датчики для визначення положення банок або пляшок під час наклеювання етикеток. Ці датчики можуть виявляти зміщення етикеток або некоректне позиціонування тари та повідомляти про це оператора лінії;
- системи моніторингу та діагностики: відстежують стан різних компонентів етикетувальної установки (мотори, конвеєри тощо). Ці системи можуть виявляти потенційні несправності або знос елементів заздалегідь, що дозволяє вжити запобіжних заходів для уникнення аварійного зупинення установки;
- системи автоматизованого налаштування: деякі етикетувальні установки можуть мати функцію автоматичного налаштування, яка здійснює автоматичну корекцію параметрів роботи установки в реальному часі на основі вимог виробництва та даних з сенсорів.

На ТОВ «Біркraft» застосовуються методики візуального контролю за якістю поклейки етикетки та рівнем її нанесення, а також система датчиків, яка контролює завантаженість конвеєра та етикетувальної установки.

Операторська панель установки має декілька кнопок управління та екран виводу інформації (рис. 5.6).

Для невеликих процесів людино-машинний інтерфейс можна реалізувати за допомогою кнопок, перемикачів та різних типів індикаторів. Однак, для більшості технологічних процесів потрібна достатня кількість елементів відображення та ручного керування, а також різноманітні самописці й елементи сигналізації. У таких випадках для реалізації людино-машинного інтерфейсу застосовують операторські панелі.

Розробка інформаційних панелей та мнемосхем для контролю за роботою етикетувальної установки є важливим етапом у створенні системи моніторингу і керування виробництвом.



Рисунок 5.6. Операторська панель установки етикетування лінії розливу пива у пляшку

Інформаційна панель повинна надавати користувачеві зрозумілу інформацію про стан роботи установки. Це може включати в себе такі параметри, як поточний статус (зупинено, в роботі, відміна), поточні швидкість і продуктивність. Інформаційна панель повинна надавати візуальне сповіщення про будь-які помилки або несправності, що виникають під час роботи установки. Це допомагає операторам швидко реагувати на проблеми і вживати необхідні заходи для їх вирішення.

Програмне забезпечення для комп'ютерів АРМ можна розробити на основі універсальних середовищ та мов програмування. Графічна підсистема АРМ оператора має багатовіконний інтерфейс, який дозволяє відображати у вікнах дисплеї процесу, трендів, тривоги та іншу службову інформацію. Оскільки вся доступна інформація не може вміститися в одному вікні, в один момент часу відображається лише один дисплей процесу (як, наприклад, на рис. 5.5). Такий спрощений вигляд установки, який показує значення технологічних параметрів у даний момент, надає оператору інформацію про стан цієї частини процесу. Для

перегляду інших частин процесу оператор повинен відкрити інший дисплей за допомогою панелі керування, меню або інших елементів керування.

Інформація про значення технологічних параметрів повинна бути представлена таким чином, щоб оператор міг швидко оцінити загальний стан процесу.

Представлений дисплей етикетувальної установки під час роботи вказує лише на обраний рецепт поклейки етикетки, але не повідомляє оператора про виникаючі невідповідності. Наприклад, оператор самостійно повинен контролювати наявність етикетки, оскільки за її відсутності установка не подає ніяких сигналів та візуальних змін на дисплеї не відбувається. Для полегшення контролю за роботою етикетувальника пропонується розробити для кожного робочого дисплею візуальне відображення стану тривоги у вигляді трикутника у правому нижньому кутку екрану. Таким чином, якщо установка працює у своєму звичному режимі, трикутник не має забарвлення, оператор бачить лише його контур (рис. 5.7).



Рисунок 5.7. Дисплей за відсутності тривоги

За появи Alarm під час роботи установки трикутник стає чорним, додатково пропонується запровадити звукове оповіщення про наявність відхилення (рис. 5.7).



Рисунок 5.8. Візуалізація Alarm

Висновки до розділу 5

Здійснено аналіз етикетувальної установки для поклейки етикетки на споживчу тару. Визначено основні критерії, що характеризують роботу установки: точність позиціонування, швидкість роботи, точність та чистота наклеювання етикетки, можливість налаштування (адаптація до різних типів етикетки), моніторинг та діагностика установки.

Проаналізовано технічну та інформаційну структуру системи, охарактеризовано основні компоненти системи управління виробничими процесами на підприємстві. Визначено, що етикетувальна машина має лише операторську панель управління, однак може бути під'єднана до системи SCADA ZIPMATIC для можливості збирати та аналізувати дані роботи установки.

Здійснено опис заходів щодо моніторингу стану установки в реальному часі та запропоновано заходи з оптимізації процесу контролю за виникаючими тривогами під час роботи етикетувальної машини. Запропоновано створити візуальне та звукове попередження про появу Alarm на кожному дисплеї (вікні) панелі управління, що допоможе оператору лінії швидше реагувати на позаштатні або екстрені ситуації під час роботи етикетувальника.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Отже, у даній кваліфікаційній роботі проведено наступні дослідження:

1. Здійснено аналітичний огляд пивоварної галузі харчової промисловості України. Виявлено, що за останні 6 років на наш ринок потрапили десятки нових малих виробників пива. Завдяки новому законопроекту, який спрощував оподаткування малих виробників пива, конкуренція на крафтовому ринку значно підвищилась. І хоча попит на пиво серед українського народу значно нижчий, аніж до початку повномасштабного вторгнення Росії, експорт пива у 2023 році склав більш як 111% до попереднього періоду 2022 року. Популярності серед вітчизняних споживачів також набирають безалкогольне пиво та лимонади. На сьогодні одним із пріоритетних напрямків крафтових виробників пива є зменшення втрат у середині компанії та оптимізація виробничих процесів задля утримання конкурентоспроможності на мінливому та непередбачуваному ринку.
2. Проведено аналіз виробничої діяльності ТОВ «Біркraft». Визначено, що підприємство виробляє крафтове пиво з 2015 року. Для виготовлення пива на потужності використовується високоякісна сировина та матеріали як вітчизняного, так і іноземного походження. Незважаючи на труднощі, з якими зіткнулася компанія починаючи з настанням карантину та повномасштабної війни, вона продовжує розвиватися та адаптуватися до змін на ринку, що дозволяє їй залишатися конкурентоспроможною.
3. Охарактеризовано стан виробничого процесу виготовлення пива ТМ «Vagvar». На потужності виробляється лише нефільтроване пиво, однак технологією передбачено сепарацію продукту перед розливом, яка надає можливість виготовляти пиво кращої стійкості за умови відсутності фільтрації та пастеризації. Аналіз виробничих процесів свідчить про втрати на етапі розливу пива у споживчу тару, а саме – в алюмінієву банку. Основні втрати пов'язані із процесом обсушування банок, який не несе

цінності, але необхідний у зв'язку із особливостями обладнання та матеріалів, які використовуються під час розливу. Запропоновані заходи, які передбачають встановлення системи обдуву банок стисненим повітрям повністю усувають етап окремий етап обсушування, за рахунок чого загальний час проведення процесу розливу зменшується з 1747 до 314 хв, а частка операцій, які створюють цінність збільшується з 14 до 70%. Розроблено звіт формату А3, в якому описано проблему, шляхи її вирішення, опис кінцевого стану та досягнуті результати.

4. Проведено аналіз технологічних, експлуатаційних та виробничих характеристик технологічних комплексів на ТОВ «Біркraft». Визначено особливості компонування технологічної лінії та здійснено опис машинно-апаратної схеми виробництва пива на даному підприємстві. Проаналізовано ефективність роботи машини для розливу пива в алюмінієву банку та виявлено, що необхідно здійснити класифікацію сортів напою за спільними ознаками та здійснити комплексні налаштування устаткування відповідно до необхідних характеристик розливу. Також охарактеризовано системи превентивного, предиктивного та реактивного обслуговування обладнання на потужності. Визначено особливості та умови застосування кожного з цих підходів. Запропоновано впровадити системи ТРМ, яка передбачає обслуговування обладнання самими операторами. Визначено та описано кроки впровадження даної системи на ТОВ «Біркraft».
5. Охарактеризовано установку для нанесення етикетки на споживчу тару з точки зору автоматизованого управління. Визначено, що основними критеріями, які впливають на якість роботи даного устаткування є точність позиціонування частин, які здійснюють поклейку етикетки, швидкість роботи установки, точність та чистота поклейки етикеткового паперу, можливість адаптувати необхідні параметри під кожен тип етикетки та пакування, моніторинг та діагностика роботи машини. Розроблено технічну та інформаційну структуру системи, у яку входить дана

установка. Здійснено аналіз установки для етикетування банок та запропоновано рішення щодо автоматизації системи обдуву тари, яка була розроблена у розділі 3. Розроблено структурну схему роботи етикетувальної установки із запропонованими покращеннями. Визначено заходи щодо реалізації контролю КПЕ машини для розливу пива у банку, які були обраховані в розділі 4. Розроблено методику контролю за станом етикетувальної установки, яка передбачає візуальне та звукове сповіщення оператора установки про наявність тривоги під час позаштатних або екстрених ситуацій роботи машини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Наталуха Д., Марчук І. Виробникам крафтового алкоголю України суттєво спростили умови роботи. Голова економічного комітету Верховної Ради Дмитро Наталуха пояснює, як це працюватиме – Forbes.ua. Forbes.ua | Бізнес, мільярдери, новини, фінанси, інвестиції, компанії. URL: <https://forbes.ua/money/rinok-kraftovogo-vina-u-sviti-za-kilka-rokiv-dosyagne-4877-mlrd-chi-e-v-ukraini-potentsial-pretenduvati-na-yogo-chastku-rozpovidae-golova-ekonomichnogo-komitetu-vru-dmitro-natalukha-16082023-15460>
2. Обсяг виробництва пива за 9 місяців 2023 року | Укрпиво. *Укрпиво | українська галузева компанія по виробництву пива , безалкогольних напоїв та мінеральних вод.* Url: <http://ukrpivo.com/obsyag-virobnitstva-piva-za-9-misyatsiv-2023-roku/>
3. Державна служба статистики. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Аналітична записка з ринку пива в Україні. 2022 рік. Аналіз ринку. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiticheskaya-zapiska-po-rynku-piva-v-ukraine-2022-god>
5. Тенденції у пивоварінні, за якими варто стежити в 2022 році. Beertechdrinks. URL: <http://beertechdrinks.com/all-a-beer/craft/tendentsiyi-u-pyvovarinni-za-yakumu-varto-stezhyty-v-2022-rotsi/>
6. Chapman, N.G., Nanney, M., Lellock, J. S., & Mikles-Schluterman, J. (2018). Bottling gender: Accomplishing gender through craft beer consumption. *Food, Culture & Society*, 21(3), 296-313. <https://doi.org/10.1080/5528014.2018.1451038>
7. Newton J. Z. Beer Preferences of of Women: Looking at Gender Stereotypes stereotypes through the Consumption of Craft Beer. *International Journal of Transpersonal Studies*. 2015. Vol. 34, no. 1-2. P. 172–186. URL: <https://doi.org/10.24972/ijts.2015.34.1-2.172>

8. Non-Alcoholic Beer Market Size, Share | Trends Report, 2023-2032. Global Market Insights Inc. URL: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/non-alcoholic-beer-market> (date of access: 04.02.2024).
9. Українські Cola і Fanta: як і чому пивоварня MOVA почала робити лимонад – Techdrinks.info. Agrigator аграрних новин. URL: <https://agrigator.com.ua/2023/10/30/ukrainski-cola-i-fanta-iak-i-chomu-pyvovarnia-mova-rochala-robyty-lymonad-techdrinks-info/>
10. Varvar – бренд крафтового пива | Офіційний сайт. URL: <https://varvarbrew.com/>
11. Пивоварня Varvar начала экспорт пива в Нідерланды. ПИВО. Технологии и Инновации. URL: http://beertechdrinks.com/ru_RU/all-a-beer/pyvovarnya-varvar-nachala-eksport-pyva-v-nyderlandy/
12. Історія Varvar – київської крафтової броварні на старій лісопильні. AIN.Business. URL: <https://ain.business/2022/01/21/varvar-beer/>
13. Marsh S., Jones R. Alcohol-free beer: thirst for healthier options fuels jump in UK sales. the Guardian. URL: <https://www.theguardian.com/business/2023/jul/03/alcohol-free-beer-thirst-for-healthier-options-fuels-jump-in-uk-sales>
14. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. На заміну ДСТУ ISO 9001:2015 (прийнято методом підтвердження) ; чинний від 2015-12-31. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 22 с.
15. Пиво. Загальні технічні умови : ДСТУ 3888:2015 – [Чинний від 28.05.2015] – Київ : ДП «УкрНДНЦ». – 13 с.
16. Isniah S., Hardi Purba H., Debora F. Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. Jurnal Sistem dan Manajemen Industri. 2020. Vol. 4, no. 1. P. 72–81. URL: <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>
17. Менеджмент якості конспект лекцій для студентів спеціальності 073 «Менеджмент» спеціалізації «Менеджмент підприємств та організацій» першого (бакалаврського) рівня / уклад. В. В. Сисоєв. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – 102 с. (Укр. мов.).

18. Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study / A. Realyvásquez-Vargas et al. Applied Sciences. 2018. Vol. 8, no. 11. P. 2181. URL: <https://doi.org/10.3390/app8112181>
19. Bahl H. C., Gupta J. N. D., Elzinga K. G. A framework for a sustainable craft beer supply chain. International Journal of Wine Business Research. 2021. Vol. 33, no. 3. P. 394–410. URL: <https://doi.org/10.1108/ijwbr-08-2020-0038>
20. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» №771/97-ВР від 23.12.1997р. (в редакції № 2042-VIII від 18.05.2017).
21. BEER. Technologies&Innovations №3-4 (21) 2021 - №1 (22) 2022. URL: https://techdrinks.info/wp-content/uploads/2022/06/Beer_NTI-3_2021-1-1.pdf
22. Brewing a Better Beer with TQM. isixsigma.com. URL: <https://www.isixsigma.com/variation/brewing-better-beer-tqm/>
23. Cold Beer. isixsigma.com. URL: <https://www.isixsigma.com/blogs/cold-beer/>
24. Отчет об устойчивом развитии 2014-2015. Carlsberg Ukraine, 2016. 35 с. URL: https://carlsbergukraine.com/media/12803/sustainability-report_final1.pdf
25. Beer – ZIPTECH. ZIPTECH – The Art of Brewing. URL: <https://zipbier.com/ru/beer/>
26. Canvasa - Leibinger GmbH. Leibinger GmbH. URL: <https://leibinger.eu/en/machines/canvasa/>.
27. Банка: новий тренд vs виклики. Beer. Technologies & Innovations. URL: <http://beertechdrinks.com/manufacturing/equipment/banka-novyj-trend-vs-vyklyky/>.
28. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябокони Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О.Серьогіна. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 338 с.
29. Коровіна О. В. (2018) Lean-Production в системі управління промисловим підприємством. International Journal of Innovative Technologies in Economy. 6(18), Vol. 1. doi: 10.31435/rsglobal_ijite/01072018/5935

30. Про затвердження Державних санітарних норм і правил для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої (ДСанПіН 4.4.4.-152-2008) : Наказ МОЗ України від 11.12.2007 р. № 811 : станом на 12 черв. 2011 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1411-07#Text>
31. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI.: Навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. — 594 с.
32. Автоматизовані системи управління виробництвом (MES-рівень) [Текст] : конспект лекцій для студ. освітнього ступеня "магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціаліз. "Інтегровані автоматизовані системи управління" денної та заочної форм навч. / О. М. Пупена, Р. М. Міркевич ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2016. — 135 с. — каф. інтегрованих автоматизованих систем управління.
33. ДСТУ ISO 22400 - 2:2019. Автоматизовані системи керування виробництвом. Ключові показники ефективності (КПЕ) для управління виробничими процесами. Частина 2 . Означення та описи . На заміну ДСТУ EN ISO 22400 - 2:2019 ; чинний від 2019-03-14. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 83 с. URL: https://www.dropbox.com/s/qgpymzl2mq5h01i/22400-2-draft_END.docx?dl=0
34. Oleksandr Pupena. Довкола автоматики 3. Про машинний зір простими словами. Євгеній Бондаренко, 2022. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ckAFjQEK1gY>
35. Пупена О. М., Шишак А. В. СУЧАСНІ СТАНДАРТИ З РОЗРОБЛЕННЯ ТРИВОЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ. Automation of technological and business processes. 2019. Т. 11, № 3. С. 46–58. URL: <https://doi.org/10.15673/atbp.v11i3.1501>
36. Шишак А. В., Пупена О. М. Життєвий цикл організації системи тривожної сигналізації. Automation of technological and business processes. 2021. Т. 13, № 1. С. 4–11. URL: <https://doi.org/10.15673/atbp.v13i1.1994>

37. Гончарук О.В., Губаренко Л.М., Цуприк Л.М. Теоретико-методичні основи системи бережливого виробництва на підприємстві. Східна Європа: Економіка, бізнес, управління. 2019. Вип. 1 (18). С. 95-103
http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/18_2019/17.pdf
38. Quality Business: інформаційний портал. URL: <https://cutt.ly/jWSoZxn>
39. Davisa N., Companiwalaa A., Muschardb B., Petruschc N. 4-th Industrial Revolution Design Through Lean Foundation. Elsevier: Procedia CIRP. 2020. Vol. 91. P. 306-311. URL: <https://cutt.ly/jHAhNqi>
40. Блог. Отчет А3. Просто документ или что-то большее? URL: <https://bpigroup.com.ua/blog/a3-prosto-otchyot-ili-chto-to-bolshee/>
41. Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. / Naveen K. and et. Elsevier:Materialstoday: Proceedings. 2022. Vol. 91. P. 306-311. URL: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
42. Наукометрична база Google Scholar. Режим доступу: <https://scholar.google.com>
43. Alkhoraif A., Rashid H., McLaughlin P. Lean Implementation in Small and Medium Enterprises: Literature Review. Operations Research Perspectives. 2019. № 6, P. 89-100
44. Upton G., Cook I. A Dictionary of Statistics / G. Upton, I. Cook. – Oxford University Press, 2014. – 488 p.
45. VDI 2870 Blatt 2: Lean production systems - List of methods. 2013.
46. VDI: Guideline 2870-Part 1. Lean Production Systems-Basic Principles, Introduction, and Review. Berlin : Beuth-Verlag, 2014. Vol. 2870-1.
47. Ванін, В.В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична. – К.: Каравелла, 2006.–334 с. 20.
48. Жмай А.В. Концепция бережливого производства как инновация составляющая развития украинских предприятий. Ринкова економіка: сучасна теорія і 24 практика управління. 2017. Том 16 Вип. 3 (37), С 238-252.

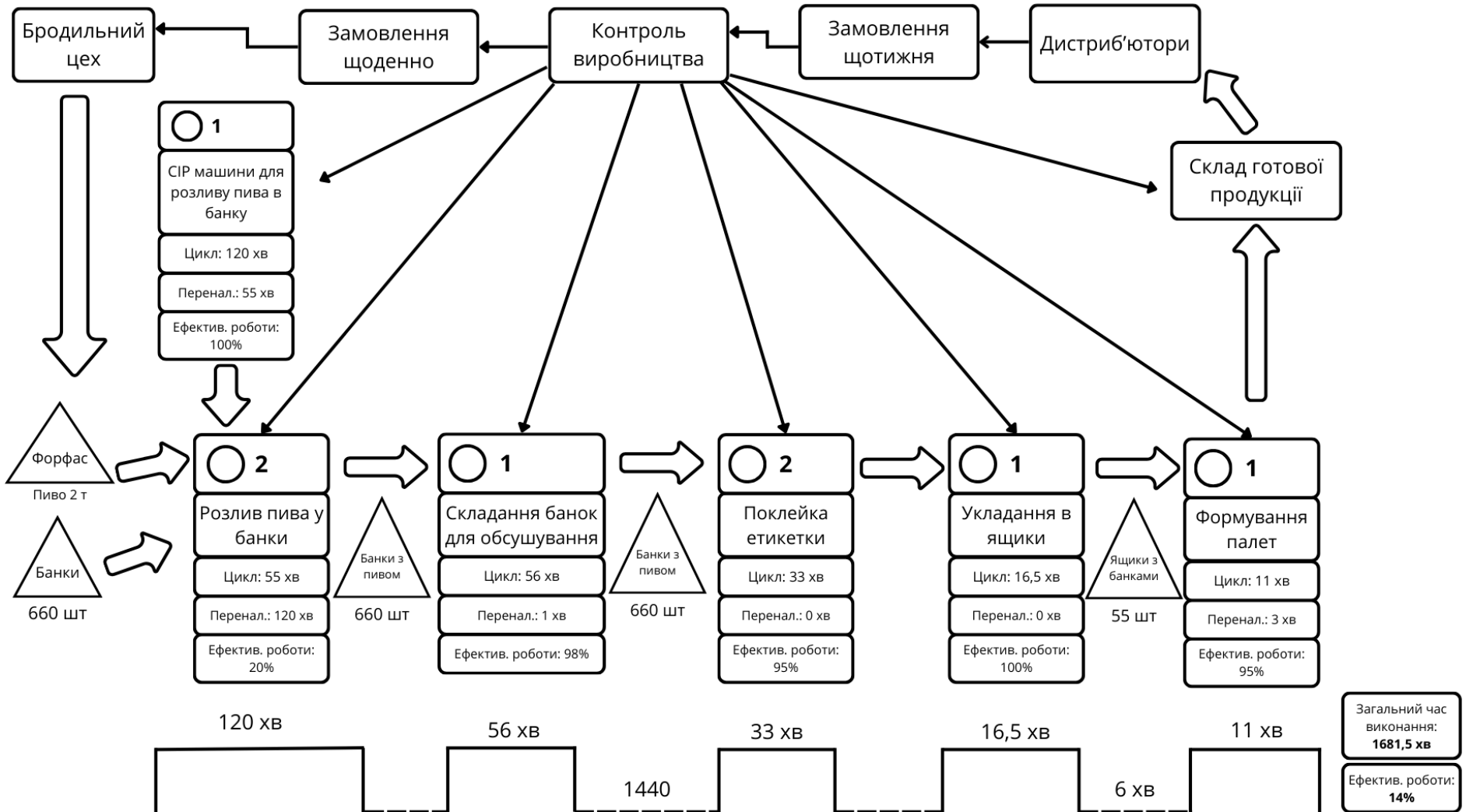
49. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2008. – 436 с.
50. Пальчевський, Б.О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація) / Б.О. Пальчевський – Львів: Світ, 2001. – 232 с
51. García L.A. Cleaning in Place / L.A. García, M. Díaz // Comprehensive Biotechnology (Second Edition). Volume 2: Engineering Fundamentals of Biotechnology, 2011. – P. 983–997. 25.Lelieveld H. Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition) / H. Lelieveld, J. Holah, D. Gabrić. – Elsevier, 2016. – 736 p.
52. Андерсон Д.Дж. Канбан. Успішні еволюційні зміни для вашого технологічного бізнесу. Київ :Фабула, 2020. 192с.
53. Мироненко М.А. Управление предприятиями на основе концепции бережливого производства. Дніпропетровськ : Журфонд, 2016. 146 с. 5. Білецький Е.В., Янушкевич Д.А., Шайхлісламов З.Р. Управління якістю продукції та послуг : Навчальний посібник. Харків : ХТЕІ, 2015. 222с. https://dut.edu.ua/uploads/1_1225_32541871.pdf
54. Джон Шук. Керувати, щоб навчати(ся). Київ : К-FUND. 2022. 8. Майк Ротер, Джон Шук. Вміння бачити бізнес-процеси: створення цінності та зменшення втрат. перекл. з англ. Катерина Гуменюк. — Бібліотека Лін Інституту. — Київ : Пабулум, Lean Institute Ukraine, 2017. — 132 с.
55. Bertagnolli F. Lean Management. Eiführung und Vertiefung in die japanische Management-Philosophie. Springer Gabler Wiesbaden. 2018. 402 p.
56. Бізнес-планування та управління проектами : навчальний посібник / Ільчук П.Г. та ін.; за ред. П. Г. Ільчука. Львів, 2020. 215 с.
57. Lean, або ошадливе виробництво. URL: <https://gre4ka.info/suspilstvo/40776-lean-abo-oshchadlyve-vyrobnytstvo>.
58. Selection and use of the ISO 9000 family of standards. URL: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100208.pdf>

59. Möldner, A.K., Garza-Reyes, J.A., Kumar, V. Exploring Lean Manufacturing Practices. Influence on Process Innovation Performance. Journal of Business Research, 2020. № 106, 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.09.002>
60. Vlachos, I. (2015). Applying Lean Thinking in the Food Supply Chains: A Case Study. Production Planning & Control, 2.

ДОДАТКИ

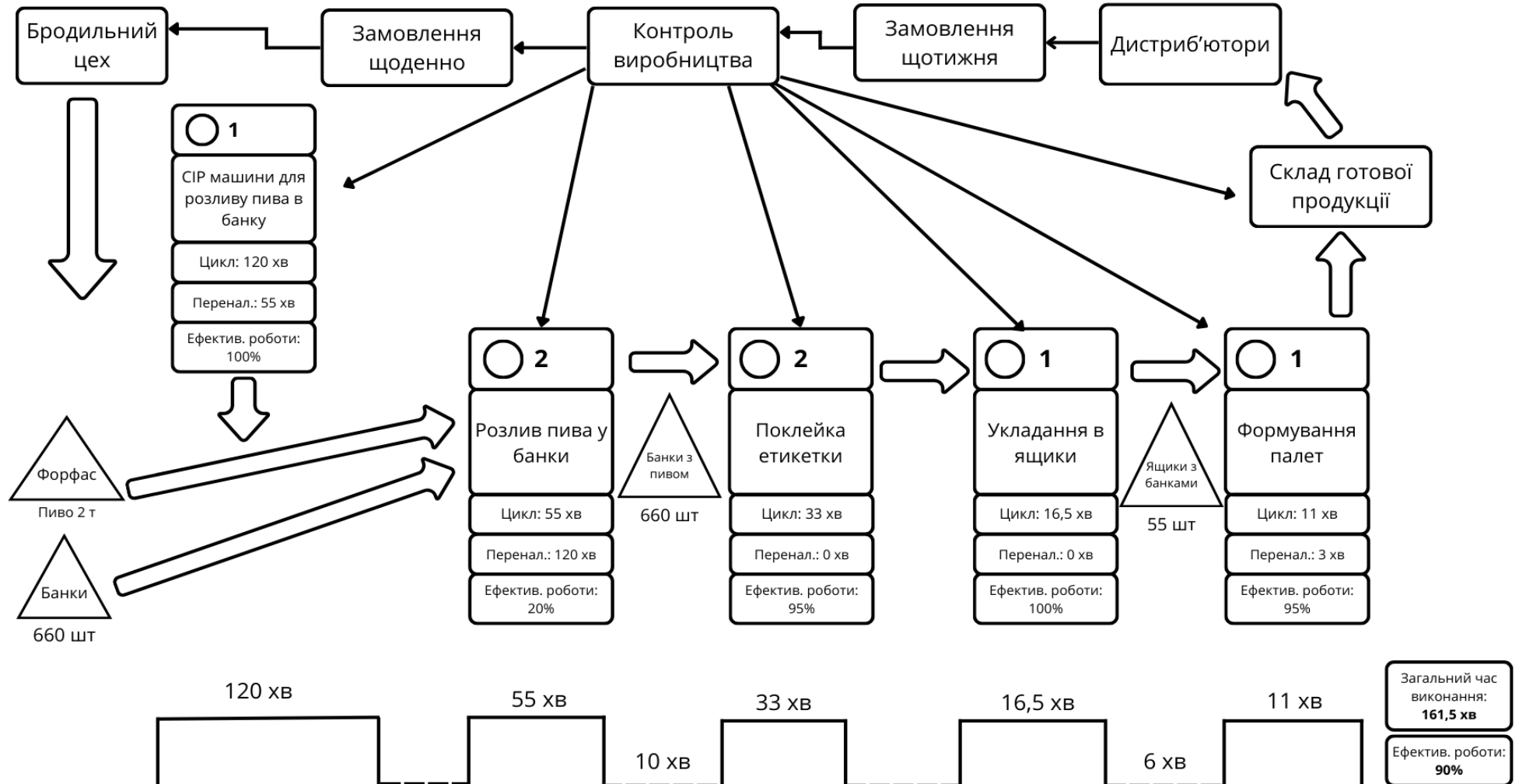
Додаток А

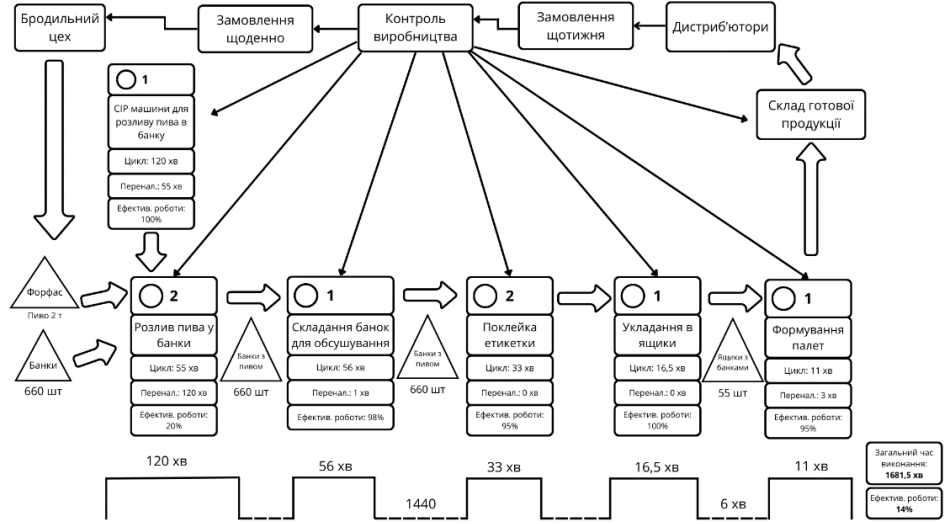
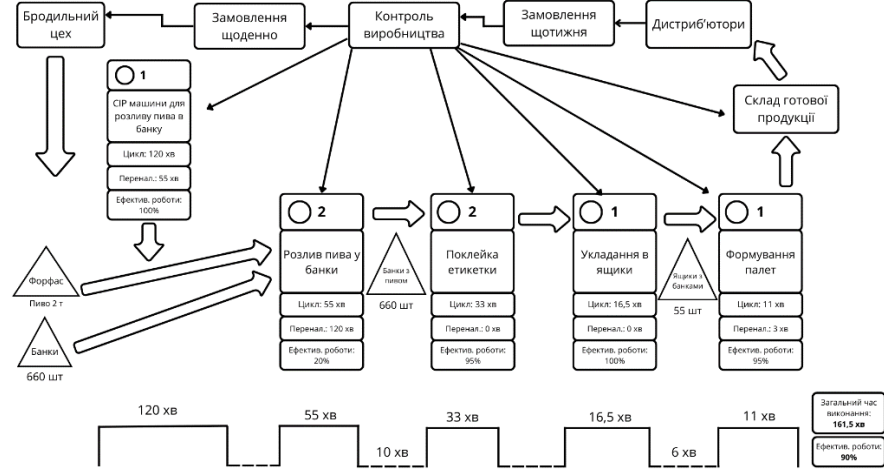
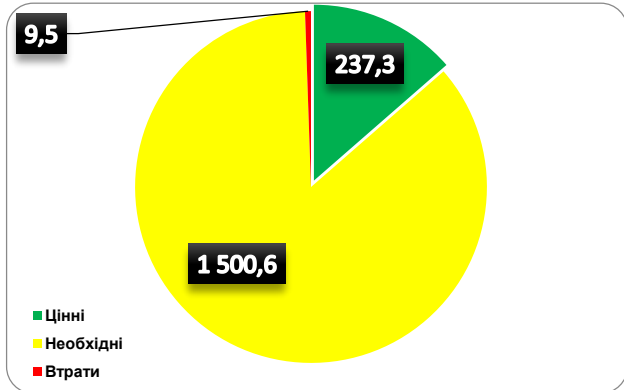
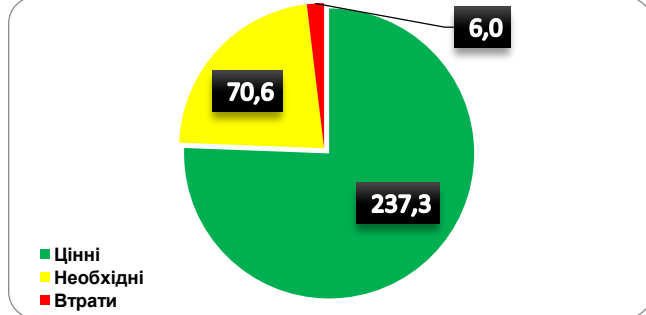
Карта поточного стану створення цінності



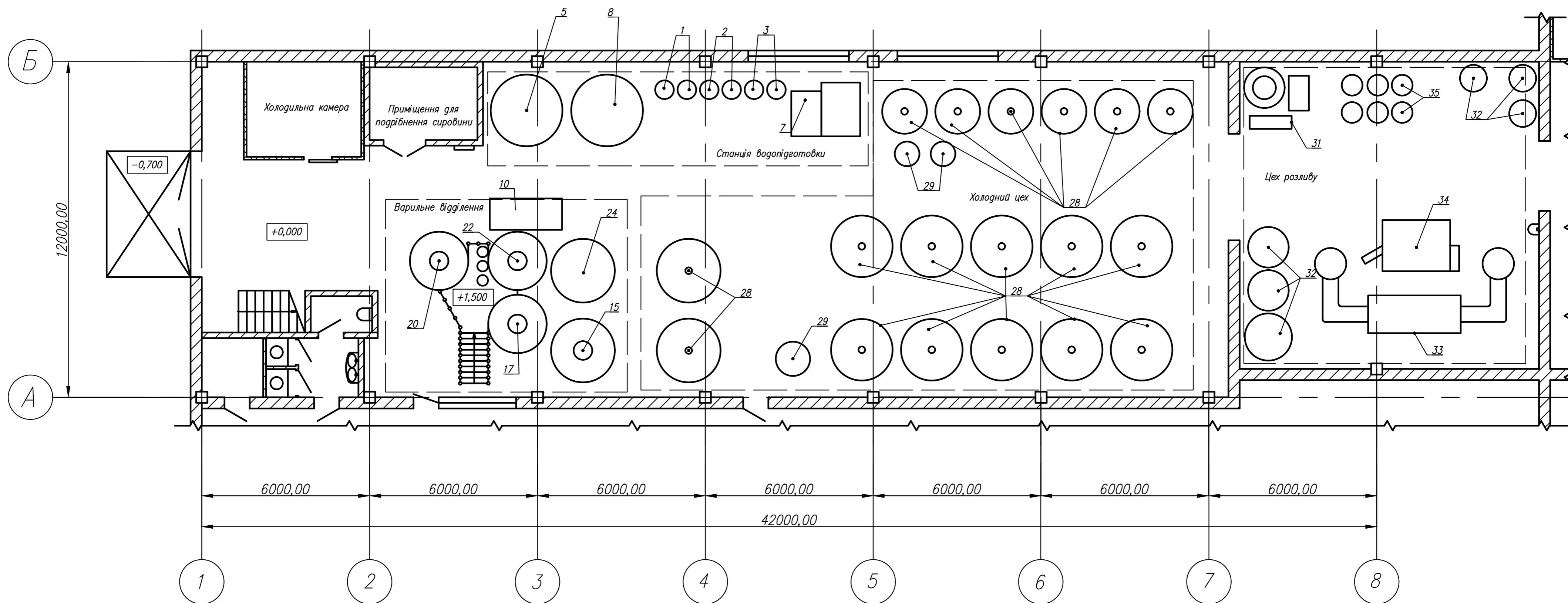
Додаток Б

Карта майбутнього стану потоку створення цінності



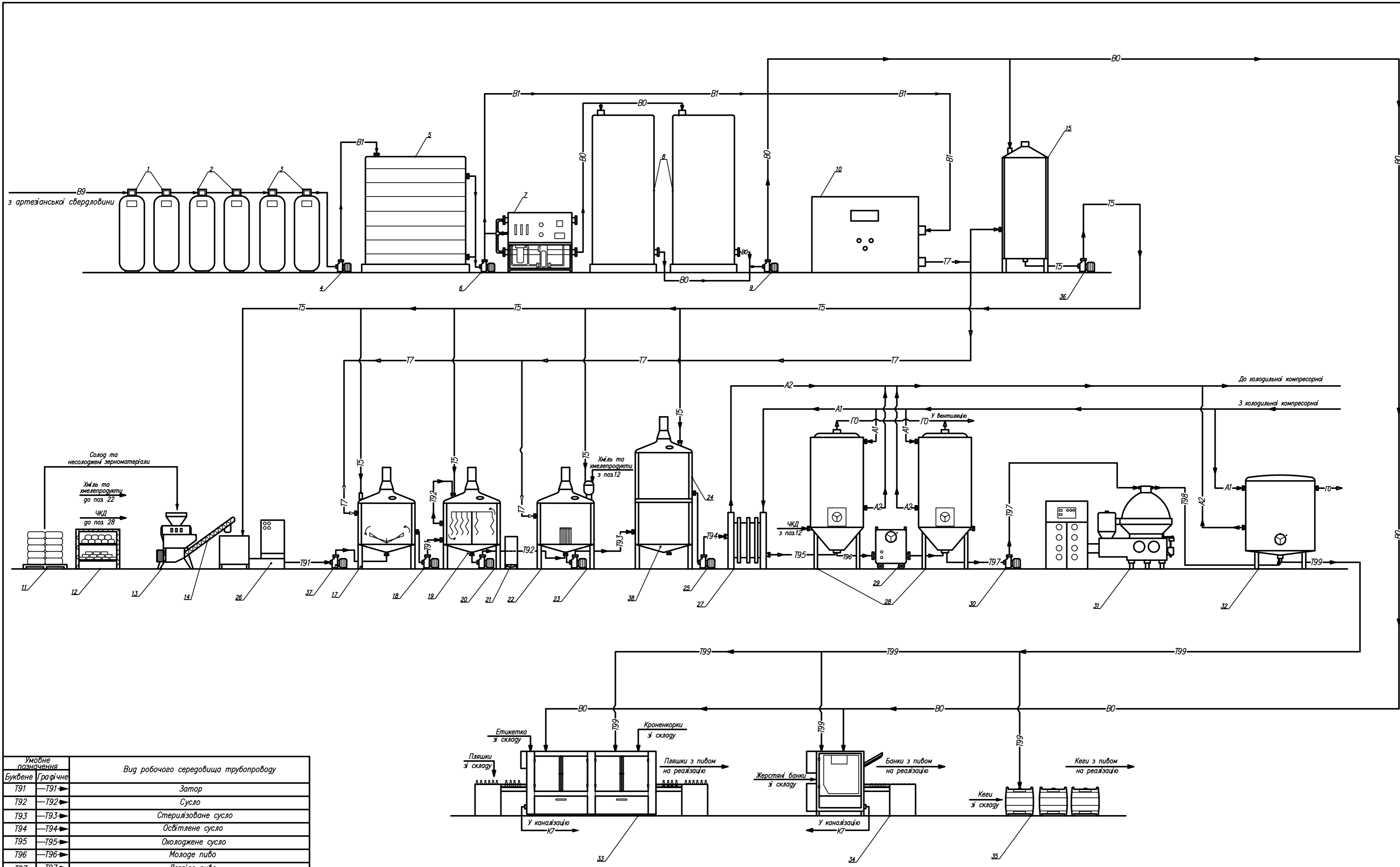
| Назва | Обсушування банок з пивом | Розробники | Кисельова Є.В. | Дата | 19.05.2024 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|------------------------------|--|------|------------|--------|-------|-----------|-------------|---------------------------------------|-------|------------------------|------------------|-----------------|-------|------------------------------|------------------|-----------|-------|--------------------|------------------|
| Опис проблеми | | | Запропоновані рішення | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Етикетковий папір не може бути наклеєний на вологу тару, через що етикетка проклеюється на банку з пивом у наступну робочу зміну, тобто через 24 години після завершення процесу розливу.</p>  | | | <p>Здійснення обдуву банок стисненим повітрям через 10 хв після початку розливу пива для накопичення 2 ящиків готових продуктів задля забезпечення безперебійної роботи етикетувальної установки. Проведення та установка шлангів подачі стисненого повітря до конвеєру подачі тари перед етикетувальною установкою</p>  | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Поточний стан проблеми (прояви) | | | План впровадження | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Обсушування банок є необхідною, але не цінною з точки зору споживача, операцією, яка займає 1440 хв часу. Етап розливу пива займає 1747 хв, тобто 29 год.</p>  | | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Стадія</th> <th>Строк</th> <th>Результат</th> <th>Відповідає.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Розробка плану проведення комунікацій</td> <td>2 год</td> <td>План установки шлангів</td> <td>Головний інженер</td> </tr> <tr> <td>Виконання плану</td> <td>2 год</td> <td>Система подачі стис. повітря</td> <td>Головний інженер</td> </tr> <tr> <td>Перевірка</td> <td>30 хв</td> <td>Перевірена система</td> <td>Головний інженер</td> </tr> </tbody> </table> | | | Стадія | Строк | Результат | Відповідає. | Розробка плану проведення комунікацій | 2 год | План установки шлангів | Головний інженер | Виконання плану | 2 год | Система подачі стис. повітря | Головний інженер | Перевірка | 30 хв | Перевірена система | Головний інженер |
| Стадія | Строк | Результат | Відповідає. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Розробка плану проведення комунікацій | 2 год | План установки шлангів | Головний інженер | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Виконання плану | 2 год | Система подачі стис. повітря | Головний інженер | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Перевірка | 30 хв | Перевірена система | Головний інженер | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Цілі | | | Досягнуті результати/ коригувальні дії | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Зменшити кількість напівготових партій пива шляхом зменшення тривалості обсушування банок з 24 год до 1 години</p> | | | <ul style="list-style-type: none"> Зменшення загальної тривалості проведення процесу розливу на 82%: із 1747 до 314 хв; Відсоток операцій, що додають цінності, збільшився з 13,58 до 75,60%. І хоча по часу тривалість та кількість цінних операцій не змінилась, їх значущість на етапі розливу стала більш вагомою; Відсоток операцій, які не несуть цінності, але необхідні до виконання під час проведення технологічних операцій, зменшився з 1500,6 до 70,6 хв; | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Першопричини проблеми | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Висушування відбувається у цеху за кімнатної температури у полімерних ящиках. Вода не встигає випаруватися за 9 год роботи оператора розливу, тому проклейка етикетки відбувається через 24 год.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

План виробничих цехів на відмітці 0,000

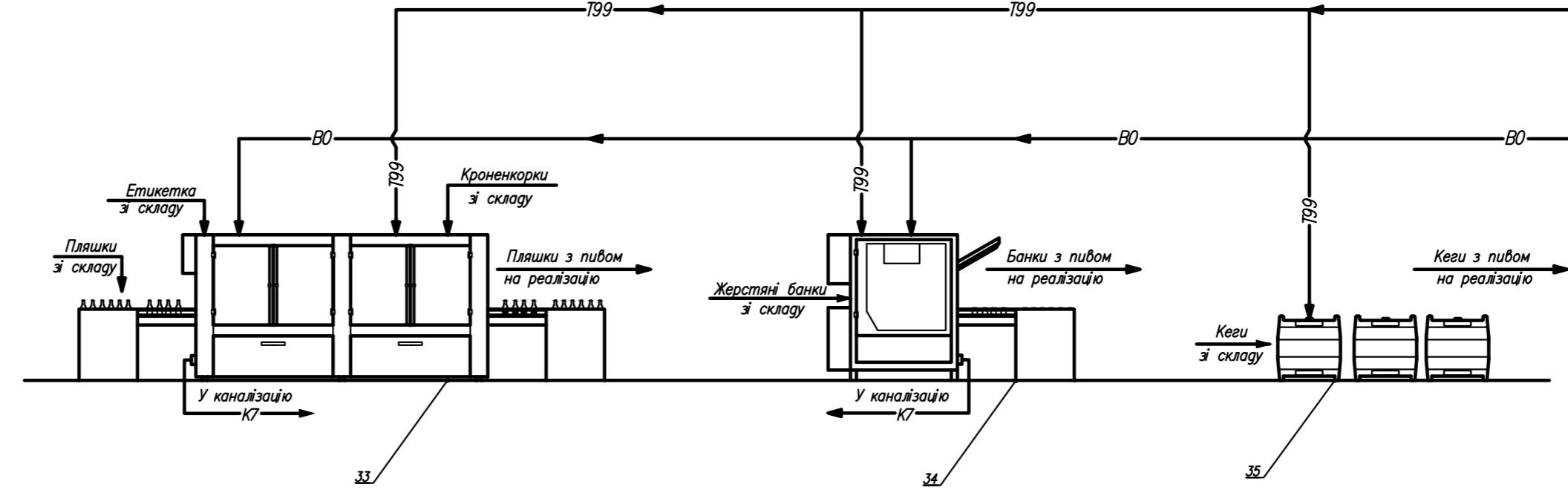


- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 – Кварцеві фільтри | 28 – Унітанк |
| 2 – Катіонатні фільтри | 29 – Емкість для охмелення |
| 3 – Вугільні фільтри | 31 – Сепаратор |
| 5 – Резервуар очищеної води | 32 – Форфас |
| 7 – Фільтр зворотнього осмосу | 33 – Лінія етикетування, розливу та укупорки скляних пляшок |
| 8 – Резервуари підготовленої води | 34 – Машина для розливу пива у алюмінієві банки |
| 10 – Парогенератор | 35 – Кегги |
| 15 – Бак гарячої води | |
| 17 – Заторний апарат | |
| 20 – Фільтраційний апарат | |
| 22 – Сусловарильний апарат | |
| 24 – Вірпул | |

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|-------------------------------------|----------------------------|
| Відповідальна організація НУХТ | Технічне узгодження Петруша О.О. Чепеляк О.М. | Розробник документа Кисельова Е.В. | Документ затверджено Вашека О.М. | М 1:100 |
| Власник документа НУХТ | | Вид документа План | Статус документа Опублікований | |
| | | Назва, додаткова назва | | |
| | | План виробничих цехів на відмітці 0,000 | Інд.змін А | Дата видання 2024-05-19 |
| | | | Мова UA | Аркуш 1/4 |



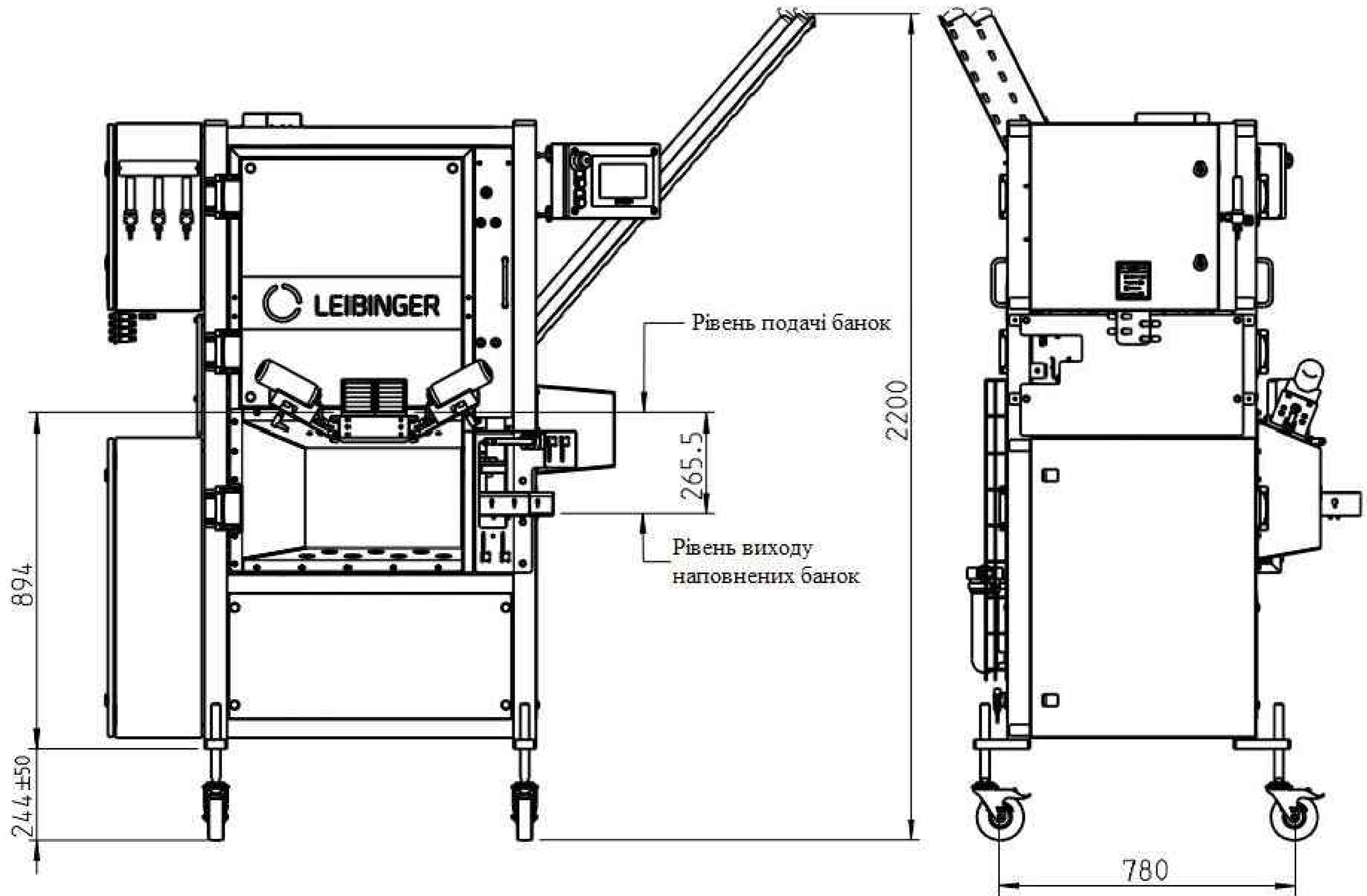
| Умовне позначення | Вид робочого середовища трубопроводу | |
|-------------------|--------------------------------------|--|
| Буквене | Графічне | |
| T91 | T91 | Затор |
| T92 | T92 | Сусло |
| T93 | T93 | Стерилізоване сусло |
| T94 | T94 | Освітлене сусло |
| T95 | T95 | Охоложене сусло |
| T96 | T96 | Моладе пиво |
| T97 | T97 | Дозріле пиво |
| T98 | T98 | Відспароване пиво |
| T99 | T99 | Стабілізоване пиво |
| B1 | B1 | Вода питна очищена |
| B0 | B0 | Вода глибокої очистки |
| B9 | B9 | Вода з підземних джерел |
| T5 | T5 | Гаряча вода для технологічних процесів |
| T7 | T7 | Пара |
| A1 | A1 | Холодагент |
| A2 | A2 | Відпрацьований холодагент |
| T0 | T0 | Вуглекислий газ |
| K7 | K7 | Хімічно забруднені води після миття пляшок |



| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|-------------------------------------|----------------------------|
| Відповідальна організація НУХТ | Технічне узгодження Петруша О.О. Чепелюк О.М. | Розробник документа Кисельова Е.В. | Документ затверджено Вашека О.М. | Б\М |
| Власник документа НУХТ | | Вид документа Схема | Статус документа Опублікований | |
| | | Назва, додаткова назва Машинно-апаратна схема виробництва пива на ТОВ "Біркфарт" | Інд.змін А | Дата видання 2024-05-19 |
| | | | Мова UA | Аркуш 2/4 |

| Позн. поз. | Найменування обладнання | К-ть | Примітки |
|-------------------------------|--|------|----------|
| 1 | Кварцеві фільтри | 2 | |
| 2 | Катіонатні фільтри | 2 | |
| 3 | Вугільні фільтри | 2 | |
| 4,6,9,16,18,20,23,25,30,36,37 | Відцентровий насос | 11 | |
| 5 | Резервуар очищеної води | 1 | |
| 7 | Фільтр зворотнього осмосу | 1 | |
| 8 | Резервуари підготовленої води | 1 | |
| 10 | Парогенератор | 1 | |
| 11 | Піддони з сировиною | 1 | |
| 12 | Холодильна камера для зберігання сировини | 1 | |
| 13 | Зернова дробарка | 1 | |
| 14 | Шнековий транспортер | 1 | |
| 15 | Бак гарячої води | 1 | |
| 17 | Заторний апарат | 1 | |
| 20 | Фільтраційний апарат | 1 | |
| 21 | Збірник для дробини | 1 | |
| 22 | Сушварильний апарат | 1 | |
| 24 | Вірпул | 1 | |
| 26 | Передзаторний апарат | 1 | |
| 27 | Пластинчастий теплообмінник | 1 | |
| 28 | Унітанк | 2 | |
| 29 | Емкість для охмелення | 1 | |
| 31 | Сепаратор | 1 | |
| 32 | Форфас | 1 | |
| 33 | Лінія етикетування, розливу та укупорки скляних пляшок | 1 | |
| 34 | Машина для розливу пива у жерстяні банки | 1 | |
| 35 | Кеги | 1 | |
| 38 | Допоміжна емкість | 1 | |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|
| Відповідальна організація НУХТ | Технічне узгодження Петруша О.О. Чепелюк О.М. | Розробник документа Кисельова Е.В. | Документ затверджено Вашека О.М. | | Б\м | |
| Власник документа НУХТ | | Вид документа Експлікація | | Статус документа Опублікований | | |
| | | Назва, додаткова назва Експлікація до машинно-апаратної схеми виробництва пива на ТОВ "Біркرافт" | | Інд.змін А | Дата видання 2024-05-19 | Мова UA |
| | | | | Аркуш 3/4 | | |



| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|-------------------------------------|----------------------------|
| Відповідальна організація НУХТ | Технічне узгодження Петруша О.О. Чепелюк О.М. | Розробник документа Кисельова Е.В. | Документ затверджено Вашека О.М. | Б/м |
| Власник документа НУХТ | | Вид документа Схема | Статус документа Опублікований | |
| | | Назва, додаткова назва Машин для розливу пива в банку Leibinger Canvasa | Інд. змін А | Дата видання 2024-05-19 |
| | | | Мова UA | Аркуш 4/4 |