

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий Інженерно-технічний
інститут ім.акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проектування

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Микола ЯКИМЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних
виробництв на тему Модернізація розливного пристрою автомату KHS Innofill
Glass розливу пива у скляні пляшки

Виконав: здобувач IV курсу, групи 7
Петричук Дмитро Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Бабко Євген Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Консультанти	_____	_____
	(ім'я та прізвище)	(підпис)
	_____	_____
	(ім'я та прізвище)	(підпис)
	_____	_____
	(ім'я та прізвище)	(підпис)

Рецензент	_____	_____
	(ім'я та прізвище)	(підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

Освітня програма «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП

проф. Микола ЯКИМЧУК

(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

«___» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Петричук Дмитро Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація розливного пристрою автомату KHS Innofill Glass розливу пива у скляні пляшки

керівник проекту (роботи) Бабко Євген Миколайович, доц., к.т.н.

керівник роботи Бабко Євген Миколайович, доц., канд. тех. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 10 » квітня 2025 р. № 218 -кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 10» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів; вступ; порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі; техніко-економічне, соціальне обґрунтування; характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, будова та принцип роботи; вибір конструкційних матеріалів; розрахункова частина; технологічний маршрут виготовлення деталі; вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту; система управління; заходи щодо охорони праці, екології; висновки; список використаних літературних джерел, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: « 10 » квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів</i>	03.05.2025р.	
2	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	13.05.2025р.	
3	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.</i>	15.05.2025.	
4	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	15.05.2025р.	
5	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	18.05.2025р.	
6	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	20.05.2025р.	
7	<i>Розрахункова частина</i>	23.05.2025р.	
8	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	25.05.2025р.	
9	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту.</i>	27.05.2025р.	
10	<i>Опис системи управління</i>	29.05.2025р.	
11	<i>Заходи щодо охорони праці, екології</i>	01.06.2025р.	
12	<i>Висновки,</i>	02.06.2025р.	
13	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А3</i>	03.06.2025р.	
14	<i>Список використаних літературних джерел</i>	04.06.2025р.	
	<i>Подача ДП на кафедру</i>	10.06.2025р.	

Здобувач

_____ Дмитро ПЕТРИЧУК
(підпис) (власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ Євген БАБКО
(підпис) (власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

Abstract

This qualifying work project addresses the modernization of a beer bottling machine with a capacity of 80,000 bottles per hour. The aim of the work is to develop an efficient technical solution that improves filling accuracy, reduces product loss, and meets current standards for energy efficiency and environmental safety.

The first section analyzes existing equipment for liquid food product filling, identifies its drawbacks, and justifies the need for modernization. The second section provides a technical, economic, and social justification for the proposed upgrade, taking into account production feasibility and practical benefits. The third section briefly describes the raw materials used in brewing and the characteristics of the final product, with an emphasis on maintaining product stability during the filling process.

The core of the project is presented in the fourth section, where a redesigned filling unit is described. Special attention is given to the implementation of volumetric dosing using a measuring cup, which significantly reduces foaming and ensures precise filling. An additional improvement is the integration of a cooling jacket around the product tank, with circulating brine to stabilize the beer temperature before filling.

Section five discusses the selection of structural materials, considering food safety, corrosion resistance, and mechanical durability. The sixth section includes performance and kinematic calculations of the main machine components, along with an evaluation of cycle times and power consumption. The seventh section outlines the manufacturing technology for the key component—the fitting—analyzing its machinability, allowance, and appropriate tooling.

Subsequent sections cover the installation, operation, and maintenance of the upgraded machine. The control system architecture is also reviewed, highlighting the use of level sensors and safety backup mechanisms.

Separate sections are dedicated to occupational safety, fire protection, and environmental impact mitigation. The project proposes practical solutions for reducing emissions and enabling reuse of production waste.

The final result is a modernized bottling unit that improves accuracy, reduces beer loss, and meets contemporary technical and ecological requirements for beverage production facilities.

Keywords: beer bottling, filling machine, modernization, dosing accuracy, environmental safety, sensor control, product cooling, industrial losses, volumetric filling, food production.

Анотація

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання модернізації автомата для розливу пива продуктивністю 80 тисяч пляшок за годину. Метою роботи є розробка ефективного технічного рішення, що дозволяє покращити точність фасування, знизити технологічні втрати, а також забезпечити відповідність сучасним вимогам до енергоефективності та екологічної безпеки.

У першому розділі проаналізовано існуючі зразки обладнання для розливу рідких харчових продуктів, виявлено їх недоліки та обґрунтовано необхідність вдосконалення. У другому розділі подано техніко-економічне обґрунтування модернізації, з урахуванням виробничої доцільності та соціальних переваг впровадження оновленої системи. Третій розділ містить стислу характеристику основної сировини для пивоваріння та готової продукції, з акцентом на вимоги до стабільності якості під час розливу.

Основу проєкту становить четвертий розділ, у якому описано конструкцію модернізованого розливного пристрою. Особливу увагу приділено впровадженню об'ємного методу дозування через мірну склянку, що дозволяє зменшити піноутворення та уникнути втрат продукції. Додатковим удосконаленням є інтеграція водяної сорочки з охолоджувальним контуром, яка стабілізує температуру пива на етапі фасування.

У п'ятому розділі подано підбір конструкційних матеріалів із врахуванням харчової безпеки, корозійної стійкості та механічних навантажень. У шостому розділі виконано кінематичні та продуктивні розрахунки основних вузлів автомата, а також оцінено тривалість циклів і витрати потужності. Сьомий розділ присвячено технології виготовлення деталі — штуцера, з аналізом її оброблюваності, припусків, вибору обладнання та інструменту.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Баджо Є.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Петричук Д.О.	Назва, додаткова назва Анотація	23054.2.KP.11.000.ПЗ				
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/2	

У наступних розділах описано правила монтажу, експлуатації та технічного обслуговування модернізованої машини. Розглянуто принципи побудови автоматизованої системи управління, з використанням сенсорного контролю рівня напою та захисного резервування.

Окремо подано заходи з охорони праці, техніки безпеки та протипожежного захисту, а також детально розглянуто вплив обладнання на довкілля. Запропоновано рішення для зменшення шкідливих викидів та повторного використання відходів виробництва.

Результатом роботи є модернізована конструкція розливного вузла, яка забезпечує зниження втрат продукції, підвищення точності розливу та відповідність сучасним технологічним і екологічним вимогам.

Ключові слова: розлив пива, автомат розливу, фасування, модернізація, точність дозування, екологічна безпека, сенсорний контроль, охолодження, виробничі втрати, об'ємне дозування.

Вступ

У сучасному світі, де технологічний прогрес набирає обертів, автоматизація стала невід'ємною складовою майже всіх сфер діяльності, включаючи харчову промисловість. Одним із яскравих прикладів ефективного застосування автоматизованих технологій є процес розливу пива.

Пиво залишається одним із найпопулярніших алкогольних напоїв у світі. Із зростанням обсягів його споживання підвищуються вимоги до якості, швидкості та ефективності виробництва. Важливою складовою процесу виготовлення пива є його розлив, який тривалий час здійснювався вручну. Однак ручний розлив має низку суттєвих обмежень: він залежить від людського фактору, що підвищує ризик помилок, забруднення продукції та знижує загальну продуктивність виробництва.

З метою усунення цих недоліків виникла потреба у впровадженні автоматизованих систем розливу пива. Машина для розливу пива є складною технологічною системою, яка призначена для автоматичного наповнення тари — пляшок або кегів — напоєм. Вона інтегрує розливні головки, датчики контролю, системи керування та інші елементи, що забезпечують точність і стабільність процесу розливу.

Метою данної кваліфікаційної роботи є розроблення і модернізація машини для розливу пива, яка відповідатиме актуальним вимогам сучасної пивоварної промисловості. Проектована машина повинна забезпечувати високий рівень автоматизації, якість продукції та зниження трудовитрат, що в свою чергу сприятиме підвищенню конкурентоспроможності виробництва.

У межах проєкту буде розглянуто основні принципи роботи розливних машин, їх конструктивні особливості, функціональні можливості та проведено аналіз сучасних тенденцій розвитку технологій у цій галузі. Це дозволить визначити напрямки вдосконалення обладнання та обґрунтувати необхідні інновації.

Результатом роботи стане модернізована і випробувана машина для розливу пива, яка дозволить підвищити якість готової продукції, забезпечити стабільність виробничого процесу та оптимізувати витрати підприємств. Отримані результати також створять передумови для подальших досліджень і розробок у напрямку автоматизації розливу пива та споріднених технологічних процесів.

Завершуючи вступний розділ, варто підкреслити, що автоматизація розливу є важливою складовою оптимізації виробництва пива. Правильно спроектоване та модернізоване обладнання може сприяти зменшенню виробничих витрат, поліпшенню якості продукції та підвищенню загальної ефективності роботи підприємства. У наступних розділах дипломного проєкту буде детально розглянуто конструктивні рішення та технологічні особливості машин для розливу пива, а також запропоновано шляхи їх удосконалення.

ЗМІСТ

Анотація.....	стор.
Вступ.....	
1. Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення.....	
2. Техніко – економічне та соціальне обґрунтування.....	
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту.....	
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.....	
5. Підбір конструкційних матеріалів.....	
6. Розрахункова частина.....	
7. Розрахунок технології виготовлення окремих деталей.....	
8. Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання.....	
9. Система управління.....	
10. Охорона праці.....	
11. Охорона довкілля.....	
Висновки.....	
Список використаних літературних джерел.....	
Додатки.....	

1. Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення

Машина розливно–закупорочна марки МР–63

Машина розливно-закупорювальна МР–63 призначена для виконання трьох основних операцій: ополіскування пляшок, розливу безалкогольних напоїв, мінеральної води, пива та квасу у пляшки з поліетилентерефталату, а також закупорювання їх пластиковими гвинтовими ковпачками. Об'єм тари, що використовується, може варіюватися від 0,33 до 2,0 літрів. Загальний вигляд обладнання показано на рисунку 1.1.

Машина побудована за триблочною схемою. До основних складових частин належать ополіскувач, блок розливу, блок закупорювання, зірки для переміщення пляшок між вузлами, а також секції конвеєрів, які здійснюють подачу і відведення тари. Перенесення пляшок між блоками здійснюється за допомогою спеціальних зірок, що обертаються синхронно з ротором триблоку.



Рис. 1.1. Машина розливно–закупорочна моделі МР–63

У стандартній комплектації машина має 32 наливні головки для подачі продукту у пляшки, 24 захоплення для ополіскування і 10 головок для закупорювання. В залежності від потреб виробництва можлива різна конфігурація обладнання. Наприклад, триблок об'єднує функції ополіскування, розливу і закупорювання в одному корпусі. Якщо необхідно, машина може бути змонтована у вигляді двоблоку, де відбувається тільки розлив і закупорювання. Окремо також можуть використовуватися моноблоки — лише для ополіскування або лише для закупорювання.

Основні технічні характеристики машини МР–63 такі. Продуктивність установки сягає до 6000 пляшок за годину. Встановлена електрична потужність не перевищує 10 кіловат. Машина працює від електромережі напругою 380 вольт з частотою 50 герц. Габаритні розміри складають 3500 міліметрів у довжину, 3700 міліметрів у ширину та 3000 міліметрів у висоту. Маса обладнання становить 5800 кілограмів. Для роботи пневматичної системи необхідне постачання стисненого повітря під тиском від 0,4 до 0,5 мегапаскаля. Робоча температура рідини, що розливається, повинна знаходитись у межах від +1 до +6 градусів Цельсія.

Однією з важливих переваг машини є зручність обслуговування наливних головок. У разі несправності окремий наливник можна швидко зняти без розбирання усього вузла, що значно економить час на ремонт та зменшує трудовитрати. Відновлення працездатності елементів здійснюється в майстерні, поза межами основного обладнання.

Конструкція машини дозволяє максимально скоротити проміжок часу між наповненням пляшки та її закупорюванням. Це є критично важливим для газованих напоїв, оскільки втрати газу при такій організації процесу мінімізуються. Додатково на машині встановлено сучасну ультразвукову систему контролю рівня рідини, яка забезпечує швидке та точне визначення об'єму наповнення кожної пляшки. Завдяки цьому досягається висока продуктивність і якість продукції.

Конструктивні особливості захоплювачів ополіскувача також сприяють економії води під час підготовки тари, що позитивно впливає на зменшення експлуатаційних витрат виробництва.

Машина розливно–закупорювальна моделі МР–63.9



Рис.1.2. Машина розливно–закупорювальна моделі МР–63.9

Машина розливно–закупорювальна МР–63.9 призначена для автоматизованого ополіскування пляшок, розливу в них безалкогольних напоїв, мінеральної води, пива та квасу, а також подальшого закупорювання пластиковими гвинтовими ковпачками. Обладнання обробляє поліетилентерефталатні пляшки місткістю від 0,33 до 2,0 літрів. Конструкція машини дозволяє виготовляти її як у вигляді триблоку, так і двоблоку (розлив і закупорювання) або окремого моноблоку для розливу.

Складовими частинами триблока є ополіскувач, розливний блок та блок закупорювання. Між цими вузлами пляшки переміщуються за допомогою спеціальних зірок, що синхронно обертаються. Також у склад машини входять конвеєрні секції, які забезпечують подачу тари до обладнання та її відведення після закупорювання.

У стандартній комплектації машина обладнана 50 наливними головками у блоці розливу, 40 захоплювачами у блоці ополіскування та 10 головками для закупорювання. Залежно від виробничих потреб можлива

комплектація як комплексними рішеннями у вигляді триблоку, так і вузловими варіантами: окремо розлив, закупорювання або ополіскування.

Технічні характеристики машини МР–63.9 включають такі показники. Продуктивність обладнання може досягати до 9000 пляшок на годину. Потужність електродвигунів машини не перевищує 12 кіловат. Робоча напруга становить 380 вольт при частоті 50 герц. Габаритні розміри машини складають 4300 міліметрів у довжину, 3850 міліметрів у ширину і 3000 міліметрів у висоту. Маса обладнання дорівнює 8700 кілограмів. Для функціонування пневматичних систем потрібне стиснене повітря з робочим тиском у межах від 0,4 до 0,5 мегапаскаля. Оптимальна температура напоїв для розливу становить від +1 до +6 градусів Цельсія.

Завдяки використанню сучасних технологій у конструкції машини, зокрема високоточної синхронізації блоків і швидкознімних вузлів обслуговування, обладнання забезпечує надійність роботи та мінімізацію простоїв у процесі експлуатації. Висока продуктивність і можливість варіативної комплектації роблять МР–63.9 універсальним рішенням для різних виробничих ліній у харчовій промисловості.

Машина розливно–закупорювальна моделі МР12–ЗБР.20



Рис.1.3. Машина розливно–закупорювальна моделі МР12–ЗБР.20

Розливно-закупорювальна машина МР12–ЗБР.20 належить до серії МР, яка включає обладнання для фасування різноманітних рідин у пляшки зі скла або поліетилентерефталату. В залежності від типу продукту та виду тари, машини цієї серії можуть бути адаптовані під різні умови виробництва. Вони призначені для роботи з питною газованою водою, солодкими безалкогольними напоями, газованою та негазованою мінеральною водою, пивом і квасом. Окрім харчової галузі, машини серії МР можуть також використовуватися для фасування деяких продуктів хімічної промисловості.

Конструкція даної моделі передбачає наявність трьох основних блоків, які виконують операції ополіскування тари, розливу негазованої мінеральної води та закупорювання пляшок пластиковими гвинтовими ковпачками. Машина розрахована на роботу з ПЕТ-тарою об'ємом від 3 до 10 літрів. Зазвичай фасування здійснюється у бутлі місткістю 5 літрів.

Технічні характеристики машини МР12–ЗБР.20 є наступними. Максимальна продуктивність обладнання складає до 3000 пляшок за годину. Встановлена електрична потужність машини не перевищує 19 кіловат. Живлення здійснюється від електромережі напругою 380 вольт з частотою 50 герц. Бак для розливу має об'єм до 300 літрів. Споживання стисненого повітря становить до 400 літрів на хвилину. Блок розливу обладнаний 20 наливними головками, що забезпечують одночасне наповнення великої кількості пляшок. Габаритні розміри машини складають 8438 міліметрів у довжину, 2884 міліметрів у ширину та 3374 міліметрів у висоту. Маса обладнання становить 14 000 кілограмів. Робочий тиск стисненого повітря для правильного функціонування машини має дорівнювати приблизно 8 атмосфер.

Завдяки високому рівню автоматизації, машина забезпечує стабільну якість фасування, мінімізує втрати продукції та скорочує час простоїв. Використання триблочної схеми дає можливість оптимізувати робочий процес і підвищити загальну ефективність виробництва. Сучасні технічні

рішення, впроваджені у конструкцію, дозволяють адаптувати обладнання під різні виробничі завдання та забезпечити гнучкість у зміні типу продукції.

Моноблок розливу газованої (негазованої) води моделі DXGF 12–12–5



Рис. 1.4. – Моноблок розливу газованої (негазованої) води моделі DXGF 12–12–5

Моноблоки серії DXGF представляють собою компактні й багатофункціональні машини, які об'єднують у собі кілька технологічних процесів в одному корпусі. Обладнання цього типу відзначається простотою обслуговування, високою надійністю та невеликими вимогами до залучення персоналу. Усі основні операції автоматизовані й виконуються всередині герметичного корпусу машини. Таке конструктивне рішення дозволяє підтримувати належний рівень чистоти у виробничих приміщеннях і запобігати потраплянню забруднень у зону фасування.

Усі процеси контролюються через зручний операторський пульт, що дає змогу легко стежити за роботою обладнання і оперативно реагувати на будь-які відхилення. Машина оснащена великою кількістю сенсорів і датчиків, які

мінімізують ризик технологічних збоїв, таких як неправильний розлив продукту або зупинка потоку через відсутність тари.

На рисунку 1.4 представлено моноблок розливу газованої та негазованої води моделі DXGF 12–12–5.

Конструкція машини забезпечує унікальні переваги під час експлуатації. Завдяки своїй універсальності вона дозволяє швидко переналаштовувати обладнання під пляшки різного об'єму без значних простоїв. Центральна ємність для наповнення виготовлена з високоякісної харчової нержавіючої сталі марки SUS 304, що гарантує безпечний контакт із продуктом і довговічність обладнання. Усі трубопроводи і дренажні системи також виконані з цієї сталі.

Особливу увагу в конструкції приділено розливним клапанам. Унікальне рішення дозволяє точно контролювати рівень наповнення пляшок, що особливо важливо при розливі напоїв із різним ступенем газованості. Конструкція клапана передбачає можливість швидкої дезінфекції без потреби тривалого демонтажу, що значно знижує час на санітарну обробку.

Моноблок виконує ополіскування, наповнення та закупорювання тари в межах одного технологічного циклу, що робить процес максимально компактным і ефективним. Впроваджена сучасна система управління з сенсорним екраном підтримує функцію «немає пляшки — немає наливу», яка запобігає втратам продукції і забезпечує безперервність роботи лінії.

Виробник використовує високоякісні комплектуючі провідних світових брендів. Серед них компоненти від таких компаній як SIEMENS, OMRON, FESTO, AIRTAC, Schneider Electric та MITSUBISHI. Це позитивно впливає на стабільність роботи обладнання, легкість інтеграції в автоматизовані виробничі системи та забезпечує довговічність усіх елементів машини.

Моноблок DXGF 12–12–5 ідеально підходить для підприємств, які прагнуть підвищити ефективність розливних ліній при одночасному забезпеченні високого рівня гігієнічності та якості продукції.

**Триблок & Моноблок розливу газованих / негазованих напоїв в ПЕТ
моделі DXGF 18–18–6**



Рис. 1.5. – Триблок & Моноблок розливу газованих / негазованих напоїв в ПЕТ моделі DXGF 18–18–6

Моноблоки серії DXGF відрізняються компактністю та багатофункціональністю, оскільки поєднують кілька виробничих процесів у межах одного обладнання. Такі машини прості у використанні, надійні в роботі та не вимагають значних людських ресурсів для обслуговування. Всі операції виконуються автоматично, що значно знижує ризик виникнення помилок, а розміщення технологічних процесів усередині корпусу машини сприяє підтриманню чистоти і порядку в цеху та запобігає забрудненню виробничого середовища.

На рисунку 1.5 представлено триблок і моноблок для розливу газованих і негазованих напоїв у ПЕТ-тару моделі DXGF 18–18–6.

Обладнання оснащене великою кількістю сенсорів і датчиків, які контролюють усі ключові етапи виробництва. Завдяки цьому мінімізується ймовірність розливу продукції повз тару або виникнення інших технологічних збоїв. Керування машиною винесене на пульт оператора, що дає можливість зручно контролювати стан обладнання та оперативно реагувати на будь-які зміни у процесі роботи.

Усі елементи, які контактують із рідиною під час виробничого процесу, виготовлені з харчової нержавіючої сталі марки SUS 304. Такий матеріал забезпечує високу корозійну стійкість, відповідає санітарно-гігієнічним вимогам і гарантує тривалий термін експлуатації. Рама машини виготовлена із вуглецевої сталі з нанесенням спеціального полімерного порошкового покриття. Це покриття не тільки підвищує міцність конструкції, але й забезпечує додаткову гігієнічність та захист від впливу агресивних середовищ.

У конструкції моноблока використані комплектуючі та механізми провідних світових виробників. Зокрема, встановлені компоненти таких брендів, як SIEMENS, OMRON, FESTO, AIRTAC, Schneider Electric і Mitsubishi Electric. Застосування якісних комплектуючих гарантує високу стабільність роботи обладнання, його довговічність та можливість інтеграції в сучасні автоматизовані виробничі лінії.

Завдяки своїм технічним і конструктивним особливостям моноблок DXGF 18–18–6 є ідеальним рішенням для підприємств, що прагнуть забезпечити високу якість продукції при мінімальних витратах на обслуговування виробничого обладнання.

Моноблок розливу газованої (негазованої) води (скляна пляшка) моделі DXGF 18–18–6



Рис.1.6. Моноблок розливу газованої (негазованої) води (скляна пляшка) моделі DXGF 18–18–6

Моноблоки серії DXGF розроблені як компактні, багатофункціональні машини, які об'єднують декілька виробничих процесів в єдиному корпусі. Такі установки є досить простими в експлуатації, мають високу надійність і не потребують великої кількості персоналу для обслуговування. Всі процеси автоматизовані і розміщені всередині корпусу обладнання, що дозволяє зберігати чистоту на виробництві та мінімізувати ризик забруднення середовища.

На рисунку 1.6 зображено моноблок розливу газованої і негазованої води у скляну тару моделі DXGF 18–18–6.

Робота машини повністю контролюється через пульт оператора, що забезпечує зручність управління та оперативний контроль над усіма етапами виробничого процесу. Машина оснащена великою кількістю датчиків і сенсорів, які дозволяють вчасно виявляти відхилення та запобігати таким збоєм, як неправильний розлив або зупинка виробництва через відсутність пляшок.

Основні технічні характеристики моделі DXGF 18–18–6 включають трифазне електроживлення з напругою 380 вольт і частотою 50 герц. Максимальна встановлена потужність становить 3 кіловати. Робочий тиск повітря в системі має бути в межах 0,2–0,4 мегапаскаля. Габаритні розміри машини складають 2600 міліметрів у довжину, 2100 міліметрів у ширину та 2500 міліметрів у висоту. Вага обладнання становить 4000 кілограмів. Моноблок призначений для розливу продукції у скляні пляшки об'ємом від 200 до 2000 мілілітрів, при цьому діаметр пляшки має бути у межах 50–92 міліметрів, висота від 140 до 330 міліметрів, а діаметр горлечка — від 20 до 30 міліметрів. Теоретична продуктивність установки сягає 3000 пляшок об'ємом 0,5 літра за годину.

Моноблок розливу газованої (негазованої) води моделі DXGF 24–24–8



Рис. 1.7. Моноблок розливу газованої (негазованої) води моделі DXGF 24–24–8

Конструкція моноблоку DXGF 24–24–8 передбачає наявність кількох основних вузлів. До складу обладнання входять корпус із захисною огорожею, блок ополіскування, блок розливу, блок закупорювання пляшок гвинтовими ковпачками та шафа управління.

На рисунку 1.7 представлено загальний вигляд моноблока DXGF 24–24–8.

Подача пляшок до триблоку відбувається за допомогою повітряного конвеєра, що дозволяє швидко і делікатно транспортувати тару на виробничій лінії. Переміщення пляшок всередині моноблоку здійснюється за допомогою спеціальних фіксаторів, які утримують тару за горло. Таке рішення зменшує ризик пошкодження тари, а також значно полегшує переналадку машини при переході на інший типорозмір пляшок.

Машина має компактну конструкцію та відзначається високим рівнем автоматизації виробничих процесів. Завдяки спільному приводу забезпечується синхронна робота всіх вузлів обладнання. Частини моноблоку, що контактують із рідиною, виготовлені з високоякісної нержавіючої сталі, що відповідає вимогам харчової промисловості.

Моноблок обладнаний зовнішньою огорожею і герметичним піддоном для збирання можливих витоків рідини. Це рішення дозволяє підтримувати чистоту та порядок на робочому місці.

Передача пляшок безпосередньо із зони розливу в зону закупорювання мінімізує час контакту продукту з навколишнім середовищем. Це особливо важливо для чутливих до окислення напоїв. Управління всім процесом виконується автоматично через сучасний програмований контролер компанії Mitsubishi, що забезпечує надійну і безперебійну роботу обладнання.

Моноблок розливу алкогольних напоїв у скло пляшку моделі VXGF 18–18–6

Моноблок VXGF 18–18–6 призначений для розливу алкогольних напоїв у скляні пляшки з можливістю використання різних типів закупорювання в залежності від вимог продукції. Ця модель розроблена з урахуванням високих стандартів надійності та гігієнічності виробництва.

На рисунку 1.8 зображено загальний вигляд моноблока розливу алкогольних напоїв VXGF 18–18–6.

Машина оснащена надійною системою керування на базі програмованого логічного контролера (PLC), а ключові системи автоматики

побудовані із застосуванням компонентів від провідних виробників — німецької компанії Siemens і американської Parker. Це забезпечує стабільність роботи машини, легкість інтеграції у виробничі процеси та можливість оперативного реагування на зміну виробничих умов.

Усі деталі моноблоку, які контактують із продуктом розливу, виготовлені з високоякісної нержавіючої сталі марки SUS 304. Цей матеріал відомий своєю міцністю, стійкістю до корозії та відповідністю гігієнічним нормам харчової промисловості.

Панель оператора відзначається покращеною ергономікою, що полегшує контроль за технологічним процесом і дає змогу зручно управляти параметрами розливу. Єдиний привід машини забезпечує синхронізовану роботу всіх основних вузлів, що позитивно впливає на точність і рівномірність процесу розливу. Для зменшення часу на обслуговування обладнання передбачено централізовану систему змащування вузлів.

Основні технічні характеристики моноблоку VXGF 18–18–6 включають 18 місць для ополіскування пляшок, 18 місць для заповнення та 6 головок для закупорювання. Продуктивність при розливі 500 мілілітрів становить до 5000 пляшок на годину. Параметри пляшок, які обробляються машиною, включають висоту від 160 до 290 міліметрів та діаметр від 50 до 110 міліметрів. Потужність головного двигуна складає 4,4 кіловати. Для ополіскування потрібно забезпечити тиск води у межах від 0,06 до 0,3 мегапаскаля.

Габаритні розміри машини становлять 2800 міліметрів у довжину, 2150 міліметрів у ширину та 2300 міліметрів у висоту. Загальна вага обладнання дорівнює 4500 кілограмів. Розлив виконується за принципом гравітаційного наливу при звичайному атмосферному тиску, що є найбільш підходящим методом для алкогольних напоїв.

Моноблок спеціально розроблений для роботи зі скляними пляшками та закупорювання алюмінієвими гвинтовими кришками. Всі технічні

характеристики машини підтверджені міжнародними сертифікаціями CE та SGS, що гарантує відповідність високим стандартам якості та безпеки.



Рис.1.8. Моноблок розливу алкогольних напоїв у скло пляшку моделі VXGF 18-18-6

Моноблок розливу газованої (негазованої) води моделі XGF (DXGF) 40-40-12



Рис. 1.9. Моноблок розливу газованої (негазованої) води моделі XGF (DXGF) 40-40-12

Моноблоки серії XGF (DXGF) застосовуються для виконання комплексу операцій із розливу напоїв у пластикові пляшки різного типу. Обладнання

поєднує три основні функції: ополіскування тари, розлив продукту та закупорювання пляшок. Усі технологічні етапи здійснюються в автоматичному режимі, що гарантує високу продуктивність і стабільну якість готової продукції. Керування машиною реалізується через сучасний програмований контролер, який забезпечує точну координацію роботи всіх вузлів і оперативне реагування на зміни в процесі розливу.

На рисунку 1.9 наведено загальний вигляд моноблоку розливу газованої та негазованої води XGF (DXGF) 40–40–12.

Технічні характеристики моделі передбачають високу продуктивність залежно від об'єму тари. При розливі у пляшки об'ємом 0,5 літра продуктивність становить від 15 000 до 18 000 пляшок на годину. Для пляшок об'ємом 1,5 літра продуктивність складає від 8000 до 9000 одиниць за годину, а для тари об'ємом 2 літри — до 7000 пляшок на годину.

Моноблок обладнаний 40 головками для ополіскування, 40 наливними головками та 12 головками для закупорювання. Робочий тиск води під час ополіскування перебуває у межах від 0,2 до 0,3 мегапаскала, що забезпечує ефективне очищення тари перед наповненням.

Живлення машини здійснюється від електромережі напругою 380 вольт із частотою 50 або 60 герц. Встановлена електрична потужність складає 7,5 кіловата. Загальна вага обладнання становить 5000 кілограмів. Габаритні розміри машини складають 4000 міліметрів у довжину, 3000 міліметрів у ширину і 2500 міліметрів у висоту.

Конструкція моноблоку орієнтована на тривалу експлуатацію та мінімізацію втручання оператора у виробничий процес. Частини машини, що контактують із продуктом, виготовлені з харчової нержавіючої сталі, що гарантує дотримання вимог безпеки харчового виробництва.

Моноблок XGF (DXGF) 40–40–12 ідеально підходить для підприємств із великим обсягом виробництва, що прагнуть забезпечити високу ефективність

розливних процесів при збереженні якості продукції та гігієнічності виробничого середовища.

Моноблок розливу газованої (негазованої) води моделі DXGF (XGF) 60–60–15



Рис.1.10. – Моноблок розливу газованої (негазованої) води моделі DXGF (XGF) 60–60–15

Подача пляшок у моноблок розливу DXGF (XGF) 60–60–15 здійснюється за допомогою повітряного конвеєра, що забезпечує плавне і дбайливе транспортування тари. Усередині машини переміщення пляшок виконується захватами, які фіксують пляшку за горло. Така конструкція мінімізує ризик механічних пошкоджень тари і значно полегшує переналадження обладнання при переході на інший тип або розмір пляшки.

На рисунку 1.10 представлено зовнішній вигляд моноблока розливу газованої та негазованої води моделі DXGF (XGF) 60–60–15.

Моноблок має компактну і продуману конструкцію, що забезпечує зручність в експлуатації та обслуговуванні. Високий рівень автоматизації дозволяє мінімізувати участь оператора у виробничому процесі. Загальний привід машини гарантує синхронну роботу всіх основних вузлів, що підвищує надійність і ефективність обладнання.

Усі елементи, які безпосередньо контактують із продуктом, виготовлені з харчової нержавіючої сталі високої якості, що відповідає

вимогам до матеріалів у харчовій промисловості. Наявність зовнішньої захисної огорожі та герметичного піддону під час експлуатації забезпечує чистоту виробничої зони та збільшує санітарну безпеку процесу.

Моноблок передбачає пряму передачу пляшок від зони розливу до зони закупорювання. Це дозволяє суттєво скоротити час контакту продукту з повітрям, що особливо важливо для збереження якості напоїв, чутливих до окислення.

Керування моноблоком, налаштування режимів роботи та параметрів розливу здійснюються автоматично за допомогою програмованого контролера компанії Mitsubishi. Це забезпечує просте та інтуїтивно зрозуміле управління всіма технологічними процесами.

Основні технічні характеристики моделі DXGF (XGF) 60–60–15 такі. При розливі у пляшки об'ємом 0,5 літра продуктивність машини складає до 18 000 пляшок на годину. Для пляшок об'ємом 1,5 літра продуктивність досягає 15 000 одиниць за годину, а для пляшок об'ємом 2 літри — до 12 000 одиниць за годину. Моноблок оснащений 60 головками для ополіскування, 60 головками для наливу та 15 головками для закупорювання. Робочий тиск води в системі ополіскування становить від 0,2 до 0,3 мегапаскаля.

Моноблок DXGF (XGF) 60–60–15 ідеально підходить для високопродуктивних виробничих ліній і забезпечує оптимальне поєднання ефективності, якості розливу та надійності в умовах серійного або масового виробництва напоїв.

Моноблок для розливу пива моделі BGF 18/6



Рис.1.11. Моноблок для розливу пива моделі BGF 18/6

Моноблок BGF 18/6 вирізняється високим рівнем автоматизації процесів, що дозволяє значно спростити виробничий цикл і зменшити потребу у втручанні оператора. Завдяки своїй компактній конструкції та середньому рівню продуктивності, що складає близько 2500 пляшок на годину, машина є оптимальним вибором для підприємств із малими або середніми обсягами виробництва.

На рисунку 1.11 наведено загальний вигляд моноблока для розливу пива BGF 18/6.

Технічні характеристики моделі передбачають продуктивність у межах від 2000 до 3000 пляшок за годину, залежно від умов експлуатації та характеристик напою. Машина оснащена 18 головками для наливу та 6 головками для закупорювання тари. Живлення здійснюється від трифазної електричної мережі з напругою 380 вольт і частотою 50 герц. Встановлена електрична потужність складає 1,5 кіловата, що забезпечує економічне енергоспоживання при стабільній роботі обладнання.

Моноблок BGF 18/6 розроблений спеціально для розливу пива, але за необхідності може бути адаптований для роботи і з іншими видами напоїв, що розливаються у скляні пляшки. Компактність обладнання дозволяє легко інтегрувати його у виробничі лінії з обмеженим простором, а високий

ступінь автоматизації сприяє зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної ефективності виробництва.

Моноблок розливу пива моделі BGF 24–24–8



Рис.1.12. Моноблок для розливу пива моделі BGF 24–24–8

Моноблок BGF 24–24–8 являє собою триблочну машину для автоматизованого розливу пива у скляні пляшки. Конструкція обладнання об'єднує три основні вузли: блок ополіскування тари, блок розливу напою та блок закупорювання пляшок. Машина розроблена для забезпечення високого рівня продуктивності та повної автоматизації всіх основних операцій.

На рисунку 1.12 представлено зовнішній вигляд моноблока для розливу пива моделі BGF 24–24–8.

Управління всіма процесами здійснюється за допомогою сучасного програмованого контролера, що дозволяє оперативно налаштовувати параметри роботи машини та контролювати її стан у режимі реального часу. Всі основні електронні компоненти виготовлені провідними японськими та європейськими виробниками, що гарантує високу надійність, довговічність та точність функціонування обладнання.

Технічні характеристики моделі BGF 24–24–8 включають продуктивність до 4500 пляшок на годину. Машина працює з пляшками висотою від 170 до 320 міліметрів і шириною від 50 до 100 міліметрів, що дозволяє використовувати обладнання для фасування пива у тару різного типорозміру. Живлення здійснюється від трифазної електричної мережі напругою 380 вольт при частоті 50 герц. Встановлена потужність машини складає 4 кіловати.

Габаритні розміри моноблока становлять 3100 міліметрів у довжину, 2100 міліметрів у ширину та 2650 міліметрів у висоту. Такі розміри забезпечують зручність розміщення обладнання у виробничих цехах і дозволяють інтегрувати його у діючі виробничі лінії.

Моноблок BGF 24–24–8 є ефективним рішенням для підприємств, що прагнуть забезпечити високу якість розливу пива при оптимізації витрат на обслуговування і мінімізації людського фактору в технологічному процесі.

Триблок (моноблок) розливу газованих напоїв модельної серії DXGF



Рис.1.13. Моноблок для розливу газованих напоїв модельної серії DXGF

Триблоки серії DXGF, які постачає компанія під торговою маркою VodograyMachine, мають широкий спектр застосування у харчовій промисловості. Обладнання цієї серії спеціально розроблене для ефективного

розливу різних видів напоїв, включаючи мінеральну та столову воду, сиропи, підсолоджені напої та квас.

На рисунку 1.13 представлено загальний вигляд моноблока для розливу газованих напоїв серії DXGF.

Підбір моделі моноблока завжди здійснюється індивідуально для кожного замовника. При виборі враховуються необхідна гарантована продуктивність та технічне завдання, що дозволяє максимально адаптувати обладнання до умов конкретного виробництва. Такий підхід забезпечує оптимальну ефективність роботи і дозволяє досягати високих показників якості фасованої продукції.

Усі комплектуючі, що використовуються при виготовленні триблоків, постачаються виключно від провідних світових виробників пневматичних та електричних систем. Це забезпечує високу надійність, довговічність і стабільність роботи обладнання. Зокрема, для керування процесами розливу застосовуються частотні регулятори компанії Mitsubishi Electric, що гарантують точність налаштувань і плавність роботи всіх механізмів.

Використання сучасних технологічних рішень та якісних комплектуючих дозволяє триблокам серії DXGF задовольняти найвищі вимоги харчової промисловості і забезпечувати стабільну продуктивність у режимі серійного або масового виробництва напоїв.

Висновок до розділу

У ході аналізу обладнання для розливу напоїв було розглянуто конструктивні особливості та технічні характеристики моноблоків і триблоків серій DXGF, XGF, BGF та VXGF, які використовуються у харчовій промисловості для розливу води, безалкогольних та алкогольних напоїв.

Дослідження показало, що сучасні розливні машини поєднують в собі кілька технологічних процесів: ополіскування тари, її наповнення та закупорювання. Це дозволяє значно скоротити виробничий цикл і підвищити ефективність виробництва. Завдяки автоматизації управління на базі

програмованих контролерів провідних світових виробників (зокрема Mitsubishi Electric, Siemens), обладнання забезпечує високу надійність, точність процесів та мінімальне залучення ручної праці.

Конструктивні рішення, такі як використання захватів за горло пляшки, пряме передавання тари між вузлами, системи герметизації і централізованого змащування, дозволяють мінімізувати ризик пошкодження тари та забезпечити гігієнічність процесів. Усі частини машин, що контактують з продуктом, виготовляються з високоякісної харчової нержавіючої сталі SUS 304, що відповідає сучасним вимогам безпеки харчового виробництва.

Окрему увагу приділено адаптивності обладнання: машини легко переналаштовуються під пляшки різних розмірів та видів закупорювання, що робить їх універсальними рішеннями для підприємств з різною спеціалізацією і масштабами виробництва.

Таким чином, вибір триблоків і моноблоків серій DXGF, XGF, BGF та VXGF є технічно обґрунтованим для модернізації або побудови сучасних розливних ліній. Це обладнання забезпечує високу продуктивність, надійність, економічність і відповідає актуальним вимогам якості у галузі розливу напоїв.

2. Техніко – економічне та соціальне обґрунтування

У цьому розділі здійснюється техніко-економічне та соціальне обґрунтування модернізації машини для розливу пива. Вдосконалення розливного обладнання має значний вплив на технічні, економічні та соціальні аспекти діяльності підприємства. У межах розділу розглянуто технічні особливості модернізації, оцінено її економічну доцільність, а також проаналізовано соціальні переваги впровадження сучасних технологій.

Техніко-економічне обґрунтування модернізації

Модернізація обладнання розливу пива є важливим кроком для підвищення конкурентоспроможності виробництва та його стійкості на ринку. Основні чинники, що обґрунтовують необхідність удосконалення, включають технологічний прогрес, підвищення вимог споживачів до якості продукції, зменшення виробничих витрат і покращення економічних результатів діяльності підприємства.

Впровадження передових технологій дозволяє істотно підвищити продуктивність і ефективність виробництва. Автоматизація процесів, удосконалення систем контролю якості та застосування енергоефективних рішень сприяють зменшенню витрат часу, енергії та сировини. У результаті підприємство має можливість знизити собівартість продукції та підвищити свою економічну ефективність.

Зміни ринкових умов і зростання вимог споживачів також диктують необхідність модернізації. Висока якість напоїв, стабільність характеристик продукції, відповідність сучасним стандартам — усе це є ключовими факторами для успішної конкуренції на ринку. Модернізоване обладнання забезпечує високу точність розливу, запобігає забрудненням і гарантує стабільну якість кожної партії пива.

Ще одним важливим аспектом є оптимізація використання ресурсів. Використання енергоощадних технологій та ефективних систем управління процесами сприяє скороченню споживання енергії, води та сировини. Це дозволяє зменшити операційні витрати, позитивно впливає на фінансові показники підприємства та знижує екологічне навантаження на довкілля.

Таким чином, модернізація обладнання розливу пива сприяє підвищенню продуктивності, зниженню виробничих витрат, забезпеченню стабільної якості продукції та укріпленню конкурентних позицій підприємства.

Соціальне обґрунтування модернізації

Модернізація обладнання розливу пива має не лише економічне, а й значне соціальне значення. Вона позитивно впливає на якість життя працівників, розвиток соціальної сфери та підтримку культурних традицій.

Впровадження сучасних автоматизованих систем сприяє покращенню умов праці. Завдяки зменшенню фізичного навантаження та мінімізації небезпечних виробничих операцій працівники отримують можливість працювати у безпечніших і комфортніших умовах. Автоматизація також сприяє професійному зростанню персоналу, оскільки вимагає нових навичок в обслуговуванні і налаштуванні сучасної техніки.

Крім того, модернізація сприяє покращенню якості продукції, що напряду впливає на рівень задоволення споживачів. Пиво, виготовлене за допомогою сучасних технологій, має кращі смакові характеристики, аромат і стабільну якість, що позитивно позначається на іміджі виробника.

Важливо відзначити й культурний аспект. Пиво є частиною історичних і гастрономічних традицій багатьох країн, тому впровадження нових технологій розливу сприяє збереженню автентичності продукту при одночасному покращенні його якості. Це сприяє розвитку туристичної привабливості регіонів та зміцненню культурних зв'язків.

Отже, модернізація обладнання розливу пива має позитивний вплив як на виробничі показники підприємства, так і на соціальні процеси в суспільстві, створюючи додаткову вартість не лише у вигляді продукту, але й у розвитку людського капіталу та збереженні культурної спадщини.

У цьому розділі було проведено техніко-економічне та соціальне обґрунтування модернізації машини для розливу пива. Аналіз показав, що впровадження новітніх технологій дозволяє покращити технічні характеристики обладнання, знизити виробничі витрати, підвищити якість продукції та забезпечити зростання економічної ефективності підприємства. Окрім того, модернізація сприяє покращенню умов праці, розвитку професійних навичок працівників та підтримці культурних традицій пивоваріння. Усі ці фактори обґрунтовують доцільність і необхідність модернізації машини для розливу пива в сучасних умовах виробництва.

3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту

Види сировини для виробництва пива

Основними видами сировини, що використовуються у виробництві пива, є ячмінь, ячмінний солод, несолоджені зернові культури, хміль, пивні дріжджі та вода. Кожен з цих компонентів має специфічне технологічне значення і відіграє визначальну роль у формуванні якості кінцевого продукту.

Ячмінь є традиційною зерною культурою для виробництва солоду, оскільки має високу ферментативну активність і оптимальний склад вуглеводів та білків. Зерно пророщують у спеціальних умовах, після чого висушують для збереження ферментативної активності — так утворюється солод. Несолоджені зернові культури, такі як кукурудза або рис, іноді додаються до рецептури для регулювання смакових властивостей та зниження витрат виробництва.

Хміль, що використовується в пивоварінні, забезпечує напою характерну гіркоту, сприяє ароматизації і підвищує стійкість продукту до мікробного псування. Пивні дріжджі відповідають за процес бродіння сусла, перетворюючи цукри на алкоголь та вуглекислий газ.

Вода, що складає до 90–95% складу готового пива, має вирішальне значення для його якості та смаку. Саме особливості мінерального складу води багато в чому визначають тип пива, яке можна виробити у конкретному регіоні.

Значення води у процесі виробництва пива

Вода є базовою сировиною у пивоварінні, тому її якість безпосередньо впливає на кінцеві властивості напою. Вода повинна мати нейтральний запах та смак, не містити надлишку заліза, марганцю та інших шкідливих домішок. У деяких випадках воду спеціально обробляють, змінюючи її мінеральний склад для оптимізації процесів затирання, бродіння та дозрівання.

Важливою характеристикою води для пивоваріння є її твердість, яка визначає вміст солей кальцію та магнію. Наприклад, для виробництва лагера потрібна м'яка вода, тоді як для елів і темного пива оптимальною є вода середньої або підвищеної жорсткості.

Основні технологічні процеси у виробництві пива

Процес виготовлення пива поділяється на кілька етапів, кожен з яких має важливе технологічне значення. Основними стадіями є:

1. підготовка солоду та подрібнення зерна.
2. затирання — ферментативне розщеплення крохмалю та білків.
3. фільтрація затору та отримання сусла.
4. кип'ятіння сусла з додаванням хмелю.
5. охолодження сусла і підготовка до бродіння.
6. основне бродіння сусла.
7. дозрівання пива.
8. фільтрація готового продукту і розлив у споживчу тару.

Кожен із зазначених етапів здійснюється з урахуванням суворих технологічних параметрів для забезпечення стабільної якості продукції.

Ферментативний гідроліз крохмалю

У процесі затирання під впливом ферментів солоду відбувається ферментативний гідроліз крохмалю. Під дією α -амілази та β -амілази складні молекули крохмалю розщеплюються на мальтозу, декстрини та глюкозу. Це забезпечує отримання сусла з високим вмістом цукрів, придатних для подальшого зброджування дріжджами.

Рівень розщеплення крохмалю контролюється зміною температури затору на певних технологічних паузах. Завдяки цьому можна регулювати профіль цукрів у суслі та відповідно формувати характеристики готового пива.

Ферментативний гідроліз білків

Білкові сполуки солоду також зазнають ферментативного гідролізу. Під дією протеолітичних ферментів великі молекули білків розщеплюються на амінокислоти та короткі пептиди. Ці продукти гідролізу є необхідними поживними речовинами для розвитку дріжджових клітин під час бродіння.

Крім того, білкові компоненти впливають на стабільність піни та смакові властивості готового пива. Правильне балансування протеолітичної активності є важливою умовою для досягнення високої якості напою.

Способи затирання

У пивоварінні застосовують два основні способи затирання: настійний та відварний. Настійний метод передбачає поступове нагрівання всього об'єму затору до необхідних температурних пауз без його видалення. Це найпоширеніший метод при виробництві лагера.

Відварний спосіб полягає у відборі частини затору, кип'ятінні його та поверненні назад у загальну масу для підвищення температури. Він забезпечує глибшу розщепленість складових частин затору і використовується для виготовлення більш насичених сортів пива.

Процес бродіння сусла

Після охолодження сусла його засівають дріжджами. Основне бродіння триває 5–10 днів залежно від типу пива. Дріжджі перетворюють цукри на етиловий спирт і вуглекислий газ у результаті анаеробного процесу — спиртового бродіння.

В ході бродіння також утворюються ароматичні сполуки, які формують характерний букет пива. Температурний режим і вид дріжджів визначають особливості цього процесу і тип кінцевого продукту.

Роль дріжджів у виробництві пива

Пивні дріжджі не тільки відповідають за спиртове бродіння, але й впливають на смакові, ароматичні та навіть візуальні властивості напою. Вони здатні синтезувати вторинні метаболіти, що надають пиву характерні фруктові, пряні або ефірні ноти.

Ретельний підбір культури дріжджів є запорукою отримання стабільного та якісного продукту.

Дозрівання та фільтрація пива

Після завершення основного бродіння пиво переходить у стадію дозрівання. У цей період відбувається осадження дріжджів і залишкових продуктів бродіння, відбувається стабілізація смакових властивостей і формування повного аромату пива.

Фільтрація є важливим етапом, що забезпечує прозорість напою, усуває зайві дріжджові клітини та покращує товарний вигляд продукції.

Властивості пива за помірною споживання

Пиво містить амінокислоти, вітаміни групи В, мінеральні речовини та антиоксиданти. Помірне споживання якісного пива може позитивно впливати на обмін речовин, сприяти зміцненню серцево-судинної системи та поліпшенню настрою.

Водночас надмірне споживання алкогольних напоїв має негативні наслідки, тому важливо дотримуватись помірності.

Методи оцінки якості пива

Оцінювання якості пива здійснюється шляхом фізико-хімічного, мікробіологічного та органолептичного аналізу. Визначають вміст алкоголю, екстрактивність, кислотність, кількість вуглекислого газу, мікробну чистоту та прозорість.

Органолептичні методи дають змогу оцінити аромат, смак, колір і піноутворення, що мають визначальне значення для комерційної привабливості продукту.

Стійкість пива і причини його помутніння

Стійкість пива визначається його здатністю зберігати прозорість, аромат і смак протягом терміну придатності. Основними видами помутніння є фізико-хімічне (випадання білково-поліфенольних комплексів) та мікробіологічне (розвиток бактерій або дріжджів).

Стабілізація пива включає застосування охолодження, фільтрації та інших методів для збереження його якості протягом усього терміну зберігання.

Органолептична оцінка та дегустація

Органолептична оцінка пива включає визначення зовнішнього вигляду, аромату, смаку та післясмаку. Дегустація проводиться за встановленими стандартами, що дозволяє об'єктивно оцінити відповідність продукції до вимог нормативної документації.

4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання

Обґрунтування вибору варіанту модернізації розливного пристрою автомату розливу пива у скляні пляшки

У процесі проведення літературного та патентного пошуку були вивчені існуючі технічні рішення щодо розливу пива у скляну тару. На основі аналізу сучасних технологій було прийнято рішення про модернізацію конструкції розливного пристрою, з акцентом на впровадження принципу «закритого» розливу та мінімізацію утворення піни в робочому середовищі виробничих приміщень.

Запропонована модернізація дозволяє значно знизити втрати продукції, а також забезпечує можливість використання менш потужного витяжного обладнання. Крім того, удосконалення сприяє підвищенню точності фасування напою у пляшки за рахунок оптимізації технологічного процесу.

Основна концепція запропонованої модернізації полягає у забезпеченні можливості об'ємного контролю процесу розливу. На відміну від традиційних методів, де рідина безпосередньо потрапляє у пляшку, у вдосконаленій конструкції продукт спочатку надходить до спеціальної мірної склянки. Наповнення тари відбувається тільки після досягнення заданого об'єму в склянці.

Такий підхід забезпечує високу точність дозування, особливо у випадках, коли пиво під час розливу має тенденцію до піноутворення. Навіть у разі утворення піни в мірній склянці, з часом вона переходить у рідку фазу, що дозволяє повністю компенсувати об'ємні втрати напою та забезпечити стабільність розливу.

Додатково конструкція модернізованого пристрою передбачає встановлення водяної сорочки навколо витратного резервуара. У цій сорочці циркулюватиме сольовий розчин, що забезпечить ефективне охолодження продукту перед розливом. Завдяки цьому вдасться зменшити утворення піни і зберегти органолептичні властивості напою.

Для точного вимірювання об'єму продукту запропоновано використання мірного стакана, який буде автоматично наповнюватися до заданого рівня перед кожним циклом розливу у скляну тару.

Будова та принцип дії модернізованого обладнання

Конструктивно модернізований пристрій складається з витратного резервуара 1, по окружності якого змонтовані дозатори 2. Подача і зняття тари відбувається за допомогою підйомно-опускних столиків 3 та зірочок, що подають 4 і знімають 5 пляшки у відповідні зони.

Дозатор виконано у вигляді мірної склянки 6, яка у верхній частині обладнана повітряно-відвідною трубкою 7 та капілярною трубкою 8. Обидві трубки з'єднані з порожниною витратного резервуара через керовані крани 9, які заблоковані наповнювальним клапаном 10.

У нижній частині дозатора розташований випускний клапан 11 та зливна трубка 12 із розширенням 13 у середній її частині. Така конструкція забезпечує рівномірне та контрольоване заповнення мірної склянки і подальше безперебійне наповнення скляної пляшки.

Схематичне зображення модернізованого розливного пристрою наведено на рисунку 4.1.

Запропоновані технічні рішення дозволяють підвищити точність розливу, зменшити вплив піноутворення, мінімізувати втрати продукту, а також покращити санітарно-гігієнічні умови роботи обладнання у виробничому цеху. Конструкція запропонованого розливного пристрою наведено на рисунку 4.1.

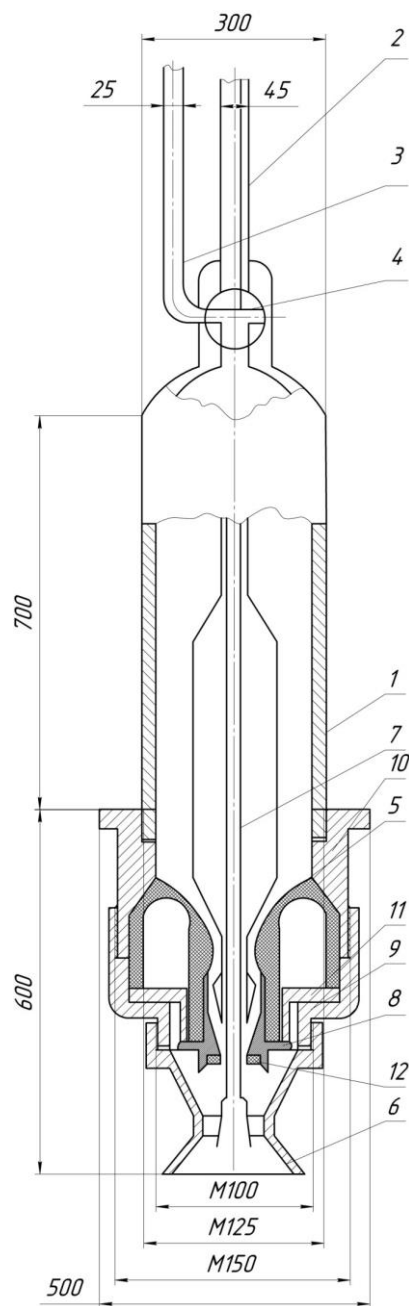


Рисунок 4.1. – Модернізований пристрій розливу з мірним стаканом

5. Підбір конструкційних матеріалів

У харчовому машинобудуванні вибір матеріалів для виготовлення обладнання є важливим етапом проектування. Він визначається низкою факторів, серед яких особливе місце займають безпечність при контакті з харчовими продуктами, економічність, надійність у експлуатації, стійкість до корозії та сумісність із харчовими середовищами.

Матеріали, що використовуються для виготовлення вузлів і деталей розливного обладнання, повинні бути безпечними для харчового використання. Вони не мають виділяти шкідливих речовин, впливати на смакові властивості продукції або руйнувати поживні компоненти пива, такі як вітаміни та мінерали.

Одним із критичних критеріїв вибору є корозійна стійкість. Харчові середовища часто містять агресивні органічні сполуки або мають слабокислі чи слаболужні властивості. Відповідно, матеріали для таких умов повинні бути стійкими до хімічного впливу протягом тривалого часу експлуатації.

Надійність і довговічність також мають важливе значення. Багато елементів розливних машин працюють під навантаженням або перебувають у постійному русі, тому вони повинні бути зносостійкими та міцними. Зношування деталей спостерігається переважно в зонах максимальних швидкостей руху продукту або механічних вузлів, що мають постійний контакт із середовищем.

За зносостійкістю та корозійною стійкістю матеріали поділяються на дві основні групи:

Перша група включає вуглецеві сталі та чавуни, які мають низьку антикорозійну стійкість і швидко піддаються руйнуванню під дією корозійних процесів та мікроударів.

Друга група об'єднує нержавіючі сталі, мідні сплави та алюмінієві матеріали, які мають високу стійкість до корозії і забезпечують тривалий термін служби обладнання.

У виборі конструкційних матеріалів для контактних поверхонь перевага надається висококорозійностійким матеріалам. Найпоширенішим прикладом є сталь марки 12Х18Н10Т відповідно до ГОСТ 5632-72. Вона демонструє високу стійкість до впливу агресивних середовищ і дозволена для застосування в харчовій промисловості органами державного нагляду.

Для виготовлення ущільнювальних елементів, зокрема прокладок, доцільно використовувати пароніт загального призначення марки ПОН 2 за ГОСТ 481-80. Він забезпечує надійну герметизацію та стійкий до дії вологи, температурних коливань та контактів із харчовими продуктами.

Кріпильні елементи — болти, гайки та шайби — рекомендовано виготовляти зі сталі марки 35 за ГОСТ 1759-70. Ця сталь поєднує хороші механічні властивості із задовільною технологічністю та відповідає санітарно-гігієнічним нормам для харчового машинобудування.

Таким чином, підбір матеріалів має безпосередній вплив на якість кінцевої продукції, довговічність роботи обладнання та його безпечність при експлуатації в харчовому середовищі. Важливо, щоб усі матеріали відповідали діючим нормативним документам і були дозволені для застосування у виробництві харчових продуктів.

Перелік матеріалів, використаних в апараті та дозволених органами Держнагляду:

Сталь вуглецева звичайної якості марок Ст 3сп, ВСт 3кп, ВСт 3сп, відповідно до стандарту ДСТУ 2651-94.

Дозволи Міністерства охорони здоров'я України:

- 126-14/1040-3 від 30.11.1973 року,
- 126-14/1154-3 від 17.05.1971 року,
- 123-14/1460-7 від 26.05.1971 року.

Сталь вуглецева якісна конструкційна марок 35 та 45, відповідно до ГОСТ 1050-82.

Дозволи МОЗ України:

- 123-12/328-7 від 07.08.1979 року,
- 08С/Б-7-450 від 05.04.1962 року,
- 08С/Б-7-128 від 18.07.1963 року.

Сталь високолегована та корозійностійка марки 12Х18Н10Т, відповідно до ГОСТ 5632-72.

Дозволи МОЗ України:

- 126-14/1461-3 від 16.09.1967 року,
- 08С/Б-7-128 від 18.07.1963 року,
- 123-14/297-7 від 29.01.1976 року.

Вибір конструкційних матеріалів у кожному окремому випадку здійснюється на основі комплексної оцінки технологічних умов експлуатації, санітарно-гігієнічних вимог та техніко-економічних міркувань.

У закордонній практиці харчового машинобудування також приділяється велика увага вибору конструкційних матеріалів для виробництва обладнання, що контактує з харчовими продуктами. Відбір матеріалів базується на аналогічних принципах — безпечність для здоров'я, корозійна стійкість, довговічність та відповідність санітарно-гігієнічним нормам.

Найбільш поширеним матеріалом у європейських, американських та азійських зразках харчового обладнання є нержавіюча сталь марки AISI 304 або її аналоги за міжнародними стандартами ASTM та EN. Ця сталь має високу стійкість до корозії в умовах впливу водяних розчинів кислот, солей і слабких лугів, що робить її ідеальною для виробництва резервуарів, трубопроводів та арматури.

Для особливо відповідальних елементів, що зазнають значних навантажень або контактують із більш агресивними середовищами

(наприклад, концентрованими розчинами миючих засобів), застосовується сталь AISI 316. Завдяки додаванню молібдену вона має ще вищу корозійну стійкість порівняно з AISI 304.

У місцях з підвищеним механічним зносом (наприклад, частини насосів, рухомі вузли) часто використовуються спеціальні сплави на основі бронзи, латуні або високоміцні полімерні матеріали, що мають сертифікацію FDA (США) або відповідність європейському стандарту EC 1935/2004.

Ущільнювальні елементи, такі як прокладки, манжети і сальники, виготовляються із харчових сортів силікону, EPDM (етилен-пропілен-дієновий каучук) або PTFE (політетрафторетилен, тефлон). Ці матеріали мають високу хімічну інертність, термостійкість та тривалий термін служби в агресивних середовищах.

Кріпильні вироби (болти, гайки, шайби) у європейському обладнанні зазвичай також виготовляються із нержавіючої сталі AISI 304 або AISI 316, що гарантує повну відповідність гігієнічним нормам та стійкість до корозії навіть у найскладніших умовах експлуатації.

Важливо відзначити, що закордонні виробники суворо дотримуються міжнародних норм безпеки для матеріалів, що контактують з харчовими продуктами. Зокрема, вся продукція повинна відповідати стандартам:

FDA (Food and Drug Administration) — у США;

EC 1935/2004 та EN 10088 — у країнах Європейського Союзу;

ISO 22000 — у рамках системи менеджменту безпеки харчових продуктів.

Таким чином, підбір конструкційних матеріалів у закордонних зразках обладнання здійснюється на основі високих стандартів безпеки, надійності та довговічності. Використання нержавіючих сталей високих марок, сертифікованих полімерів і спеціальних сплавів забезпечує тривалий термін експлуатації обладнання, збереження якості харчових продуктів і дотримання вимог міжнародного законодавства.

6. Розрахункова частина

6.1. Технологічний розрахунок

Для розрахунку згідно завдання приймаємо автомат розливу продуктивністю $\Pi = 80000$ пл. на год. Ємкість пляшки – 0,5 л. к-сть наповнювачів $z = 100$ шт. Вирахуємо тривалість обертання каруселі (в сек.) за формулою [1 ст.136]

$$\tau_{заг} = \frac{z \cdot 3600}{\Pi} = \frac{100 \cdot 3600}{80000} = 4,5 \quad (6.1)$$

де $z = 100$ – це к-сть наповнювачів, шт.;

$\Pi = 80000$ – це продуктивність автомату, пл./год.

Частота обертання каруселі в об/хв. Становить

$$n = \frac{\Pi}{60} = \frac{80000}{60} = 17,7 \quad (6.2)$$

Діаметр (d) кола по центрах підіймальних столиків, (в мм) при кроці підіймальних столиків $t = 110$ мм становить по [1 ст.135]

$$D = t \cdot \frac{Z_{заг}}{\pi} = 110 \cdot \frac{100}{3,14} = 3503 \quad (6.3)$$

де: $t = 110$ мм – це крок підіймальних столиків

Вирахуємо модуль каруселі автомату по [1 ст.135]

$$M = \frac{D}{Z_{заг}} = \frac{3503}{100} = 35 \quad (6.4)$$

де: D – це Діаметр (d) по центрах підіймальних столиків, мм

Вирахуємо швидкість витікання рідини в м/с, яка витікає через одну наповнювальну трубку по [1 ст.135]

$$g = \mu \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho}} \quad (6.5)$$

де $\mu = 0,6$ – це коеф-т витрати;

$p = 1619$ Па – це тиск в системі;

$\rho = 1019$ – це густина пива при $t = 5$ °С по [1 ст.182]

$d_1 = 0,017$ м – це Діаметр (d) горловини пляшки;

$d_2 = 0,012$ м – це Діаметр (d) конуса

Вирахуємо витрати рідини в м³/с, яка проходить через наповню вальну трубку в м³/с.

Вирахуємо площу перерізу наповню вального каналу в м²

$$F_{\text{сеп}} = F_1 \cdot F_2 \quad (6.6)$$

де:

$$F_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,017^2}{4} = 0,00023$$

$$F_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,012^2}{4} = 0,000113$$

$$F_{\text{сеп}} = 0,00023 \cdot 0,000113 = 0,000117 \text{ м}$$

$$g_{\text{сеп}} = 0,6 \sqrt{\frac{2 \cdot 1619}{1019}} = 1,07 \text{ м/с}$$

Вирахуємо витрату рідини в м³/с по формулі [1 ст.134]

$$V_c = g_{\text{сеп}} \cdot F_{\text{сеп}} \quad (6.7)$$

$$V_c = 1,07 \cdot 0,000117 = 0,000125$$

Вирахуємо тривалість наповнення однієї пляшки в с

$$\tau_u = \frac{0,0005}{0,000125} = 4$$

Тривалість основних операцій процесу наповнення пляшки в с.

Для розрахунку кількості підйомних столиків турнікетної групи необхідно врахувати час, що витрачається на виконання основних операцій при розливі однієї пляшки.

Послідовність та тривалість операцій:

- 1) Проходження турнікету – 1 с.

- 2) Підйом пляшки – 0,4 с.
- 3) Відкриття газового клапану – 0,25 с.
- 4) Наповнення газом – 0,2 с.
- 5) Відкриття рідинного клапану – 0,25 с.
- 6) Наповнення рідиною – 1,5 с.
- 7) Закриття клапанів – 0,2 с.
- 8) Дроселювання – 0,2 с.
- 9) Спуск пляшки – 0,5 с.

Вирахуємо кути повороту каруселі, які відповідають тривалості операцій по формулі:

$$\alpha = \frac{360 \cdot t}{\tau_{заг}} \quad (6.8)$$

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot 1}{4,5} = 80^0$$

$$\alpha_2 = \frac{360 \cdot 0,4}{4,5} = 32^0$$

$$\alpha_3 = \frac{360 \cdot 0,25}{4,5} = 20^0$$

$$\alpha_4 = \frac{360 \cdot 0,2}{4,5} = 16^0$$

$$\alpha_5 = \frac{360 \cdot 0,25}{4,5} = 20^0$$

$$\alpha_6 = \frac{360 \cdot 1,5}{4,5} = 120^0$$

$$\alpha_7 = \frac{360 \cdot 0,2}{4,5} = 16^0$$

$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot 0,2}{4,5} = 16^0$$

$$\alpha_9 = \frac{360 \cdot 0,5}{4,5} = 40^0$$

Вигляд циклограми роботи автомата розливу для пляшок об'ємом 0,5л

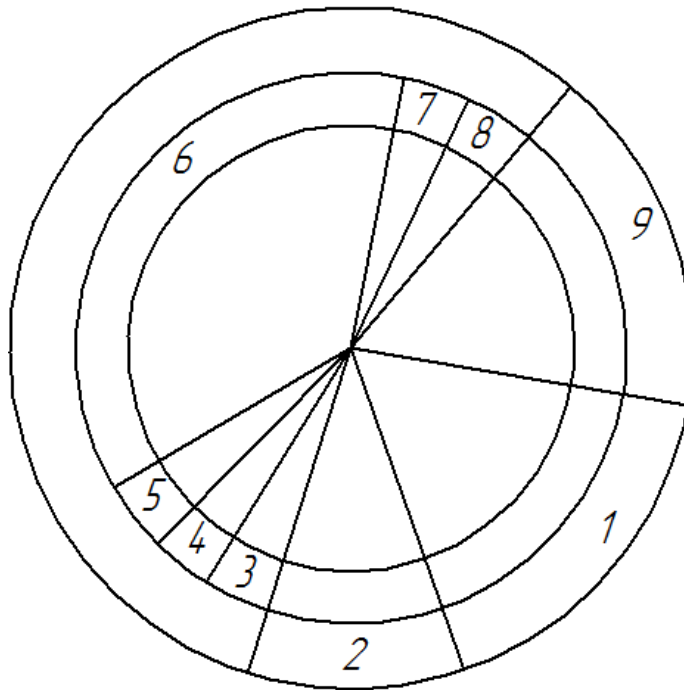


Рисунок 6.1.

1. секція: проходження турнікету
2. секція: підйом пляшки
3. секція: відкриття газового клапану
4. секція: наповнення газом
5. секція: відкриття рідинного клапану
6. секція: наповнення рідиною
7. секція: закриття клапанів
8. секція: дроселювання
9. секція: спуск пляшки

6.2. Енергетичний розрахунок

Автомат розливу пива у скляні пляшки складається з основних механізмів, які забезпечують безперервність технологічного процесу та синхронізацію операцій. До складу обладнання входять наступні елементи:

- ділильний шнек,
- завантажувальна зірочка,
- розвантажувальна зірочка,
- карусельний механізм,

Визначаємо потужність $N_{д.ш}$, що споживається ділильним шнеком по [2 ст.198] в кВт

$$N_{д.ш} = P_{ш} \cdot g_{ш} \quad (6.9)$$

де: $P_{ш}$ – це сила опору переміщенню пляшки відносно осі шнека Н.

$g_{ш}$ – це швидкість переміщення пляшки шнеком.

Вирахуємо силу опору переміщенню пляшки відносно осі шнека по формулі [2 ст.199]

$$P_{ш} = a \cdot G_{пл} \cdot f_t \cdot g \quad (6.10)$$

де: $a = 4$ – це к-сть пляшок, які одночасно переміщуються шнеком;

$G_{пл} = 0,485 \text{ кг} = 4,85 \text{ Н}$ – це вага порожньої пляшки,;

$f_t = (0,15 - 0,35)$ – це коеф-т тертя ковзання поверхні пляшки по поверхні конвеєра;

$$P_{ш} = 4 \cdot 0,485 \cdot 0,25 \cdot 9,81 = 4,76 \text{ Н}$$

Швидкість переміщення пляшок шнеком в м/с Вирахуємо по [2 ст.199]

$$g_{ш} = t \cdot \Pi_{ш} \quad (6.11)$$

де: $t = 0,072 \text{ м}$ – це крок шнека;

$\Pi_{ш}$ – це частота обертання шнека по [2 ст.199]

$$\Pi_{ш} = \frac{\Pi}{g_{ш}} = \frac{200}{60} = 3,3 \text{ об/с} \quad (6.12)$$

де: $\Pi = 80000 \text{ пл/год; } 133 \text{ пл/хв.; } 22 \text{ пл/с.}$ – це продуктивність автомату

$$g_{ш} = 0,072 \cdot 22 = 1,5 \text{ пл/с}$$

Отримане значення підставляємо в формулу (6.9) та отримуємо :

$$N_{д.ш} = 4,76 \cdot 1,5 = 7,4 \text{ кВт}$$

Вирахуємо потужність, що споживається зірочками по [2 ст.200] в кВт

$$N_3 = M_{\max} \cdot \omega_3 \quad (6.13)$$

де: $M_{\max}$ – це максимальний момент опору обертання зірочки, Н;

ω_3 – це кутова швидкість обертальної зірочки, рад/с

Вирахуємо максимальний момент опору обертання зірочки по [2 ст.200]

$$M_{\max} = b \cdot G_{\Pi} \cdot f_{\tau} \cdot \frac{D_{03}}{2} \quad (6.14)$$

де $b = 4$ – це к–сть пляшок, які одночасно переміщуються зірочкою;

$G_{\Pi 1}$; $G_{\Pi 2}$ – це вага пустої пляшки та вага повної пляшки;

$f_{\tau} = 0,25$ – це коеф–т тертя;

$D_{03} = 0,394$ м – це дільний Діаметр (d) зірочки.

$$M_{\max 1} = 4 \cdot 4,85 \cdot 0,25 \cdot \frac{0,394}{2} = 0,955$$

$$M_{\max 1} = 4 \cdot 9,85 \cdot 0,25 \cdot \frac{0,394}{2} = 1,94$$

Вирахуємо кутову швидкість зірочки по [2 ст.200]

$$\omega_3 = 2 \cdot \pi \cdot \Pi_3 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\Pi}{Z_3} \quad (6.15)$$

де: Π_3 – це частота обертання зірочки в об/хв;

$Z_3 = 8$ – це к–сть зубців зірочки

$$\omega_3 = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{200}{8} = 157 \text{ рад/с}$$

Отримані значення підставляємо в формулу (6.13)

Потужність, що споживається вхідною зірочкою

$$N_{з1} = 0,955 \cdot 157 = 24 \text{ Вт} = 0,024 \text{ кВт}$$

Потужність, що споживається вихідною зірочкою

$$N_{з1} = 1,94 \cdot 157 = 305 \text{ Вт} = 0,305 \text{ кВт}$$

Вирахуємо потужність для обертання каруселі в Вт по [2 ст.200]

$$N_k = M_k \cdot \omega_k \quad (6.16)$$

де: M_k – це момент опору обертання каруселі;

ω_k – це кутова швидкість обертання каруселі, рад/с

Вирахуємо момент опору в Нм по [2 ст.200]

$$M_k = k \cdot \frac{D_n}{d_k} \cdot G_k = \pi \cdot f \cdot D_n \cdot G_k \quad (6.17)$$

де: $k = 0,025$ – це коеф–т тертя;

$D_n = 0,13 \text{ м}$ – це середній Діаметр (d) опорного кулькового підшипника;

$d_k = 22,2 \text{ мм} = 0,022 \text{ м}$ – це Діаметр (d) підшипника;

$G_k = 8293 \text{ Н}$ – це загальна вага каруселі;

f – це умовний коеф–т

$$\omega_k = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{314 \cdot 5}{30} = 0,52 \text{ рад/с} \quad (6.18)$$

Підставляємо отримані значення у формулу (6.17)

$$M_k = 0,025 \cdot \frac{0,13}{0,022} \cdot 8293 = 12251 \text{ Нм}$$

$$N_k = 12251 \cdot 0,53 = 6371 \text{ Вт}$$

Вирахуємо потужність, яка споживається підйомними столиками по формулі [2 ст.201]

$$N_{п.с} = P \cdot \omega_k \cdot \frac{D_{рол}}{2} \quad (6.19)$$

де: P – це сила опору руху роликів, які перекочуються по горизонтальній ділянці, Н;

ω_k – це кутова швидкість обертання каруселі, рад/с;

$D_{\text{рол}}$ – це Діаметр (d) розміщення роликів підйомних столиків.

Вирахуємо силу опору руху роликів по [2 ст.201], кВт

$$P = g_1 (G_1 + G_2) \cdot \frac{2k + f \cdot d}{D} \quad (6.20)$$

де: $g_1 = 28$ ст. – це к–сть приймальних столиків на горизонтальній ділянці копіру, шт.;

$G_1 = 0$ Н – це зусилля стисненої пружини;

$G_2 = 50,1$ Н – це сила ваги штока столика з підшипником, роликом та пляшкою,

$K = 0,001$ – це коеф–т тертя кочення ролика по копіру;

$f = 0,15$ – це умовний коеф–т тертя кочення підшипника;

$d = 0,03$ м – це Діаметр (d) кола по центрам кульок підшипника;

$D = 0,05$ м – це Діаметр (d) ролика.

Тоді :

$$P = 28 (0 + 50,1) \cdot \frac{2 \cdot 0,001 + 0,15 \cdot 0,03}{0,05} = 182,36 \text{ Н}$$

Отримані значення підставляємо в формулу (6.19)

$$N_{\text{п.с}} = 182,36 \cdot 0,52 \cdot \frac{21}{2} = 99,6 = 0,0992 \text{ кВт}$$

Вирахуємо загальну потужність електродвигуна

$$N_{\text{е.д}} = \frac{1}{\eta} \cdot (N_{\text{д.ш}} + N_{\text{з1}} + N_{\text{зг}} + N_{\text{к}} + N_{\text{п.с}}) \quad (6.20)$$

де: $\eta = 0,98$ – це загальний ККД передавальних механізмів,

$$N_{e.d} = \frac{1}{0,98} \cdot (7,4 + 0,024 + 0,305 + 6,37 + 0,0992) = 14,4 \text{ кВт}$$

По каталогу підбираємо електродвигун по [5 ст.190] АИР160S4 потужністю 15 кВт, швидкість обертання

$$n = 1500 \text{ об/хв.}, \eta = 82 \text{ \%}.$$

6.3. Кінематичний розрахунок

Вирахуємо загальне передаточне число приводу за формулою [4 ст.30]

$$U_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_k} = \frac{1500}{5} = 300 \quad (6.21)$$

Приймаємо передаточне число клинопасової передачі $U_k = 2$;
передаточне число зубчатої передачі $U_{3.1} = 3$; $U_{3.2} = 6$; по [4 ст.31].

Вирахуємо передаточне число редуктора з формули:

$$U_{\text{заг}} = U_n \cdot U_p \cdot U_{31} \cdot U_{32} \quad (6.22)$$

Звідки:

$$U_p = \frac{U_{\text{заг}}}{U_n \cdot U_{32} \cdot U_{31}} = \frac{300}{2 \cdot 3 \cdot 6} = 8 \quad (6.23)$$

Приймаємо до встановлення черв'ячний редуктор Ч–80 з передаточним числом 8; з $M_T = 212 \text{ Н/м}$; $\eta = 0,91$ [5 ст.221].

Уточнюємо передаточне число пасової передачі

$$U_n = \frac{U_{\text{заг}}}{U_p \cdot U_{32} \cdot U_{31}} = \frac{300}{12,5 \cdot 3 \cdot 6} = 1,3 \quad (6.24)$$

Вирахуємо частоту обертання валів в об/хв..

Вхідний вал редуктора:

$$n_1 = \frac{n_{\text{дв}}}{U_n} = \frac{1500}{1,3} = 1153 \quad (6.25)$$

Вихідний вал редуктора:

$$n_1 = \frac{n_{дв}}{U_p} = \frac{1153}{8} = 144 \quad (6.26)$$

На вали зубчатої передачі:

$$n_{31} = \frac{144}{3} = 48 \text{ об/хв.}$$

$$n_{32} = \frac{48}{6} = 8 \text{ об/хв.}$$

Вирахуємо потужність на валах в Вт.

Вхідний вал редуктора:

$$P_1 = P \cdot \eta_n = 15000 \cdot 0,98 = 14770 \quad (6.27)$$

$$\text{де } \eta_n = 0,98$$

Вихідний вал редуктора

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_p = 14700 \cdot 0,91 = 13377 \quad (6.28)$$

де: $\eta_p = 0,91$ – ККД редуктора

На валу каруселі:

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_3 = 13377 \cdot 0,94 = 12574 \quad (6.29)$$

де: $\eta_3 = 0,94$ – ККД зубчатої передачі

Вирахуємо крутні моменти на валах (в Нм) [4 ст.18].

$$T = 9,55 \frac{P}{n} = 9,55 \frac{15000}{1500} = 95,5 \quad (6.30)$$

На валу двигуна

На вхідному валу редуктора

$$T_1 = 9,55 \frac{14700}{720} = 194,9 \text{ Нм}$$

На вихідному валу:

$$T_2 = 9,55 \frac{913377}{90} = 1419 \text{ Нм}$$

На валу каруселі:

$$T_3 = 9,55 \frac{12574}{5} = 24016,3 \text{ Нм}$$

6.4. Конструктивний розрахунок

Розрахунок клинопасової передачі.

Потужність двигуна $P_{ед} = 15 \text{ кВт}$, при $n_{ед} = 1500 \text{ об/хв.}$

Крутний момент на валу двигуна $T_d = 95,5 \text{ Нм}$.

Передаточне число клинопасової передачі $U_n = 2$.

Приймаємо в залежності від потужності $P_{ед}$ та $n_{ед}$ клиновий пас типу Б по [3 ст.83 таб.5.2].

Вирахуємо Діаметр (d) малого шків за формулою :[3 ст.84 таб.5.4].

$$d_1 = 4 \sqrt[3]{T_d} = 4 \sqrt[3]{95,5} = 182 \text{ мм} \quad (6.31)$$

Приймаємо $d_1 = 160 \text{ мм}$ [3 ст.83 таб.5.2].

Вирахуємо швидкість пасу в м/с по [3 ст.85].

$$V = \frac{\pi n_{ед} d}{60} = \frac{3,14 \cdot 1500 \cdot 0,16}{60} = 12,5 \text{ м/с} \quad (6.32)$$

Вирахуємо Діаметр (d) більшого шків в мм по [3 ст.84].

$$d_2 = d_1 \cdot U (1 - \varepsilon)$$

(6.33)

де: $\varepsilon = 0,01$ – коеф–т ковзання пасу

$$d_2 = 180 \cdot 2 (1 - 0,01) = 356 \text{ мм}$$

Приймаємо Діаметр (d) більшого шків 315 мм.

$$U = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{356}{180} = 2 \quad (6.34)$$

Вирахуємо міжцентрову відстань в мм по [3 ст.82].

$$a' = c \cdot d_2 \quad (6.35)$$

де: $c = 1,2$ – це числовий коеф–т, який залежить від:
передаточного числа.

$$a' = 1,2 \cdot 356 = 427 \text{ мм.}$$

Вирахуємо відхилення передаточного числа від заданого по [3 ст.85].

$$\Delta U = \frac{(U_{\phi n} - U_n)}{U_n} \cdot 100 \% \quad (6.36)$$

$$\Delta U = \frac{(2 - 2)}{2} \cdot 100 \% = 0 < 3 \%$$

Вирахуємо фактичну міжосьову відстань в мм по [3 ст.85].

$$Q = d_1 + d_2 = 180 + 356 = 536$$

Приймаємо $Q = 480 \text{ мм. } 540$

Вирахуємо довжину пасу в мм по [3 ст.85].

$$L_p = 2Q + 0,5\pi (d_2 + d_1) + 0,25 \frac{(d_2 - d_1)^2}{Q_{\phi}} \quad (6.37)$$

$$L_p = 2 \cdot 540 + 0,5 \cdot 3,14 (356 + 180) + 0,25 \frac{(356 - 180)^2}{450} = 1935$$

Приймаємо стандартне значення $L_p = 2000 \text{ мм}$ по [3 таб.31].

Уточнюємо міжосьову відстань по [3 ст.85].

$$Q = 0,25 [(L_p - \omega) + \sqrt{(L_p - \omega)^2 - 2y}] \quad (6.38)$$

$$\text{де: } \omega = 0,5 \pi (d_1 + d_2) = 0,5 \cdot 3,14 (180 + 356) = 841 \quad (6.39)$$

$$y = (d_2 + d_1)^2 = (356 - 180)^2 = 30976$$

$$(6.40)$$

Тоді:

$$Q = 0,25[(2000-841) + \sqrt{(2000 - 841)^2 - 2 \cdot 30976}] = 572 \text{ мм}$$

Вирахуємо кут обхвату меншого шківa (в град) по [3 ст.85].

$$\alpha_1^\circ = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{Q} \quad (6.41)$$

Тоді:

$$\alpha_1^\circ = 180 - 57 \frac{356 - 180}{572} = 162^\circ$$

Вирахуємо к-сть пасів в шт. по [3 ст.87].

$$z = \frac{P C_p}{P_o \cdot C_c \cdot C_\alpha \cdot C_z} \quad (6.42)$$

е: $P_o = 315 \text{ кВт}$ – потужність, яка передається насосом [3 ст.86];

$C_\alpha = 0,94$ – це коеф-т довжини пасу [3 ст.78];

$C_c = 0,95$ – це коеф-т кута обхвату [3 ст.78 таб.5.2];

$C_z = 0,95$ – це коеф-т, що враховує число пасів передачі;

$C_p = 1$ – це коеф-т динамічності [3 ст.78].

Тоді:

$$z = \frac{15000 \cdot 1}{3150 \cdot 0,94 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 5,6$$

Приймаємо к-сть пасів $z = 4, = 5$

Вирахуємо ширину шківa (в мм) по [3 ст.88].

$$b = (z - 1)p + 2f \quad (6.43)$$

$$b = (5 - 1) 19 + 2 \cdot 8 = 92 \text{ мм}$$

Вирахуємо зубчасту передачу.

Для виготовлення шестерні і колеса приймаємо сталь 45 з термообробкою покращення. Приймаємо для шестерні міцність 269 ... 302 НВ, для колес 235 ... 262 НВ. Твердість шестерні 280 НВ₁, колеса 250 НВ₂, при цьому

$HV_1 - HV_2 = 280 - 250 = 30 \text{ НВ}$ – умова виконується.

Допустимі постійні напруження для матеріалу шестерні і колеса (в Н м^2)

$$[G_z] = \frac{G_{UO}}{[S_K]} \cdot K_{HL} \quad (6.44)$$

де: $G_{UO} = 2HV + 70$ – норма постійної витривалості робочої поверхні зубів по [3 ст.3.3].

$S_K = 1,1$ допустимий коеф–т безпеки по [3 таб.3.5].

$K_{HL} = 1,0$ коеф–т довговічності по [3 таб.3.5].

Для шестерні:

$$[G_{z1}] = \frac{2HV_1 + 70}{[S_K]} \cdot K_{HL} = \frac{2 \cdot 280 + 70}{1,1} \cdot 1,0 = 573 \quad (6.45)$$

Для колеса:

$$[G_{z2}] = \frac{2HV_2 + 70}{[S_K]} \cdot K_{HL} = \frac{2 \cdot 250 + 70}{1,1} \cdot 1,0 = 518 \quad (6.46)$$

Для надійності при розрахунку зубчатих передач за величину $[G_n]$ приймають менше значення із допустимих напружень.

Приймають $[G_n] = [\tau_{HL2}] = 518 \text{ Н/мм}^2$

Допустимі напруження знизу (в Н/мм^2):

$$[G_F] = \frac{G_{FO}}{[S_F]} \cdot K_{FC} \cdot R_{FL} \quad (6.47)$$

де: $G_{FO} = 1,8 \text{ НВ}$ по [3 ст.59];

$[S] = 1,75$ – це допустимий коеф–т безпеки;

$K_{FC} = 0,1$ – це коеф–т, який враховує дію двохстороннього прикладеного навантаження.

Для шестерні:

$$[G_{F1}] = \frac{1,8 \cdot UB_1}{[S_F]} \cdot K_{HL} \cdot R_{FL} \quad (6.48)$$

$$[G_{F1}] = \frac{1,8 \cdot 280}{1,75} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 288$$

Для колеса:

$$[G_{F2}] = \frac{1,8 \cdot UB_2}{[S_F]} \cdot K_{HL} \cdot R_{FL} \quad (6.49)$$

$$[G_{F1}] = \frac{1,8 \cdot 250}{1,75} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 257 \quad (6.50)$$

Вирахуємо міжцентрову відстань (в мм) по [3 ст.59]

$$a_w \geq K_a (U_3 + 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot 10^3}{\varphi_a \cdot U_{z1}^2 [\sigma]_H^2}} \cdot K_{HVB}$$

де: $K_a = 49,5$ – це коеф–т для прямозубих коліс;

$\varphi_a = 0,2 \dots 0,25$ – це коеф–т ширини вінця колеса;

U_{z1} – це передаточне число зубчатої передачі

T_2 – це крутний момент на тихохідному валу редуктора

$[\sigma]_H$ – допустиме контактне напруження колеса з менш міцним зубом,

або середнє допустиме контактне напруження.

$K_{HVB} = 0,8$ – коеф–т нерівномірності навантаження по довжині зуба, K_{HVB}

Приймаємо міжосьову відстань 515 мм.

Вирахуємо модуль щеплення по [3 ст.59].

$$T_1 = (0,01 \dots 0,02) \cdot Q_w = (0,01 \dots 0,02) = 515 \dots 10,3 \quad (6.51)$$

Приймаємо $T_1 = 6$

Вирахуємо сумарне число зубів шестерні і колеса по [3 ст.60].

$$z_E = z_1 + z_2 = \frac{2Q_w}{m} \quad (6.52)$$

$$z_E = \frac{2 \cdot 515}{6} = 172 \text{ шт}$$

Вирахуємо к-сть зубів шестерні по [3 ст.60].

$$z_1 = \frac{z_E}{1 + U} = \frac{172}{1 + 3} = 43 \text{ шт}$$

Вирахуємо к-сть зубів колеса по [3 ст.60].

$$z_2 = z_E - z_1 = 172 - 43 = 129 \text{ шт.}$$

Вирахуємо основні розміри шестерні і колеса по [3 ст.60].

Ділильний Діаметр (d) шестерні

$$d_1 = m \cdot z_1 = 6 \cdot 43 = 258 \text{ мм}$$

Ділильний Діаметр (d) колеса

$$d_2 = m \cdot z_2 = 6 \cdot 129 = 774 \text{ мм}$$

Вирахуємо фактичне передаточне число

$$U_\phi = \frac{z_2}{z_1} = \frac{129}{43} = 3$$

Тому:

$$U_{z1} = U_\phi = 3$$

Вирахуємо Діаметр (d) кола по вершинах зубців по [3 ст.61].

Діаметр (d)и шестерні :

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 258 + 2 \cdot 6 = 270 \text{ мм}$$

Діаметр (d) колеса:

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 774 + 2 \cdot 6 = 786 \text{ мм}$$

Вирахуємо Діаметр (d) кола по впадинах зубців по [3 ст.61].

Діаметр (d)и шестерні:

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m = 258 - 2,4 \cdot 6 = 243,6 \text{ мм}$$

Діаметр (d) колеса:

$$d_{f2} = d_2 - 2,4m = 774 - 2,4 \cdot 6 = 759,6 \text{ мм}$$

Вирахуємо ширину вінця по [3 ст.61].

Ширина вінця шестерні:

$$b_1 = b_2 + (2 \dots 4) = 103 + 2 = 105 \dots 107 \text{ мм}$$

Ширина вінця колеса:

$$b_2 = 0,2 \cdot 515 = 103 \text{ мм}$$

Вирахуємо міжцентрову відстань (в мм):

$$a_w \geq 49,5 (6 + 1) \sqrt[3]{\frac{176128 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 6^2 \cdot [250]^2}} \cdot 0,8 = 1097,2$$

Приймаємо міжосьову відстань 800 мм.

Вирахуємо модуль щеплення:

$$m_2 = (0,01 \dots 0,02) a_w = (0,01 \dots 0,02) \cdot 800 = 8,0 \dots 16,5$$

Приймаємо $m_2 = 12$

Вирахуємо сумарне число зубів шестерні і колеса:

$$z_E = z_1 + z_2 = \frac{2a_w}{m}$$
$$z_E = \frac{2 \cdot 800}{12} = 133 \text{ шт}$$

Вирахуємо к-сть зубів шестерні по [3 ст.60].

$$z_1 = \frac{133}{7} = 19 \text{ шт}$$

Вирахуємо к-сть зубів колеса по [3 ст.60].

$$z_2 = z_E - z_1 = 133 - 19 = 144 \text{ шт.}$$

Вирахуємо передаточне число:

$$U = \frac{z_2}{z_1} = \frac{144}{19} = 7,58$$

Вирахуємо основні розміри шестерні і колеса.

Ділильний Діаметр (d) шестерні:

$$d_1 = m \cdot z_1 = 12 \cdot 19 = 228$$

Ділильний Діаметр (d) колеса:

$$d_2 = m \cdot z_2 = 12 \cdot 144 = 1728$$

Вирахуємо Діаметр (d) шестерні і колеса кола по вершинах зубів.

Діаметр (d) шестерні:

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 228 + 2 \cdot 12 = 252$$

Діаметр (d) колеса:

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 1368 + 24 = 1392$$

Вирахуємо Діаметр (d) шестерні і колеса по впадинах зубів.

Діаметр (d) шестерні:

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m = 228 - 28,8 = 199,2$$

Діаметр (d) колеса:

$$d_{f2} = d_2 - 2,4m = 1368 - 28,8 = 1339,2$$

Вирахуємо ширину вінця шестерні:

$$b_1 = b_2 + (2 \dots 4) = 160 + (2 \dots 4) = 162 \dots 164$$

Вирахуємо ширину вінця колеса:

$$b_2 = \varphi_a \cdot a_w = 0,2 \cdot 800 = 160$$

7. Розрахунок технології виготовлення окремих деталей

Вступ

У сучасних умовах стрімкого розвитку промисловості проєктування та виготовлення деталей є невід'ємною частиною будь-якої галузі машинобудування. Якість, точність і ефективність виготовлення окремих компонентів безпосередньо впливають на надійність та продуктивність машин, механізмів та обладнання загалом.

Одним із важливих завдань є розробка оптимальних технологій виготовлення окремих деталей, що дозволяють забезпечити необхідні експлуатаційні характеристики при мінімальних витратах матеріальних та енергетичних ресурсів. Правильно організований технологічний процес сприяє не лише підвищенню якості продукції, а й збільшенню терміну служби виробів, зниженню собівартості та оптимізації виробничих процесів.

Особливу увагу слід приділяти виготовленню деталей зі складною геометрією, таких як вали, шестерні, кронштейни та інші елементи машин. Висока точність обробки, правильний вибір матеріалу, відповідне технологічне обладнання та оптимальні режими обробки є критичними чинниками, що визначають кінцеву якість виробу.

Розробка технології виготовлення передбачає всебічний аналіз низки параметрів, зокрема:

- вимог до точності та шорсткості поверхонь;
- міцнісних та експлуатаційних характеристик матеріалів;
- вибору способів та послідовності обробки;
- визначення оптимальних режимів різання;
- застосування сучасних засобів автоматизації та контролю якості.

Метою даного розділу кваліфікаційної роботи є розроблення ефективної технології виготовлення окремих деталей машинобудівного призначення, яка забезпечить високу якість продукції за умов мінімізації витрат та ресурсів. Для досягнення поставленої мети використовуються теоретичний аналіз, методи математичного моделювання, аналіз виробничого досвіду та результати експериментальних досліджень.

Основні завдання розділу полягають у:

- встановленні вимог до функціональних і технічних характеристик деталі;
- обґрунтуванні вибору матеріалу для виготовлення;
- розробці послідовності технологічних операцій;
- визначенні раціональних режимів обробки;
- оцінці ефективності розробленого технологічного процесу за показниками якості, економічності та надійності.

У результаті виконання даної роботи очікується отримання оптимальної технології виготовлення окремих деталей, яка забезпечить високу якість виробів, зменшення відходів виробництва та підвищення продуктивності праці.

Впровадження розробленої технології у реальні виробничі умови може сприяти підвищенню конкурентоспроможності машинобудівних підприємств, покращенню якості їхньої продукції та зниженню виробничих витрат.

Отже, даний розділ дипломної роботи "Розрахунок технології виготовлення окремих деталей" має на меті розглянути, обґрунтувати та розробити оптимальний технологічний процес виготовлення деталей машин з урахуванням сучасних вимог до якості, ефективності та економічності виробництва. Результати досліджень мають не лише наукову цінність, але й практичне значення для машинобудівної галузі.

Обґрунтування вибору деталі

У рамках дипломного проєкту було проведено модернізацію автомата розливу пива у скляні пляшки. Одним із основних напрямів удосконалення стало впровадження нової конструкції пристрою закупорювання. Розроблене рішення забезпечує підвищену надійність і ефективність роботи вузла за рахунок усунення можливості потрапляння рідини у порожнину закупорювального механізму при відсутності зливу, а також завдяки зменшенню втрат рідини під час зливу. Це дозволило значно підвищити точність фасування продукції та зменшити відхилення дозування.

Під час виконання дипломного проєкту було прийнято рішення розробити технологічний процес виготовлення деталі типу «Штуцер». Дана деталь є важливою складовою трубопровідної системи гідравліки машини та забезпечує надійне з'єднання окремих елементів розливного вузла.

Вибір саме цієї деталі обумовлений її конструктивною важливістю, вимогами до міцності, герметичності та точності виготовлення. Забезпечення високої якості штуцера є критичним для стабільної роботи гідравлічної системи автомата розливу, що безпосередньо впливає на загальну ефективність і надійність роботи обладнання.

У подальших підрозділах буде розглянуто основні етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі "Штуцер", включаючи вибір матеріалу, визначення заготовки, розробку послідовності технологічних операцій та обґрунтування вибору режимів обробки.

Опис деталі, аналіз технологічності конструкції, характеристика матеріалу

Деталь «Штуцер» є типовим представником класу тіл обертання. Вона має габаритні розміри: зовнішній діаметр $\varnothing 21,9$, $\varnothing 21,9$ мм та довжину 222,5 мм.

Для виготовлення штуцера обрано матеріал — сталь марки 45 згідно з вимогами стандарту ДСТУ 1050–88. Сталь 45 належить до групи якісних конструкційних вуглецевих сталей і характеризується підвищеними механічними властивостями, зокрема високою міцністю, зносостійкістю та задовільною оброблюваністю різанням.

Вибір даного матеріалу обумовлений наступними факторами:

достатній запас міцності для роботи деталі під тиском у гідравлічній системі;

стійкість до механічних навантажень і вібраційних впливів;

гарна технологічність при обробці на металорізальних верстатах;

прийнятна вартість і широке застосування в машинобудуванні.

Після механічної обробки штуцер може піддаватися додатковим технологічним процесам, таким як термічна обробка (гартування та відпуск), з метою підвищення його експлуатаційної витривалості та довговічності.

Таким чином, вибір сталі 45 для виготовлення штуцера є технічно та економічно обґрунтованим рішенням, що забезпечує необхідний рівень міцності, довговічності та надійності роботи деталі в складі розливного обладнання.

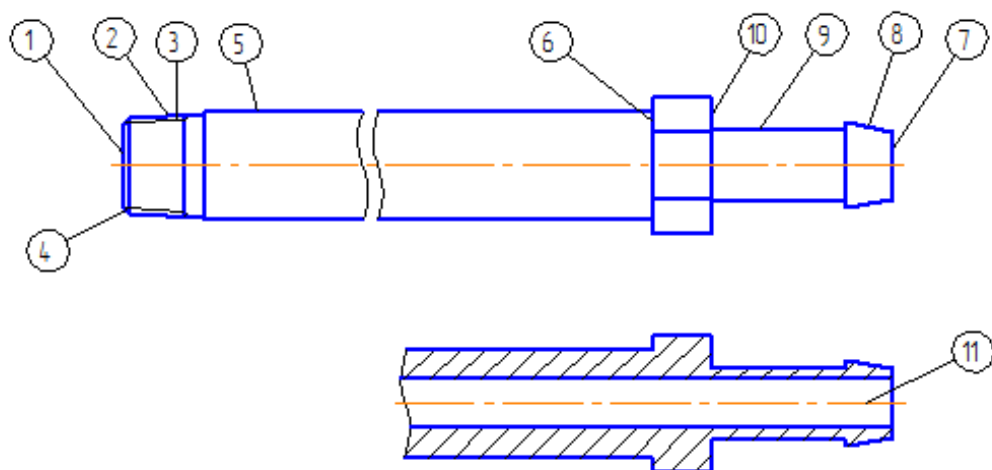


Рисунок 7.1. Штуцер

Таблиця 7.1. – Характеристика поверхонь деталі

Номер поверхні	Найменування поверхні деталі	Квалітет точності	Параметр шорсткості R_a , мкм	Граничні відхилення, мм	Примітки
Діаметральні, конічні та радіусні поверхні					
3	Ø15,7	h14	6,3	–0,43	
5	Ø18	h14	6,3	–0,43	
9	›12	h14	6,3	–0,43	
8	›11.37	h14	6.3	–0,43	
11	Ø8	H14	6.3	+0.36	
4	Фаска 1×45°	IT14/2	6,3	±0,125	
Різьбові поверхні					
2	R3/8	7g	3,2	–	

Оцінювання технологічності конструкції деталі здійснюється за якісними та кількісними показниками відповідно до чинних стандартів. Це дозволяє визначити зручність виготовлення деталі з точки зору виробничого процесу, витрат часу та ресурсів.

Деталь «Штуцер» має форму тіла обертання, що спрощує процес її виготовлення та сприяє використанню стандартних технологічних методів обробки. Відповідно до вимог технічної документації, деталь належить до виробів звичайної точності, оскільки всі поверхні мають 14-й квалітет точності згідно зі стандартами.

Конструкція штуцера та прийнятий тип виробництва дозволяють широко застосовувати високопродуктивне обладнання, включаючи токарні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК). Це забезпечує підвищення точності обробки, зростання продуктивності та можливість

впровадження багатOVERстатного обслуговування, що є особливо актуальним для серійного виробництва.

На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри, що визначені з урахуванням допусків і прив'язані до відповідних параметрів шорсткості поверхонь. Це спрощує підготовку технологічного процесу та знижує ймовірність виникнення помилок на виробництві.

Конфігурація штучера забезпечує вільний доступ різального інструменту до оброблюваних поверхонь. Це істотно спрощує установку і закріплення деталі на верстатах, дозволяє ефективно виконувати обробку та контроль розмірів без потреби знімати деталь із верстата під час міждопераційного контролю.

Кількісна оцінка технологічності деталі буде проведена відповідно до вимог стандарту ДСТУ 14.202–73. Для цього будуть використані розрахункові коеф.-ти, які враховують конструктивні особливості деталі, умови обробки, складність технологічних операцій і рівень використання стандартного обладнання.

Коеф.-т уніфікації поверхонь деталі:

$$K_y = \frac{Q_{ст}}{Q_3}, \quad (1)$$

де: $Q_{ст}$ – кількість уніфікованих (стандартних) поверхонь деталі, шт;

Q_3 – загальна кількість поверхонь деталі, шт.

Тоді,

$$K_y = \frac{1}{11} = 0,091$$

Коеф.-т точності обробки деталі:

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{A_{сер}}, \quad (2)$$

де: $A_{сер}$ – середній квалітет точності оброблюємих поверхонь деталі.

Тоді,

$$A_{сер} = \frac{\sum A_i \cdot p_i}{\sum p_i}, \quad (3)$$

де: A_i – відповідний квалітет точності оброблюємої поверхні;

n_i – кількість квалітетів.

Тоді,

$$A_{\text{сер}} = \frac{14 \cdot 11}{11} \approx 14$$

Звідси,

$$K_{\text{то}} = 1 - \frac{1}{14} = 0,93$$

Коеф.-т шорсткості поверхонь деталі:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{сер}}}, \quad (4)$$

де: $B_{\text{сер}}$ – середній параметр шорсткості оброблюємих поверхонь.

$$B_{\text{сер}} = \frac{\sum B_i \cdot n_{iш}}{\sum n_{iш}}, \quad (5)$$

де: B_i – величина шорсткості відповідної поверхні, мкм;

$n_{iш}$ – сума шорсткостей.

Тоді,

$$B_{\text{сер}} = \frac{6,3 \cdot 11}{11} = 6,3$$

Звідси,

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{6,3} = 0,16$$

Деталь «Штуцер» має високі коеф.-ти технологічності за основними показниками — точності, шорсткості оброблюваних поверхонь та рівня уніфікації елементів конструкції. Вона повністю відповідає встановленим вимогам щодо жорсткості та забезпечує надійність у процесі експлуатації.

На основі аналізу конструкції можна зробити висновок, що деталь є технологічною. Її геометрична форма, габаритні розміри та вимоги до обробки дозволяють ефективно здійснювати виготовлення із застосуванням

стандартного ріжучого інструменту та універсального металорізального обладнання.

Матеріалом для виготовлення штуцера обрано сталь 45 згідно з ДСТУ 1050–88. Сталь 45 є якісною конструкційною вуглецевою сталлю середнього вмісту вуглецю. Вона широко використовується для виготовлення осей, валів, плунжерів, штоків та інших деталей, що працюють в умовах підвищених навантажень і вимагають високих показників міцності, твердості та зносостійкості.

Конструктивні особливості штуцера допускають обробку на універсальних токарних, свердлильних та фрезерних верстатах без необхідності використання спеціального оснащення. Це забезпечує гнучкість виробничого процесу та можливість виготовлення деталі як в умовах одиничного, так і серійного виробництва.

Таким чином, конструкція та матеріал деталі «Штуцер» повністю відповідають вимогам технологічності, що сприяє забезпеченню високої якості виготовлення, зниженню виробничих витрат та підвищенню експлуатаційної надійності обладнання, у складі якого вона застосовується. Конструкція деталі допускає обробку на універсальних верстатах стандартним різальним інструментом.

Таблиця 7.2. – Хімічний склад Сталі 45 ДСТУ 1050 – 88

Основні компоненти, %			Домішки, % не більше				
Вуглець C	Кремній Si	Марганець Mn	Сірка S	Фосфор P	Нікель Ni	Хром Cr	Мідь Cu
0,42 ÷ 0,5	0,17 ÷ 0,37	0,5 ÷ 0,8	0,04	0,035	0,25	0,25	0,25

Таблиця 7.3. – Механічні властивості Сталі 45 ДСТУ 1050 – 88

Межа текучості σ_m , МПа не менше	Межа міцності σ_v , МПа не менше	Відносне видовження після розриву δ , %	Відносне звуження Ψ , %	Твердість НВ не більше
360	610	16	40	229

Вибір заготовки та метод її отримання

При виборі заготовки враховують матеріал, масу, розміри та конфігурацію деталі, а також тип виробництва. Метод отримання заготовки має забезпечувати мінімальну трудомісткість обробки, зменшення відходів і зниження собівартості виготовлення.

За базовим заводським технологічним процесом деталей «Штуцер» виготовляється із круглого сортового прокату діаметром $\emptyset 20 \times 227$ мм. Маса такої заготовки становить 0,558 кг.

Основною перевагою круглого прокату є його доступність та низька вартість. Однак суттєвим недоліком є значний обсяг механічної обробки, велика кількість стружки та підвищена трудомісткість виготовлення деталі.

Для оптимізації процесу у даному дипломному проєкті обрано заготовку із шестигранного прутка. Такий вибір обумовлений тим, що шестигранна заготовка краще наближена за формою до геометрії деталі, що дозволяє суттєво скоротити обсяги обробки, зменшити масу заготовки та знизити витрати на виготовлення.

Використання шестигранного прокату забезпечує більш економічну витрату матеріалу, спрощує обробку зовнішніх та внутрішніх поверхонь, підвищуючи загальну ефективність виробничого процесу.

Визначення величин загальних припусків та розмірів заготовки.

Визначення маси заготовки

Величини припусків на обробку визначаються масою заготовки, точністю виготовлення, групою сталі, складністю форми та вимогами до шорсткості оброблюваних поверхонь.

Для деталі «Штуцер»:

матеріал — сталь 45;

тип виробництва — середньосерійний;

базова точність заготовки — 14-й квалітет.

Оскільки до деталі не висуваються підвищені вимоги щодо точності та чистоти обробки, припуски призначаються за стандартними довідковими даними відповідно до типу виробництва і характеру обробки.

На основі розрахунків визначено припуски на основні поверхні деталі, розраховані виконавчі розміри заготовки та встановлені допуски на обробку. Усі отримані значення узагальнено і подано у спеціальній таблиці (таблиця 7.1).

Таблиця 7.4. – Припуски на механічну обробку та розмір заготовки з допусками

Найменування поверхні	Квалітет точності	Параметр шорсткості R_a , мкм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки з граничними відхиленнями, мм
Діаметральні розміри				
Ø18	14	6,3	$0,5 \cdot 2 = 1$	Ø18 _{-0,43}
Ø12	14	6.3	$3,5 \cdot 2 = 7$	Ø112 _{-0,43}
Ø14,2	14	6.3	$2,4 \cdot 2 = 4,8$	Ø14,2 _{-0,43}
Лінійні розміри				
222,5	14	6.3	$2 \cdot 2 = 4$	222,5 _{-1,15}

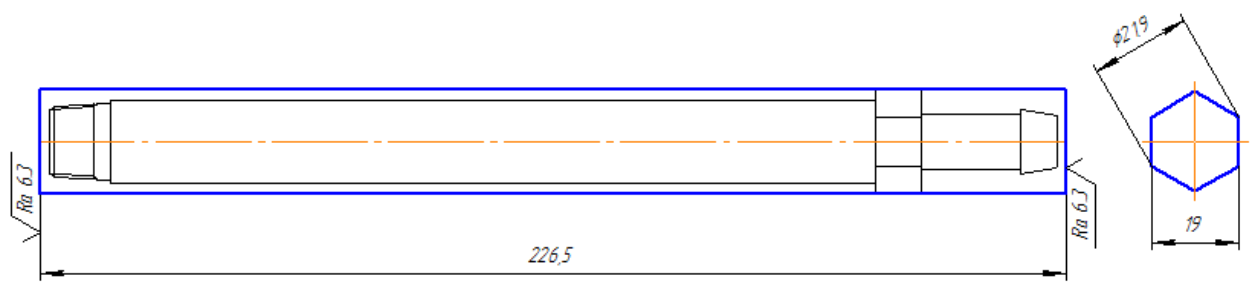


Рисунок 7.2. Ескіз заготовки для визначення маси

Коеф.-т використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{0.321}{0.554} = 0,58 \quad (15)$$

Виходячи з отриманої величини $K_{\text{вм}}$ можна з упевненністю стверджувати, що припуски та заготовку обрано вірно.

Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

При розробці технологічного процесу виготовлення деталі «Штуцер» враховуються три основні принципи: технічний, економічний та організаційний.

Технічний принцип полягає у забезпеченні точного виконання всіх вимог креслення та нормативних документів на виготовлення деталі.

Економічний принцип орієнтується на мінімізацію витрат праці, матеріалів та виробничих ресурсів при досягненні необхідної якості виробу.

Організаційний принцип спрямований на оптимізацію виробничих умов для забезпечення максимальної ефективності та стабільності технологічного процесу.

При виборі технологічних баз дотримано принципів єдності та постійності:

Принцип єдності баз передбачає узгодження конструкторських, технологічних і вимірювальних баз, що дозволяє мінімізувати похибки обробки.

Принцип постійності баз вимагає використання однакових базових поверхонь на різних операціях технологічного процесу, що забезпечує підвищення точності виготовлення деталі.

Таким чином, дотримання основних принципів проєктування технологічного процесу сприяє підвищенню якості виробу, зниженню виробничих витрат та забезпеченню стабільності виготовлення в умовах серійного виробництва.

Таблиця 7.5. – Визначення методів обробки поверхонь

Найменування поверхонь	Методи обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості R_a , мкм
Ø18	Точіння чорнове	h14	6,3
Ø112	Точіння чорнове	h14	6,3
Ø12	Точіння чорнове	h14	6,3
Ø14,2	Точіння чорнове	H14	6,3
Ø8	Свердлення однократне	H14	6,3
Торці Ø11,4	Точіння чорнове	h14	6,3
Торці Ø15,4	Точіння чорнове	h14	6,3
K3/8	Нарізування різьблення	7H	3.2
Фаски 1×45°;	Точіння чорнове	IT14/2	6,3

На основі розробленого маршруту обробки поверхонь складено удосконалений технологічний процес механічної обробки деталі «Штуцер».

Процес включає основні та допоміжні операції, які забезпечують досягнення заданих вимог до точності, шорсткості поверхонь та розмірних параметрів.

Технологічний маршрут передбачає такі основні етапи:

1. Відрізання заготовки потрібної довжини від шестигранного прутка.
2. Центрування торців.
3. Чорнове точіння зовнішніх поверхонь.
4. Свердління наскрізного отвору.
5. Чистове точіння зовнішніх ділянок.
6. Розгортання внутрішнього отвору до заданого розміру.
7. Нарізання різьби (за потреби за кресленням).
8. Зачищення гострих крайок, контроль розмірів та шорсткості.
9. Миття, сушіння та контроль готової деталі.

Кожна операція передбачає дотримання встановлених припусків і допусків, забезпечення вимог креслення та оптимальне використання устаткування і оснащення.

Таблиця 7.6. – Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі
«Штуцер»

Номер операції	Найменування та зміст операції	Техноло-гічне об-ладнання	Верстат –ний пристрій	Техноло-гічна база
005	Токарна 1. Підрізати начорно торець Ø21.9 2. Точити начорно Ø18 в р–р 184.5 3. Точити начорно конус Ø 14,2 в р–р 13,5 з утворенням фаски 1x45° 4. Нарізати різьблення R3/8–7g р 13.5	Токарний верстат з моделі 16K20	Патрон трикулач –ковий	поверхня прутка шести кутника р–р 19;
010	1. Підрізати начорно торець Ø21.9 в р–р 222,5 2. Точити начорно Ø12 в р–р 22 3. Точити начорно конус Ø11,37 в р–р 8	Токарний верстат з моделі 16K20	Патрон трикулач –ковий	поверхня прутка шести кутника р–р 19;
015	1. Свердлити отв. Ø8 наскрізь	Вертикаль но свердлиль ний верстат з моделі 2Н135	Пристос ування спеціаль не	Ø18, торець

Розрахунок і вибір міжопераційних припусків та розмірів заготовки табличним методом на всі поверхні

Міжопераційні припуски на обробку призначаються табличним або аналітичним методом відповідно до діючих стандартів.

Табличний метод базується на стандартних значеннях і не враховує специфіку конкретного технологічного процесу, що часто призводить до завищення припусків та збільшення витрат матеріалу і трудомісткості.

Аналітичний метод передбачає розрахунок мінімального припуску на основі аналізу впливових факторів: мікронерівностей, дефектного шару, просторових відхилень і похибок установки. Він дозволяє визначити точніші величини припусків, погоджуючи їх із граничними розмірами та вимогами до якості обробки.

Використання аналітичного підходу сприяє зменшенню відходів, підвищенню точності виготовлення та розвитку технологічної культури виробництва.

Таблиця 7.7. – Міжопераційні припуски та розміри на поверхні деталі

Най- мену- вання повер- хні	Методи обробки	Ква- літет точ- ності	Пара- метр шорст- кості R_a , мкм	Загаль- ний при- пуск, мм	Між- операцій- ний припуск, мм	Міжопераційн ий розмір з гранич-ними відхи- леннями, мм
Ø118	0. Заготовка	14	6,3	1	1	19 _{0,5}
	1. Чорнове обточування	h12	6.3		1	Ø18 _{-0,43}
Ø12	0. Заготовка	14	6,3	3,5	3,5	Ø19 _{-0,5}

	1. Чорнове обточування	h12	6.3		3,5	Ø12 _{-0.43}
--	---------------------------	-----	-----	--	-----	----------------------

Вибір технологічного обладнання з короткою технічною характеристикою та верстатних пристроїв

Вибір обладнання здійснюється у два етапи.

На першому етапі попередньо визначають тип обладнання залежно від способу обробки поверхні та вимог до її якості. На другому етапі, під час складання технологічного маршруту, остаточно вибирають конкретну модель верстата, враховуючи такі показники:

- вид обробки (токарна, свердлильна, фрезерна);
- точність і жорсткість верстата;
- габаритні розміри (висота, відстань між центрами, розміри столу);
- потужність приводу;
- частота обертання шпинделя та швидкість подачі;
- можливість механізації або автоматизації операцій;
- вартість обладнання.

Для підвищення точності та продуктивності вибираються відповідні верстатні пристрої, які дозволяють скоротити підготовчо-завершальні операції, покращити умови праці та забезпечити стабільність обробки.

З огляду на серійний тип виробництва, габарити деталі та характер обробки поверхонь, рекомендовано використання спеціалізованого або імпортного обладнання, що поєднує високі технічні характеристики з доступною вартістю.

Вибір устаткування та оснащення буде оформлено у вигляді зведених таблиць для кожного технологічного етапу.

Таблиця 7.8. – Вибір технологічного обладнання

Номер та найменування операції	Найменування модель та код обладнання	Основна технічна характеристика	Межі частоти обертання, хв^{-1}	Межі подач	Потужність кВт
005 Токарна	Верстат токарний патронно-центровий 16K20	Найбільший діаметр виробу, що встановлюється над станиною 400. Найбільший діаметр виробу, що оброблюється над суппортом, мм 220. Число позицій інструментальної головки 8 Габаритні розміри 2505×1190	12,5–1600	повздовжня 0,05–2,8 мм/хв	11
005 Токарна	Верстат токарний патронно-центровий 16K20	Найбільший діаметр виробу, що встановлюється над станиною 400. Найбільший діаметр виробу, що оброблюється над суппортом, мм 220. Число позицій інструментальної	12,5–1600	повздовжня 0,05–2,8 мм/хв	11

		головки 8 Габаритні розміри 2505×1190			
015 Сверд лильна	Вертикально свердлильний верстат з моделі 2Н135	Найбільший умовний діаметр свердління в сталі 35 мм Робоча поверхня стола 450х500 Найбільша відстань від горня шпинделя до робочої поверхні стола 750 Найбільший хід шпинделя 250 Габаритні розміри 1030×825	31–1400	0,1–1,6	4

Таблиця 7.9. – Зведена відомість верстатних пристроїв

Номер опера- ції	Найменуван- ня операції	Найменуван- ня верстатного пристрою	Установ- чі елемен- ти прист- рою	Тип затискного механізму	Стан- дарт ДСТУ
005	Токарна	Патрон трикулачковий	Кулачки	Електроме- ханічний	2675– 80
010	Токарна	Патрон трикулачковий	Кулачки	Електроме- ханічний	2675– 80
020	Вертикально–	Пристосування	Призма	Пневматич–	–

Номер операції	Найменування операції	Найменування верстатного пристрою	Установчі елементи пристрою	Тип затискного механізму	Стандарт ДСТУ
	свердлильна	спеціальне		ний	

Вибір різальних інструментів

Правильний вибір різального інструменту є важливою умовою забезпечення необхідної точності розмірів і якості оброблюваних поверхонь. Конструкція та розміри інструменту визначаються видом обробки, вимогами до точності, шорсткістю поверхонь та характеристиками матеріалу заготовки.

Інструмент підбирається з урахуванням:

- методу обробки (точіння, свердління, розгортання тощо),
- точності та шорсткості поверхонь,
- властивостей матеріалу заготовки (сталь 45),
- габаритів оброблюваної ділянки,
- типу виробництва (середньосерійне).

У серійному виробництві доцільно використовувати як універсальний, так і спеціалізований інструмент для підвищення продуктивності і стабільності якості.

Різальний інструмент, застосовуваний у технологічному процесі виготовлення деталі «Штуцер», буде узагальнено у спеціальній таблиці.

Таблиця 7.10. – Вибір різальних інструментів

Номер та найменування операції	Найменування різального інструменту	Матеріал різальної частини	Стандарт, код ДСТУ	Основні геометричні
--------------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------	---------------------

				параметри
005 Токарна	1. Різець підрізної	T15K10	18809–73	$\varphi = 60^\circ$; $\alpha = 5^\circ$; $\gamma = 15^\circ$
	2. Різець прохідний	T15K10	20874–75	$\varphi = 93^\circ$; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$
	3. Різець різьбовий	T15K10	18885–73	$\alpha = 15^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\alpha_1 = 8^\circ$
	4. Різець відрізний	T15K10	20874–75	$\alpha = 10^\circ$; $\gamma = 12^\circ$; $b = 2$
010 Токарна	1. Різець прохідний	T15K10	20874–75	$\varphi = 93^\circ$; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$
	2. Різець різьбовий	T15K10	18885–73	$\alpha = 15^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\alpha_1 = 8^\circ$
	3. Різець відрізний	T15K10	20874–75	$\alpha = 10^\circ$; $\gamma = 12^\circ$; $b = 2$
015 Свердлильна	1. Свердло $\gamma / 8$	P6M5	10902–77	$2\varphi = 120^\circ$

Вибір методів контролю та вимірювальних інструментів

У серійному виробництві для контролю проміжних та кінцевих розмірів деталі застосовуються як універсальні, так і спеціальні вимірювальні інструменти.

Вибір засобів контролю залежить від:

- виду контролюваної поверхні,
- розмірів деталі,
- встановленого допуску на розмір,
- форми організації контролю (зокрема, вибіркового методу перевірки).

Забезпечення ефективного контролю розмірів і якості поверхонь сприяє підвищенню точності виготовлення та стабільності виробничого процесу.

Таблиця 7.11. – Вибір вимірювального інструменту

Найменування операції	Розмір, що контролюється	Найменування контрольно-вимірювального інструменту	Стандарт ДСТУ
005 Токарна	Ø15,7h14; Ø18h14; R3/8–7g;	Штангенциркуль ШЦЦ–І–125–0,1 Пробка R3/8–7g ПР–НЕ	166–80 17757–72
010 Токарна	Ø12h14 Ø11.4h14 Ø14.1h14	Штангенциркуль ШЦЦ–І–125–0,1	166–80
015 Свердлильна	Ø8H14;	Калібр–пробка 8H7 ПР–НЕ ШЦЦ–ІІ–125–0,1	17757–72 166–80

Визначення режимів різання і технічних норм часу на токарні переходи
Операція 005. Токарна.

Перехід 1: Підрізати торець D21. 9 в розмір 224. 5

Глибина різання вираховується за формулою: $t = Z = 2 \text{ мм}$

За нормативними таблицями вирахуємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними верстата 16K20, приймаємо

$$S_B = 0.8 \text{ мм/об.}$$

Швидкість різання вираховується за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коеф.-ти $C_v = 350$; $m = 0.2$; $x = 0.15$; $y = 0.45$ вибираємо із таблиць.

T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою). Приймаємо $T = 90$ хв.

Знаходимо поправочний коеф.-т для заданого матеріалу

$n_v = 1$ – показник степені, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$ – коеф.-т, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left(\frac{750}{510} \right) = 1.471 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$ – коеф.-т, котрий враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$ – коеф.-т, котрий враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.471 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.463$.

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.463 = 65.687 \text{ м/хв.}$$

Вирахуємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 65.687}{\pi \cdot 21.9} = 954.734 \text{ хв}^{-1},$$

де: $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 800 \text{ хв}^{-1}.$$

За прийнятим значенням n_B вирахуємо фактичну швидкість різання.

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 21.9 \cdot 800}{1 \times 10^3} = 55.041 \text{ хв}^{-1}.$$

Вирахуємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l_0 = 11 \text{ мм}$ – шлях різання;

$l_1 = 2 \text{ мм}$ – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 11 + 2 + 0 + 0 = 13 \text{ мм}.$$

Основний час переходу

$$t_{01} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{13}{800 \cdot 0.8} = 0.02 \text{ хв}.$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де: $t_{\text{вст}} = 0.40 \text{ хв}$ – час на встановлення, затискання та зняття деталі в центрах з хомутиком та вагою 8 кг;

$t_{\text{пер}} = 0.11 \text{ хв}$ – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність $\leq 0,2 \text{ мм}$ та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ хв}$ – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13 \text{ хв}$ – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0.4 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.75 \text{ хв}.$$

Операція 005. Токарна.

Перехід 2: Обточити поверхню D18 начорно в розмір 182. 5

Глибина різання вираховується за формулою: $t = Z = 1 \text{ мм}$

За нормативними таблицями вираховуємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0.8 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання вираховується за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коеф.-ти $C_v = 350$; $m = 0.2$; $x = 0.15$; $y = 0.45$ вибираємо із таблиць.

T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою) . Приймаємо $T = 90 \text{ хв.}$

Знаходимо поправочний коеф.-т для заданого матеріалу

$n_v = 1$ – показник степені, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_T = 1$ – коеф.-т, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_T \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left(\frac{750}{510} \right) = 1.471 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$ – коеф.-т, котрий враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$ – коеф.-т, котрий враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.471 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.463$.

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.463 = 72.884 \text{ м/хв.}$$

Вирахуємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 72.884}{\pi \cdot 18} = 1.289 \times 10^3 \text{ хв}^{-1},$$

де: $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 1250 \text{ хв}^{-1}.$$

За прийнятим значенням n_B вираховуємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 18 \cdot 1.25 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 70.686 \text{ хв}^{-1}.$$

Вираховуємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l_0 = 182.5$ мм – шлях різання;

$l_1 = 2$ мм – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 182.5 + 2 + 0 + 0 = 184.5 \text{ мм}.$$

Основний час переходу

$$t_{02} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{184.5}{1.25 \times 10^3 \cdot 0.8} = 0.185 \text{ хв}.$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}}$$

де: $t_{\text{вст}} = 0$ хв – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність $\leq 0,2$ мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на

зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп2}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

Операція 005. Токарна.

Перехід 3: Обточити конус D14, 2 начорно в розмір 13. 5

Глибина різання вираховується за формулою: $t = Z = 1.9 \text{ мм}$

За нормативними таблицями вирахуємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16K20, приймаємо $S_B = 0.8 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання вираховується за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коеф.-ти $C_v = 350$; $m = 0.2$; $x = 0.15$; $y = 0.45$ вибираємо із таблиць.

T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою) . Приймаємо $T = 90 \text{ хв.}$

Знаходимо поправочний коеф.-т для заданого матеріалу

$n_v = 1$ – показник степені, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$ – коеф.-т, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left(\frac{750}{510} \right) = 1.471 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$ – коеф.-т, котрий враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$ – коеф.-т, котрий враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.471 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.463$.

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 1.9^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.463 = 66.194 \text{ м/хв.}$$

Вирахуємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 66.194}{\pi \cdot 14.2} = 1.484 \times 10^3 \text{ хв}^{-1},$$

де: $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 1250 \text{ хв}^{-1}.$$

За прийнятим значенням n_B вирахуємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 14.2 \cdot 1.25 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 55.763 \text{ хв}^{-1}.$$

Вирахуємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l_0 = 13.5$ мм – шлях різання;

$l_1 = 2$ мм – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 13.5 + 2 + 0 + 0 = 15.5 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

$$t_{03} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{15.5}{1.25 \times 10^3 \cdot 0.8} = 0.016 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к'}}$$

де: $t_{\text{вст}} = 0$ хв – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність $\leq 0,2$ мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{3M} = 0.06 + 0.05 = 0.11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_K = 0.13$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{доп3} = t_{вст} + t_{пер} + t_{3M} + t_K \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

Операція 005.

Токарна. Перехід 4: Нарізати різьблення R3/8 – 7гв розмір 13. 5

Верстат токарний 16K20, пристосування трьохкулачковий патрон, інструмент – різець прохідний упорний T15K6.

Глибина різання $t = 1.4$ мм;

Подача $s = 1.33$ мм/об табл. 34, с. 283 [2];

Швидкість різання

$$v = \frac{C_V \cdot i^x}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V,$$

значення коеф.-та $C_p i$ показників ступеня вибираємо по т. 17, с. 270 [2], а періоду стійкості – по т. 40, с. 290 [2].

$$C_V = 244; \quad x = 0.23; \quad y = 0.30; \quad m = 0.2. \quad i = 1$$

$$T = 120 \text{XB.}$$

Загальний поправочний коеф.-т на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}$$

вирахуємо по т. 1. . . 4, с. 290 [2]:

$$K_{MV} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{1.75} \rightarrow 1 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^{1.75} = 2.106 ;$$

$$K_{IV} = 0.8;$$

$$K_{HV} = 1.0$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{HV} \rightarrow 2.106 \cdot 0.8 \cdot 1 = 1.685 ;$$

$$v = \frac{C_V \cdot i^x}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V \rightarrow \frac{244 \cdot 1^{0.23}}{120^{0.2} \cdot 1.33^{0.3}} \cdot 1.685 = 144.878 \text{ м /хв.}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \rightarrow \frac{1000 \cdot 144.878}{\pi \cdot 17} = 2712.71 \text{ об /хв.}$$

Приймаються за паспортом верстата $n_\phi = 1600 \text{ об /хв.}$

Фактична швидкість різання

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 17 \cdot 1600}{1000} = 85.451 \text{ м /хв.}$$

сила різання
$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot s^y}{i^n} \cdot K_{MP}$$

Значення коеф.-та C_p і показників ступеня вибираємо по т. 39, с. 286 [2], а періоду стійкості – по т. 41, с. 291 [2].

$$C_p = 148; \quad x = 1; \quad y = 1.71; \quad n = 0.71$$

Поправочний коеф.-т на якість оброблюваного матеріалу по т. 9, с. 286 [2]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0.75} \rightarrow \left(\frac{490}{750} \right)^{0.75} = 0.727 .$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot s^y}{i^n} \cdot K_{MP} \rightarrow \frac{10 \cdot 148 \cdot 1.33^{1.71}}{1^{0.71}} \cdot 0.727 = 1751.456 \text{ Н.}$$

Вирахуємо ефективну потужність при різанні

$$N_3 = \frac{P_Z \cdot v_\phi}{1020 \cdot 60} \rightarrow \frac{1751.456 \cdot 85.451}{1020 \cdot 60} = 2.445 \text{ кВт.}$$

Так як ця потужність значно менше потужності верстата (11 кВт) , швидкість різання обмежується лише економічною стійкістю інструмента.

Вирахуємо основний час на обробку

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m};$$

де $L = 13.5$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$S_m = s \cdot n_{\phi} \rightarrow 1.33 \cdot 1600 = 2128$ мм /хв – хвилинна подача;

$l_1 = 10$ мм – відстань підведення інструменту, $l_2 = 5$ мм – перебіг інструменту,

$$t_{04} = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m} \rightarrow \frac{13.5 + 10 + 5}{2.128 \times 10^3} = 0.013 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}}$$

де: $t_{\text{вст}} = 0.40$ хв – час на встановлення, затискання та зняття деталі в центрах з хомутиком та вагою 8 кг;

$t_{\text{пер}} = 0.11$ хв – час, пов'язаний з переходом з установами різця по лімбі з точністю $\leq 0,2$ мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп4}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0.4 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.75 \text{ хв.}$$

Операція 010.

Токарна. Перехід 1: Підрізати торець D21. 9 в розмір 222. 5

Глибина різання вираховується за формулою: $t = Z = 2$ мм

За нормативними таблицями вирахуємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16K20,

приймаємо $S_B = 0.8$ мм/об.

Швидкість різання вираховується за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_v,$$

де коеф.-ти $C_v = 350$; $m = 0.2$; $x = 0.15$; $y = 0.45$ вибираємо із таблиць.

T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою). Приймаємо $T = 90$ хв.

Знаходимо поправочний коеф.-т для заданого матеріалу

$n_v = 1$ – показник степені, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$ – коеф.-т, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left(\frac{750}{490} \right) = 1.531 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$ – коеф.-т, котрий враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$ – коеф.-т, котрий враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.531 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.482$.

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.482 = 68.368 \text{ м/хв.}$$

Вирахуємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 68.368}{\pi \cdot 21.9} = 993.702 \text{ хв}^{-1},$$

де: $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 800 \text{ХВ}^{-1}.$$

За прийнятим значенням n_B вирахуємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 21.9 \cdot 800}{1 \times 10^3} = 55.041 \text{ХВ}^{-1}.$$

Вирахуємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l_0 = 10$ мм – шлях різання;

$l_1 = 2$ мм – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 10 + 2 + 0 + 0 = 12 \text{ мм}.$$

Основний час переходу

$$t_{05} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{12}{800 \cdot 0.8} = 0.019 \text{ХВ}.$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}}$$

де: $t_{\text{вст}} = 0.40 \text{ХВ}$ – час на встановлення, затискання та зняття деталі в центрах з хомутиком та вагою 8 кг;

$t_{\text{пер}} = 0.11 \text{ХВ}$ – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність $\leq 0,2$ мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ХВ}$ – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13 \text{ХВ}$ – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп5}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0.4 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.75 \text{ХВ}.$$

Операція 010.

Токарна. Перехід 2: Обточити начорно D12 в розмір 22

Глибина різання вираховується за формулою: $t = Z = 3.5 \text{ мм}$

За нормативними таблицями вираховуємо подачу, яка знаходиться в інтервалі $(0, 6 \dots 1, 2)$. Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16K20, приймаємо $S_B = 0.4 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання вираховується за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коеф.-ти $C_v = 350$; $m = 0.2$; $x = 0.15$; $y = 0.45$ вибираємо із таблиць.

T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах $60 \dots 90 \text{ хв}$ для різців із швидкорізальної сталі і $90 \dots 120 \text{ хв}$ для різців із твердосплавною різальною пластинкою). Приймаємо $T = 90 \text{ хв}$.

Знаходимо поправочний коеф.-т для заданого матеріалу

$n_v = 1$ – показник степені, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_T = 1$ – коеф.-т, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_T \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left(\frac{750}{490} \right) = 1.531 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$ – коеф.-т, котрий враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$ – коеф.-т, котрий враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.531 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.482$.

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 3.5^{0.15} \cdot 0.4^{0.45}} \cdot 0.482 = 85.873 \text{ м/хв.}$$

Вирахуємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 85.873}{\pi \cdot 12} = 2.278 \times 10^3 \text{ хв}^{-1} ,$$

де: $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 1600 \text{ хв}^{-1} .$$

За прийнятим значенням n_B вирахуємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 12 \cdot 1.6 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 60.319 \text{ хв}^{-1} .$$

Вирахуємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 ,$$

де $l_0 = 22$ мм – шлях різання;

$l_1 = 2$ мм – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 22 + 2 + 0 + 0 = 24 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

$$t_{06} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{24}{1.6 \times 10^3 \cdot 0.4} = 0.038 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}}$$

де: $t_{\text{вст}} = 0$ хв – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбі з

точність $\leq 0,2$ мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{зм} = 0,06 + 0,05 = 0,11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_k = 0,13$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{допб} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_k \rightarrow 0 + 0,11 + 0,11 + 0,13 = 0,35 \text{ хв.}$$

Операція 010.

Токарна. Перехід 3: Обточити D11, 37 начисто в розмір 8

Глибина різання вираховується за формулою: $t = Z = 3,8$ мм

За нормативними таблицями вираховуємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2). Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16K20, приймаємо $S_B = 0,15$ мм/об.

Швидкість різання вираховується за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коеф.-ти $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ вибираємо із таблиць.

T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою). Приймаємо $T = 90$ хв.

Знаходимо поправочний коеф.-т для заданого матеріалу

$n_v = 1$ – показник степені, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_T = 1$ – коеф.-т, котрий враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_T \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left(\frac{750}{490} \right) = 1,531 ;$$

$K_{PV} = 0.9$ – коеф.-т, котрий враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{UV} = 0.35$ – коеф.-т, котрий враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо $K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} \rightarrow 1.531 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.482$.

$$\text{Тоді } v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_V \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 3.8^{0.15} \cdot 0.15^{0.45}} \cdot 0.482 = 131.882 \text{ м/хв.}$$

Вирахуємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 131.882}{\pi \cdot 11.37} = 3.692 \times 10^3 \text{ хв}^{-1},$$

де: $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 1600 \text{ хв}^{-1}.$$

За прийнятим значенням n_B вирахуємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 11.37 \cdot 1.6 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 57.152 \text{ хв}^{-1}.$$

Вирахуємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де $l_0 = 8$ мм – шлях різання;

$l_1 = 2$ мм – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 8 + 2 + 0 + 0 = 10 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

$$t_{07} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{10}{1.6 \times 10^3 \cdot 0.15} = 0.042 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}}$$

де: $t_{\text{вст}} = 0$ хв – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність $\leq 0,2$ мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп7}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

Визначення норм часу на виконання токарної операції 005

Вирахуємо оперативний час по операцій

$$t_{0\Sigma} = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} \rightarrow 0.02 + 0.185 + 0.016 + 0.013 = 0.234 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{доп}\Sigma} = t_{\text{доп1}} + t_{\text{доп2}} + t_{\text{доп3}} + t_{\text{доп4}} \rightarrow 0.75 + 0.35 + 0.35 + 0.75 = 2.2 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{оп}} = t_{0\Sigma} + t_{\text{доп}\Sigma} \rightarrow 0.234 + 2.2 = 2.434 \text{ хв.}$$

Час на технічне і організаційне обслуговування робочого місця

час на технічне обслуговування

$$t_{\text{тех}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\alpha}{100} \right) \rightarrow 2.434 \cdot \frac{2.5}{100} = 0.061 \text{ хв.}$$

час на організаційне обслуговування

$$t_{\text{орг}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\beta}{100} \right) \rightarrow 2.434 \cdot \frac{1.4}{100} = 0.034 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} \rightarrow 0.061 + 0.034 = 0.095 \text{ хв.}$$

Вирахуємо час на відпочинок та природні потреби робітника

$$t_{\text{відп}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{оп}}}{100} \right) \rightarrow 2.434 \cdot \frac{1.6}{100} = 0.039 \text{ хв.}$$

Вирахуємо штучний час

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відп}} \rightarrow 2.434 + 0.095 + 0.039 = 2.568 \text{ хв.}$$

Вирахуємо штучно – калькуляційний час

$$t_{\text{пз}} = 9 \text{ хв} - \text{підготовчо} - \text{заключний час згідно довідкових даних};$$

$$n = 5 \text{ шт} - \text{партія випуску деталей}$$

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{пз}}}{n} \rightarrow 2.568 + \frac{9}{5} = 4.368 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{t_{\text{шт.к}}} \rightarrow \frac{60}{4.368} = 13.738 \text{ дет/год.}$$

8. Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання

Перед запуском автомата розливу оператор повинен виконати повну підготовку робочої зони. Всі зайві предмети видаляються, а обладнання попередньо оглядається на наявність зауважень і несправностей, які могли бути зафіксовані в змінному журналі. Цей документ обов'язково заповнюється кожною зміною персоналу для передачі важливої інформації між чергуваннями.

Далі необхідно перевірити справність усіх вузлів і з'єднань автомата, особливо герметичність кріплення резервуара та правильність підключення систем подачі води та розчину. Окрему увагу слід приділити положенню наповнювальної головки: вона має занурюватися у пляшку на глибину приблизно 10 мм. Крім того, перевіряється співвісність пляшки та наповнювача — у разі відхилення слід відрегулювати положення опорних елементів, зокрема кронштейна та подушок захвату.

Під час роботи автомата категорично забороняється проводити будь-які налаштування або технічне втручання. Якщо виникає потреба в регулюванні або ремонті, машина повинна бути повністю знеструмлена, а навколо неї встановлюються попереджувальні знаки. Особовий склад, який виконує обслуговування, має використовувати спецодяг та засоби індивідуального захисту, включаючи рукавиці.

З міркувань безпеки не дозволяється експлуатувати машину без захисних кожухів. Протягом усього робочого циклу оператор зобов'язаний стежити за стабільністю тиску в системі, який не повинен перевищувати 0,4 МПа. Також здійснюється візуальний контроль якості тари, правильності наповнення, стану пульта керування і відсутності сторонніх звуків у роботі вузлів.

У разі аварійної ситуації необхідно одразу натиснути кнопку аварійного зупинення, повідомити про інцидент відповідальну особу, а потім викликати наладчика. Вода при цьому повинна залишатися під тиском до моменту повного зупинення машини.

Після завершення зміни оператор перекриває подачу води, прибирає робоче місце та інформує майстра про виконану роботу. У журналі вказуються всі виявлені неполадки. У разі відсутності зауважень оператор переходить до перевірки технічного стану вузлів. Ця процедура повинна проводитися не рідше одного разу на місяць відповідно до графіка планово-попереджувальних ремонтів.

Додатково, при експлуатації обладнання необхідно суворо дотримуватись чинних санітарно-гігієнічних норм. Обробка машини виконується згідно з внутрішнім графіком санітарної очистки та дезінфекції підприємства. Для цього використовується 1,5% розчин каустичної соди з температурою до 60 °С. Тривалість обробки — 10 хвилин, після чого проводиться промивання холодною водою протягом 10–15 хвилин. У разі потреби лабораторія може ініціювати позапланову дезінфекцію.

Працювати з обладнанням мають право лише ті особи, які пройшли відповідне навчання, інструктаж з техніки безпеки та ознайомлені з інструкцією з експлуатації обладнання.

Для безпечної роботи персоналу робоча зона обладнується платформою висотою 250 мм, що запобігає небажаному зсуву ніг оператора під час виконання завдань. Прохідні зони мають бути вільними від будь-яких сторонніх предметів — тари, ящиків або обладнання, які можуть створити перешкоди для пересування.

Електропроводка між шафою управління та машиною монтується виключно в металевих трубах. Це мінімізує ризики пошкодження кабелів і відповідає стандартам електробезпеки. Корпус обладнання та шафа

електрообладнання повинні бути надійно заземлені. На корпусі передбачено спеціальний болт, маркований як "Земля", призначений для цього з'єднання.

Робота з відкритим захисним кожухом каруселі або у випадку несправності кнопок керування забороняється, оскільки це створює прямий ризик для життя та здоров'я персоналу. Під час усунення течій, забруднень або дрібних несправностей необхідно зупинити машину та вжити заходів проти її випадкового запуску. Контроль стану пристроїв, що відповідають за автоматичну зупинку у випадку перевантаження, є обов'язковим на кожному етапі експлуатації.

Обладнання виробництва NATE CHOTEBOR (Німеччина) постачається вже після заводських випробувань. Його конструкція включає дві основні частини: опорну станину та блок карусельного наповнення. Монтаж починається з установки основи. Для цього використовуються чотири рим-болти, що фіксуються з перевіркою надійності затягування. Далі станина переміщується вантажопідйомним механізмом у потрібне положення за допомогою тросів, після чого болти знімаються, а на їх місці встановлюються регулювальні пробки. Висота платформи регулюється так, щоб відстань від підлоги до стрічки складала 1150 ± 50 мм, а між основою й конвеєром — не менше 280 мм. Вирівнювання по рівню виконується окремим налаштуванням опорних ніжок і фіксацією їх стопорними гвинтами.

Установка карусельного блоку виконується аналогічно: він піднімається тросами за рим-болти та закріплюється на станині штифтами. Після цього проводиться його точне вирівнювання.

Подальші дії включають підключення карданних валів, електричних ліній, фотоелементів, комунікацій для подачі розчинів, а також монтаж усіх вузлів, що були демонтовані під час транспортування. Завершальним етапом є встановлення вхідних і вихідних конвеєрів із направляючими.

Підключення електроживлення повинні виконувати лише кваліфіковані електромонтери, які мають досвід роботи з подібним обладнанням. Вони відповідають за правильне з'єднання всіх кабелів, підключення до відповідного автоматичного живлення, перевірку напруги та відповідність електромережі параметрам проєкту. Також фахівці зобов'язані проконтролювати наявність надійного заземлення відповідно до норм охорони праці.

Перед початком будь-яких робіт, пов'язаних із пневматичною частиною машини, необхідно переконатися у повній відсутності тиску в системі. Після цього допускається підключення повітропроводів, які відповідають за роботу підйомних циліндрів і подачу CO₂. Тиск на вході в резервуар для вуглекислого газу не повинен перевищувати 2,8 бар, що є гранично допустимим робочим значенням. Лише після цього підключається основне живлення машини та починається її налаштування.

Під час монтажу необхідно забезпечити безперешкодне пересування пляшок по траєкторії — від моменту входу в машину до виходу з неї. Важливо, щоб пляшки вільно розміщувалися в зубцях зірочок і правильно центрувалися на захопленнях підйомних циліндрів у позиції наливу. Контроль за положенням і фіксацією вузлів машини повинен проводитися на всіх етапах підготовки, а всі мастильні коробки — очищені й заповнені відповідними мастильними матеріалами.

Після завершення основних монтажних робіт переходять до пробного запуску обладнання. Спочатку машина вмикається на короткі проміжки часу в холостому режимі. Це дозволяє виявити можливі помилки монтажу, які потрібно усунути до початку роботи під навантаженням. Під час цього етапу перевіряється злагодженість взаємодії всіх рухомих частин, а також правильність роботи вузлів.

Після обкатки з холостим навантаженням, у зупиненому стані перевіряються всі підшипники, вузли тертя, а також зазори між рухомими й нерухомими частинами. Це дозволяє виявити приховані дефекти, які усуваються одразу, після чого виконується повторне регулювання функціональних елементів машини.

Наступний етап — випробування під навантаженням. Машина працює в умовах, максимально наближених до реальних виробничих. У цей момент важливо переконатися, що обладнання функціонує стабільно, без відхилень у роботі систем розливу, транспортування тари та блокування.

До запуску під навантаженням обов'язково перевіряється наявність і справність усіх систем безпеки. Це стосується як захисних кожухів, так і механізмів аварійного відключення. Особливу увагу слід приділити працездатності аварійного вимикача живлення, який повинен миттєво знеструмити машину в разі нештатної ситуації.

Такі заходи є обов'язковими для гарантування безпечного запуску машини-автомата. Вони не лише зменшують ризики для персоналу, але й забезпечують довговічність роботи обладнання.

Проведення випробувань під навантаженням є завершальним етапом підготовки машини до введення в експлуатацію. На цьому етапі перевіряється функціональна справність усіх вузлів і систем у реальних умовах роботи. Такий підхід дозволяє оцінити стійкість обладнання до тривалих навантажень і виявити можливі дефекти, які не проявляються при холостому ході.

У ході випробувань проводиться діагностика рами, опорних кронштейнів та підшипникових вузлів. Контроль жорсткості конструкції дозволяє переконатися у відсутності деформацій, перекосів чи зміщень, які можуть виникати при динамічних навантаженнях. Підшипники перевіряються на наявність шумів, люфтів або ознак підвищеного тертя, що може свідчити про початкові ознаки зношування.

Навантаження на машину наращується поступово — від мінімальних значень до паспортного рівня. Це дозволяє плавно оцінити адаптивність вузлів до різних режимів роботи та точно налаштувати їх. Тривалість випробувального періоду зазвичай становить до 72 годин безперервної роботи, що є достатнім для оцінки стабільності й надійності обладнання.

Після завершення випробувань і усунення виявлених зауважень, обладнання передається в постійну експлуатацію. Цей факт підтверджується відповідним актом приймання в роботу, який засвідчує готовність машини до безпечного використання відповідно до технічних вимог.

Слід враховувати, що в процесі експлуатації обладнання піддається впливу ряду негативних факторів. До них належать зношування, корозія, втома матеріалу, термічні навантаження та інші форми фізичного впливу, які поступово знижують працездатність вузлів.

Повністю уникнути цих процесів неможливо, однак завдяки системному технічному обслуговуванню їхній вплив можна істотно зменшити. Планові огляди, профілактичні ремонти, заміна зношених компонентів і постійний моніторинг критичних елементів дозволяють не лише підтримувати стабільну роботу машини, а й значно продовжити строк її експлуатації.

Таким чином, ефективне технічне обслуговування є ключовим елементом забезпечення надійності та довговічності машинного обладнання у промислових умовах.

Типові несправності, їх причини та способи усунення

Якщо електродвигун приводу не вмикається, причиною може бути відсутність напруги, спрацювання автоматичного вимикача або відкритий захисний кожух. У цьому випадку необхідно подати напругу, увімкнути живлення та закрити захисне огороження.

У випадку, коли двигун вмикається, але не обертається, можливі такі причини: розімкнута одна з фаз або перегорів запобіжник. Для відновлення роботи потрібно перевірити фази та замінити несправний елемент.

При спрацюванні термореле двигуна найчастіше причиною є перевантаження. Потрібно знайти та усунути джерело надмірного навантаження, після чого перезапустити двигун.

Якщо пляшки переповнюються, це може бути зумовлено невідповідністю газовідвідних трубок формі тари, негерметичністю або низьким тиском у пневмоциліндрах. У таких випадках варто замінити ущільнення, відрегулювати тиск у системі або правильно підібрати трубки.

Відсутність продукту в лінії розливу пояснюється закритим або пошкодженим клапаном подачі, засміченням трубопроводу, негерметичністю з'єднань або несправністю механізму. Для усунення проблеми потрібно розібрати клапан, очистити його, перевірити герметичність усіх з'єднань і працездатність вузлів подачі.

При перевищенні допустимого рівня наповнення пляшок можлива несправність клапана подачі або порушення в його налаштуваннях. У цьому випадку проводиться перевірка клапана, його регулювання або заміна.

Якщо не спрацьовують окремі наповнювальні клапани, це може бути спричинено втратою тиску або зношеністю елементів підйомного циліндра. У такій ситуації необхідно перевірити ущільнювачі, герметичність і за потреби — замінити пошкоджені деталі.

Коли пляшки випадають із захватів підйомного циліндра під час підйому або опускання, слід перевірити стан захватного механізму. Причиною може бути знос або несправність, яку можна усунути шляхом заміни елемента.

Газовідвідні трубки також можуть бути пошкодженими або мати тріщини, що спричиняє витікання продукту або порушення тиску. У такому випадку перевіряється стан трубок, а за необхідності — вони замінюються.

Крім того, значний люфт у направляючій підйомного циліндра може стати причиною збоїв. Його усувають через перевірку технічного стану направляючої частини й заміну зношених вузлів.

9. Система управління

Сенсорний контроль у системі автоматизації процесу розливу пива

Система автоматизації розливу пива базується на безперервному моніторингу та управлінні ключовими параметрами технологічного процесу. Одним із таких параметрів є рівень пива в резервуарі, контроль за яким здійснюється за допомогою сенсорних пристроїв. Це дає змогу підтримувати стабільність подачі продукту, запобігати переповненню або недостатньому дозуванню, а також зменшити втрати продукції.

Основні етапи реалізації сенсорного контролю:

1. Вимірювання рівня пива в резервуарі

У системах автоматизованого розливу можуть застосовуватись кілька типів сенсорів, зокрема:

Поплавкові датчики — працюють за принципом механічного переміщення поплавка відповідно до рівня рідини. Можуть бути оснащені ультразвуковими, оптичними або інфрачервоними сенсорами для підвищення точності.

Ємнісні або провідникові електронні датчики — реагують на зміну електричних властивостей пива (наприклад, діелектричної проникності або провідності) при зміні його рівня. Такі датчики розташовуються на стінках резервуара та не мають рухомих частин, що підвищує їх надійність.

2. Калібрування та технічне обслуговування сенсорів

Щоб забезпечити точність вимірювання, усі сенсори мають бути правильно відкалібровані. Це може виконуватись:

- вручну, шляхом прив'язки до контрольних рівнів,
- або автоматично — засобами вбудованого ПЗ системи керування.

Крім первинного калібрування, рекомендується періодично проводити технічне обслуговування: очищення, перевірку герметичності, повторне калібрування та діагностику на наявність збоїв сигналу.

3. Обробка сигналів у системі управління

Дані, отримані від сенсорів, передаються до контролера або ПЛК (програмованого логічного контролера). Вбудоване програмне забезпечення:

- аналізує вхідні сигнали;
- визначає поточний рівень пива;
- приймає рішення про запуск або зупинку подачі продукту, а також коригує дозування залежно від режиму роботи машини.

Завдяки цьому система здатна автоматично підтримувати оптимальний рівень пива у буферній ємності або наливній головці, забезпечуючи точне наповнення пляшок відповідно до встановлених параметрів.

4. Переваги сенсорного контролю в системах розливу

- Висока точність і повторюваність дозування.
- Мінімізація втрат продукту.
- Зменшення залежності від людського фактора.
- Можливість інтеграції в комплексні SCADA-системи з моніторингом в реальному часі.

Впровадження сенсорного контролю у систему автоматизованого розливу пива значно підвищує ефективність і стабільність виробничого процесу. Сучасні сенсори забезпечують точне вимірювання рівня рідини, що дозволяє системі керування підтримувати безперервний, контрольований і економічно вигідний процес розливу.

Система керування та регулювання процесу дозування

Процес дозування пива в автоматизованих лініях реалізується через інтеграцію датчиків, виконавчих механізмів і програмованих логічних контролерів (ПЛК), які забезпечують точне керування розливом відповідно до заданих параметрів. Сучасні системи використовують модульну

архітектуру, що дозволяє налаштовувати лінію під різні об'єми тари, типи продукції та режими виробництва.

Основні компоненти системи керування:

Програмований логічний контролер (ПЛК)

ПЛК слугує центральним керуючим пристроєм, який обробляє сигнали з датчиків рівня, тиску, температури та положення, а також формує команди для виконавчих пристроїв.

Він забезпечує:

змінну швидкість подачі продукту в залежності від типу тари;

контроль часу відкриття/закриття клапанів;

моніторинг аварійних ситуацій і відхилень від нормального режиму.

Виконавчі механізми

До них належать:

- електромагнітні та пневматичні клапани, які керують подачею пива до наливної головки;
- серводвигуни та актуатори, що регулюють позицію пляшок, подачу тари на транспортері;
- регулятори тиску та температури, які підтримують стабільні умови розливу.

Засоби інтерфейсу оператора (HMI)

Інтерфейс керування може бути реалізований на сенсорному екрані, де оператор має змогу:

- задавати об'єм дозування;
- запускати або зупиняти процес;
- контролювати в реальному часі стан кожного вузла машини;
- переглядати повідомлення про несправності або помилки в системі.

Алгоритми регулювання

У процесі роботи ПЛК здійснює зчитування вхідних даних та заздалегідь визначеним алгоритмом формує вихідні сигнали. Алгоритм дозування може ґрунтуватися на:

- часовому управлінні (відкриття клапана на заданий інтервал);
- об'ємному контролю (використання витратомірів);
- рівневому управлінні (контроль за допомогою сенсорів у наливній головці або пляшці).

Система може адаптуватися до змін у параметрах продукту (піноутворення, в'язкість, температура) за допомогою коригувальних коефіцієнтів, що вносяться вручну або визначаються автоматично.

1. Переваги інтегрованої системи дозування
2. Підвищення точності наливу та зниження втрат продукції.
3. Гнучкість налаштувань під різні типи упаковки.
4. Можливість швидкого переходу з одного режиму розливу на інший.
5. Захист від помилок оператора через реалізацію блокувань і логічних умов.

Система контролю якості в лінії розливу

Забезпечення стабільної якості продукції є одним із головних завдань автоматизованої лінії розливу пива. Сучасні технології дозволяють в режимі реального часу контролювати основні параметри продукту та технологічного процесу. Це дає змогу своєчасно виявляти відхилення, мінімізувати брак і гарантувати стабільність характеристик готового напою.

Основні контрольовані параметри:

Об'єм наповнення

Система використовує датчики рівня або вагові модулі для перевірки відповідності налитого об'єму встановленим нормам. Всі пляшки, що не відповідають вимогам, автоматично відбраковуються.

Герметичність закупорювання

Спеціальні датчики перевіряють щільність закручування або тиск у пляшці після укупорки. Наявність витоку може свідчити про несправність закупорювального вузла або дефект кришки.

Виявлення сторонніх об'єктів і дефектної тари

За допомогою оптичних, лазерних або візуальних систем з камерою фіксується наявність сторонніх предметів у пляшках, тріщин, сколів або викривлень форми тари.

Контроль температури напою перед розливом

Температура пива впливає на піноутворення, а отже — на точність дозування. Вбудовані термодатчики дозволяють контролювати цей параметр та автоматично вмикати охолодження у разі потреби.

Пломбування та маркування

Після закупорювання система може контролювати наявність маркування (дата, час, номер партії) за допомогою сканерів штрих-кодів або камери з розпізнаванням символів.

Автоматизоване реагування на відхилення

При виявленні невідповідності будь-якого з параметрів:

- вмикається механізм автоматичного відбракування пляшок;
- фіксується повідомлення в журналі помилок ПЛК або SCADA;
- у випадку системної помилки — зупиняється подальший розлив до втручання оператора або технічного персоналу.

Інтеграція з SCADA-системою

Контрольні дані надходять у центральну систему моніторингу (SCADA), де:

зберігається історія виробництва;

формуються звіти про якість продукції;

виконується аналітика відхилень для оптимізації технології.

Переваги системи контролю якості

Підвищення відповідності продукції стандартам і вимогам;

Скорочення обсягів браку;

Можливість статистичного аналізу та оптимізації процесу;

Відповідність нормам HACCP, ISO 9001 та інших галузевих регламентів.

Резервування елементів системи

Для гарантування безперервної роботи важливих процесів у випадку відмови одного з елементів передбачено кілька типів резервування:

Резервування джерела живлення

Встановлюються блоки безперебійного живлення (UPS), які забезпечують живлення системи протягом 15–60 хвилин у разі зникнення основного енергоживлення. Для довготривалої підтримки роботи можливе підключення до дизель-генераторної установки.

Дублювання контролерів (ПЛК)

У критичних вузлах застосовують схеми "гарячого резерву", коли другий контролер автоматично переходить в активний режим при виході з ладу основного.

Резервні канали зв'язку

Комунікації між пристроями можуть бути реалізовані паралельно через різні протоколи — наприклад, Ethernet і Profibus, що забезпечує безперервну передачу даних при пошкодженні одного з каналів.

Висновок

Захист і резервування систем управління є невід'ємною частиною автоматизованих ліній розливу, особливо у виробництві харчових продуктів, де зупинка або помилка в роботі обладнання безпосередньо впливає на якість, безпечність та собівартість продукції. Впровадження комплексного підходу до безпеки дозволяє знизити ймовірність збоїв, уникнути аварійних ситуацій та забезпечити високу надійність виробничого процесу.

10. Охорона праці

Законодавча база охорони праці в Україні

Забезпечення безпеки праці на виробництві є одним з головних завдань будь-якого підприємства. У законодавчій площині охорона праці регламентується рядом документів, серед яких ключовим є Закон України «Про охорону праці». Цей закон визначає основні принципи державної політики у сфері охорони праці, права працівників на безпечні умови праці, а також обов'язки роботодавця щодо створення таких умов.

Додатково положення з охорони праці містяться у Кодексі законів про працю України, законах «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про санітарне та епідемічне благополуччя населення» тощо. Для кожної галузі, зокрема й харчової промисловості, розроблені специфічні нормативно-правові акти, інструкції, стандарти і правила, які конкретизують вимоги до організації безпечного виробництва.

Роботодавець, згідно з чинним законодавством, несе відповідальність за створення безпечних і нешкідливих умов праці, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, навчання та перевірку знань з охорони праці, а також контроль за дотриманням правил і норм безпеки на робочому місці.

Аналіз виробничого травматизму у харчовій промисловості

Виробничий травматизм у харчовій промисловості, включаючи пивоваріння та розлив напоїв, залишається важливою проблемою, попри наявність нормативної бази та системи інструктажів. Найчастіші випадки травм пов'язані з порушенням правил експлуатації обладнання, використанням несправних машин, а також нехтуванням засобами захисту.

На підприємствах із розливу пива працівники піддаються ризикам при контакті з рухомими елементами автомата, високим рівнем шуму, впливом вологого середовища, а також хімічними речовинами, які використовуються для миття та дезінфекції обладнання. Особливо часто травми трапляються під час технічного обслуговування, коли автоматика тимчасово відключена, а оператор чи слюсар контактує з елементами, що обертаються або знаходяться під тиском.

З метою зменшення рівня травматизму необхідно забезпечити безперервне навчання персоналу, модернізацію устаткування з урахуванням вимог безпеки, а також контроль за виконанням нормативів праці.

Інструктажі з охорони праці

Інструктажі є основною формою профілактичної роботи з охорони праці. На підприємстві вони проводяться систематично та у повному обсязі. Зокрема, працівники проходять:

Вступний інструктаж — під час прийому на роботу, знайомить працівника з основами охорони праці на підприємстві, основними небезпеками, загальними правилами поведінки у виробничих приміщеннях.

Первинний інструктаж — проводиться на конкретному робочому місці з детальним поясненням правил експлуатації обладнання та інструментів.

Повторний інструктаж — організовується періодично, щонайменше один раз на півроку, з метою оновлення знань і нагадування про вимоги безпеки.

Позаплановий інструктаж — здійснюється у разі змін у технологічному процесі, після нещасних випадків або при введенні нового обладнання.

Цільовий інструктаж — проводиться перед виконанням робіт підвищеної небезпеки, а також при ліквідації аварій або стихійних лих.

Після кожного інструктажу перевіряється рівень засвоєння знань та робиться відповідний запис у журналі обліку.

Фінансування заходів з охорони праці

Фінансування охорони праці є обов'язком роботодавця. Згідно із законом, на підприємстві повинні бути виділені кошти у розмірі не менше 0,5% від фонду оплати праці для фінансування заходів з охорони праці. У разі роботи в умовах підвищеної небезпеки цей відсоток може бути збільшений.

Фінансові ресурси використовуються на:

- закупівлю спецодягу, рукавиць, окулярів, навушників;
- оплату навчань, тренінгів та атестацій з охорони праці;
- оновлення або модернізацію устаткування для зменшення ризику ураження;
- ремонт та обслуговування вентиляційних і протипожежних систем.

Звітність про витрати на охорону праці ведеться окремо, а контроль за використанням коштів покладається на службу охорони праці підприємства.

Мікрокліматичні умови виробничого приміщення

Комфортні мікрокліматичні умови є одним із чинників, що впливають на безпеку і продуктивність праці. На ділянці розливу пива важливо підтримувати стабільні значення температури, вологості та швидкості повітря.

Оптимальна температура повітря має становити 18–22 °С, відносна вологість — 40–60%, а швидкість руху повітря — до 0,3 м/с. При відхиленні параметрів можливі теплові або холодові перевантаження, які можуть негативно вплинути на самопочуття працівника.

Системи вентиляції повинні бути справними, своєчасно очищеними та здатними забезпечити як видалення тепла й вологи, так і подачу свіжого повітря.

Освітлення робочих місць

Освітлення виробничих зон має забезпечувати достатній рівень яскравості та рівномірність розподілу світла. Відповідно до нормативів ДСТУ EN 12464-1:2015, рівень освітлення на робочому місці оператора розливної машини повинен бути не нижче 300 лк.

Для цього застосовують комбіновану систему: загальне рівномірне освітлення та локальне — у зонах контролю. Світильники повинні мати захисне виконання, бути герметичними до бризок води та пилу, а також не створювати засліплення.

Заходи з електробезпеки

Усі роботи, пов'язані з електричним живленням, повинні виконуватись лише спеціально навченим персоналом. Основні вимоги до електробезпеки включають:

- наявність заземлення всіх металевих частин обладнання;
- використання захисного відключення (УЗО);
- регулярну перевірку цілісності ізоляції кабелів;
- наявність на щитах попереджувального маркування та інструкцій;
- обов'язкове навчання персоналу правилам електробезпеки та надання першої допомоги при ураженні струмом.

У випадку пошкодження кабелю або обладнання, воно має бути негайно виведене з експлуатації.

Протипожежна безпека

Пожежна безпека на підприємстві з розливу пива регламентується нормами ДСТУ EN 12845:2020 та внутрішніми інструкціями. Пожежонебезпечними є як легкозаймисті матеріали (етикетки, пластикова тара), так і миючі засоби.

На території виробничих приміщень мають бути встановлені пожежні щити, укомплектовані вогнегасниками (вуглекислотними, порошковими), а також наявні справні пожежні гідранти. Датчики диму мають бути справними, а системи сигналізації — регулярно перевірятися.

Працівники повинні проходити інструктажі з пожежної безпеки та брати участь у навчальних евакуаційних тренуваннях не рідше ніж раз на півроку.

Небезпечні виробничі фактори при роботі з автоматом розливу пива

Автомат розливу пива є складною технологічною установкою, що включає механічні, електричні та пневматичні вузли. Робота з ним супроводжується дією низки небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

- механічні ушкодження через рухомі частини (передавальні механізми, підйомні платформи);
- ураження струмом через пошкодження ізоляції або неправильне підключення;
- підвищена вологість і температура, що може викликати втому, теплові удари або порушення терморегуляції;
- контакт з хімічними речовинами (лугові або кислотні мийні засоби);
- шумові навантаження, що перевищують допустимий рівень у 80 дБ;
- вплив тиску CO₂, що використовується для стабілізації тиску під час розливу.

Для мінімізації цих ризиків необхідно організувати безперервний технічний контроль стану машини, встановити огороження на небезпечних ділянках, проводити регулярні інструктажі та забезпечити працівників ЗІЗ (засобами індивідуального захисту).

За потреби до цього розділу можна додати графік санітарної обробки, типовий перелік ЗІЗ для операторів автомата розливу пива або перелік протиаварійних дій при надзвичайних ситуаціях.

11. Охорона довкілля

Як і будь-яке підприємство харчової промисловості, пивзавод здійснює вплив на навколишнє середовище. Серед основних джерел забруднення – стічні води, викиди в атмосферу, а також тверді відходи, що утворюються у процесі виробничої діяльності. Питання екологічної безпеки та зменшення шкідливого навантаження на довкілля є важливими аспектами сталого розвитку підприємства.

У процесі роботи пивоварного виробництва утворюються наступні види забруднення:

Стічні води – формуються в результаті санітарної обробки обладнання, мийки тари, а також від води, використаної для охолодження та інших технологічних цілей.

Викиди в атмосферу – включають пил під час транспортування та обробки солоду, парові викиди при варінні сусла, а також вихлопні гази від транспортних засобів, що обслуговують виробництво.

Тверді відходи – зокрема, залишки солоду, дробини, осадки, пакувальні матеріали, а також побутові відходи від допоміжної діяльності.

Компанія приділяє значну увагу екологічній безпеці та щорічно впроваджує заходи, спрямовані на мінімізацію шкідливого впливу на довкілля. Основні напрямки роботи включають:

модернізацію очисних споруд;

впровадження систем роздільного збирання та утилізації відходів;

використання замкнених контурів водопостачання;

оптимізацію логістики транспорту для зменшення кількості викидів.

Виробничі стоки містять органічні та механічні домішки. На першому етапі очищення відбувається механічна фільтрація – стічна вода проходить через металеві сита, які затримують великі домішки: залишки ячменю, дробину, шматки пакування та інші тверді частки.

Зібрані відходи потрапляють у герметичні контейнери, які вивозяться спеціалізованим автотранспортом з території підприємства для утилізації на ліцензованих об'єктах.

Після механічного очищення стоки прямують на очисні споруди, де відбувається біологічна обробка води. Залежно від типу забруднень застосовуються аераційні установки, біофільтри або мембранні реактори. В результаті досягається значне зниження рівня забруднення перед скиданням води в міську каналізацію або на локальні поля фільтрації.

Органічні залишки, такі як дробина та осад, мають високу поживну цінність і можуть використовуватись у сільському господарстві як кормові добавки або сировина для біогазових установок. Підприємство співпрацює з фермерськими господарствами для реалізації цих продуктів утилізації.

Пакувальні матеріали (скло, пластик, метал, папір) сортуються та передаються на вторинну переробку. Цей підхід зменшує кількість сміття та сприяє економії ресурсів.

Для запобігання перевищенню допустимих концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері встановлені фільтри та системи вентиляції. Пиловловлювальні установки на ділянці обробки солоду дозволяють знизити запиленість повітря. Регулярний екологічний моніторинг дозволяє контролювати рівень викидів і своєчасно вживати коригувальних заходів.

Якість очищення стічних вод наведена в таблиці 11.1.

Таблиця 11.1. Показники якості стічних вод на пивзаводі

Найменування показників	ГДК	Вактичний викид
pH	6,5 – 9,0	6,9
Нафтопродукт, мг / дм ³	1,95	0,21
Зважені частинки, мг / дм ³	225	202
Сульфати, мг / дм ³	80	240
Хлориди, мг Cl / дм ³	250	90,3
Залізо, мг / дм ³	1,54	0,19
Мідь, мг / дм ³	0,005	0,012
Сухий залишок, мг / дм ³	1000	59
Азот амонійний, мг / дм ³	5 мг на 100 мг	8,2
Фосфати, мг / дм ³	1 мг на 100 мг	0,32

На пивоварному підприємстві утворюється значна кількість відходів, які можуть бути частково або повністю повторно використані або утилізовані відповідно до принципів сталого розвитку. Нижче описано основні типи відходів, характерні для такого виробництва, а також напрями їх повторного застосування:

Склобій — уламки та бій скляної тари зазвичай не утилізуються як сміття, а направляються на вторинну переробку. Зокрема, їх використовують у виробництві нової склотари або для виготовлення склокерамічних матеріалів.

Металева тара та металобрухт — непридатні металеві контейнери та інші металеві компоненти збираються та передаються до спеціалізованих підприємств, що займаються заготівлею й переплавкою металобрухту.

Відпрацьовані мастила — такі відходи або переробляються для подальшого технічного використання, або проходять очищення з метою регенерації для повторного застосування в системах змащування.

Використана пластикова тара — за можливості очищується та знову використовується в рамках виробничого циклу. В іншому разі її передають на підприємства, які спеціалізуються на вторинній переробці полімерів.

Дерев'яні відходи — до цієї категорії належать піддони, ящики, обгортки. Вони використовуються повторно в логістиці або відправляються

на підприємства деревообробної галузі.

Макулатура — паперові етикетки, документація та пакувальні матеріали передаються на спеціалізовані комбінати, де з них виготовляють вторинний папір.

Поліетилен — пошкоджена або вживана поліетиленова плівка переробляється на пластик-гумові вироби або гранули для повторного застосування у виробництві упаковки.

Відходи пивоваріння — це насамперед пивна дробина, солодовий пил, відпрацьовані дріжджі. Їх часто використовують у якості кормових добавок для тварин або як органічне добриво. Частина сировини також реалізується місцевим фермерським господарствам.

Пара — водяна пара, яка утворюється під час варіння сусла, збирається та повторно використовується для нагрівання ємностей, миття тари або у теплопостачанні. В холодний сезон вона може бути використана для обігріву цехів.

Промивна вода та технологічні рідини — збираються у спеціальні баки. Після очищення застосовуються повторно: або для технічного водопостачання, або у якості охолоджуючих рідин у виробничих процесах.

Вуглекислий газ (CO_2) — утворюється як побічний продукт у процесі бродіння. Замість викиду в атмосферу його можна уловлювати, очищувати та повторно використовувати — наприклад, у виробництві газованих напоїв або для карбонізації пива.

Висновки

Екологічна безпека автоматизованого процесу розливу пива є важливою складовою загальної стратегії сталого розвитку підприємства. Автомат розливу, як елемент технологічної лінії, безпосередньо впливає на обсяг виробничих стоків, рівень енергоспоживання, утворення твердих відходів та викидів в атмосферу.

Завдяки впровадженню автоматизованого обладнання сучасного типу, зменшуються втрати продукції під час фасування, знижується ризик розливу пива в робоче середовище, а також оптимізується споживання води та миючих засобів для санітарного обслуговування машини. Крім того, зниження обсягів ручної праці сприяє зменшенню випадкових аварій і, відповідно, мінімізації несанкціонованих викидів.

Автомат розливу дозволяє ефективно організувати повторне використання побічних продуктів, зокрема вуглекислого газу, що вловлюється під час бродіння і застосовується для карбонізації напою або в інших технологічних цілях. Це не лише знижує екологічне навантаження, а й сприяє ресурсозбереженню.

Таким чином, правильна експлуатація, регулярне технічне обслуговування та модернізація автомата розливу пива можуть істотно зменшити шкідливий вплив виробництва на довкілля, підвищити ефективність утилізації ресурсів і відповідати сучасним екологічним стандартам харчової промисловості.

Висновки

У межах кваліфікаційної роботи на тему «Модернізація розливного пристрою автомату KHS Innofill Glass розливу пива у скляні пляшки» було виконано всебічне технічне обґрунтування запропонованих удосконалень, які відповідають актуальним вимогам пивоварної промисловості.

Після аналізу чинних технічних рішень, а також результатів патентно-інформаційного пошуку, запропоновано оновлену конструкцію розливного вузла з герметичним (закритим) циклом фасування. Це дає змогу мінімізувати контакти напою з навколишнім середовищем, скоротити втрати через піноутворення та зменшити необхідність у використанні потужних витяжних систем. Удосконалена система дозволяє підвищити точність дозування і стабільність розливу.

Ключовим технічним рішенням стала реалізація методу об'ємного розливу з використанням мірної ємності. Рідина не потрапляє відразу у тару, а попередньо дозується в окрему мірну склянку, що усуває похибки при заповненні та забезпечує високу повторюваність об'ємів. У випадку утворення піни продукт поступово стабілізується і переходить у рідкий стан ще до моменту фасування, що дозволяє уникнути втрат і некоректного розливу.

Додатково в конструкцію витратного резервуара інтегровано сорочку охолодження, через яку циркулює сольовий розчин. Це рішення сприяє збереженню стабільної температури напою, що критично важливо для підтримання якості пива на етапі розливу.

У результаті модернізації вдалося досягти:

- підвищення точності розливу за рахунок об'ємного контролю;
- зменшення утворення піни;
- зниження витрат на вентиляційні системи;
- поліпшення енергоефективності процесу.

Запропоновані зміни доводять свою ефективність у контексті сучасного високошвидкісного фасування та відповідають вимогам гігієнічності, точності дозування й ресурсозбереження. Модернізований пристрій розливу може бути використаний як основа для подальшого розвитку автоматизованих ліній на підприємствах пивоварної галузі.

Список використаних літературних джерел

1. Сидоров, Ю. І. Сучасні процеси і обладнання для виробництва пива / Ю. І. Сидоров // Національний університет «Львівська політехніка». – 2011. – № 6. – С. 1 – 10.
2. Приймачук, Т. Ю. Хмелярство України: шляхи виходу з кризи / Т. Ю. Приймачук, А. В. Проценко, Р. І. Рудик, І. П. Штанько // Агропромислове виробництво Полісся. – 2016. – Вип. 9. – С. 54–60.
3. Зварич, Н. М. Основні напрямки розвитку пивоварної галузі в Україні / Н. М. Зварич. // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – 2010. – №663. – С. 2.
4. Тимошенко В.С. Система НАССР. Довідник: підручник / В.С. Тимошенко, Н.Р. Крутяк – / Львів: НТЦ «Леонорм–Стандарт». – 2003. – С. 218.
5. О. Л. Актуальні аспекти контрольно–аудиторських процедур безпечності та якості продукції : дис. канд. техн. наук : Львівський наці / О. Лиса – Львів, 2017. – 5 с.
6. Приймачук Т.Ю., Ратошнюк Т.М., Штанько Т.А., Сітнікова Т.Ю., Проценко А.В. Співпраця хмелярства та пивоваріння: світовий та вітчизняний ракурс/ Вісн. аграр. науки Причорномор'я. 2014. Вип. 2 (78). С. 72–79
7. Заєць Т. Особливості розроблення НАССР плану для виробництва харчових концентратів / Заєць Т., Слива Ю.// Техніка та технології АПК. – 2016. – №6. – С. 25–27
8. Ліфанова Л. О. Системний аналіз технології виробництва безалкогольного пива / Л. О. Ліфанова, В. М. Таран. // Національний університет харчових технологій. – 2016. – С. 277–280.

9. Тищенко Л. В. Сучасні технологічні схеми для підготовки питної води / Л. В. Тищенко, Т. К. Марченко. // Кіровоградський національний технічний університет. – 2016. – №628. – С. 220–223.
10. Пиво. Технічні умови: ДСТУ 3888:2015. – [Чинний від 2017–01–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2017. – С. 17. – (Національний стандарт України).
11. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4–171–10. – [Чинний від 2019–12–28]. – К.: Держспоживстандарт України, 2019. – С. 38. – (Національний стандарт України).
- Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови: ДСТУ 4282:2004. [Чинний від 2004–10–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 24 с. – (Національний стандарт України)
12. Рослинництво. Гранули хмелю. Технічні умови: ДСТУ 7028:2009.– [Чинний від 2011–07–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – С. (Національний стандарт України).
13. Дріжджі пивні. Технічні умови: ДСТУ 7344:2013.– [Чинний від 2014–01–01] – К.: Держспоживстандарт України, 2014. – С. 17. – (Національний стандарт України)
14. Цукор білий. Технічні умови: ДСТУ 4623:2006.– [Чинний від 2007–07–29]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 23 с. – (Національний стандарт України)
15. Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови: ДСТУ 4621:2006.– [Чинний від 2006–07–20]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 20 с. – (Національний стандарт України)
16. Іваненко Ф. В. Технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції / Ф. В. Іваненко, В. М. Сінченко. – Київ: КНЕУ, 2005. – 223 с.

17. Змінення хімічного складу злаків як сировини для лікувально-оздоровчого харчування в процесі їх солодощення / А.І. Українець, Н.О. Ємельянова, С.І. Потапенко, Р.М. Мукоїд // Харчова промисловість.

– 2005. – №4. – С. 73 – 75.

18. Домарецький В.А. Технологія, екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини. [підручник] / В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський, М.Г. Михайлов. – Вінниця. : Нова книга, 2005. – 408 с.

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кільк.	При- мітка
				<u>Документація</u>		
A4			230542.KP.11.000.ПЗ	Пояснювальна записка		
A1			230542.KP.11.001.3В	Загальний вигляд		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Пневмоелектророзподільвач	1	
		2		Шафа електронна	1	
		3		Клапан запобіжний	1	
		4		Стіл поворотний	1	
		5		Розподільвач потоків	1	
		6		Копір	1	
		7		Вінець зубчастий	1	
		8		Стійка опорна	6	
		9		Резервуар масляний	2	
		10		Резервуар витратний	1	
		11		Пристрій наливний	100	
		12		Столик підйомний	100	
		13		Шестерня зубчаста	1	
		14		Кільце опорне	1	
		15		Вал карданний	1	
		16		Лапа опорна	6	
		17		Кожух захисний	1	
		18		Кронштейн	11	
		19		Колони зовнішні	11	
		20		Зірочка завантажувальна	1	
		21		Зірочка розвантажувальна	1	
		22		Направляюча	1	
Відповідальна організація НУХТ			Технічне узгодження Бадко Є.М.	Вид документа Специфікація	Статус документа	
Власник документа НУХТ			Розробник документа Петричук Д.О.	Назва, додаткова назва Автомат розливу	230542.KP.11.001.СП	
			Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання
					Мова UA	Аркуш

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кільк.	При- мітка
				<u>Документація</u>		
A4			230542.KP.11.000.ПЗ	Пояснювальна записка		
A1			230542.KP.11.002.СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Тарілка	1	
		2		Шток поршня	1	
		3		Втулка направляюча	1	
		4		Плунжер	1	
		5		Вилка	1	
		6		Корпус	1	
		7		Втулка верхня	1	
		8		Кільце ущільнююче	1	
		9		Кільце ущільнююче	1	
		10		Шайба	1	
		11		Буфер	1	
		12		Шайба стопорна	1	
		13		Втулка ролика	1	
		14		Ролик	1	
		15		Шайба	1	
		16		Штуцер	1	
		17		Кронштейн	1	
Відповідальна організація НУХТ			Технічне узгодження Бадко Є.М.	Вид документа Специфікація	Статус документа	
Власник документа НУХТ			Розробник документа Петричук Д.О.	Назва, додаткова назва Розливний пристрій	230542.KP.11.002.СП	
			Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання
					Мова UA	Аркуш

[illegible]