

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Розрахунок та ремонт вузла перестановки пакетів
фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200

Виконав (ла): здобувач (ка) освіти IV курсу, групи МО-41

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Стасенько Т.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Шинкарик М.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Ворощук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 27 » січня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня **бакалавр**
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

здобувачу (ці) освіти Стасенько Тарасу Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок та ремонт вузла перестановки пакетів фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200

Керівник роботи Шинкарик М.М., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2025 р. № 4/7-49

2. Термін подання здобувачем (кою) освіти завершеної роботи « 20 » червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Паспорт фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи.

2. Обґрунтування конструкції і розрахунки.

3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту.

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1. Фасувально-упаковувальна машина марки УФАС-1200. Вигляд загальний. (1 л.ф.А1)

2. Дозувальний пристрій фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200. (1 л.ф.А1)

3. Карусель формування пакетів фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200. (1 л.ф.А1)

4. Вузол пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200. (1 л.ф.А1)

5. Технологічна схема складання-розбирання вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200. (1 л.ф.А1)

6. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки головного вала вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200. (1 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	доц. Комар Р.В.		
Нормоконтроль	доц. Ворощук В.Я.		

7. Дата видачі завдання « 27 » січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи.	27.01. 2025-09.02.2025	
2	2. Обґрунтування конструкції і розрахунки.	02.06.2025-10.06.2025	
3	3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту.	08.06.2025-18.06.2025	
4	4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	27.01. 2025-09.02.2025	
5	Висновки.	18.06.2025-19.06.2025	
	Графічна частина		
6	1. Фасувально-упаковувальна машина марки УФАС-1200. Вигляд загальний.	27.01. 2025-09.02.2025	
7	2. Дозувальний пристрій фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200.	27.01. 2025-09.02.2025	
8	3. Карусель формування пакетів фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200.	02.06.2025-10.06.2025	
9	4. Вузол пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200.	02.06.2025-10.06.2025	
10	5. Технологічна схема складання-розбирання вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200.	08.06.2025-18.06.2025	
11	6. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки головного вала вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200.	08.06.2025-18.06.2025	

Здобувач освіти

(підпис)

Стасенько Т.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шинкарик М.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему: "Розрахунок та ремонт вузла перестановки пакетів фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200" виконана Стасеньком Тарасом Івановичем.

Робота складається зі 75 сторінок, містить 12 рисунків, 12 таблиць та 6 креслень.

Мета роботи: підвищення ефективності та надійності роботи фасувально-пакувальної машини марки УФАС-1200 шляхом оптимізації конструкції та розробки раціональних методів ремонту вузла перестановки пакетів.

Основні задачі, що вирішуються: аналіз існуючих конструкцій вузлів перестановки пакетів; проведення кінематичного та динамічного аналізу роботи вузла; виконання розрахунків на міцність та довговічність критичних елементів; розробка рекомендацій щодо підвищення експлуатаційної надійності вузла; розробка технологічної карти ремонту вузла перестановки пакетів.

Практичне значення роботи: полягає у розробці конкретних технічних рішень та рекомендацій, які дозволять збільшити міжремонтний інтервал роботи вузла перестановки пакетів, знизити витрати на його обслуговування та ремонт, а також підвищити загальну продуктивність пакувального обладнання.

Ключові слова: фасувально-пакувальна машина, вузол перестановки, ремонт, надійність, розрахунок, машинобудування, оптимізація, зношення.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Стасенько Т.І.			Анотація			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Шинкарик М.М.								3	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Вороужук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

Abstract

The qualification work on the topic: “Calculation and repair of the package shifting unit of the packing machine model UFAS-1200” was performed by Taras Ivanovych Stasenko.

The work consists of 65 pages, contains 15 illustrations, 7 tables and 6 drawings.

Purpose: to improve the efficiency and reliability of the Ufas-1200 packaging machine by optimizing the design and developing rational methods for repairing the package rearrangement unit.

The main tasks to be solved: analysis of existing designs of the package rearrangement units; kinematic and dynamic analysis of the unit; calculations for the strength and durability of critical elements; development of recommendations for improving the operational reliability of the unit; development of a technological map for the repair of the package rearrangement unit.

The practical significance of the work: the development of specific technical solutions and recommendations that will increase the overhaul interval of the package transfer unit, reduce the cost of its maintenance and repair, and increase the overall performance of packaging equipment.

Keywords: filling and packaging machine, repositioning unit, repair, reliability, calculation, mechanical engineering, optimization, wear.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Abstract		
Розроб.	Стасенько Т.І.						
Перевір.	Шинкарик М.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Ворощук В.Я.						
Затверд.	Вітенько Т.М.				зр. МО-41		
					Лім.	Арк.	Архивів
						3	

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Abstract	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи	8
1.1. Характеристика та особливості об'єкта проєктування.....	8
1.2. Аналіз обладнання для фасування рідких молокопродуктів	10
1.3. Постановка завдань кваліфікаційної роботи	20
2. Обґрунтування конструкції і розрахунки	22
2.1 Розрахунок циклу роботи фасувально-упаковувальної машини.....	22
2.2. Розрахунок фасувального пристрою	25
2.3. Розрахунок пневмоциліндра фасувального пристрою	27
2.4. Розрахунок пневмоциліндра механізму повороту пакета	30
2.5. Розрахунок витрати стисненого повітря у фасовочному автоматі.....	34
3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту.....	39
3.1. Розробка технології ремонту фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200	39
3.1.1. Характерні причини виходу фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200 з ладу і способи їх усунення. Розробка графіка планово-попереджувального ремонту фасувально-упаковувальної машини.....	39

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст		
Розроб.		Стасенько Т.І.					
Перевір.		Шинкарик М.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворощук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						4	
					гр. МО-41		

3.1.2 Розробка технологічної документації на проведення ремонту фасувально-упаковувальної машини	44
3.1.3. Дефектування і сортування деталей	47
3.2.1. Аналіз технічних умов вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200	49
3.2.2. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів	51
3.2.3. Розробка технологічного маршруту механічної обробки вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200.....	54
3.2.4. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту	57
3.2.5. Розрахунок режимів різання по операціях.....	58
3.2.6. Технічне нормування технологічного процесу. визначення необхідної кількості обладнання і величини його використання	60
3.3. Технічний контроль та обслуговування фасувально-упаковувальної машини.....	62
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	65
Висновки.....	71
Перелік посилань	73

Вступ

Сучасне машинобудування перебуває на етапі інтенсивних трансформацій, зумовлених глобалізацією, цифровізацією та зростаючими вимогами до ефективності, надійності та екологічності виробництва. Однією з ключових тенденцій є автоматизація та роботизація виробничих процесів, що вимагає розробки та впровадження високоточного та продуктивного обладнання. Водночас, зростає потреба у створенні машин, що здатні адаптуватися до мінливих умов виробництва та забезпечувати високу якість кінцевої продукції при мінімізації виробничих витрат. Актуальними викликами галузі є забезпечення енергоефективності, зменшення матеріаломісткості, підвищення експлуатаційної надійності та продовження терміну служби машин та механізмів.

У контексті цих викликів особливої актуальності набуває питання надійності та ефективності роботи пакувального обладнання. Фасувально-пакувальні машини, зокрема марки УФАС-1200, є невід'ємною частиною багатьох виробничих ліній, особливо у харчовій промисловості. Проте, однією з критичних проблем, що суттєво впливає на продуктивність та безперебійність роботи такого обладнання, є зношення та несправності вузла перестановки пакетів. Сутність проблеми полягає у швидкому зношенні рухомих елементів, підвищеному терті та можливому заклинюванні механізму, що призводить до простоїв, збільшення затрат на обслуговування та ремонт, а також зниження загальної ефективності виробничого процесу. Невирішення цієї проблеми тягне за собою значні економічні втрати для підприємства, пов'язані зі зниженням обсягів виробництва, підвищенням собівартості продукції та втратою конкурентоспроможності. Обґрунтування значущості вирішення цієї проблеми полягає у забезпеченні стабільної роботи виробничих ліній, підвищенні рентабельності виробництва та зменшенні експлуатаційних витрат.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Стасенько Т.І.			Вступ		
Перевір.		Шинкарик М.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворожук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	
					гр. МО-41		

Потенційні переваги включають збільшення терміну служби обладнання, зниження потреби у дороговартісних ремонтах та зменшення енергоспоживання, що має позитивний економічний та екологічний ефект.

Об'єктом розробки є вузол перестановки пакетів фасувально-пакувальної машини марки УФАС-1200. Цей вузол є ключовим механізмом у структурі машини, що відповідає за точне та синхронне переміщення сформованих пакетів по конвеєру або до наступних етапів пакування. Його функціональне призначення полягає у забезпеченні безперебійного потоку продукції та точності її позиціонування, що є критично важливим для якості пакування та загальної продуктивності машини.

Предметом розробки є сукупність проектно-конструкторських рішень, інженерних розрахунків та технологічних заходів, спрямованих на підвищення надійності, довговічності та ефективності роботи вузла перестановки пакетів фасувально-пакувальної машини марки УФАС-1200. Це включає розробку оптимізованих конструктивних елементів, обґрунтування вибору матеріалів, проведення розрахунків на міцність та зносостійкість, а також розробку рекомендацій щодо експлуатації та ремонту для забезпечення безперебійної та ефективної роботи об'єкта.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи

1.1. Характеристика та особливості об'єкта проєктування

Установка УФАС-1200 призначена для автоматичного фасування молока та інших рідких і пастоподібних харчових продуктів із подовженим терміном зберігання. Машина працює з сучасними багатошаровими картонними пакетами типу "PURE-PAK" або "TETRA-REX", включаючи фольговані варіанти, об'ємом 0,25 л, 0,5 л та 1,0 л.

Технологічний процес фасування та герметичного запечатування відбувається в стерильних умовах чистого повітряного або захисного газового середовища класу чистоти 10 або 100 відповідно до міжнародних стандартів. Така система забезпечує максимальну гігієнічність процесу та запобігає контамінації продукції під час упакування.

Знезараження упаковки здійснюється за допомогою високоінтенсивного імпульсного ультрафіолетового випромінювання, ефективність якого становить не менше 99,97%. Цей метод стерилізації за своєю дією порівнянний з обробкою перекисом водню, але є більш екологічним та безпечним у застосуванні.

Установка призначена для фасування широкого спектра молочних та харчових продуктів, включаючи натуральні соки, молоко різної жирності, кисломолочні продукти такі як кефір, ацидофілін, ряжанка, різноманітні біфідопродукти, сметана, кисле молоко, йогурти та вершки. Крім того, машина успішно працює з продуктами іншої в'язкості, такими як майонези та кетчуп, що робить її універсальним рішенням для підприємств харчової промисловості.

Важливою перевагою установки є простота експлуатації - для її обслуговування достатньо одного кваліфікованого оператора, що значно знижує витрати на персонал та спрощує організацію виробничого процесу.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Стасенько Т.І.			1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Шинкарик М.М.					8		
Реценз.						гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.							
Затверд.		Вітенько Т.М.							

Це робить УФАС-1200 ідеальним рішенням як для великих виробництв, так і для середніх підприємств, що прагнуть автоматизувати процес упакування продукції з дотриманням високих стандартів якості та безпеки. Технічні характеристики установки УФАС-1200:

Продуктивність, 1/год	1400
Дозування.	по об'єму
Потужність, кВт	до 7,75
Габарити, мм	3150\1995\2210
Маса, кг	815

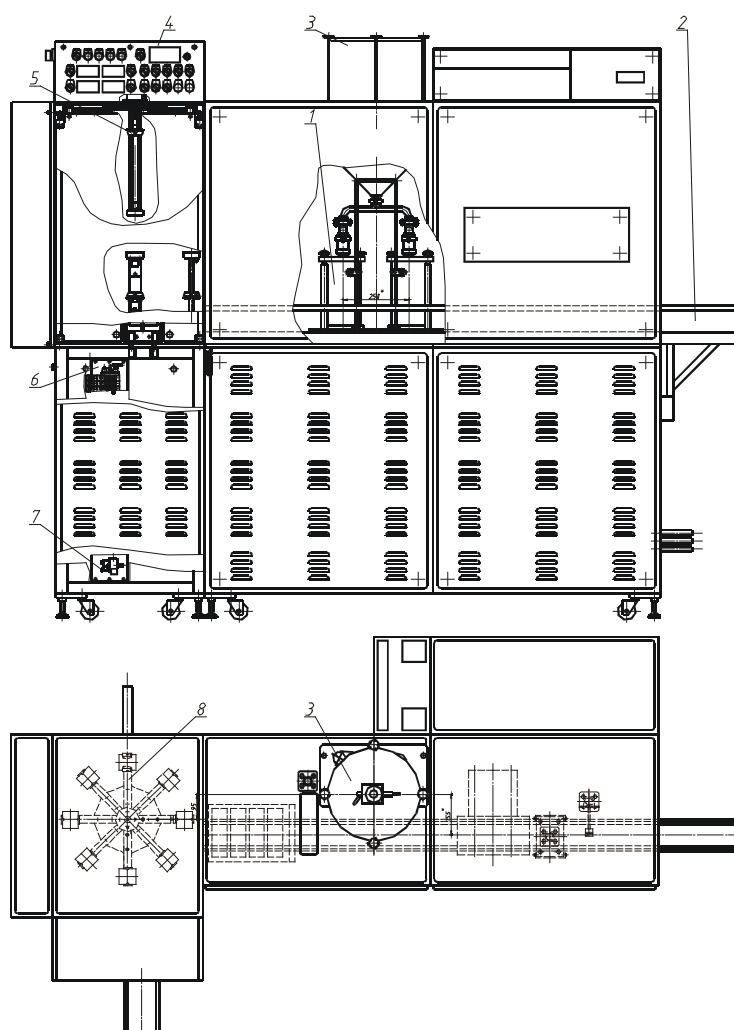


Рисунок 1.1 - Установка УФАС-1200.

1 – дозуючий устрій; 2 – транспортер продукції; 3 – місткість; 4 – пульт управління; 5 – пневмофіксатор; 6,7 – колектори; 8 – ротор.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2. Аналіз обладнання для фасування рідких молокопродуктів

Автомат М6-ОРЕ призначений для автоматичного фасування молока в поліетиленові пакети. Машина має вертикальну лінійну конструкцію з однієї технологічної лінії та працює в режимі переривчастої дії, що забезпечує точне дозування та надійне запечатування упаковки.

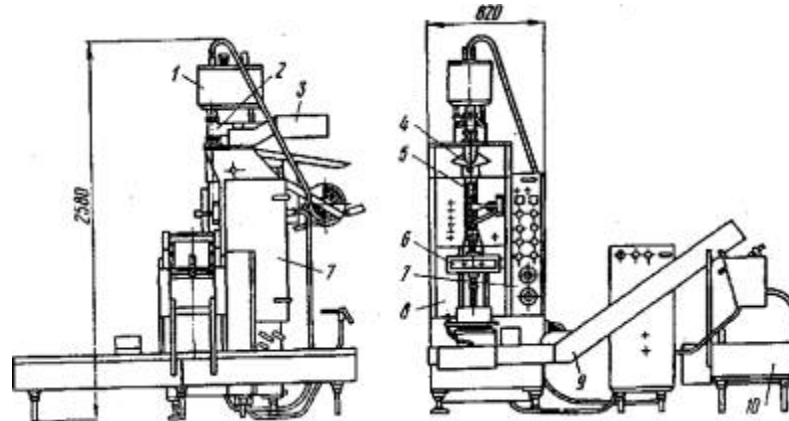


Рисунок 1.2 – Фасувально-пакувальний автомат М6-ОРЕ:

1 – резервуар з поплавковим регулятором; 2 – пристрій подачі продукту; 3 – поршневий дозатор; 4 – формувальний пристрій рукава; 5 – механізм зварювання поздовжнього шва; 6 – система протягування та поперечного зварювання; 7 – герметичний пульт управління; 8 – опорна рама; 9 – вивідний транспортер; 10 – механізм укладання в тару.

Конструкція автомата включає основні функціональні вузли: резервуар з поплавковим регулятором рівня для прийому молока, поршневий дозатор для точного відміру порцій, пристрій подачі продукту в пакети, бактерицидну лампу для стерилізації упаковки, формувальний пристрій для створення рукава з поліетиленової плівки, механізм зварювання поздовжнього шва, систему протягування рукава з одночасним формуванням поперечних швів, герметичний пульт управління, опорну раму, вивідний транспортер для готової продукції та механізм укладання пакетів у транспортну тару.

Технологічний процес відбувається наступним чином. Поліетиленова плівка періодично розмотується з рулона і проходить через систему направляючих валів, датувальний пристрій для нанесення маркування та зону

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бактерицидного опромінення ультрафіолетовою лампою для знезараження поверхні упаковки. Після стерилізації плівка надходить у формувальний пристрій, де згортається в циліндричний рукав. Краї плівки накладаються один на одний із незначним перекриттям та зварюються спеціальним нагрівальним елементом, утворюючи герметичний поздовжній шов по всій довжині рукава.

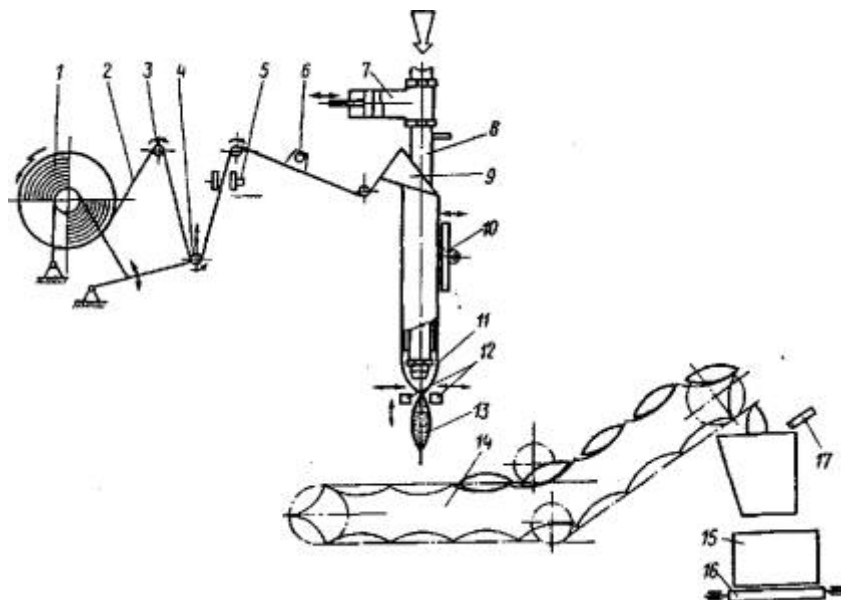


Рисунок 1.3 – Технологічна схема автомата М6-ОРЕ:

1 – рулон поліетиленової плівки; 2 – поліетиленова плівка; 3, 4 – направляючі вали; 5 – датувальний пристрій; 6 – бактерицидна лампа; 7 – поршневий дозатор; 8 – пристрій подачі продукту; 9 – формувальний пристрій рукава; 10 – механізм зварювання поздовжнього шва; 11 – поліетиленовий рукав; 12 – кліщоподібні затискачі; 13 – готовий пакет.

Готовий рукав переміщується вниз переривчастими рухами за допомогою кліщоподібних затискачів, які одночасно виконують функцію поперечного зварювання та відрізання готових пакетів. Молоко надходить із цехових трубопроводів у резервуар з поплавковим регулятором, який підтримує постійний рівень продукту. Поршневий дозатор забирає з резервуара точно відміряні порції молока та через трубку подачі вводить їх у нижню частину рукава.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робочий цикл складається з двох фаз, що чергуються між собою. Під час робочого ходу кліщоподібні затискачі в зімкнутому стані переміщуються вниз, захоплюючи рукав і протягуючи його на відстань, що відповідає довжині одного пакета. У цей момент зварювальний пристрій поздовжнього шва відведений від рукава. Під час руху затискачів вниз відбувається герметичне запечатування поперечного шва наповненого пакета, його відділення від рукава та формування дна наступного пакета.

Під час холостого ходу затискачі в розкритому стані повертаються у верхнє положення, а зварювальний пристрій підводиться до країв рукава і формує поздовжній шов. У цей період рукав залишається нерухомим, що забезпечує якісне з'єднання країв плівки. Готові запечатані пакети надходять на вивідний транспортер і далі в механізм укладання у транспортну тару для відправлення на склад готової продукції.

Технічна характеристика автомата М6-ОРЕ

Продуктивність, пакетів в хвилину	25
Об'єм дози, л	0,25; 0,5; 1,0
Точність дозування пакетів %	
1 л	±2
0,5 л	±3
0,25 л	±4
Ширина рулону, мм	320±1
Потужність, кВт	12,0
Тиск повітря, МПа	0,6
Габарити, мм	2560/2340/2570
Маса, кг	696

Автомат Д9-АП1НМ для фасування молока. Автомат Д9-АП1НМ являє собою вертикальну лінійну машину безперервної дії з одним потоком продукції, призначену для виготовлення, наповнення молоком та герметичного запечатування пакетів тетраедричної форми. Пакувальний матеріал

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виготовляється з крафт-паперу, ламінованого зовні тонким шаром парафіну для захисту від вологи, а зсередини шаром поліетилену для забезпечення герметичності контакту з продуктом.

Конструкція автомата включає литий корпус 1, який служить несучою основою всієї машини, розмотувальний пристрій 2 з датувальним механізмом для нанесення дати виготовлення, ультрафіолетову лампу 3 для стерилізації пакувального матеріалу та формувальний пристрій 4 для згортання стрічки в рукав. Також до складу входять зварювальний механізм для створення подовжнього шва, робоча платформа 5 для обслуговування, протяжний механізм 6 для переміщення рукава та формування поперечних швів, ковшовий елеватор 7 для транспортування готових пакетів, пристрій укладання 8 для розміщення пакетів у транспортні контейнери та зона укладання 9 з спеціальними шестигранними корзинами.

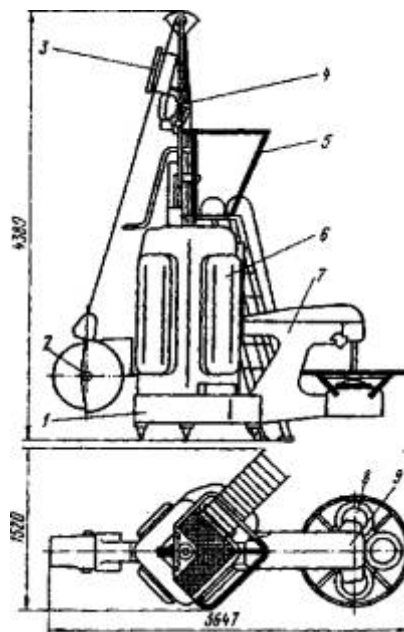


Рисунок 1.4 – Фасувально-пакувальний автомат Д9-АП1НМ для фасування молока в тетраедричні пакети: 1 – литий корпус; 2 – розмотувальний пристрій з датувальним механізмом; 3 – ультрафіолетова лампа; 4 – формувальний пристрій; 5 – робоча платформа; 6 – протяжний механізм; 7 – ковшовий елеватор; 8 – пристрій укладання; 9 – зона укладання

Процес фасування починається з розмотування стрічки пакувального матеріалу з рулона, після чого вона послідовно проходить через датувальний

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристрій для нанесення дати виготовлення, зону ультрафіолетової стерилізації, формувальний механізм, де згортається в рукав 4 з круглим поперечним перерізом, та зварювальний пристрій для створення подовжного герметичного шва.

Сформований рукав надходить до протяжного механізму, який складається з двох пар ланцюгових транспортерів 3 і 5 з притискними елементами 2 і 6. Притискні елементи на різних парах транспортерів зміщені один відносно одного на відстань, що дорівнює довжині одного пакета 1, а площини стиснення рукава взаємно перпендикулярні, що забезпечує тетраедричну форму готових пакетів. Транспортери працюють з постійною швидкістю, забезпечуючи безперервний рух рукава та рівномірний процес формування пакетів.

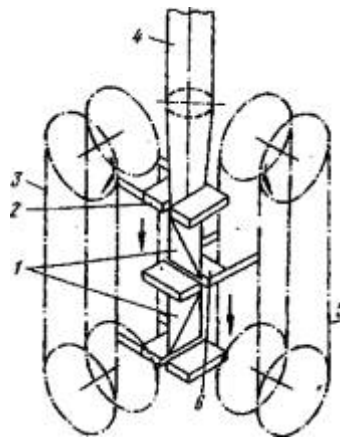


Рисунок 1.5 – Технологічна схема роботи автомата Д9-АП1НМ: 1 – готові пакети; 2 – притискні елементи верхніх транспортерів; 3 – верхні ланцюгові транспортери; 4 – рукав пакувального матеріалу; 5 – нижні ланцюгові транспортери; 6 – притискні елементи нижніх транспортерів

Під час роботи притискні елементи контактують з рукавом, нагрівають пакувальний матеріал та створюють герметичні поперечні шви. Молоко подається в рукав безперервним потоком, при цьому спеціальний регулятор підтримує рівень молока дещо вище місць почергового затиснення рукава притисками, що забезпечує повне заповнення кожного пакета без потрапляння повітря. Готові наповнені пакети 1 відокремлюються від безперервної гірлянди за допомогою ножів, встановлених на нижніх валах транспортерів, потрапляють на ковшовий елеватор та за допомогою спеціального механізму укладаються в

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортні шестигранні корзини для подальшого зберігання та транспортування. Така конструкція забезпечує високу продуктивність, гігієнічність процесу та надійну герметизацію молочної продукції в зручній для споживача упаковці.

Технічна характеристика автомата Д9-АП1НМ

Продуктивність, 1/хв	60
Порція, л	0,5
Точність дозування %	±0,25
Ширина рулону, мм	290±1
Споживана потужність, кВт	5,5
Потужність електродвигуна, кВт	1,25
Габарити, мм	3647\1520\4380
Маса, кг	2800

Автомат АЛУР-3500 CLEAN призначений для автоматичного фасування та упаковування широкого асортименту рідких, пастоподібних та в'язких харчових продуктів у пластикові стаканчики з подальшим герметичним запечатуванням. Машина здатна працювати як з продуктами кімнатної температури, так і з гарячими продуктами при високотемпературному розливі. Автомат ефективно обробляє продукти з м'якими включеннями та наповнювачами, забезпечуючи їх рівномірний розподіл під час фасування.

Особливістю автомата є можливість створення стерильних умов упаковування завдяки роботі в чистому повітряному середовищі або в захисній газовій атмосфері відповідно до класів чистоти 10 або 100. Це дозволяє значно подовжити термін зберігання готової продукції без використання консервантів та забезпечити високу мікробіологічну безпеку.

Система запечатування автомата передбачає використання алюмінієвої фольги або термосвариваної плівки, а також можливість додаткового встановлення пластикових кришок для зручності споживання. Автомат

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комплектуються набором змінних технологічних вузлів та формувальних деталей для роботи зі стаканчиками різних діаметрів. Для запечатування фольгою та термосвариваною плівкою використовуються стаканчики діаметром 68, 75 та 95 міліметрів, а для встановлення пластикових кришок-защіпок застосовуються стаканчики діаметром 77, 98 та 101 міліметр.

Автомат призначений для фасування різноманітних харчових продуктів, включаючи молочні продукти такі як сметана, вершки, йогурти та кефір, сирні продукти у вигляді сирних паст та плавлених сирів, кондитерські вироби такі як джеми та медова продукція, соуси включаючи майонези та кетчуп, а також різноманітні креми та інші пастоподібні продукти.

Для розширення функціональних можливостей автомат може комплектуватися додатковими технологічними вузлами. До них належать накопичувальні баки без підігріву, обладнані дворівневими датчиками контролю наповнення для контролю мінімального та максимального рівнів продукту, а також баки з системою підігріву та аналогічними датчиками рівня для роботи з продуктами, що потребують підтримання робочої температури. Для кожного типорозміру стаканчиків передбачені змінні комплекти технологічного оснащення, що дозволяє швидко переналаштовувати обладнання на різні види упаковки.

Спеціальний пристрій дозволяє встановлювати прозорі пластикові кришки діаметром 95 міліметрів безпосередньо на стаканчики для створення повністю готової до реалізації продукції. Система бактерицидної обробки забезпечує стерилізацію як пластикових стаканчиків, так і упаковувальних матеріалів перед процесом фасування, що гарантує мікробіологічну чистоту готової продукції.

Для роботи з особливо в'язкими продуктами, що містять тверді включення або наповнювачі, передбачена спеціальна дозувальна насадка, яка забезпечує точне та рівномірне дозування без пошкодження структури продукту. Система додаткових дозаторів дозволяє вводити харчові добавки, ароматизатори або інші компоненти як до основного дозування продукту, так і після нього, що забезпечує можливість створення багатошарових або комбінованих продуктів з різними смаковими характеристиками в одній упаковці. Технічні характеристики:

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність, 1/год	3100-4300
Порція, л	0,05-0,55
Спосіб дозування	по об'єму
Споживана потужність, кВт	2,85
Температура нагріву °С	190-260
Габарити розміри, мм	2000\1300\1900
Маса нетто, кг	590

Автомат М6-АРД призначений для фасування сметани жирністю 20, 25 і 30% у полімерні стаканчики порціями по 100, 150 і 200 г відповідно до вимог ГОСТ 4930-71. Конструкція машини включає станину з приводом, карусельний стіл, механізм подачі стаканчиків, дозатор, механізм закриття, транспортер та пульт управління, що забезпечують повний цикл фасування продукції.

Станина служить основою для встановлення всіх механізмів і являє собою литий корпус, що спирається на чотири стійки. На одній зі стійок розміщується регулятор продуктивності з електродвигуном та варіатором, який дозволяє змінювати швидкість роботи автомата кнопками "Більше" та "Менше" тільки при працюючому двигуні. Для захисту обладнання від перевантажень встановлена предохранна муфта з пружинами, що забезпечує провертання при перевищенні допустимого крутного моменту, коли шків обертається, а вал залишається нерухомим.

Карусельний стіл є основним робочим вузлом, що обертається і має вісім пар комірок для стаканчиків. Висота столу регулюється чотирма стрижнями з опорами, що дозволяє встановити поверхню точно горизонтально за допомогою рівня. Поворот столу на 45 градусів забезпечується системою з восьми роликів, закріплених на диску, що входять у пази просторового кулачка. Такий механізм гарантує точне позиціонування комірок на кожній технологічній позиції.

Механізм подачі стаканчиків включає утримувач, що накопичує стаканчики у стопці та відділяє їх поодиночі за допомогою складної системи відсікачів та вакуум-захватів. Утримувач складається з касети з направляючими

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та віддільника, що працює наступним чином: вакуум-захват піднімає всю стопку на 2-3 мм, відсікачі входять між буртиками двох крайніх стаканчиків, після чого нижній стаканчик відділяється від загальної стопки. Центрувальний пристрій з сегментами та конусною поверхнею забезпечує точне позиціонування стаканчика і запобігає його удару об краї комірок карусельного столу.

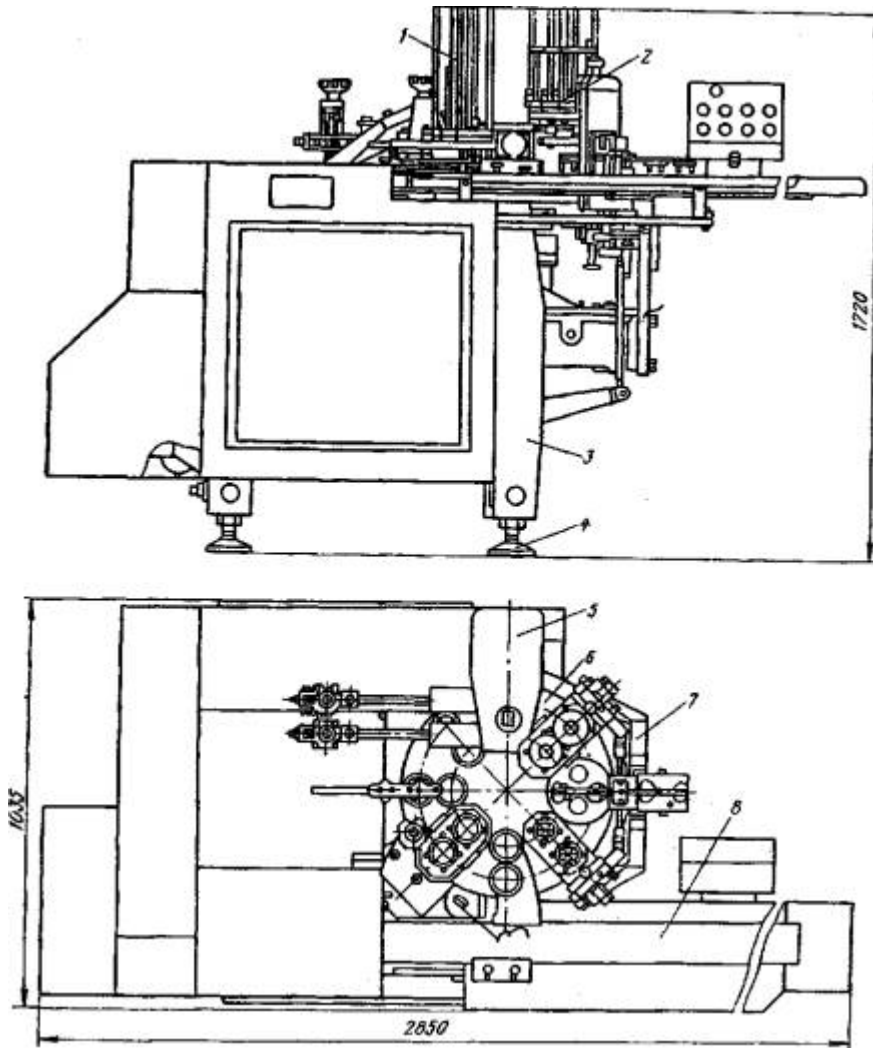


Рисунок 1.6 – Автомат М6-АРД для фасовки сметани в стаканчики з полімерних матеріалів.

Переносник стаканчиків оснащений вакуум-захватами, що транспортують відокремлені стаканчики на комірки карусельного столу, рухаючись по направляючих від приводу кулачкового механізму. Датувальник наносить дату

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на дно стаканчика, притискаючи його до гумової подушки опори за допомогою цифрових штампів, встановлених на втулках з регульованим положенням.

Об'ємне дозування продукту забезпечується поршневим дозатором, куди сметана подається через трубу з фланцевим кріпленням. За бажанням замовника автомат може комплектуватися додатковим бункером для створення запасу продукту. Точність дозування регулюється зміною ходу поршня через систему важелів та повзунів з регульованим зазором.

Механізм закриття виконує три операції: подачу кришок, нанесення клею та накладання етикеток. Подача кришок здійснюється вакуум-захватами, що повертаються на 180 градусів, відділяють кришку від стопки і надягають її на борт стаканчика. Клейовий механізм працює синхронно з подачею кришок: спеціальні пальці занурюються у клейову ванну через отвори в гумовій прокладці і наносять клей на поверхню кришки. Етикетки подаються аналогічним способом і накладаються на проклеєну поверхню кришки.

Система контролю включає вакуумні вимикачі, що автоматично зупиняють машину при відсутності кришки або стаканчика на вакуум-захватах. Мембранний датчик реагує на падіння вакууму і через мікроперемикач подає сигнал на відключення електродвигуна приводу. Знімач стаканчиків виштовхує готову продукцію з комірок столу на транспортер за допомогою поворотної пластинки з секторами, що обертається на 180 градусів.

Транспортер являє собою горизонтальну раму з двох боковин, що спирається на основу через кронштейни. Привід транспортерної стрічки здійснюється ведучим роликом через систему шестерень та ланцюгову передачу з натяжним роликом для підтримки необхідного натягу стрічки.

Пульт управління містить три кнопкові пости з перемикачами для управління автоматом та вакуум-насосом ВН-2МГ. Передбачені функції регулювання продуктивності, відключення дозатора, відключення блокувань, а також кнопка аварійного зупину для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу. Вакуумметр дозволяє контролювати тиск у ресивері вакуумної системи, що є критично важливим для стабільної роботи всіх пневматичних механізмів автомата.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика автомата М6-АРД

Продуктивність, упаковок в хвилину	65
Точність дозування %	±3
Потужність електродвигуна, кВт	
головного приводу	1,1
регулювання продуктивності	0,08

1.3. Постановка завдань кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності та надійності роботи фасувально-пакувальної машини марки УФАС-1200 шляхом оптимізації конструкції та розробки раціональних методів ремонту вузла перестановки пакетів. Актуальність обраної теми обумовлена високою інтенсивністю експлуатації пакувального обладнання на сучасних виробництвах, що призводить до прискореного зносу окремих вузлів, зокрема вузла перестановки пакетів. Ця проблема пов'язана з постійними динамічними навантаженнями, тертям, а також впливом агресивних середовищ, що може викликати передчасний вихід з ладу елементів вузла. Недоліки існуючих конструктивних рішень та технологій ремонту призводять до частих простоїв обладнання, значних фінансових втрат та зниження продуктивності.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні технічні задачі:

- Провести детальний аналіз конструктивних особливостей та принципів функціонування вузла перестановки пакетів фасувально-пакувальної машини марки УФАС-1200, а також ідентифікувати типові несправності та причини їх виникнення.
- Виконати інженерні розрахунки, включаючи кінематичний та динамічний аналіз, розрахунок на міцність елементів вузла з урахуванням діючих навантажень та умов експлуатації.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розробити пропозиції щодо оптимізації конструкції вузла перестановки пакетів з метою підвищення його довговічності та надійності, зокрема шляхом вибору більш зносостійких матеріалів або зміни геометрії окремих деталей.
- Розробити технологію ремонту вузла перестановки пакетів, що включає діагностику, демонтаж, відновлення або заміну зношених деталей, збирання та налагодження, з урахуванням сучасних методів відновлення деталей.
- Обґрунтувати економічну ефективність запропонованих конструктивних рішень та методів ремонту, а також оцінити їх вплив на загальну продуктивність та рентабельність експлуатації фасувально-пакувальної машини.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Обґрунтування конструкції і розрахунки

2.1 Розрахунок циклу роботи фасувально-упаковувальної машини

Продуктивність модернізованої фасувально-упаковувальної машини складась:

$$Q_L = 2100 \text{ пак/год.}$$

Із врахуванням нерівномірності роботи лінії розрахункова продуктивність фасувально-упаковувальної машини буде:

$$Q_C = k_H \cdot Q_L,$$

де $k_H = 0.975$ - коефіцієнт, який враховує нерівномірність роботи лінії по розливу рідких продуктів[].

Тоді:

$$Q_C = 0.975 \cdot 2100 = 2047,5 \text{ пак/год.}$$

Отже, згідно технічного завдання, продуктивність фасувально-упаковувальної машини буде $Q_C = 2050$ пак/год.

Для розрахунку технологічних часів визначимо загальну тривалість кінематичного циклу роботи розливочного автомата.

При розрахунку треба врахувати, що механізм розливу обробляє одночасно два пакети а підформовки пакета – один пакет, тому тривалість всіх технологічних операцій повинна бути не більшою від половини тривалості операції наповнення.

Виразимо продуктивність у інших одиницях.

$$Q_C = 2050 \text{ пак/год.}$$

$$Q_C = \frac{2050}{2} = 1025 \text{ л/год;}$$

$$Q_C'' = \frac{2050}{60} = 34,17 \text{ пак/хв.}$$

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Стасенько Т.І.			2. Обґрунтування конструкції і розрахунки			Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Шинкарик М.М.								22	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

Час Технологічні операції		Загальний час циклу $T_{\text{цикл}} = 21,072\text{с}$											
		1,756	3,512	5,268	7,024	8,78	10,536	12,292	14,048	15,804	17,56	19,316	21,072
1	Завантаження пакетів												
2	Підформовка верха пакета												
3	Нагрівання торця пакета												
4	Підформовка дна пакета												
5	Запресовування швів												
6	Перевантаження пакета на конвеєр												
7	Бактерицидна обробка пакета												
8	Розлив молокопродуктів												
9	Підформовка гребінця пакета												
10	Нагрівання підформованого торця												
11	Заварювання гребінця пакета												
12	Датирування пакета												

Рисунок 2.1– Циклограма роботи фасувально-упаковувальної машини.

Відповідно затрати часу на одну кінематичну ланку знайдемо з відношення:

$$T = \frac{60}{Q'_c} = \frac{60}{34,17} = 1,756 \text{ с.}$$

Структура кінематичного циклу предсталена на рис 2.1.

Кінематичну структуру фасувально-упаковувальної машини утворюють 12 позицій, які по чергово здійснюють обробку пакета і відповідно вимагають однакового часу на обробку пакета.

На циклограмі транспортні міжопераційні переміщення врахуємо на кінематичних позиціях.

Розрахунковий час циклу: $T_{\text{циклу}} = 12 \cdot 1,756 = 21,072 \text{ с.}$

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Розрахунок фасувального пристрою

Розрахункова схема фасувального устрою представлена на рисунку 2.2.

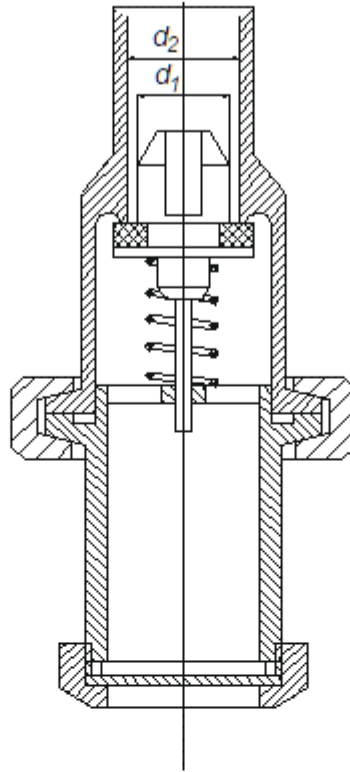


Рисунок 2.2 - Схема фасувального пристрою

Тут : $d_1 := 0.014$ (м)

$d_2 := 0.018$ (м)

Значення напору в системі фасування:

$H := 12$ (м)

Об'єм кефіру: $V_c := 1.0$ (л)

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Коефіцієнт витрати, що враховує фізико-механічні параметри фасувального каналу і рідини [6]:

$$\mu := 0.65 \quad g := 9.81 \quad (\text{м/с}^2)$$

Швидкість витікання рідини:

$$w := \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad w = 9.974 \quad (\text{м/с})$$

Площа каналу фасування кефіру:

$$F := \frac{\pi}{4} \cdot (d_2^2 - d_1^2) \quad F = 0.0001005 \quad (\text{м}^2)$$

Секундна витрата рідини:

$$V' := w \cdot F \quad V' = 1.003 \times 10^{-3} \quad (\text{м}^3)$$

Тривалість наповнення пакета:

$$\theta_{\Pi} := \frac{0.001 \cdot V_c}{V'} \quad \theta_{\Pi} = 0.997 \quad (\text{с})$$

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Розрахунок пневмоциліндра фасувального пристрою

В системах автоматичного регулювання технологічних процесів широкого розповсюдження отримали виконавчі механізми, в яких перестановче зусилля створюється тиском стисненого повітря в робочій порожнині на поршень.

Розрахунок зводиться до визначення діаметра поршня при заданих технологічних параметрах робочого середовища.

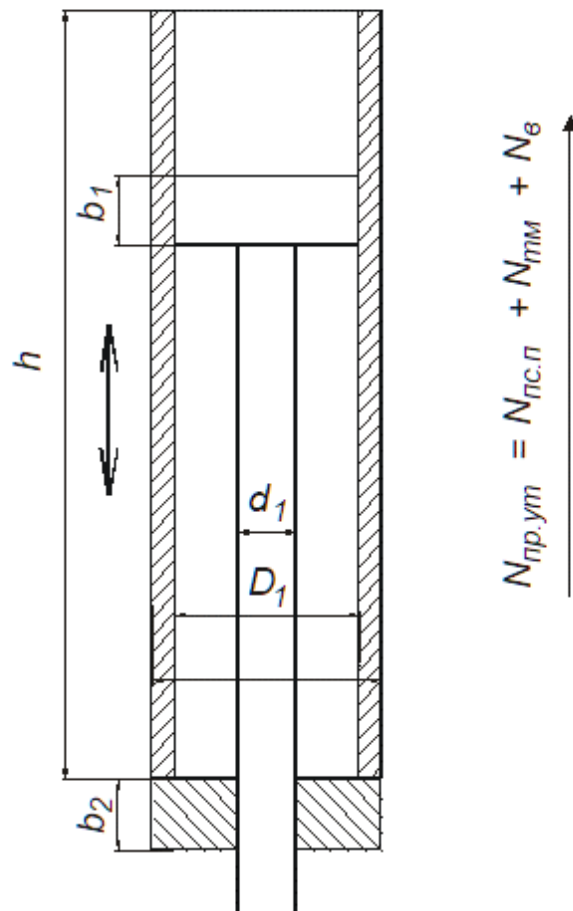


Рисунок 2.3.- Розрахункова схема пневмоциліндра

Вихідні дані до розрахунків:

$N_{пс.п}$ - перестановочне зусилля в кінці прямого ходу штока. Для конструктивних рішень із запірними клапанами систем, що працюють при атмосферному тиску []:

$N_{пс.п} := 325$ (Н);

$P_{пит}$ - тиск живлення виконавчого механізму відповідно з ГОСТ 6540-68

$P_{пит} := 3.2 \cdot 10^5$ (Па);

Розрахунок виконаємо в наступній послідовності.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Задаємо коефіцієнтом навантаженості k , який враховує зусилля активного опору [], і має наступне значення:

$$k := 1.16$$

Визначаємо попереднє значення зусилля, яке повинно розвиватися поршнем за наступною формулою:

$$N_{\text{пор}} := k \cdot N_{\text{пс.п}} \quad N_{\text{пор}} = 377 \quad (\text{Н})$$

Задаємо тиском в вихлопній порожнині механізму, значення якого рекомендується приймати в межах 0,02...0,06 МПа .

Приймаємо: $p_{\text{в}} := 0.5 \cdot 10^5 \quad (\text{Па})$

Визначаємо попереднє значення діаметра поршня:

$$D_1 := 1.15 \cdot \sqrt{\frac{N_{\text{пор}}}{p_{\text{пит}} - p_{\text{в}}}} \quad D_1 = 0.043 \quad (\text{м})$$

Отримане значення D_1 заокруглюємо до найближчого більшої величини згідно ГОСТ 6540-68.

Приймаємо діаметр циліндра $D_1 := 0.063 \quad (\text{м})$

Із співвідношення $d = (0.25 \dots 0.4) D$ визначаємо розрахунковий діаметр штока пневматичного елемента.

$$d_1 := 0.25 \cdot D_1 \quad d_1 = 0.016 \quad (\text{м})$$

Отримане значення d_1 заокруглюємо до найближчої величини згідно ГОСТ 6540-68.

Приймаємо: $d_1 := 0.016 \quad (\text{м})$

Визначаємо сумарне зусилля активного опору $N_{\text{оі}}$ за залежністю:

$$N_{\text{тм}} = N'_{\text{тм}} + N''_{\text{тм}}$$

де $N'_{\text{тм}} = 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D$

μ - коефіцієнт тертя $\mu := 0.15$

p_2 - радіальний тиск кільця []:

$$p_2 := 7 \cdot 10^5 \quad (\text{Па})$$

b_1 - ширина кільця

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$b_1 := 0.015 \text{ (м)}$$

n - число кілець

$$n := 1$$

$$N'_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D_1 \quad N'_{TM} = 31.17 \quad (\text{Н})$$

При проведенні обчислень для штока:

$$N''_{TM} = 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d_1$$

Тут:

$$b_2 := 0.018 \text{ (м)}$$

$$d_1 = 0.016 \text{ (м)}$$

$$N''_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d_1 \quad N''_{TM} = 9.5 \quad (\text{Н})$$

$$N_{TM} := N'_{TM} + N''_{TM} \quad N_{TM} = 40.67 \quad (\text{Н})$$

Розраховуємо ефективну площу поршня:

Для безштокової порожнини площу розрахуємо за формулою:

$$F_e := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2$$

Для штокової порожнини:

$$F_{e.ш} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2)$$

Тут : D_1 - діаметр циліндра;

d_1 - діаметр штока.

$$F_e := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \quad F_e = 0.00312 \quad (\text{м}^2)$$

$$F_{e.ш} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2) \quad F_{e.ш} = 0.00292 \quad (\text{м}^2)$$

Знайдемо зусилля протитиску на вихлоп для безпружинних механізмів:

$$N_B := p_B \cdot F_{e.ш} \quad N_B = 1.46 \times 10^2 \quad (\text{Н})$$

Визначаємо уточнене значення зусилля, розвиненого поршнем

$$N_{пр.ут} := N_{пс.п} + N_{TM} + N_B \quad N_{пр.ут} = 511.48 \quad (\text{Н})$$

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Розрахунок пневмоциліндра механізму поворота пакета

В системах автоматичного регулювання технологічних процесів широкого розповсюдження отримали виконавчі механізми, в яких перестановче зусилля створюється тиском стисненого повітря в робочій порожнині на поршень.

Розрахунок зводиться до визначення діаметра поршня при заданих технологічних параметрах робочого середовища.

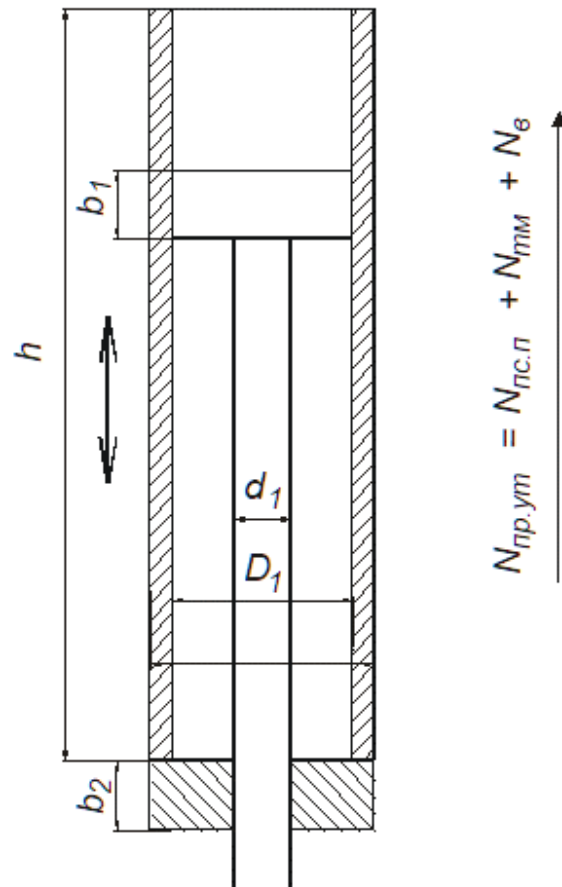


Рисунок 2.4.- Розрахункова схема пневмоциліндра

Вихідні дані до розрахунків:

$N_{пс.п}$ - перестановчне зусилля в кінці прямого ходу штока.
Визначається із моменту, необхідного на обертання каруселі підформовки пакета.

Карусель формування пакетів $m_{\phi} := 95$ кг опирається на упорний підшипник із діаметром розміщення кульок

$d := 0.125$ (м). Коефіцієнт тертя кочення 0.05.

Необхідний момент на приведення в рух каруселі:

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\phi} := 0.05 \cdot m_{\phi} \cdot 9.81 \cdot \frac{d}{2} \quad T_{\phi} = 2.912 \quad (\text{Н*м})$$

Радіус прикладання поворотного зусилля: $d_{\text{пов}} := 0.24 \quad (\text{м})$

$$\text{Тоді поворотне зусилля: } N_{\text{пс.п}} := \frac{T_{\phi}}{d_{\text{пов}}} \quad N_{\text{пс.п}} = 12.135 \quad (\text{Н});$$

Із врахуванням запасу на динамічні навантаження, зростання в'язкості мастильного матеріалу прийmemo з запасом

$$N_{\text{пс.п}} := 50 \quad (\text{Н});$$

$P_{\text{пит}}$ - тиск живлення виконавчого механізму відповідно з ГОСТ 6540-68

$$P_{\text{пит}} := 3.2 \cdot 10^5 \quad (\text{Па});$$

Розрахунок виконаємо в наступній послідовності.

Задаємося коефіцієнтом навантаженості k , який враховує зусилля активного опору [], і має наступне значення:

$$k := 1.16$$

Визначаємо попереднє значення зусилля, яке повинно розвиватися поршнем за наступною формулою:

$$N_{\text{пор}} := k \cdot N_{\text{пс.п}} \quad N_{\text{пор}} = 58 \quad (\text{Н})$$

Задаємося тиском в вихлопній порожнині механізму, значення якого рекомендується приймати в межах 0,02...0,06 МПа .

$$\text{Приймаємо: } P_{\text{в}} := 0.5 \cdot 10^5 \quad (\text{Па})$$

Визначаємо попереднє значення діаметра поршня:

$$D_1 := 1.15 \cdot \sqrt{\frac{N_{\text{пор}}}{P_{\text{пит}} - P_{\text{в}}}} \quad D_1 = 0.017 \quad (\text{м})$$

Отримане значення D_1 заокруглюємо до найближчого більшої величини згідно ГОСТ 6540-68.

$$\text{Приймаємо діаметр циліндра } D_1 := 0.032 \quad (\text{м})$$

Із співвідношення $d = (0.25 \dots 0.4)D$ визначаємо розрахунковий діаметр штока пневматичного елемента.

$$d_1 := 0.25 \cdot D_1 \quad d_1 = 0.008 \quad (\text{м})$$

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримане значення d_1 заокруглюємо до найближчої величини згідно ГОСТ 6540-68.

Приймаємо: $d_1 := 0.008$ (м)

Визначаємо сумарне зусилля активного опору N_{TM} за залежністю:

$$N_{TM} = N'_{TM} + N''_{TM}$$

де $N'_{TM} = 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D$

μ - коефіцієнт тертя $\mu := 0.15$

p_2 - радіальний тиск кільця [Па]:

$$p_2 := 7 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$$

b_1 - ширина кільця

$$b_1 := 0.010 \text{ (м)}$$

n - число кілець

$$n := 1$$

$$N'_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D_1$$

$$N'_{TM} = 10.56 \quad (\text{Н})$$

При проведенні обчислень для штока:

$$N''_{TM} = 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d$$

Тут:

$$b_2 := 0.012 \text{ (м)}$$

$$d_1 = 8 \times 10^{-3} \text{ (м)}$$

$$N''_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d_1$$

$$N''_{TM} = 3.17 \quad (\text{Н})$$

$$N_{TM} := N'_{TM} + N''_{TM}$$

$$N_{TM} = 13.72 \quad (\text{Н})$$

Розраховуємо ефективну площу поршня:

Для безштокової порожнини площу розрахуємо за формулою:

$$F_{\text{эф}} := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2$$

Для штокової порожнини:

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{e.ш} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2)$$

Тут : D_1 - діаметр циліндра;
 d_1 - діаметр штока.

$$F_e := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \quad F_e = 0.0008 \quad (м^2)$$

$$F_{e.ш} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2) \quad F_{e.ш} = 0.00075 \quad (м^2)$$

Знайдемо зусилля протитиску на вихлоп для безпружинних механізмів:

$$N_v := p_v \cdot F_{e.ш} \quad N_v = 37.7 \quad (Н)$$

Визначаємо уточнене значення зусилля, розвиненого поршнем

$$N_{пр.ут} := N_{пс.п} + N_{тм} + N_v \quad N_{пр.ут} = 101.42 \quad (Н)$$

2.5. Розрахунок витрати стисненого повітря у фасовочному автоматі

Розрахунок витрат стисненого повітря здійснюється на основі обліку об'єму робочих порожнин пневмоциліндрів, число ходів штоків за технологічний цикл, робочого тиску в пневмосистемі і втрат стисненого повітря за формулою:

$$Q_{\text{пов}} = \left[\frac{P_m}{P_a} \cdot \sum_{i=1}^n (B_i \cdot S_i) + Z \cdot Q_{\text{ц}} \cdot t \right] \cdot K$$

- де P_m робочий тиск стисненого повітря в пневмосистемі, атм;
 P_a тиск оточуючої атмосфери, атм;
 B_i об'єм робочої порожнини i -го пневмоциліндра, см^3 ;
 S_i число ходів i -го пневмоциліндра за цикл;
 Z число пневморозподільвачів;
 $Q_{\text{ц}}$ втрата стисненого повітря в пневморозподільвачі, $\text{см}^3/\text{хв}$;
 t тривалість технологічного циклу, хв;
 K коефіцієнт запасу на витік у пневмосистемі;

Пневмоциліндр висічки.

довжина ходу $L_1 := 16$ см

діаметр $D_1 := 2.5$ см

кількість ходів за цикл $S_1 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_1 := 1$

Об'єм робочої порожнини: $B_1 := \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot L_1 \cdot n_1$ $B_1 = 78.54$ (см^3)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_1 := B_1 \cdot S_1$ $V_1 = 2670.35$ (см^3)

Пневмоциліндр подачі висічки.

довжина ходу $L_2 := 32$ см

діаметр $D_2 := 2.5$ см

кількість ходів за цикл $S_2 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_2 := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_2 := \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot L_2 \cdot n_2$ $B_2 = 157.08$ (см^3)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_2 := B_2 \cdot S_2$ $V_2 = 5340.71$ (см^3)

Пневмоциліндр поворота пакета.

довжина ходу $L_3 := 4$ см

діаметр $D_3 := 2.5$ см

кількість ходів за цикл $S_3 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_3 := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_3 := \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3 \cdot n_3$ $B_3 = 157.08$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_3 := B_3 \cdot S_3$ $V_3 = 667.59$ (см³)

Пневмоциліндр нагрівача

довжина ходу $L_4 := 6.5$ см

діаметр $D_4 := 6.3$ см

кількість ходів за цикл $S_4 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_4 := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_4 := \frac{\pi \cdot D_4^2}{4} \cdot L_4 \cdot n_4$ $B_4 = 202.62$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_4 := B_4 \cdot S_4$ $V_4 = 6889.11$ (см³)

Пневмоциліндр підформовки гребінця

довжина ходу $L_5 := 2.5$ см

діаметр $D_5 := 1.6$ см

кількість ходів за цикл $S_5 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_5 := 2$

Об'єм робочої порожнини $B_5 := \frac{\pi \cdot D_5^2}{4} \cdot L_5 \cdot n_5$ $B_5 = 10.05$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_5 := B_5 \cdot S_5$ $V_5 = 341.81$ (см³)

Пневмоциліндр каруселі

довжина ходу $L_6 := 10$ см

діаметр $D_6 := 2.5$ см

кількість ходів за цикл $S_6 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_6 := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_6 := \frac{\pi \cdot D_6^2}{4} \cdot L_6 \cdot n_6$ $B_6 = 49.09$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_6 := B_6 \cdot S_6$ $V_6 = 1668.97$ (см³)

Пневмоциліндр фіксатора

довжина ходу $L_7 := 2.5$ см

діаметр $D_7 := 2.5$ см

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількість ходів за цикл $S_7 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_7 := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_7 := \frac{\pi \cdot D_7^2}{4} \cdot L_7 \cdot n_7$ $B_7 = 12.27$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_7 := B_7 \cdot S_7$ $V_7 = 417.24$ (см³)

Пневмоциліндр преса

довжина ходу $L_8 := 10$ см

діаметр $D_8 := 2.5$ см

кількість ходів за цикл $S_8 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_8 := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_8 := \frac{\pi \cdot D_8^2}{4} \cdot L_8 \cdot n_8$ $B_8 = 49.09$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_8 := B_8 \cdot S_8$ $V_8 = 1668.97$ (см³)

Пневмоциліндр підформовки дна головний

довжина ходу $L_9 := 6.5$ см

діаметр $D_9 := 6.3$ см

кількість ходів за цикл $S_9 := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_9 := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_9 := \frac{\pi \cdot D_9^2}{4} \cdot L_9 \cdot n_9$ $B_9 = 202.62$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_9 := B_9 \cdot S_9$ $V_9 = 6889.11$ (см³)

Пневмоциліндр підформовки дна допоміжний

довжина ходу $L_{10} := 2.5$ см

діаметр $D_{10} := 1.6$ см

кількість ходів за цикл $S_{10} := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_{10} := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_{10} := \frac{\pi \cdot D_{10}^2}{4} \cdot L_{10} \cdot n_{10}$ $B_{10} = 5.03$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_{10} := B_{10} \cdot S_{10}$ $V_{10} = 170.9$ (см³)

Пневмоциліндр дозатора

довжина ходу $L_{11} := 12.5 \text{ см}$

діаметр $D_{11} := 6.3 \text{ см}$

кількість ходів за цикл $S_{11} := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_{11} := 2$

Об'єм робочої порожнини $B_{11} := \frac{\pi \cdot D_{11}^2}{4} \cdot L_{11} \cdot n_{11} \quad B_{11} = 779.31 \text{ (см}^3\text{)}$

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_{11} := B_{11} \cdot S_{11} \quad V_{11} = 26496.59 \text{ (см}^3\text{)}$

Пневмоциліндр дататора

довжина ходу $L_{12} := 5 \text{ см}$

діаметр $D_{12} := 2.5 \text{ см}$

кількість ходів за цикл $S_{12} := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_{12} := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_{12} := \frac{\pi \cdot D_{12}^2}{4} \cdot L_{12} \cdot n_{12} \quad B_{12} = 24.54 \text{ (см}^3\text{)}$

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_{12} := B_{12} \cdot S_{12} \quad V_{12} = 834.49 \text{ (см}^3\text{)}$

Пневмоциліндр переміщення

довжина ходу $L_{13} := 16 \text{ см}$

діаметр $D_{13} := 5 \text{ см}$

кількість ходів за цикл $S_{13} := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_{13} := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_{13} := \frac{\pi \cdot D_{13}^2}{4} \cdot L_{13} \cdot n_{13} \quad B_{13} = 314.16 \text{ (см}^3\text{)}$

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_{13} := B_{13} \cdot S_{13} \quad V_{13} = 10681.42 \text{ (см}^3\text{)}$

Пневмоциліндр повороту

довжина ходу $L_{14} := 4 \text{ см}$

діаметр $D_{14} := 3.2 \text{ см}$

кількість ходів за цикл $S_{14} := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_{14} := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_{14} := \frac{\pi \cdot D_{14}^2}{4} \cdot L_{14} \cdot n_{14} \quad B_{14} = 19.63 \text{ (см}^3\text{)}$

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_{14} := B_{14} \cdot S_{14} \quad V_{14} = 667.59 \text{ (см}^3\text{)}$

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пневмоциліндр підформовки гребінця

довжина ходу $L_{15} := 5$ см

діаметр $D_{15} := 2.5$ см

кількість ходів за цикл $S_{15} := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_{15} := 1$

Об'єм робочої порожнини: $B_{15} := \frac{\pi \cdot D_{15}^2}{4} \cdot L_{15} \cdot n_{15}$ $B_{15} = 24.54$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_{15} := B_{15} \cdot S_{15}$ $V_{15} = 834.49$ (см³)

Пневмоциліндр заварювання гребінця

довжина ходу $L_{16} := 5$ см

діаметр $D_{16} := 2.5$ см

кількість ходів за цикл $S_{16} := 34$

кількість пневмоциліндрів $n_{16} := 1$

Об'єм робочої порожнини $B_{16} := \frac{\pi \cdot D_{16}^2}{4} \cdot L_{16} \cdot n_{16}$ $B_{16} = 24.54$ (см³)

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_{16} := B_{16} \cdot S_{16}$ $V_{16} = 834.49$ (см³)

Приймаємо наступні технологічні режими роботи:

$P_m := 3.2$ (атм); $P_a := 1$ (атм); $Q_{ц} := 50$ (см³/хв); []

$t := 60$ (хв); $Z := 16$ (øø); $K := 1.4$;

$$Q_{\text{пов}} := \left[\frac{P_m}{P_a} \cdot \left(V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 \dots \right. \right. \\ \left. \left. + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10} + V_{11} \dots \right. \right. \\ \left. \left. + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15} + V_{16} \right) + Z \cdot Q_{ц} \cdot t \right] \cdot K$$

$$Q_{\text{пов}} = 367690.68 \text{ (см}^3\text{)}$$

Питоме споживання стисненого повітря визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{пит}} = \frac{Q_{\text{пов}}}{Q_c}$$

де $Q_c := 2050$ пак/год - продуктивність машини

$$Q_{\text{пит}} := \frac{Q_{\text{пов}}}{Q_c} \quad Q_{\text{пит}} = 179.361 \text{ (см}^3\text{/кг)}$$

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту

3.1. Розробка технології ремонту фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200

3.1.1. Характерні причини виходу фасувально-упаковувальної машини марки УФАС-1200 з ладу і способи їх усунення. Розробка графіка планово- попереджувального ремонту фасувально-упаковувальної машини

Технічні несправності можуть спричинити збої у функціонуванні молокофасувального обладнання, викликати зупинки виробництва, прискорене руйнування компонентів та зниження якості упаковки з погіршенням технологічних показників.

Таблиця 3.1 – Основні можливі несправності фасувально-упаковувальної машини , причини їх виникнення і способи їх усунення.

Назва несправностей, зовнішні прояви та додаткові ознаки	Можлива причина	Метод усунення
1	2	3
Рух транспортера здійснюється нерівномірно, ривками, з характерним шумом	Розгерметизувався пневмопривід. Зносилася (зігнулася) куліса	Замінити ущільнення Замінити гільзу пневмоциліндра. Замінити на справну.
Не горить сигнальна лампа	Перегорів запобіжник.	Замінити справним
Не спрацьовує сигналізація оповіщення при формуванні	<i>Вийшло з ладу реле</i>	Відремонтувати реле

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Стасенько Т.І.			3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонт			Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Шинкарик М.М.								39	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3
	Відсутній контакт на кнопці	Відновити контакт в кнопці
Машина не вмикається, не горить сигнальна лампа	1. Відсутня напруга в електромережі	1. Перевірити наявність напруги в мережі
	2. Перегорів запобіжник в електричному колі керування	2. Замінити запобіжник (плавку вставку)
	3. Несправний автоматичний вимикач.	3. Відремонтувати або замінити автоматичний вимикач

Ключові експлуатаційні фактори, що впливають на молокофасувальну установку - це механічні коливання, надмірна вологість та хімічно активні речовини. Це сприяє накопиченню забруднень у з'єднаннях розвантажувального механізму, інтенсифікує руйнування деталей і може призвести до корозійного ураження корпусних елементів. Деградація може відбуватися поступово або аварійно. Регулярне та професійне обслуговування технологічних систем гарантує стабільність виробничих процесів.

Перелік типових відмов, факторів їх появи та методів ліквідації наведено в таблиці 3.1.

Планово-попереджувальний ремонт являє собою комплексну систему технічного обслуговування, що включає чотири основні рівні втручання: міжремонтне обслуговування, технічні огляди, малий, середній та капітальний ремонти. Для підприємств з обмеженою ремонтною базою передбачена можливість укрупнення ремонтних операцій та адаптації організаційної структури під конкретні умови виробництва. Координацію всієї системи

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічного обслуговування здійснює головний механік підприємства, який несе відповідальність за планування, організацію та контроль якості ремонтних робіт.

Міжремонтне обслуговування виконується щозмінно експлуатаційним персоналом під час технологічних перерв та включає санітарну обробку обладнання, функціональну перевірку систем управління та вимірювальної апаратури, технічне обслуговування приводних механізмів з регулюванням, оперативне усунення дрібних експлуатаційних дефектів. За необхідності залучаються спеціалісти ремонтної служби - слюсарі, електрики та інші фахівці.

Технічні огляди проводяться ремонтною службою цеху в технологічні перерви або неробочі дні з участю експлуатаційного персоналу. Вони включають візуальну діагностику всіх вузлів без демонтажу з усуненням дрібних дефектів, дефектоскопію тертьових поверхонь з механічною обробкою пошкоджень, ревізію змащувальних систем та захисних пристроїв, ідентифікацію компонентів для планової заміни з документуванням, складання попередньої дефектної відомості для підготовки до наступного ремонту.

Малий ремонт охоплює повний обсяг оглядових операцій плюс додаткові роботи: селективне розбирання найбільш навантажених вузлів з промивкою та очищенням, складання дефектно-кошторисної документації, планову заміну швидкозношуваних елементів, відновлення трубопровідної арматури, калібрування регулювальних та захисних механізмів, сервісне обслуговування змащувальних та гідравлічних систем, збирання з регулюванням та функціональними випробуваннями, документування виконаних робіт у паспорті обладнання. Виконується ремонтним персоналом підприємства з участю обслуговуючого персоналу.

Середній ремонт включає весь обсяг малого ремонту з розширеним переліком операцій: комплексна діагностика всіх механізмів з частковим демонтажем, відновлення тертьових поверхонь, капітальний ремонт приводних систем, повне сервісне обслуговування змащувальних та гідравлічних контурів зі зміною робочих рідин, лакофарбові роботи, оформлення приймально-здавальної документації. Виконується ремонтним персоналом підприємства.

Капітальний ремонт є найскладнішим видом ремонтних робіт, що передбачає повний демонтаж обладнання з транспортуванням до ремонтних майстерень або виконання на місці, комплексну дефектацію всіх вузлів та

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталей, відновлення геометричних параметрів спряжених деталей до заводських технічних умов, монтаж обладнання на фундамент після ремонту. Виконується персоналом ремонтно-механічних майстерень з залученням ремонтників виробничих цехів та спеціалізованих організацій. Контроль якості здійснює механік цеху.

Для установки фасування молока встановлена наступна структура ремонтного циклу:

К-О-О-М-О-О-С-О-О-М-О-О-С-О-О-М-О-О-С-О-О-М-О-О-К,

де капітальний ремонт проводиться через 24 місяці, середній ремонт через 6 місяців, малий ремонт через 3 місяці, технічний огляд щомісяця. Категорія ремонтної складності становить 1,0 з нормами трудомісткості: капітальний ремонт 35,0 люд.-год, середній ремонт 21,0 люд.-год, малий ремонт 7,0 люд.-год, технічний огляд 1,0 люд.-год.

Трудомісткість механічної частини визначається за формулою

$$T_{м.ч} = k \times R_m,$$

де k є нормативним коефіцієнтом виду ремонту, а R_m категорією складності ремонту механічної частини. За дворічний цикл сумарна трудомісткість складає: шістнадцять технічних оглядів по 1 люд.-год, чотири малих ремонти по 7 люд.-год, чотири середніх ремонти по 21 люд.-год та один капітальний ремонт 35 люд.-год, що дає загальну трудомісткість 163 люд.-год. Розподіл за видами робіт становить: слюсарні роботи 117,4 люд.-год, верстатні роботи 32,6 люд.-год, інші роботи 13,0 люд.-год. Отримані значення заносяться до графіка планово-попереджувального ремонту для планування ресурсів та контролю виконання робіт.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік планово-попереджувального ремонту фасувально-упаковувальної машини

Затверджую
Головний інженер

№ П/П	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання	
					Вид	Міс	Ремо нту	ТО	Ремонтного циклу	Періодів			
										Ремон тами	ТО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Установка для фасування молока	УФАС-1200	1	2005						12/4200	3/1050	1/350	Строк служби, міс/год	Планові очікування
												План	
												Виконання	

Напрацювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
Січ ень	Лют ий	Бере зень	Квіт ень	Тра вень	Чер вень	Лип ень	Сер пень	Вер есен ь	Жов тень	Лис топа д	Гру день	Всь ого	Слю сарн і	Вер стат ні	Інш і
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	163	45,36	32,6	13,04

3.1.2 Розробка технологічної документації на проведення ремонту фасувально-упаковувальної машини

Відновлювальні роботи починаються з розбирання механізму, елементи якого підлягають ремонту. З цією метою готують технічну документацію - креслення та схему збирання.

Розбирання виконується згідно з визначеною послідовністю, а складання здійснюється в оберненому порядку з урахуванням технологічних норм.

Перед монтажем валів перевіряють якість поверхонь комплектуючих, усувають механічні дефекти, задирки та нерівності.

Послідовність збирання привідного вала конвеєра фасувальної машини представлена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.— Порядок складання вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини .

№ п/п	Операції і переходи	Інструмент, пристосування, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норма часу (хв)	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1.	На станину 7 встановити корпус 1	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	слюсар III розряду		
2.	Прикріпити корпус 1 болтами 23 із шайбами 25 і 26	Гайковий ключ	Перевірити надійність кріплення	- // -		
3.	Встановити на вал 2 підшипник 19	Ручний прес	Підшипник нагріти в маслі до 70...80°C	- // -		

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
4.	Вал 2 з підшипником 19 встановити у корпус 1	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -		
5.	Встановити сальник 9 у кришку 8 і прикріпити їх до станини 7 гвинтами 21	Викрутка	Перевірити надійність кріплення	- // -		
6.	Встановити в корпус 1 гільзу 18	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -		
7.	Встановити на вал 2 підшипник 19	Ручний прес	Підшипник нагріти в маслі до 70...80°C, вручну перевірити легкість обертання	- // -		
8.	Встановити сальник 9 у кришку 8 і прикріпити їх до станини 7 гвинтами 21	Викрутка	Перевірити надійність кріплення	- // -		
9.	Встановити на вал 2 корпус 3 і диск 4	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -		
10.	Прикріпити диск 4 до корпусу 3 за допомогою болтів 24 з шайбами 25 і 26	Гайковий ключ	Перевірити надійність кріплення	- // -		

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
11.	Встановити в диск 4 валики 5 і закріпити їх за допомогою шайб 25, 26 і гайок 29	Гайковий ключ	Перевірити надійність кріплення	- // -		
12.	Встановити на вал 2 кришку 15	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -		
13.	Встановити на вал 2 підшипник 20	Ручний прес	Підшипник нагріти в маслі до 70...80°C, вручну перевірити легкість обертання	- // -		
14.	Встановити на вал 2 тягу 6	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -		
15.	Встановити на вал 2 втулку 16	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -		
16.	Встановити на вал 2 підшипник 20	Ручний прес	Підшипник нагріти в маслі до 70...80°C	- // -		
17.	Встановити на вал 2 кришку 17 і прикріпити її за допомогою шайби 28 з гайкою 31	Гайковий ключ	Перевірити надійність кріплення	- // -		

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
18.	Прикріпити до тяги 6 пластину 13 і тягу 14 за допомогою валика 8 із шайбами 25, 26 і гайками 29	Гайковий ключ	Перевірити надійність кріплення	- // -		
19.	Закріпити на тязі 6 втулку 10, шайбу спеціальну 11 із кришками 12 за допомогою болта 22 з шайбою 27 і гайкою 30	Гайковий ключ	Перевірити надійність кріплення	- // -		

3.1.3. Дефектування і сортування деталей

При підготовці механізмів до відновлення важливо дотримуватися послідовності, яка гарантує збереження компонентів і виключає випадкову їх заміну елементами з інших агрегатів. Гідроциліндр розбирають поетапно: спершу знімають захисні кожухи, далі - приводний механізм та робочі елементи. Демонтовані компоненти розміщують на спеціальних стелажах з обмежувальними бортиками.

Під час розбирання приводного валу оцінюють ступінь спрацювання елементів. Перед початком відновлювальних операцій деталі промивають і знежирюють. На з'єднувальні елементи керном наносять ідентичні мітки. Величину спрацювання встановлюють відповідно до стандартних процедур.

Сполучні поверхні мають бути гладкими без помітних задирок, подряпин та тріщин. Шпонкові пази повинні мати рівні паралельні стінки без пошкоджень. Геометрію пазів контролюють за допомогою шаблонів.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При огляді різьбових з'єднань насамперед перевіряють якість обробки. Пошкодження різьби понад 1,5 витка неприпустимі. Незначні дефекти усувають мітчиком або плашкою. Розтягнення різьби не може перевищувати 0,5 кроку на 10 ниток. Грані гайок і болтів мають бути без деформацій.

За результатами діагностики деталі розподіляють на три категорії:

Придатні для експлуатації без доопрацювання направляють на складання або до складу готових елементів.

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на _____ ремонт _____

(середній, капітальний) (обладнання)

інв. № _____ встановленого в _____ цеху

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунен- ня	Необхідна кіль- кість запасних деталей і матеріалів		Трудоміс- ткість, люд.год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Найм.	К-сть		
1	Вал	Деформований	Правка				Задовільний
2	Підшипник	Обертається нерівномірно, равками	Заміна				Незадовільний
3	Корпус	Деформований	Заміна				Незадовільний
4	Ущільненн я	Зношене, не герметичне	Заміна				Незадовільний
5	Шліцевий вал	Деформування , зношення поверхонь зубів	Виготов лення і заміна				Незадовільний

Такі, що потребують відновлення, передають у ремонтне виробництво або на склад деталей в очікуванні ремонту.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повністю спрацьовані та непридатні елементи відправляють до складу металобрухту.

Компоненти, що підлягають ремонту, маркують умовною фарбою (зеленою або жовтою) в проблемних зонах. Браковані деталі позначають червоним кольором.

Результати діагностування фіксують у спеціальному дефектному акті. Цей документ формують під час розбирання для визначення обсягу та специфіки ремонтних робіт, а також для обліку замінних елементів, необхідних матеріалів та розрахунку вартості відновлення обладнання.

3.2. Розробка технологічного процесу виготовлення вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200

3.2.1. Аналіз технічних умов вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200

Шліцевий вал є важливим конструктивним елементом пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200. За своєю геометричною формою деталь належить до класу валів - тіл обертання, характерною особливістю яких є значне перевищення довжини над діаметром при наявності невеликих торцевих поверхонь.

Основне функціональне призначення вала полягає у передачі обертального моменту між вузлами пневмоприводу через шліцеві з'єднання. Конструкція вала забезпечує надійну роботу механізму в умовах точних посадок та високих вимог до співвісності з'єднаних деталей.

Аналіз технічних вимог, зазначених на кресленні, показує необхідність застосування різних методів механічної обробки залежно від функціонального призначення поверхонь. Прецизійні посадочні поверхні діаметром 30h7 та 17h7 з шорсткістю Ra 2,5 мкм потребують виконання чистового точіння для досягнення необхідної точності розмірів та якості поверхні. Ці поверхні забезпечують точне базування та з'єднання з сусідніми деталями механізму.

Робочі поверхні діаметром 34h8 та 22h8 з шорсткістю Ra 2,5-3,2 мкм вимагають поетапної обробки з використанням послідовно чорнового,

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напівчистового та чистового точіння. Така технологічна схема дозволяє раціонально розподілити припуск між переходами, забезпечуючи мінімальне зняття матеріалу на фінішній операції та високу якість готової поверхні.

Для виготовлення вала використовується сталь 40 згідно з ГОСТ 1050-89. Вибір цього матеріалу обумовлений необхідністю забезпечення достатньої міцності та зносостійкості деталі при збереженні хорошої оброблюваності різальним інструментом. Сталь 40 має оптимальні механічні властивості для валів, що працюють в умовах динамічних навантажень та циклічних деформацій.

Таблиця 3.4. – Хімічний склад сталі 40 ГОСТ 1050 – 89 в %.

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,38-0,42	0,17-0,31	0,5-0,8	0,3	0,3	0,04	0,04

Таблиця 3.5. – Механічні властивості сталі 40 у стані поставки.

σ_{σ} МПа а	σ_m МПа	δ %	ψ %	a_n кГ/см ²	НВ
550	280	22	30	6	200

Аналіз технічних умов зводимо у таблицю 3.6.

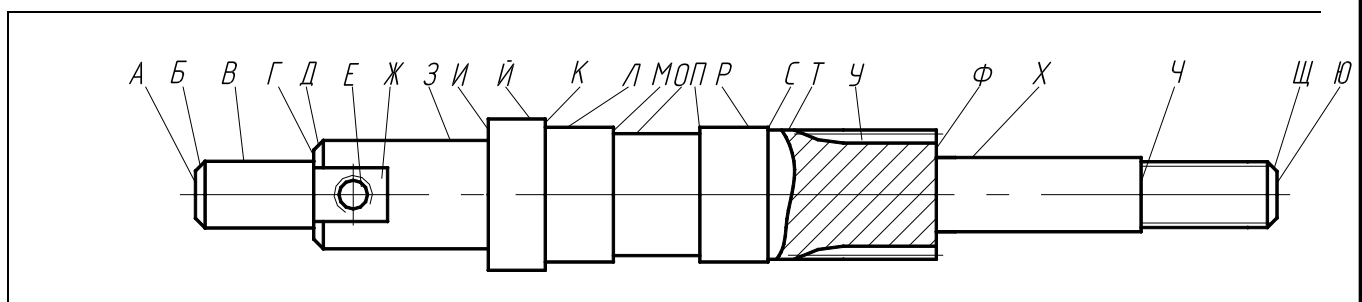


Рисунок 3.1. – Схема вала з позначенням оброблюваних поверхонь.

Таблиця 3.6. – Аналіз технічних умов вала.

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
Б, В, Г, Д, З, И, Й, К, Л, М, О, П, Р, С, Т, Ф, Х, Ч, Щ	Забезпечити точність по 7 – 8 квалітету і шорсткість $R_a=2,5\text{мкм}$	Точіння чистове	Точність-штангенциркулем, мікрометром. Шорсткість- методом порівняння за зразками або на профілометрі,профілографі
А, Ю	Забезпечити точність по 12 квалітету і $R_a=3,2\text{мкм}$	Фрезерування торців	– // –
Ж	Забезпечити точність по 10 квалітету і $R_A=3,2\text{мкм}$	Фрезерування	– // –
У	Точність по 8-9 квалітету і шорсткість R_z20	Фрезерування шліців	– // –
Е	Точність 9-10 квалітету і Шорсткість R_z20	Свердління Нарізання різьби мітчиком	– // –

3.2.2. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів

При розрахунку технологічних припусків особливу увагу приділяють поверхні Е під підшипник діаметром 30h7 з шорсткістю R_a 1,6 мкм, оскільки ця поверхня забезпечує точне базування підшипникового вузла.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Таблиця 3.7. – Зведена таблиця припусків і допусків поверхні Ø 30 h7 вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200.

Технологічні переходи обр. поверхні.	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $2z_{min}$ мм	Розрахунковий розмір d_p мм	До- пуск δ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні значення пусків, мм	
	Rz	T	ρ	Квалі- тет.				d_{min}	d_{max}	$2z_{min}$	$2z_{max}$
Заготовка	150	250	262	13	–	31,706	460	31,71	32,17	–	–
Обточування попереднє	50	50	15,7	10	1324	30,382	120	30,39	30,51	1320	1660
Обточування чистове	25	30	10,5	8	231	30,151	46	30,16	30,21	230	300
Точіння тонке	5	15	–	6	131	30,02	19	30,02	30,04	140	170
Всього										1690	2130

Припуск для цієї критично важливої поверхні розраховується з урахуванням усіх технологічних факторів, включаючи точність заготовки, деформації при термообробці та вимоги до якості фінішної поверхні. Для інших оброблюваних поверхонь вала припуски та допуски визначаються відповідно до стандартних рекомендацій ГОСТ 7505-89, що дозволяє оптимізувати технологічний процес та забезпечити економічне використання матеріалу при збереженні необхідної якості деталі.

Таблиця 3.8. – Зведена таблиця припусків і допусків на обробку вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
<i>А, Ю</i>	195	2·4,4	—	460
<i>Л, Р</i>	Ø 30 <i>h</i> 7	2·1,5	2·0,94	19
<i>О</i>	Ø 27 <i>h</i> 8	2·2,0	—	48
<i>Ж</i>	21	1,5	—	120
<i>З</i>	Ø 24 <i>h</i> 8	2·1,5	—	30
<i>Й</i>	Ø 34 <i>h</i> 8	2·1,5	—	46
<i>Т</i>	Ø 28 <i>g</i> 9	2·2,5	—	46
<i>Щ, Б</i>	2x45°	2·1,5	—	36
<i>Т</i>	Ø 28 <i>g</i> 9	2·1,5	—	36
<i>Х</i>	Ø 17 <i>h</i> 7	2·0,5	—	16
<i>В</i>	Ø 15 <i>h</i> 8	2·0,5	—	18
<i>У</i>	<i>шліци</i>	3,5	—	48
<i>Е</i>	М8	2·1,0	—	26

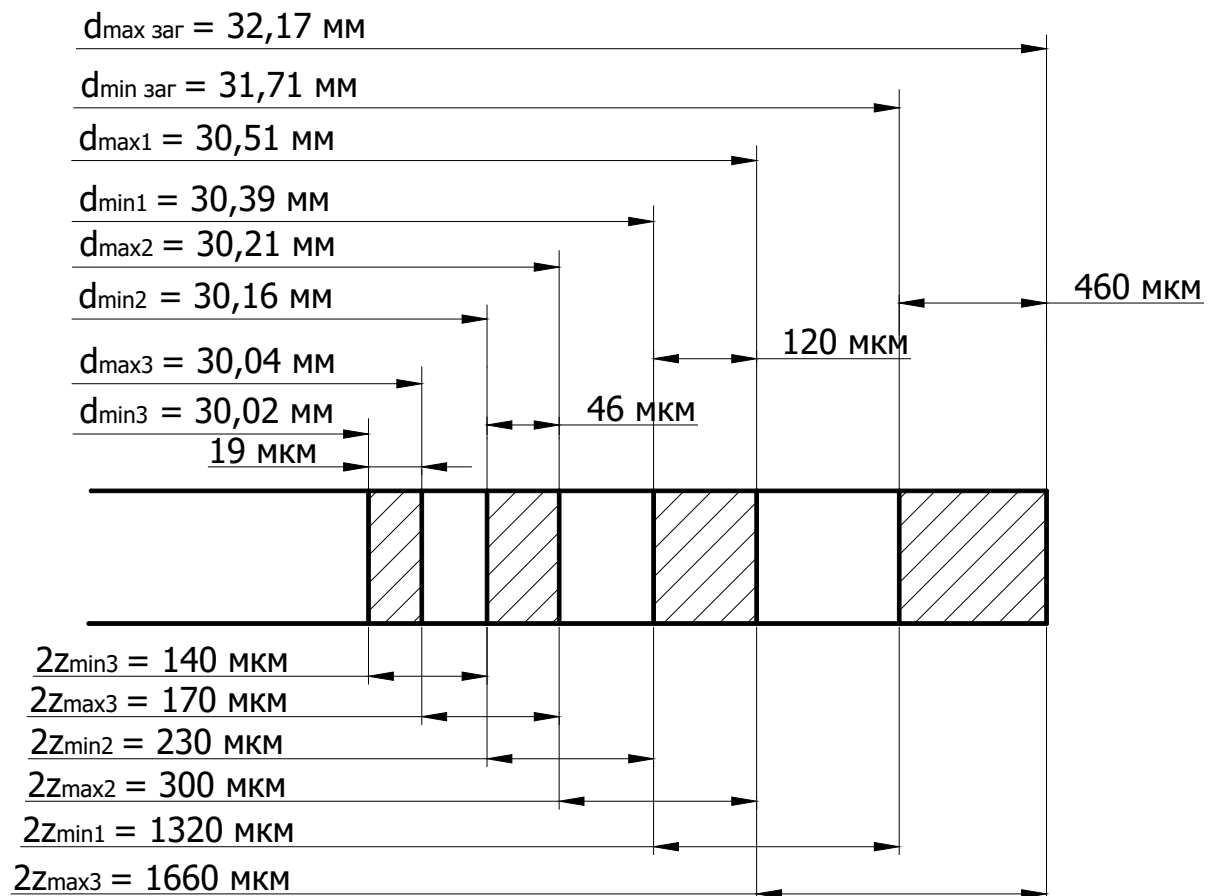


Рисунок 3.2 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на поверхню $\varnothing 30 \text{ h7}$ вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200.

3.2.3. Розробка технологічного маршруту механічної обробки вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200

Технологічний маршрут механічної обробки вала складаємо у вигляді таблиці.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 3.9. – Технологічний маршрут механічної обробки вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200.

№	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
1	2	3	4	5
005	Фрезерно-центрувальна	А, Ю	Поверхня заготовки	Фрезерно-центрувальний верстат МР 73М
	1.Фрезерувати торці			
	2.Сверлити центрові отвори			
010 Уст. А	Токарно-гвинторізна	К, Л, М, О, П, Р, С, Т, Ф, Х, Ч, Щ	Поверхня заготовки, Ю	Токарно-гвинторізний верстат 16К20
	1. Точити поверхню Ø34h8			
	2. Точити поверхню Ø30h7			
	3. Точити поверхню Ø28g9			
	4. Точити поверхню Ø17h7			
	5. Точити поверхню 2x45°			
	6. Точити поверхню Ø14h8			
	7. Точити канавку Ø27h8			
	8. Точити поверхню Ø14h8			
	9. Точити різьбу М14			

Продовження таблиці 3.9.

1	2	3	4	5
Ус т. Б	10. Точити поверхню Ø24h8	Й, И, З,Д, Г, В, Б	Л	Токарно- гвинторізний верстат 16K20
	11. Точити поверхню Ø24h8			
	12. Точити фаску 2x45°			
	13. Точити фаску 2x45°			
015	Шпоночно- фрезерна	Ж, У	З, Р, А, Ю	Фрезерний верстат 692М
	1. Фрезеруват и поверхню довжиною 16 мм, глибиною 4 мм.			
	2. Фрезеруват и шліци довжиною 2 0 мм, глибиною 5 мм.			
020	Вертикально- свердлильна	Е	З, Р, А, Ю	Свердлильний верстат 2Н125
	1. Свердлити отвір Ø6 мм			
	2. Нарізати різьбу М8			

3.2.4. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

Таблиця 3.10 – Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

№	Назва операції (переходу)	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
1	2	3	4
005	Фрезерно-центрувальна	Фреза торцева	Штангенциркуль
	1.Фрезерувати торці	насадна 1831	ШЦ – 1 – 400
	2.Сверлити центрові отвори	ГОСТ 9304 – 69 Свердло Центровочне тип А ГОСТ 14952 – 75	ГОСТ 166 – 80
010	Токарно-гвинторізна	Різець прохідний	Штангенциркуль
	1. Точити поверхню Ø34h8	упорний 2121	ШЦ – 1 – 400
	2. Точити поверхню Ø30h7	ГОСТ 18870 – 73	ГОСТ 166 – 80
	3. Точити поверхню Ø28g9		Шаблон різьбовий
	4. Точити поверхню Ø17h7		
	5. Точити поверхню 2x45°		
	6. Точити поверхню Ø14h8		
	7. Точити канавку Ø27h8		
	8. Точити поверхню Ø14h8		
	9. Точити різьбу M14		
	10. Точити поверхню Ø24h8	Різець прохідний	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон різьбовий
	11. Точити поверхню Ø24h8	2113	
	12. Точити фаску 2x45°	ГОСТ 18878 – 73	
	13. Точити фаску 2x45°	Різець відрізний ГОСТ 18864 – 73 Різець різьбовий ГОСТ 18881 – 73	

Продовження таблиці 3.10.

1	2	3	4
015	Шпоночно-фрезерна	Фреза торцева насадна з пластинками твердого сплаву Ø38 мм ГОСТ 2424 – 78 Фреза дискова модульна ГОСТ 2436 – 78	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон для контролю шліців
	1. Фрезерувати поверхню довжиною 16 мм, глибиною 4 мм.		
	2. Фрезерувати шліці довжиною 20 мм, глибиною 5 мм.		
020	Вертикально-свердлильна	Свердло Ø6 мм ГОСТ 887 – 77 Мітчик М8 ГОСТ 5698-63	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 КАЛІБР- ПРОБКА РІЗЬБОВИЙ
	1. Свердлити отвір Ø6 мм		
	2. Нарізати різьбу М8		

3.2.5. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання розраховуємо для обробки поверхні Ø 30 h7 вала шліцевого вузла пневмоприводу фасувально-упаковувальної машини УФАС-1200, а на інші операції і переходи режими різання вибираємо за нормативними даними [29].

Таблиця 3.11. – Зведена таблиця режимів різання по операціях.

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	t , мм	L , мм	S_p , мм/об	n , об/хв	V , м/хв, м/с	S_m , мм/хв м/хв	N , кВт
005	Фрезерно-центрувальна							
	1.Фрезерувати торець	2,5	Ø65	-	600	283	475	5,5
	2. Фрезерувати торець	2,5	Ø65	-	600	283	475	5,5
	3.Сверлити центрові отвори	-	10	0,4	350	30,8	-	0,9
010	Токарно-гвинторізна							
	Точити поверхню Ø34h8	0,5	177	0,8	630	102	480	3,8
	Точити поверхню Ø30h7 чорнове	2,1	161	0,8	630	67,0	504	2,4
	чистове	0,25	161	0,6	1000	94,2	600	0,33
	Точити поверхню Ø28g9							
	чорнове	1,25	113	0,6	315	80,1	189	1,8
	чистове	0,2	113	0,6	630	114,7	378	0,22
	Точити поверхню Ø17h7							
	чорнове	4	15	0,8	800	75,4	640	3,2
	чистове	0,25	15	0,6	800	135	480	0,81
	Точити поверхню 2x45°	1	1	0,8	800	105	640	0,17
	Точити поверхню Ø14h8	2	10	0,6	800	60	480	1,3
	Точити канавку Ø27h8	2	4	0,8	630	58	504	0,15
	Точити поверхню Ø14h8	1	19	0,8	315	81	189	0,18
	Точити різьбу М14	1	28	0,8	315	30	189	0,2
	Точити поверхню Ø24h8	2	65	0,6	800	105	640	0,21
	Точити поверхню Ø24h8	1	25	0,6	800	88	480	0,12
	Точити фаску 2x45°	2	2	0,6	800	60	480	0,1
	Точити фаску 2x45°	2	2	0,8	800	58	504	0,1
015	Шпоночно-фрезерна							
	Фрезерувати поверхню довжиною 16 мм, глибиною 4 мм.	4	16	0,34	800	25	272	1,3
	Фрезерувати шліци довжиною 20 мм, глибиною 5 мм.	5	20	0,34	800	25	272	1,3
020	Вертикально-свердлильна							
	Свердлити отвір Ø6 мм	-	12	-	430	0,25	0,04	0,4
	Нарізати різьбу М8	1	10	1	200	1	0,04	0,6

3.2.6. Технічне нормування технологічного процесу. визначення необхідної кількості обладнання і величини його використання

Таблиця 3.12. – Розрахунок штучного часу .

№ п/п	Назва операції	T_0 хв	$T_{\text{доп. хв}}$			$T_{\text{оп. хв}}$	Час обслугов.		$T_{\text{відп. хв}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{п.з}}$
			$t_{\text{уст}}$	$t_{\text{унр}}$	$t_{\text{вим}}$		$T_{\text{обсл}}$	$T_{\text{уст}}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	Фрезерно-центрувальна	0,27	0,18	0,05	0,02	0,52	0,02	0,02	0,02	1,13	16
	1.Фрезерувати торці	0,17	0,11	0,12	0,08	0,48	0,11	0,07	0,14	0,8	
	2.Сверлити центрові отвори	0,1	0,04	0,05	0,04	0,23	0,03	0,03	0,04	0,33	
010	Токарно-гвинторізна	3,26	1,14	0,61	0,56	6,46	0,2	0,89	0,20	6,98	18
	1. Точити поверхню Ø34h8	0,7	0,03	0,03	0,04	0,8	0,04	0,03	0,65	1,52	
	2. Точити поверхню Ø30h7	0,77	0,04	0,03	0,02	0,86	0,03	0,03	0,66	1,58	
	3. Точити поверхню Ø28g9	0,12	0,02	0,03	0,02	0,19	0,02	0,02	1,09	1,32	
	4. Точити поверхню Ø17h7	0,05	0,02	0,02	0,02	0,11	0,02	0,03	1,06	1,22	
	5. Точити поверхню 2x45°	0,11	0,08	0,07	0,02	0,28	0,05	0,04	0,75	1,12	
	6. Точити поверхню Ø14h8	0,05	0,06	0,04	0,03	0,18	0,04	0,04	0,79	1,05	
	7. Точити канавку Ø27h8	0,04	0,04	0,03	0,02	0,13	0,03	0,04	0,93	1,13	
	8. Точити поверхню Ø14h8	0,77	0,03	0,02	0,02	0,84	0,02	0,02	0,7	1,58	
	9. Точити різьбу М14	0,12	0,04	0,01	0,05	0,22	0,05	0,02	1,03	1,32	

Продовження таблиці 3.12.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	10. Точити поверхню Ø24h8	0,05	0,03	0,04	0,05	0,17	0,05	0,1	0,9	1,22	
	11. Точити поверхню Ø24h8	0,11	0,02	0,02	0,02	0,17	0,02	0,02	0,91	1,12	
	12. Точити фаску 2x45°	0,25	0,02	0,03	0,02	0,32	0,1	0,1	0,53	1,05	
	13. Точити фаску 2x45°	0,34	0,02	0,03	0,02	0,41	0,1	0,1	0,52	1,13	
015	Шпоночно-фрезерна	16	0,2	0,15	0,15	16,8	0,02	0,02	0,02	17,2	18
	1. Фрезерувати поверхню довжиною 16 мм, глибиною 4 мм.	0,9	0,09	0,05	0,1	1,14	0,07	0,06	0,13	1,4	
	2. Фрезерувати шліці довжиною 20 мм, глибиною 5 мм.	0,7	0,1	0,11	0,05	0,96	0,1	0,09	0,75	1,9	
020	Вертикально-свердлильна	1,35	0,34	0,3	0,4	3,09	0,037	0,037	0,07	3,25	20
	1. Свердлити отвір Ø6 мм	0,17	0,09	0,1	0,11	0,47	0,08	0,11	0,6	1,26	
	2. Нарізати різьбу М8	0,18	0,06	0,08	0,05	0,37	0,05	0,07	0,56	1,05	

Норми часу визначаємо на основі технологічного розрахунку і проводимо для операції 010 розрахунково-аналітичним методом, а на інші операції – вибираємо за нормативами [14].

3.3. Технічний контроль та обслуговування фасувально-упаковувальної машини

Перед запуском фасувального автомата необхідно ретельно виконати всі підготовчі заходи, що забезпечують безпечну та ефективну роботу обладнання. Дотримання правил техніки безпеки є першочерговим завданням, оскільки неправильна експлуатація може призвести до серйозних аварійних ситуацій або травмування персоналу.

Підготовка машини до роботи починається з детального зовнішнього огляду всіх її компонентів. Особливу увагу слід приділити стану корпусу, з'єднувальних елементів, електричних кабелів та механічних частин. Після візуального контролю необхідно перевірити наявність достатньої кількості мастильних матеріалів у всіх точках змащування згідно з технічною схемою. Це критично важливо для забезпечення плавної роботи рухомих частин та запобігання передчасному зношуванню деталей.

У перші два тижні експлуатації нової машини або після тривалого простою змащування всіх механізмів повинно проводитися щоденно. Такий інтенсивний режим обслуговування дозволяє забезпечити належне припрацювання деталей та виявити можливі недоліки в роботі системи змащування. Перед кожним запуском обов'язково слід перевірити вручну всі обертові частини машини, переконавшись у відсутності заїдань, сторонніх предметів або механічних перешкод.

Налаштування машини на заданий типорозмір упаковки є відповідальним етапом підготовки, що вимагає точності та уваги до деталей. Від правильності цього налаштування залежить якість кінцевого продукту та ефективність всього технологічного процесу. Після завершення налаштувань обов'язково проводиться пробний запуск машини на холостому ході. Цей етап передбачає короткочасне увімкнення пускового механізму з метою перевірки синхронності роботи всіх систем без навантаження.

Успішне проведення холостого ходу дає змогу переходити до наступного етапу - запуску автомата під навантаженням з використанням води замість готового продукту. Такий підхід дозволяє безпечно перевірити всі функціональні

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можливості машини без ризику псування цінної сировини. Під час роботи з водою ретельно контролюється герметичність усіх з'єднань трубопроводів, фітингів та ущільнень. Одночасно перевіряється правильність функціонування фасувальних пристроїв, їх синхронізація з іншими механізмами машини, а також точність дозування рідини у відповідності до встановлених параметрів.

Після успішного завершення всіх перевірок та підтвердження стабільної роботи системи воду зливають з резервуара, який потім ретельно промивають та заповнюють готовим продуктом. З цього моменту машина вважається повністю підготовленою до продуктивної роботи та може працювати в автоматичному режимі.

Поточне обслуговування фасувального автомата під час роботи зводиться до систематичного контролю за ключовими параметрами технологічного процесу. Оператор повинен постійно стежити за рівнем рідини в резервуарі, не допускаючи його критичного зниження, що може призвести до попадання повітря в систему подачі та порушення стабільності дозування. Особливої уваги вимагає контроль за роботою фасувальних пристроїв, оскільки навіть незначні збої в їх функціонуванні можуть призвести до браку продукції або зупинки всієї лінії.

Робота карусель укупорки також потребує постійного нагляду, адже від її стабільного функціонування залежить герметичність упаковки та збереження якості продукту. Не менш важливим є контроль правильності проходження пляшок через усі механізми машини, включаючи транспортерні системи, позиціонування під час заповнення та укупорювання.

Втручання оператора в роботу автомата повинно відбуватися лише у випадку виявлення відхилень від нормальних параметрів роботи або при виникненні нештатних ситуацій. Своєчасне реагування на такі ситуації дозволяє уникнути серйозних поломок та мінімізувати втрати продукції.

Особливої уваги потребують питання безпеки під час роботи з машиною. Категорично заборонено намагатися видаляти сторонні предмети, осколки скла або інший сміття з робочої зони машини під час її роботи. Такі дії можуть призвести до серйозних травм персоналу або пошкодження обладнання. Всі

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

операції з очищення машини від сторонніх предметів повинні проводитися виключно після повної зупинки обладнання та відключення його від електромережі. Дотримання цього правила є обов'язковим для всього персоналу незалежно від кваліфікації та досвіду роботи.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Технологічний процес виробництва рідких молокопродуктів забезпечується наступним технологічним обладнанням: прийомні ванни ИПКС-053; відцентрові насоси марки 75–2Ц6,5–7; сепаратори-молокоочишувачі А1-ОЦМ-5; сепаратори-вершковідділювачі ОСП-3; пастеризаційні установки ОПУ-10; агрегат для фасування рідких молокопродуктів УФАС-1200.

Прийомні ванни для молока ИПКС- 053 являють собою відкриті місткості із підведеними до них електричними і гідравлічними комунікаціями.

Відкриті місткості слід розміщувати на висоті, яка б унеможливлювала випадкове падіння у них обслуговуючого персоналу. Рекомендується встановлення захисних огорож.

З точки зору безпеки праці основними факторами, які впливають на забезпечення виконання робітників є ураження електричним струмом та слизька підлога, що може призвести до падінь і виробничого травматизму. Тому для нормального виконання робітниками своїх обов'язків слід забезпечити заземлення відповідно до нормативної документації та наявність підставки під ноги.

Вимогами з безпечної експлуатації електричних відцентрових насосів типу 75–2Ц6,5–7 передбачається в першу чергу якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості.

Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

					КРЕ 066.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Стасенько Т.І.			4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Шинкарик М.М.								65	
Консульт.		Комар Р.В.						гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

Нормативним документом, який регламентує рівень шумів для різних категорій робочих місць і службових приміщень являється ГОСТ 12.1.003-83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”.

Під час роботи підтікання насосу не повинно перевищувати встановлених для даної конструкції максимальних нормативних значень.

При несправному насосі (при задіванні робочих органів за корпус, кришку, при підвищеній вібрації та шумі) працювати не дозволяється.

Головними вимогами, які слід витратити при експлуатації молочних сепараторів, є:

- пуск і зупинка машини може проводитись тільки відповідальною за експлуатацію особою, призначеною відповідним наказом або розпорядженням на підприємстві;

- до обслуговування сепараторів допускаються працівники, які мають досвід роботи, пройшли спеціальну підготовку і вивчили інструкцію з експлуатації;

- перед пуском слід перевірити наявність заземлення, надійність кріплення болтових з'єднань, щільність кришок;

- категорично забороняється знімати кришку сепаратора до повної зупинки;

- тарілки після миття слід монтувати суворо у встановленому порядку згідно нанесеної на них нумерації;

- у випадку постійного наростання вібрацій при роботі (входженні сепаратора у зону резонансу) слід відключити подачу електричного струму і негайно покинути приміщення цеху до повної самовільної зупинки сепаратора.

При експлуатації установок для пастеризації суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію або кожухи, які б забезпечували відсутність

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

При експлуатації фасувального автомату особливу увагу слід звернути на його герметичність і відсутність підтікання. Відкриті рухомі частини (зубчасті сегменти, муфти, виступаючі кінці валів, махові колеса, гребінки тощо), передачі (шків, паси) повинні мати захисні засоби, які забезпечують безпеку при обслуговуванні, виступаючі частини машин, що обертаються (шпонки, штопорні гвинти тощо) закриті гладенькими футлярами; зубчасті шестерні, муфти редукторів закриті з усіх сторін кожухами (щитками).

Технологічне обладнання, апаратура, посуд, тара, інвентар, плівка і вироби з полімерних і інших синтетичних матеріалів, призначені для розфасовки молока і молочних продуктів, повинні бути виготовлені з матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

Ванни, металевий посуд, спуски, лотки, жолоби і т.д. повинні мати гладкі, внутрішні поверхні, що очищаються легко, без щілин, зазорів, що виступають чи болтів заклепок, що утрудняють очищення. Варто уникати використання дерева й інших матеріалів, що погано миються і дезінфікуються.

Робочі поверхні (покриття) столів для обробки харчових продуктів повинні бути гладкими, без щілин і зазорів, виготовлені з нержавіючого чи металу полімерних матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

Технологічне обладнання й апаратура повинні бути зовні пофарбовані фарбою світлих тонів (крім обладнання, виготовленого чи облицьованого нержавіючим матеріалом), не утримуючих шкідливих домішок. Фарбування посуду й інвентарю фарбами, що містять свинець, кадмій, хром не допускається.

Розміщення технологічного обладнання повинні виробляється відповідно до технологічної схеми, забезпечувати потоковість технологічного процесу, короткі і прямі комунікації молокопроводів, виключати зустрічні потоки сировини і готової продукції.

При розміщенні обладнання повинні бути дотримані умови, що забезпечують вільний доступ працюючих до нього, проведення санітарного

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контролю за виробничими процесами, якістю сировини, напівфабрикатів і готової продукції, а також можливості мийки, збирання і дезінфекції приміщень і обладнання.

Обладнання, апаратура і молокопроводи повинні бути змонтовані таким чином, щоб забезпечувався повний злив молока, що миють і дезінфікує розчинів. Усі частини, що стикаються з молоком і молочними продуктами, повинні бути доступні для чищення, миття і дезінфекції. Металеві молокопроводи повинні бути рознімними.

Скляні термометри без захисної оправы до використання не допускається.

Резервуари для виготовлення і збереження молока, вершків, сметани й ін. молочних продуктів (крім використовуваних для вироблення творогу і сиру) повинні бути оснащені щільно прилягаючими кришками.

Апарати, ванни й інше обладнання, у яких виготовляються молочні продукти, підключаються до каналізації з розривом струменя через лійки із сифоном.

Безпосереднє з'єднання обладнання з каналізацією і спуск води з них на підлогу не допускаються.

При проектуванні і монтажі нового обладнання треба забезпечити: основні проходи в місцях постійного перебування працюючих шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних проїомів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, ємкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м.

Освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам СНіП "Природне і штучне освітлення. Норми проектування" і "Санітарним вимогам до проектування підприємств молочної промисловості".

У виробничих приміщеннях переважно застосовують природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових приміщеннях СК повинний бути не менше 1:10. Коефіцієнт

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

природного освітлення (КЕО) повинний бути передбачений з урахуванням характеру праці і зорової напруги.

При недостатнім природному освітленні слід застосовувати штучне освітлення - переважно люмінесцентні лампи. У приміщеннях з важкими умовами чи праці не мають постійних робітників місць варто використовувати лампи накаливання.

Одними з найбільш поширених на переробних підприємствах небезпечних ситуацій є ситуації, пов'язані з використанням обладнання, яке має рухомі елементи (так звані механічні небезпеки). До механічних відносять небезпечності, які можуть виникнути біля любого об'єкту, здатного спричинити травму в результаті неспровокованого контакту об'єкту або його частини з людиною. До таких небезпечних елементів на молокопереробному заводі в першу чергу відносяться ланцюгові та пасові передачі приводу технологічного обладнання, відкриті зубчаті передачі тощо. Ситуації, пов'язані з механічними небезпечностями нормуються ГОСТами 12.0.003–74, 12.0.002–80, 12.4.125–83 та ін.

Секції агрегатів повинні мати двері, які легко відчиняються, запобіжні прилади, що запобігають травматизму працівників і забезпечують свободу рухів і дій операторів. Для цього монтуються механізми фотоелектричного блокування, що у випадку виникнення перепон на шляху променя світла не дозволяє ввімкнути привід машини.

Найбільш дієвими в такому випадку запобіжними заходами є створення умов, коли небезпечна частина не є легкодоступною (наприклад, закривається кожухом чи кришкою), а також застосування кінцевих електричних контактних датчиків, які припиняють подачу струму у випадку відкриття або демонтажу запобіжної кришки чи кожуха.

При розміщені стрічкових, роликів та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м;
при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з
врахуванням виступаючої частини візка.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даній кваліфікаційній роботі було розглянуто фасувально-пакувальну машину марки УФАС-1200, яка є невід'ємною складовою сучасних виробничих ліній харчової промисловості. Це високопродуктивне обладнання відрізняється компактністю та здатністю до інтеграції в існуючі виробничі системи, проте потребує регулярного обслуговування критично важливих вузлів, зокрема вузла перестановки пакетів.

У другому розділі роботи були запропоновані конструктивні рішення для покращення експлуатаційних характеристик вузла перестановки пакетів. Основний акцент зроблено на застосуванні полімерних матеріалів з високою зносостійкістю для направляючих елементів, що суттєво зменшує тертя та знос рухомих частин. Запропоновано змінити геометрію деталей для рівномірного розподілу навантажень та впровадити регульовані елементи, що дозволить компенсувати зношення без повної заміни деталей.

У третьому розділі запропоновано технології обслуговування та ремонту, засновані на превентивному підході та відновленні деталей методами наплавлення, напилення або використання полімерних композитів замість повної заміни зношених елементів. Розроблено детальні технологічні карти для систематизованого обслуговування та систему планово-попереджувальних ремонтів з моніторингом стану вузла для прогнозування зносу та планування ремонтних робіт.

Запропоновані рішення значно покращують експлуатаційні характеристики машини УФАС-1200: збільшують міжремонтний інтервал, скорочують витрати на запасні частини та мінімізують час простою обладнання. Це забезпечує підвищення продуктивності, зменшення собівартості продукції та збільшення рентабельності виробництва.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Висновки		
Розроб.		Стасенько Т.І.					
Перевір.		Шинкарик М.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворожук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						71	
					гр. МО-41		

Розроблені принципи можуть бути застосовані до інших вузлів фасувально-пакувальних машин та аналогічного обладнання в різних галузях промисловості. Усі запропоновані рішення відповідають вимогам охорони праці та безпеки, передбачають використання безпечних матеріалів, мінімізацію ризиків травмування та зменшення рівня шуму й вібрації під час роботи обладнання.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв: навч. посібник/ Єресько Г.О.,Шинкарик М.М.,Ворощук В.Я.-К.:ЦНЛ,2007.-337с
2. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В.,Закалов І.О.-Тернопіль:Видавництво ТДТУ, 2000.-406 с.
3. Закалов О.В., Ворощук В.Я. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв. Навчальний посібник. — Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. — 350 с.
4. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості; навчальний посібник / Мирончук В.Г., Орлов Р.О.,Українець А.І. та ін.-Вінниця: Нова книга, 2004.-288с.
5. Ковбашин В. І., Пік А. І. Інженерна графіка : навч. посіб. Тернопіль : Підруч. і посіб., 2023. 240 с.
6. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. «Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks». Навчальний посібник. 2023. — 164 с.
7. Шанайда В. В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках : навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 163 с.
8. Черевко О.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В. та ін. Техніка харчових підприємств малого та середнього бізнесу. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. — Харків: ХДУХТ, 2015. — 165 с.
9. Черевко О.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Ляшенко Б. В, Шевченко А.О., Михайлова С.В. Технологічне обладнання малих харчових та переробних виробництв. Частина 3. Технологічне обладнання малих хлібопекарських і макаронних виробництв. Навчальний посібник. У 3-х частинах. — Харків: Харківський дер. ун-т харчування та торгівлі, 2013. — 96 с.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Перелік посилань		
Розроб.		Стасенько Т.І.					
Перевір.		Шинкарик М.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворощук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						73	
					гр. МО-41		

- 10.Малежик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малежик. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
- 11.Процеси та апарати харчових виробництв /А.М. Поперечний , О.І. Черевко ,В.Б. Гаркуша, Н.В. Кирпиченко.– К.: ЦУЛ, 2007.– 304с.
12. Shynkaryk, M., Kravets, O., & Venhrynovych, S. (2021). Features of pressing the juice from viburnum berries. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 101(1), 94-101.
- 13.Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises / Oleh Kravets, Mariia Shynkaryk, Viktor Kravets // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 114. — No 2. — P. 111–118.
- 14.Шинкарик, М. М., Кравець, О. І., & Паперняк, Р. В. (2024). Комплексний підхід до оцінки якості технологічного процесу виробництва сиру кисломолочного неперервним способом.
- 15.Шинкарик, М., Юкало, В. Г., & Кравець, О. (2005). Вдосконалення лінії очистки сироватки. Вісник Тернопільського державного технічного університету, 10(2), 192-196.
- 16.Шинкарик, М. М., & Кравець, О. І. (2024). Основи теплотехніки: навч. посібник. Тернопіль: ФОП Паляниця ВА.
- 17.Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 648 с.
- 18.Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
- 19.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
- 20.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Навчальний посібник. — Львів: Новий світ-2000, 2011. — 770 с.
- 21.Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник /

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

22.Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

23.Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин“, 2021. - с.13

24.Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.

25.Юрчишин І.І. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. Навч. посібник. — І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусий, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, Є.М. Махоркін, В.П. Свізінський. — Львів: Львівська політехніка, 2009. — 528 с.

26.Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорона праці. Харків: Стиль-Издат, 2017. — 334 с.

27.Березуцький В.В., Васьковець Л.А., Вершиніна Н.П. та ін. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. — За ред. проф. В.В. Березуцького. — Х.: Факт, 2005. — 384 с.

					КРБ 066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		