

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ІНЖИТІ ім. акад. Ч.С. Тулого
Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

[Підпис] Сергій БЛАНСЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«07» 06 20 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

[Підпис] Мадина КРИВОПАС-ВОЛОДИЖИНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«07» 06 20 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 131 Трикладна механіка
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Трикладна механіка

на тему: Розробка машини для пакування дрібноштучних виробів в поліетиленові пакети продуктивністю до 30 унц./хв.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ТМ-4-1

Жугеренко Юлія Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

[Підпис]
(підпис)

Керівник Васильківський Костянтин Вікторович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент Микола ЗХИМЗУК
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

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

Здобувач [Підпис]
(підпис)

Київ - 2022р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННУХТ ім. акад. І.С. Тулово

Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Прикладна механіка
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри М.П.Т.

М.П.Т.
Юлія Кривоноса-Володута

« 31 » 03 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кусеренко Юлія Александрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка машини для пакування дрібно-штучних виробів в поліетиленові пакети продуктивністю до 30 упак./хв.

керівник роботи Васильківський Костянтин Вікторович доцент, кандидат т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 31 » 03 2022 року № 167-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 27.05.2022р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Вид обладнання - пакувальна машина.

2. Об'єкт пакування - дрібноштучні вироби. 3. Тара - пакет поліетиленовий

4. Продуктивність обладнання - до 30 упак./хв

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Анотація. Вступ. Літературний огляд. Техніко-економічне

обґрунтування. Опис пропозиції. Розробка кінематичної схеми.

Розробка циклограми. Технології, кінематичні, силові розрахунки.

Розробка технологічного маршруту. Монтаж, експлуатація та

ремонт машини. Опис блоку управління машиною. Охорона праці.

Висновки. Список використаної літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1 - лист 1

Лист 2 - лист 2

Лист 3 - лист 3

Лист 4 - Тех маш

ЗМІСТ

Анотація.....	5
Вступ	6
1 Загальна характеристика процесу пакування та огляд обладнання ...	8
1.1 Загальна характеристика процесу пакування	8
1.2 Огляд існуючого фасувально-пакувального обладнання.....	10
2 Опис машини. Принцип роботи, конструкція.....	15
2.1 Призначення та принцип роботи.....	15
2.2 Принцип роботи та технологічні особливості пристрою	16
3 Конструювання та розрахунок вузлів апарату.....	19
3.1 Привод пакувального апарату	19
3.1.1 Конструкція та принцип роботи приводу	19
3.1.2 Кінематичний розрахунок приводу.....	20
3.1.2.1 Вибір електродвигуна.....	20
3.1.2.2 Кінематичний розрахунок.....	22
3.1.2.3 Розрахунок частот, потужностей та крутних моментів на елементах привод.....	22
3.1.3 Розрахунок ланцюгової передачі.....	24
3.1.4 Розрахунок фрикційної передачі.....	30
3.2 Розрахунок роликового конвеєра.....	32
3.3 Розрахунок приводу роликового конвеєра.....	35
3.4 Розрахунок клинопасової передачі.....	36
4 Розробки технологічного процесу виготовлення типової деталі	40
4.1 Аналіз деталі та вибір заготовки.....	40
4.2 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	43
4.3 Розрахунок припусків на обробку та розмірів заготовки.....	47
4.4 Розрахунок режимів різання.....	49
5 Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини.....	55

						ДП.55.ПЗ				
Зм.	Лис	№ докум.	Підп.	Дата	ЗМІСТ			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Перев.	Н.контр	Затв.	Кучеренко				Васильківський	у	
						НУХТ МПТ ПМ-4-1				

5.1 Монтаж та обкатування машини.....	55
5.2 Експлуатація автомата.....	56
5.3 Технічне обслуговування.....	58
6 Охорона праці.....	61
Висновки.....	76
Список використаної літератури.....	78

					<i>ДП.55.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		4

АНОТАЦІЯ

Об'єктом модернізації роботи - є розробка машини для пакування дрібноштучних виробів в поліетиленові пакети продуктивністю до 30 упак./хв. Спроектовано основні вузли: розмотувально - протягувальний пристрій, вузол приводу, вивідний пристрій та конвеєр готової продукції.

Розрахунково-пояснювальна частина для проекту складається з 79 сторінок, 18 таблиць та 9 рисунків. Графічна частина проекту складається з чотирьох аркушів креслень у форматі А1. На аркушах наведені: загальний вид фасувально-пакувального апарату, вивідний конвеєр, технологічний процес виготовлення типової деталі.

Головна частина записки – це розрахунки, що складаються з: конструювання та розрахунка вузлів апарату, розрахунка припусків на обробку та розмірів заготовки, розрахунка режимів різання.

Через те, що обладнання побудоване на принципі протягування плівки за допомогою протягуючих роликів, що призводить до розтягу і неправильного центрування плівки, то принцип роботи запропонованої машини полягає у встановленні спеціального пристрою розмотування рукава плівки.

Ключові слова: пакування, машина, продуктивність, технологічний процес, вузол приводу, харчова промисловість.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		5

ВСТУП

Одним з основних завдань підвищення ефективності виробництва в харчовій промисловості є розробка машин та устаткування для випуску фасованого та упакованого продукту.

Механізація і автоматизація процесів пакування підвищує продуктивність виробництва, зводить до мінімуму втрати продукції, забезпечує зберігання споживчих якостей і дозволяє механізувати і автоматизувати трудомісткі і монотонні операції на кінцевій стадії виробничого процесу на підприємствах харчової промисловості.

Основними завданнями сучасних розробок в цій галузі є здійснення розробки та впровадження у виробництво високоефективних систем, машин та обладнання, які забезпечують механізацію і автоматизацію технічних процесів, комплексне використання сировини, зменшення витрат при її переробці, зберіганні та транспортуванні, а також покращення якості та розширення асортименту виготовленої продукції.

Однією із найважливіших функцій, що виконує упаковка, є збереження в кількісному і якісному вигляді пакованої продукції під час її транспортування, складування та реалізації. А тому процеси пакування є найвідповідальнішими стадіями виробничого процесу під час підготовки продукції до реалізації.

Сьогодні широкого вжитку мають десятки тисяч виробів із різноманітними фізико-механічними і біологічними властивостями. Для вирішення задач із ефективною їх реалізацією розроблені в не меншій кількості і відповідні технології пакування та види обладнання.

Реалізація технологій і способів пакування можлива за наявності відповідного рівня технічних засобів. До таких засобів можна віднести: пристрої; машини автоматичної і напівавтоматичної дії; агрегати (моноблоки); автоматизовані потокові лінії; автономні функціонально відділені комплексно автоматизовані ділянки пакування. Кожний вид технічного засобу залежно від розвитку технічного і економічного рівня країни присутній на ринку у відповідному співвідношенні.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		6

В Україні формуються тенденції щодо створення упаковки із високим ступенем зручності для споживача. Цьому сприяє багато соціальних і економічних факторів. Це визначає в значній мірі потребу в розробці відповідної продукції і, відповідно, упаковки для неї.

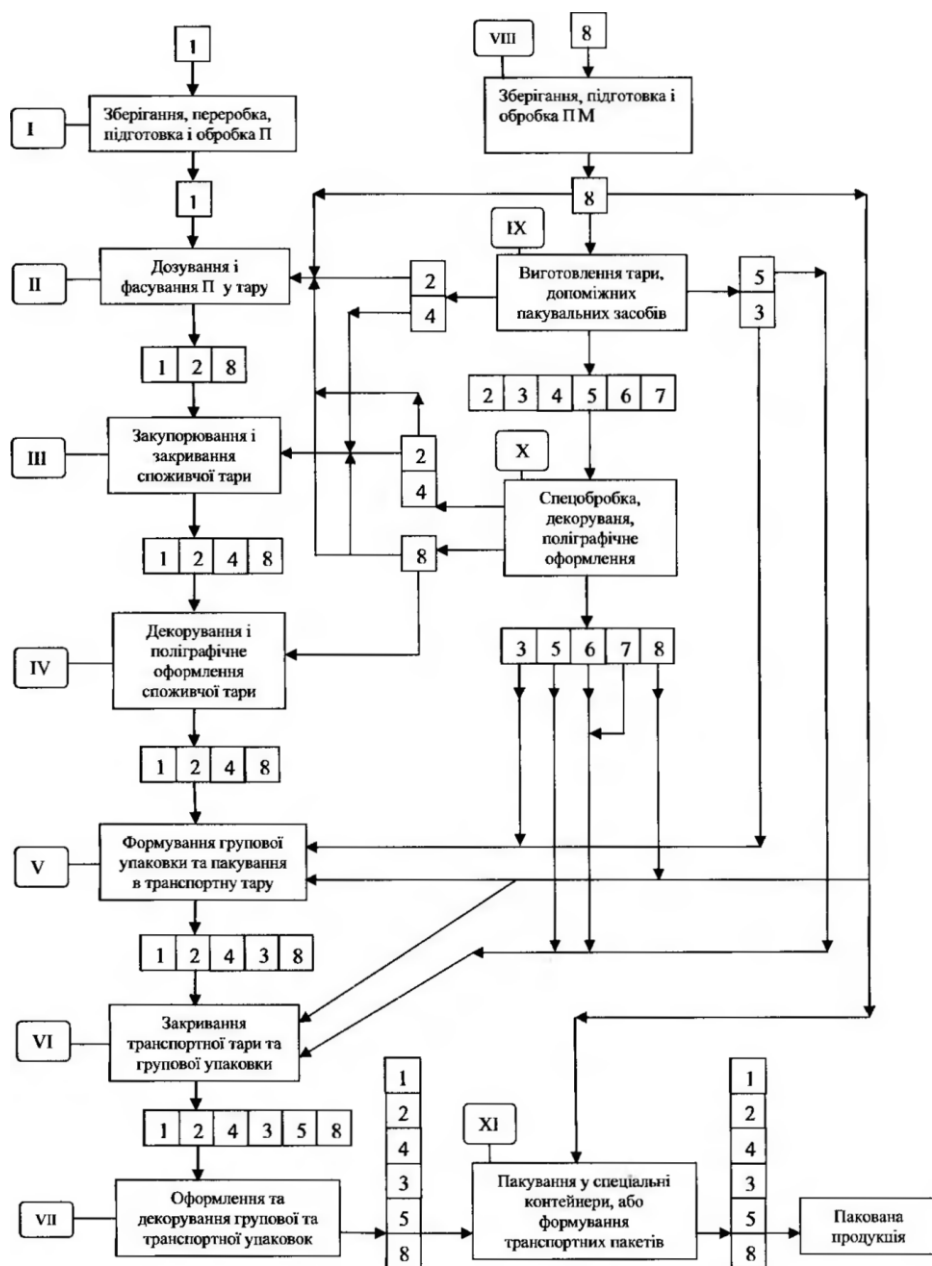
Для забезпечення потреб споживачів потрібно розробляти нові технології і нове обладнання, а для цього потрібно знати структуру машин, аналізувати і прогнозувати розвиток технологій і обладнання пакування.

Мета роботи - проектування обладнання для пакування дрібноштучних виробів в поліетиленові пакети.

Об'єкт розробки – фасувально-пакувальний агрегат для пакування дрібноштучних виробів в поліетиленові пакети ємністю 0,5 кг продуктивністю 30 упаковок на хвилину.

					<i>ДП.55.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		7

універсальні контейнери; чотиристадійним - фасування продукції у споживчу упаковку, формування групової упаковки, формування укрупнених вантажних одиниць і вкладання їх в універсальні контейнери.



1 - продукція (П); 2 - споживча тара; 3 - групова упаковка і транспортна тара; 4,5 - допоміжні пакувальні засоби для споживчої упаковки (4) і транспортної тари (5); 6 - засоби пакування, 7 - спеціальні контейнери; 8 - пакувальні матеріали (ПМ); I...XI - стадії і елементи технологічного процесу пакування

Рисунок 1.1 - Типовий технологічний процес пакування продукції

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Для підвищення ефективності виробництва технологічний процес пакування продукції вдосконалюється, а в комплексно автоматизованому обладнанні максимально зосереджуються і об'єднуються основні стадії і операції процесу. На сучасних підприємствах із виробництва харчових продуктів створюються безперервно діючі потокові виробництва, де автоматизуються і транспортні операції та широко застосовуються гнучкі багатоконвеєрні системи.

1.2 Огляд існуючого фасувально-пакувального обладнання

Розглянемо типові конструкції сучасного фасувально-пакувального устаткування, які використовуються в нашій країні.

Вертикальний пакувальний автомат АРУ-12 призначений для пакування сипучих продуктів у пакети з полімерних плівок. Основна перевага - можливість упаковувати продукцію в тришовний пакет і пакет дой-пак. Конструкцію апарата показано на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Вертикальний пакувальний автомат АРУ-12

Технічну характеристику апарата наведено в таблиці 1.1.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		10

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика вертикального пакувального автомата АРУ-12

№	Параметр	Позн.	Вел.	Од. вим.
1	Продуктивність	П	60	уп./хв.
2	Максимальний об'єм пакету	$V_{\text{макс}}$	4	дм ³
3	Максимальна довжина пакету	L	300	мм
4	Максимальна ширина пакету	B	290	мм
5	Ширина плівки	$B_{\text{пл}}$	130...600	мм
6	Встановлена потужність	P	3,1	кВт
7	Маса	M	790	кг

Особливості автомату:

- додатковий формоутворювач пакету (по типу пакету)
- система повторного закривання пакета;
- система повторного закривання пакета Peel@Seal;
- термопринтер;
- просічка "єврослот";
- заповнення пакета інертним газом;
- витиснення повітря з пакета;
- пристрій відводу пилу;
- пристрій відсмоктування пилу з пакета;
- формування пакета по заданій довжині;
- нанесення насічки для розкриття пакета.

Вертикальний пакувальний автомат ТПП-100У призначений для пакування сипучих продуктів у пакети з полімерних плівок. Основна перевага - наявність

модернізованого вузла протягання плівки. Ролики протягання підтискаються до труби пневмоциліндрами. Це повністю виключає прослизання роликів при протяганні плівки. Конструкцію апарата показано на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 - Вертикальний пакувальний автомат ТПП-100У

Технічну характеристику апарата наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика вертикального пакувального автомата ТПП-100У

№	Параметр	Позн.	Вел.	Од. вим.
1	Продуктивність	П	20	уп./хв.
2	Максимальний об'єм пакету	$V_{\text{макс}}$	2,5	дм ³
3	Максимальна довжина пакету	L	315	мм
4	Максимальна ширина пакету	B	280	мм
5	Ширина плівки	$B_{\text{пл}}$	350	мм
6	Встановлена потужність	P	1,7	кВт
7	Маса	M	350	кг

Особливості автомата:

- пристрій формування пакета по фотомітці;
- формування пакета по заданій довжині;
- формування пакета "подушка";
- формування пакета "плоске дно";
- термодатер;
- термопринтер;
- просічка "єврослот".

Вертикальний пакувальний автомат DXDK-125 призначений для пакування сипучих продуктів у пакети з полімерних плівок. Основна перевага – можливість високошвидкісного дозування й автоматичного пакування сипучих порошкоподібних продуктів таких як кава, сіль, цукор, борошно, сухе молоко, спеції, медичні порошки й т.п. Конструкцію апарата показано на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 - Вертикальний пакувальний автомат DXDK-125

Технічну характеристику апарата наведено в таблиці 1.3.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.55.ПЗ

Арк.

13

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика вертикального пакувального автомата ТПП-100У

№	Параметр	Позн.	Вел.	Од. вим.
1	Продуктивність	П	80	уп./хв.
2	Максимальний об'єм пакету	$V_{\text{макс}}$	3,5	дм ³
3	Максимальна довжина пакету	L	150	мм
4	Максимальна ширина пакету	B	140	мм
5	Ширина плівки	$B_{\text{пл}}$	300	мм
6	Встановлена потужність	P	0,77	кВт
7	Маса	M	170	кг

Особливості автомата:

- оснащений об'ємним дозатором (принцип "склянки" - вага готового продукту в прямій залежності від обсягу встановлених склянок на фасувальному апараті);

- оснащений фотодатчиком високої точності, що дозволяє використовувати пакувальний матеріал з різними типами друку;

- легке регулювання та настроювання;

- об'ємний бункер;

- простота обслуговування;

- можливість формування плоского пакета з 3-ма або 4-ма швами;

- наявність функції термодати.

Таким чином, як показав аналіз основних конструкцій фасувально-пакувальних автоматів, всі вони є достатньо складними пристроями, які містять в собі значний перелік пристроїв з метою забезпечення багатофункціональності в роботі та універсальності в технологічному відношенні. Останніми принципами керуватимемося в наступному розділі під час розробки конструкції фасувально-пакувального автомату.

2 Опис машини. Принцип роботи, конструкція

2.1 Призначення та принцип роботи

Автомат фасувально-пакувальний М1-МБФП призначений для виготовлення пакетів з поліетиленової плівки, дозування легкосипучих продуктів, заповнення пакетів і їхнього запечатування. Використовується об'ємне дозування.

Технічна характеристика апарату наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика апарату М1-МБФП

№	Параметр	Позн.	Вел.	Од. вим.
1	Тип пристрою	вертикальний лінійний періодичної дії		
2	Продуктивність	N	30	уп./хв.
3	Продукт	сушка		
4	Межі дозування	м	0,5	кг
5	Допустимі похибки при дозуванні для дози 1,0 кг	Δ	± 2	%
6	Пакувальний матеріал	плівка поліетиленова		
7	- товщина	d	0,03± ± 0,003	мм
8	- ширина	b	320±2	мм
9	- діаметр рулону	D	400	мм
10	- внутрішній діаметр втулки рулону	d ₁	70±5	мм
11	Встановлена потужність	P	2	кВт
12	Розмір пакетів без продукту	ДхШхВ	420х400 х252	мм

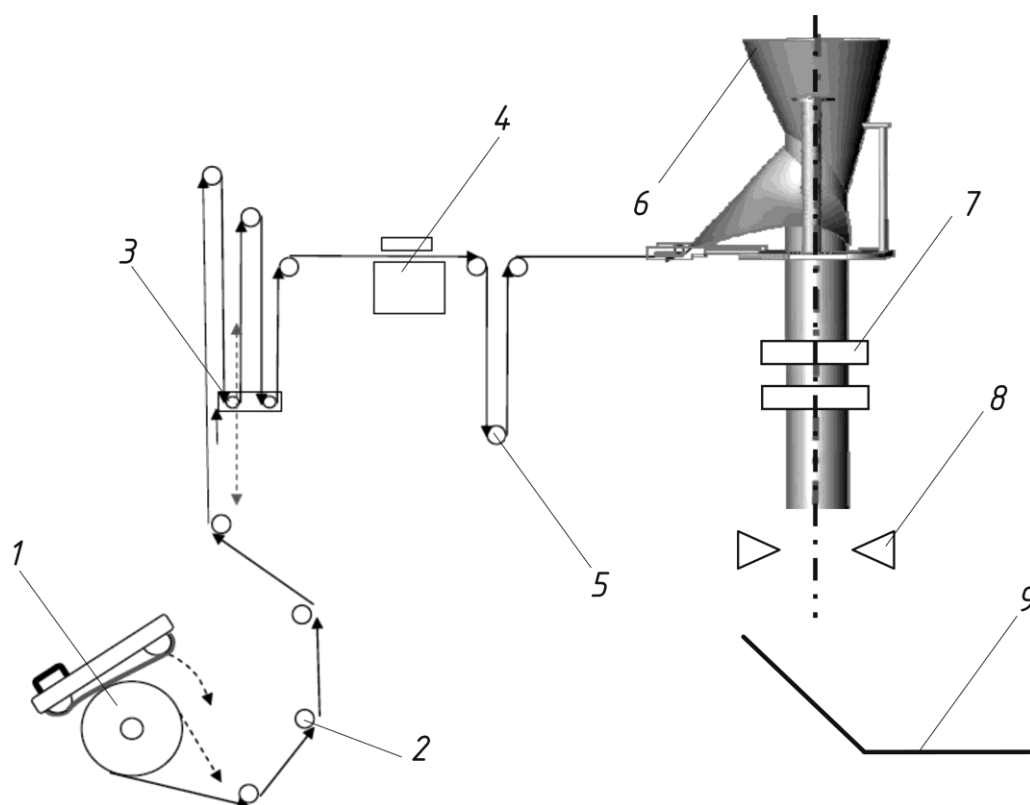
Тара для вкладання пакетів - ящик з гофрокартону для транспортування готового продукту в пакетах з поліетиленової плівки ГОСТ 49-127-78 Розміри ящика, мм - 420х400х252. Кількість пакетів в ящику для дози 0,5 кг – 30 шт.

					<i>ДП.55.ПЗ</i>	Арк. 15
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Привід пристрою - комбінований: пневматичний та електричний.
 Габаритні розміри пристрою, мм: довжина – 2530, ширина – 2400, висота – 2580. Вага пристрою – 745 кг. Для обслуговування апарату потребується 2 людини.

2.2 Принцип роботи та технологічні особливості пристрою

Технологічну схему пристрою показано на рисунку 2.1.



1 – розмотувальний пристрій

2 – натяжні ролики

3 – натяжна станція

4 – пристрій друку

5 – контрольний ролик

6 – бункер

7 – зварювальний пристрій

8 – різальний пристрій

9 – приймальний пристрій

Рисунок 2.1 – Технологічна схема пакувального апарату

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.55.ПЗ

Арк.

16

Автомат фасувально-пакувальний М1-МБФП складається з розмотувального пристрою 1, кількох секцій натяжних роликів 2, натяжної станції 3, пристрою друку 4, контрольного ролика 5, бункера з матеріалом для пакування 6, зварювального пристрою 7, різального пристрою 8 та пристрою приймання готової продукції 9.

Пристрій зібраний на литому корпусі до якого кріпляться основні складові вузли та обладнання. В нижній частині до корпусу кріпляться також пристрій для укладання пакетів в ящик.

Робочі органи пристрою до руху приводяться за допомогою пневмоциліндрів. Тиск повітря розподілення пневмоциліндрів керується електричними імпульсами від командоапарата.

Пристрій виконує наступні технологічні операції:

- розмотування плівки з рулону;
- нанесення на плівку дати;
- формує з плівки рукав;
- зварювання повздовжнього шва;
- зварювання поперечного шва;
- наповнення пакету;
- зварювання іншого поперечного шва з відрізанням пакету;
- відведення заповнених пакетів.

Переваги апарату:

- формування пакета з рулону плівки;
- цифрова індикація всіх робочих параметрів;
- вимірювальні системи - на основі безінерційного тензодатчика;
- мікроконтролерне керування;
- можливість "обнуління" вимірювальних систем;
- маркування дати й ін. інформації (термотрансферний друк);
- робота з фотомітки;

Недоліки апарату:

- неможливість виготовлення пакета із плоским дном;

- відсутність пристрою відводу помилкової дози;
- відсутність функції "Єврослот";
- відсутність пристрою формування пакета із просічкою під руки.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		18

3 Конструювання та розрахунок вузлів апарату

3.1 Привод пакувального апарату

3.1.1 Конструкція та принцип роботи приводу

Привод пакувального апарату призначений для приведення до дії обертальних деталей, які забезпечують протягування плівки крізь апарат з заданою швидкістю та натягом. Кінематичну схему приводу показано на рисунку 3.1.

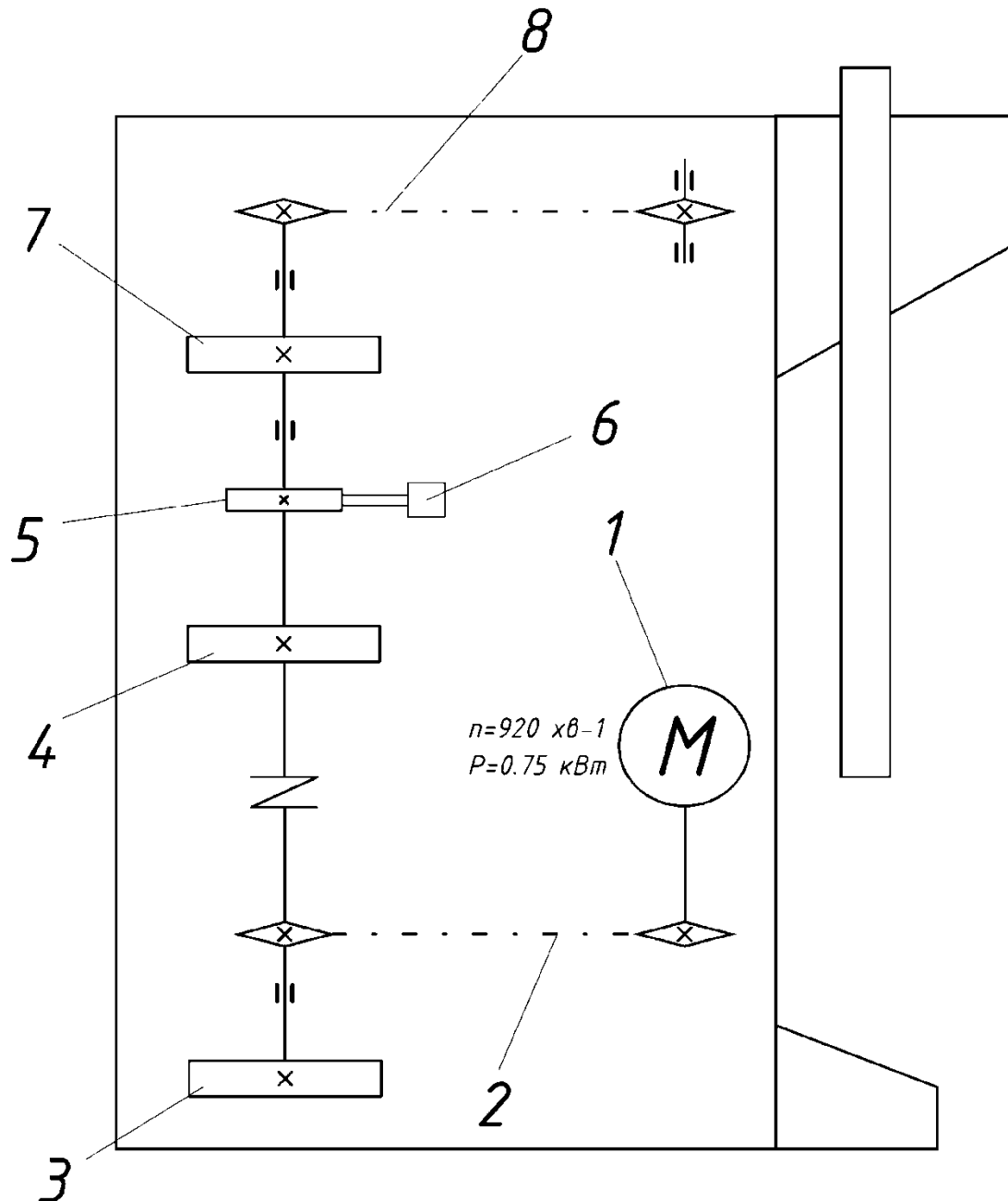


Рисунок 3.1 – Кінематична схема приводу

Привод апарату складається з асинхронного двигуна змінного струму 1, безпосередньо з'єднаного через ланцюгову передачу 2 з головним валом. На

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.55.ПЗ

Арк.

19

головному валу встановлено шків 3, зубчасті колеса 4, 5, 6 та ланцюгову передачу приводу дозатора склянкового типу. Всі вузли тертя виконано з використанням підшипників кочення.

Привод умовно може бути розділений на дві гілки: привод обертання розподільчих валів та привод обертання дозатора.

Крутний момент передається від електродвигуна 1 через ланцюгову передачу 2 на вал II, з якого крутний момент знімається шківом 3 та шестернями 4, 5, 7. Крутний момент на дозатор передається через додаткову ланцюгову передачу 8.

3.1.2 Кінематичний розрахунок приводу

3.1.2.1 Вибір електродвигуна

Вибір двигуна з каталогу проводиться по потрібній потужності на його вхідному валу:

$$P = k \frac{Wv}{1020}, \quad (3.1.2.1)$$

де k - коефіцієнт запасу;

W - сума зусиль, які витрачаються в процесі технологічних операцій:

- зусилля подачі плівки;
- зусилля формування рукава;
- зусилля зварювання швів:

$$W = F_{on} f, \quad (3.1.2.2)$$

де F_{on} - сумарне зусилля опору;

f - коефіцієнт опору.

Отримуємо:

$$W = 1350 \cdot 0.6 = 810 \text{ Н.}$$

Розраховуємо ККД приводу:

$$\eta = \eta_{ред} \eta_{підш}^3 \eta_{лн}^2 \eta_{к}^4, \quad (3.1.2.3)$$

де $\eta_{ред} = 0,94$ - ККД планетарного редуктора;

$\eta_M = 0,99$ - ККД муфти;

$\eta_{лп} = 0,96$ - ККД ланцюгової передачі 8...9 ступеня точності;

$\eta_{підш} = 0,99$ – ККД однієї пари підшипників кочення;

$\eta_k = 0,95$ – ККД кулачка:

$$\eta_{прив} = 0,94 \cdot 0,99 \cdot 0,99^3 \cdot 0,96^2 \cdot 0,95^4 = 0,68.$$

Таким чином, потужність електродвигуна становить:

$$P = 1,15 \frac{810 \cdot 0,5}{1020 \cdot 0,68} = 0,67 \text{ кВт.}$$

Зазвичай обирається електродвигун з потужністю, яка трохи більша, ніж потрібна. За потрібною потужністю електродвигуна та синхронною частотою обертання обираємо електродвигун з характеристиками, які наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри електродвигуна

Типорозмір	Потужність $P_{ед}$, кВт	Синхронна частота n_c хв ⁻¹	Робоча частота $n_{ед}$ хв ⁻¹	Відношення максимального моменту до номінального $T_{max}/T_{ном}$	Діаметр валу електродвигуна a , d_v мм
4A80A6 P3	0,75	1000	920	2,2	10

Обираємо планетарний двоступінчастий мотор-редуктор МП32-40-28ЦУЗ ГОСТ 21356-75. Параметри мотор-редуктора наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри мотор-редуктора

Типорозмір	Потужність електродвигуна, кВт	Передатне число	Висота центрів, мм	ККД
МП32-40-28ЦУЗ	1,1	32	40	0,94

3.1.2.2 Кінематичний розрахунок

Частота обертання вихідного валу:

$$u_{прив} = \frac{n_{ред}}{n_{вых}} = 28/20 = 1,4 \text{ хв}^{-1}.$$

Обираємо передатне число ланцюгової передачі $u_{лн} = 1,4$, що відповідає значенню зі стандартного ряду.

Загальне передатне число привода:

$$u_{\Sigma} = u_p u_{лн} = 32 \cdot 1,4 = 44,8.$$

3.1.2.3 Розрахунок частот, потужностей та крутних моментів на елементах привода

Частота обертання валу електродвигуна та вхідного валу редуктора:

$$n_{ед} = n_{z1} = 920 \text{ хв}^{-1}$$

Частота обертання вихідного вала редуктора та ведучої зірочки ланцюгової передачі:

$$n_{z2} = n_{z3} = n_{ред}/u_{1-2} = 920/32 = 28,75 \text{ хв}^{-1}.$$

Частота обертання веденої зірочки та розподільчого валу:

$$n_{z4} = n_{z5} = n_{z3}/u_{3-4} = 28,75/1,4 = 20,54 \text{ хв}^{-1}$$

Потужності, які передаються окремими елементами привода:

$$P_{номр} = 0,67 \text{ кВт};$$

$$P_{z2} = P_{z1} \eta_{ред} = 0,67 \cdot 0,94 = 0,63 \text{ кВт}$$

$$P_{z4} = P_{z3} \cdot \eta_{лн} \eta_{нк} = 0,63 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 0,6 \text{ кВт};$$

$$P_{z5} = P_{z4} \cdot \eta_{нидш} \eta_{л} = 0,6 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,59 \text{ кВт}.$$

$$P_{z6} = P_{z5} \cdot \eta_{лн} = 0,59 \cdot 0,96 = 0,56 \text{ кВт}.$$

Крутні моменти:

$$T_{эд} = T_{номр} = 9550 \frac{P_{ед}}{n_{ед}} = 9550 \frac{0,67}{920} = 6,95 \text{ Нм}.$$

$$T_{z2} = 9550 \frac{P_{z2}}{n_{z2}} = 9550 \frac{0,63}{28,75} = 209,3 \text{ Нм.}$$

$$T_{z4} = 9550 \frac{P_{z4}}{n_{z4}} = 9550 \frac{0,6}{20,54} = 279 \text{ Нм.}$$

$$T_{z5} = 9550 \frac{P_{z5}}{n_{z5}} = 9550 \frac{0,59}{20,54} = 274,3 \text{ Нм.}$$

$$T_{z6} = 9550 \frac{P_{z6}}{n_{z6}} = 9550 \frac{0,56}{20,54} = 260,4 \text{ Нм}$$

Результати розрахунків наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати кінематичного розрахунку

Параметри	Електро двигун	Редуктор		Ланцюгова передача		Вихід
		вхід	вихід	вхід	вихід	
n , хв-1	920	920	28,75	28,75	20,54	20,54
P , Квт	0,67	0,67	0,63	0,63	0,6	0,56
T , Нм	6,95	6,95	209,3	209,3	279	260,4
U	-	32		1,4		-

Ескіз електродвигуна показано на рисунку 3.3.

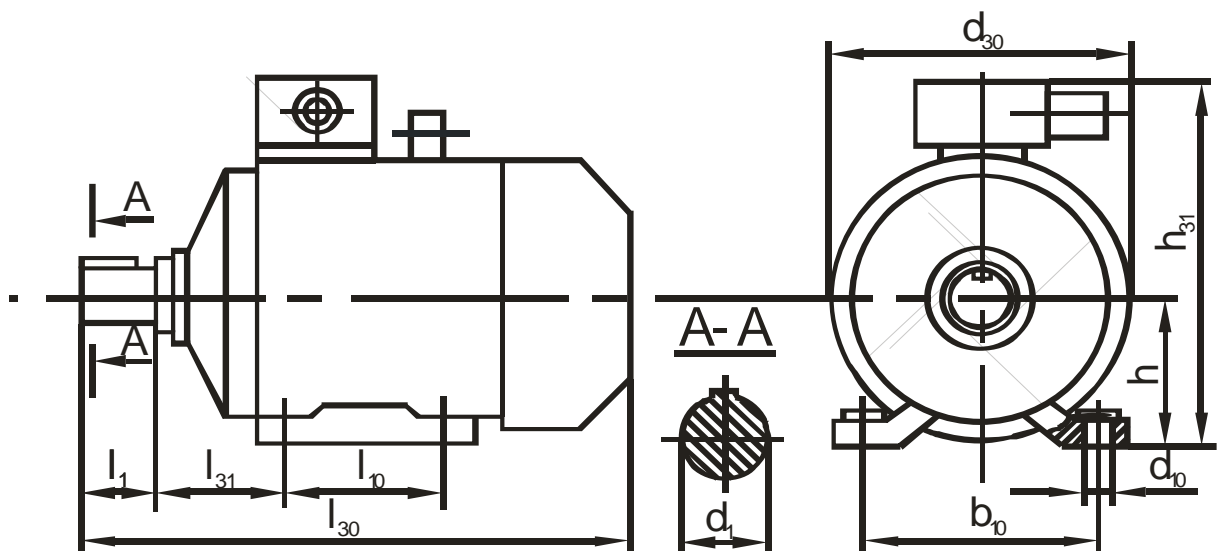


Рисунок 3.2 – Ескіз електродвигуна

Основні розміри та масу електродвигуна наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 2.3 - Основні розміри та маса електродвигуна

Типорозмір	Кількість полюсів	Габаритні розміри мм			Установчі та приєднувальні розміри, мм							Г
		l_{30}	h_{31}	d_{24}	l_1	l_{10}	l_{31}	d_1	d_{10}	b_{10}	h	
4A80AP3	4	300	218	200	50	100	50	22	10	125	80	18,8

3.1.3 Розрахунок ланцюгової передачі

Вихідні дані:

- потужність на ведучій зірочці $P = 0,63$ кВт;
- передатне число $U = 1,4$;
- кут нахилу лінії центрів передачі до обрію $\gamma = 0^\circ$;
- переважувальна спроможність електродвигуна 2,2;
- номінальна потужність електродвигуна $P_{\text{ном}} - 1,1$ кВт;
- потрібна потужність електродвигуна $P_{\text{потр}} - 0,67$ кВт;

Визначаємо число зубів ведучої зірочки

$$z_{1\text{ор}} = 31 - 2U = 31 - 2 \cdot 1,4 = 28,2.$$

Приймаємо $z_1 = 28$.

Крок ланцюга призначаємо виходячи з умови забезпечення зносостійкості шарніра:

$$t \geq 600 \text{Error!}, \quad (3.1.3.1)$$

де K_A - коефіцієнт, що враховує динамічність зовнішнього навантаження;

K_m - коефіцієнт, що враховує кількість рядів ланцюга;

$[p]_{\text{зн}}$ - тиск, що гарантує зносостійкість шарніра протягом встановленого терміну експлуатації.

Приймаємо: $K_A=1,3$ (помірні коливання навантаження); $K_m=1$ (число рядів $m=1$).

Тиск, що гарантує зносостійкість шарніра протягом встановленого терміну експлуатації:

$$[p]_{\text{зн}} = \frac{C}{h_{\Sigma} k_v k_R k_e} \quad (3.1.3.2)$$

де C – коефіцієнт роботоспроможності передачі;

h_{Σ} - термін експлуатації передачі;

K_V - коефіцієнт, що враховує частоту обертання ведучої зірочки;

K_R - коефіцієнт, що враховує параметри передачі,

K_{Σ} - коефіцієнт, що враховує умови експлуатації передачі $C = 4 \cdot 10^6$ (приймаємо граничну норму зношування $(\Delta t/t)100=3\%$);

$$h_{\Sigma} = 35000 \text{ год.},$$

$$K_V = \text{Error!} = \text{Error!} = 9,4.$$

$$K_R = K_{z1} K_a K_u$$

де K_{z1} - коефіцієнт, що враховує число зубців ведучої зірочки;

K_a - коефіцієнт впливу міжосьової відстані;

K_u - коефіцієнт впливу передатного числа.

Отримуємо:

$$K_{z1} = \text{Error!} = \text{Error!} = 0,9,$$

$$K_a = \text{Error!} = \text{Error!} = 1,$$

де a_t - міжосьова відстань у кроках, приймаємо $a_t = 40$;

$$K_u = \text{Error!} = \text{Error!} = 0,95.$$

$$K_R = 0,83.$$

$$K_{\Sigma} = K_{\gamma} K_p K_{\text{см}} \quad (3.1.3.3)$$

де K_{γ} - коефіцієнт нахилу лінії центрів до горизонту;

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

K_p - коефіцієнт, що враховує спосіб компенсації витягування ланцюга;

$K_{см}$ - коефіцієнт, що враховує спосіб змащування.

Приймаємо: $K_\gamma = 1$ ($\gamma = 0^\circ < 70^\circ$); $K_p = 1$ (пересування опор передачі); $K_{см} = 2$ (періодичне змащування шарнірів):

$$K_\Sigma = 1 \cdot 1 \cdot 2 = 2.$$

Отримуємо:

$$[p]_{zn} = \mathbf{Error!} = 7,32 \text{ МПа.}$$

Крок ланцюга:

$$t = 600 \mathbf{Error!} = 28,56 \text{ мм.}$$

Приймаємо приводний ролик ГOST 13568-75 ПР-31,75-8850, з параметрами: $t = 31,75$ мм; $B_{вн} = 19,05$ мм; $D_p = 19,05$ мм; $A_{оп} = 262$ мм; $F_{розр} = 88,5$ кН.

Число зубів веденої зірочки

$$z_2 = z_1 U = 28 \cdot 1,4 = 39,2.$$

Приймаємо $z_2 = 39$.

Число ланок ланцюга:

$$l_{top} = \mathbf{Error!} = \mathbf{Error!} = 113,6.$$

Приймаємо $l = 114$.

Міжосьова відстань:

$$a_0 = \mathbf{Error!} =$$

$$= \mathbf{Error!} = 1247,6 \text{ мм.}$$

Для нормальної роботи ланцюгової передачі ведена гілка повинна провисати, для оптимального провисання зменшуємо розрахункову міжосьову відстань:

$$a = 0,997 a_0 = 0,997 \cdot 1247 = 1244 \text{ мм.}$$

Діаметри ділільних окружностей зірочок:

$$d_1 = \mathbf{Error!} = \mathbf{Error!} = 283,48 \text{ мм;}$$

$$d_2 = \mathbf{Error!} = \mathbf{Error!} = 396,88 \text{ мм.}$$

Зовнішні діаметри зірочок:

$$d_{e1} = \mathbf{Error!} = 31,75 \mathbf{Error!} = 297,85 \text{ мм;}$$

$$d_{e2} = \text{Error!} = 31,75 \text{Error!} = 409,3 \text{ мм.}$$

Радіуси западин зірочок:

$$r = 0,525D_p + 0,05 = 0,525 \cdot 19,05 + 0,05 = 10,05 \text{ мм,}$$

де D_p – діаметр ролика.

$$d_{i1} = d_1 - 2r = 283,48 - 2 \cdot 10,05 = 263,38 \text{ мм;}$$

$$d_{i2} = d_2 - 2r = 396,88 - 2 \cdot 10,05 = 376,78 \text{ мм.}$$

Ширина зубчастого вінця зірочок:

$$b = 0,9B_{вн} - 0,15 = 0,9 \cdot 19,05 - 0,15 = 17 \text{ мм,}$$

де $B_{вн}$ – відстань між пластинами внутрішньої ланки.

Радіус бічної поверхні зубів зірочок:

$$R = 1,7D_p = 1,7 \cdot 19,05 = 32,39 \text{ мм.}$$

Координата центра кривизни бічної поверхні зуба:

$$h = 0,8D_p = 0,8 \cdot 19,05 = 15,24 \text{ мм.}$$

Перевірка зносостійкості шарніра ланцюга виконується з умови:

$$p \leq [p]_{изн}$$

$$p = \frac{F_{те} K_A}{A_{оп} K_m} \leq [p]_{изн}, \quad (3.1.3.4)$$

де p - розрахунковий тиск у шарнірі, МПа;

$A_{оп}$ - площа опорної поверхні шарніра, $A_{оп} = 262 \text{ мм}$ (див. вище);

$F_{те}$ – еквівалентне корисне навантаження на ланцюг;

$$F_{тэ} = F_t K_H, \quad (3.1.3.5)$$

де K_H - коефіцієнт, що враховує змінність навантаження;

F_t - окружна сила на ведучій зірочці:

$$F_t = \text{Error!}. \quad (3.1.3.6)$$

Швидкість ланцюга:

$$v = \text{Error!} = \text{Error!} = 0,43 \text{ м/с.}$$

Отримуємо:

$$F_t = \frac{1000 \cdot 0,63}{0,43} = 1465 \text{ Н.}$$

$$p = \frac{1465 \cdot 1}{3;262 \cdot 1} = 7,26 \text{ МПа,}$$

7,26 < 7,32 – зносостійкість шарніра забезпечена.

Перевірка втомної міцності пластин ланцюга виконується з умови:

$$p \leq p_{\text{вм}}$$

де $p_{\text{вм}}$ - допустимий тиск у шарнірі, що гарантує втомну міцність пластин протягом заданого терміну служби,

$$p_{\text{вм}} = \text{Error!}, \quad (3.1.3.7)$$

де $K';z_1$ - коефіцієнт, що враховує вплив числа зубів ведучої зірочки;

K_h - коефіцієнт, що враховує термін служби передачі;

K_v - коефіцієнт, що враховує частоту обертання провідної зірочки;

K_t - коефіцієнт, що враховує крок ланцюга;

$$K';z_1 = \sqrt{12; z_1} = \sqrt{12; 28} = 1,3;$$

$$K_h = \text{Error!} = \text{Error!} = 0,8;$$

$$K_v = 4,71 \sqrt{3; n_1} = 4,71 \sqrt{3; 28,75} = 14,4;$$

$$K_t = \sqrt{24; \frac{t; 25}{4}} = \sqrt{24; \frac{31,75; 25}{4}} = 1;$$

$$p_{\text{вм}} = \frac{270 \cdot 1}{3 \cdot 0,8; 14,4 \cdot 1} = 19,5 \text{ МПа.}$$

7,26 < 19,5 – втомна міцність пластин забезпечується.

Перевірка статичної міцності ланцюга виконується з умови:

$$S \geq [s]$$

$$S = \text{Error!}, \quad (3.1.3.8)$$

де S – фактичне значення коефіцієнта безпеки;

$[s]$ - величина коефіцієнта безпеки, що допускається, $[s] = 6 \dots 8$;

$F_{\text{разр}}$ - стандартне значення статичного руйнівного навантаження,

$$F_{\text{разр}} = 88,5 \text{ кН};$$

K_{Π} - коефіцієнт перевантаження;

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

F_y - сила удару шарніра об зуб зірочки при вході його в зачеплення.

$$K_{II} = \frac{P_{э.д}}{P_{потр}} \frac{T_{max}}{T_{ном}} = \mathbf{Error!} = 3,84;$$

$$F_y = 0 \text{ Н (при } v < 10 \text{ м/с)}$$

$$S = \frac{88500; 1465 \cdot 3}{84 + 0} = 15,7,$$

$15,7 > [s] = 6 \dots 8$, статична міцність ланцюга забезпечується.

3.1.4 Розрахунок фрикційної передачі

Вихідні дані:

- частота обертання ведучого колеса – $20,54 \text{ хв.}^{-1}$;
- частота обертання веденого колеса – $20,54 \text{ хв.}^{-1}$;
- потужність на ведучому колесі – $0,6 \text{ кВт}$;
- крутний момент на ведучому колесі – 279 Нм .

Призначаємо матеріали коліс:

- ведучого – текстоліт ПТК;
- веденого – сталь 45.

Передатне число передачі:

$$u_{1-2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad (3.1.4.1)$$

$$u_{1-2} = \frac{20.54}{20.54} = 1$$

Крутний момент на ведучому колесі:

$$T_{z1} = 279 \text{ Нм.}$$

Призначення коефіцієнтів та допустимих напружень:

- коефіцієнт запасу зчеплення $\beta = 1.25$;
- коефіцієнт тертя по довжині контактної лінії $f = 0.3$;
- коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження по довжині контактної площі $k = 1.1$;
- коефіцієнт довжини контактної площі $\psi = 0.3$;

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

- допустиме контактне напруження стискання для текстолітового колеса

$$[\sigma]_{H1} = 100 \text{ МПа};$$

- модуль пружності для текстолітового колеса $E_1 = 6 \cdot 10^3$ МПа;

- модуль пружності для сталевого колеса $E_2 = 2.15 \cdot 10^5$ МПа.

Зведений модуль пружності:

$$E = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2} \quad (3.1.4.2)$$

$$E = \frac{2 \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 2.15 \cdot 10^5}{6 \cdot 10^3 + 2.15 \cdot 10^5} = 1.17 \cdot 10^4 \text{ МПа.}$$

Діаметр меншого шківів:

$$d_1 = 0.9 \sqrt[3]{\frac{(u+1) \psi E T_1}{u f \psi [\sigma_H]^2}} \quad (3.1.4.3)$$

$$d_1 = 0.9 \sqrt[3]{\frac{(1+1) 1.25 \cdot 1.1 \cdot 1.17 \cdot 10^4 \cdot 279}{1 \cdot 0.3 \cdot 0.3 [100]^2}} = 0.194 \text{ м.}$$

Беремо $d_1 = 200$ мм, тоді діаметр більшого колеса:

$$d_2 = d_1 u, \quad (3.1.4.4)$$

$$d_2 = 200 \cdot 1 = 200 \text{ мм.}$$

Ширина коліс:

$$b = \psi_1, \quad (3.1.4.5)$$

$$b = 0.3 \cdot 200 = 60 \text{ мм.}$$

Перевірочний розрахунок передачі ведеться за контактними напруженнями стискання фрикційних коліс при початковому торканню по лінії:

$$\sigma_H = 0.418 \sqrt{\frac{qE}{\rho}} \leq [\sigma_H], \quad (3.1.4.6)$$

де $\sigma_H = 800 \dots 1200$ МПа для загартованих сталей та $80 \dots 100$ МПа для текстолітових коліс;

ρ - зведений радіус кривизни:

$$\rho = \frac{0.5 d_1 u}{\sqrt{u^2 + 1}}, \quad (3.1.4.7)$$

$$\rho = \frac{0.5 \cdot 200 \cdot 1}{\sqrt{1^2 + 1}} = 70.9 \text{ мм.}$$

Розрахункове погонне навантаження:

$$q = \frac{kF}{b}, \quad (3.1.4.8)$$

де k - коефіцієнт нерівномірності навантаження, який беруть у межах 1.1...1.3;

F - сила притискання коліс одне до одного:

$$F = \frac{F_t}{f}, \quad (3.1.4.9)$$

де F_t - колова сила у передачі:

$$F_t = \frac{2T}{d}, \quad (3.1.4.10)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 279}{0.2} = 2790 \text{ Н,}$$

$$F = \frac{1.25 \cdot 2790}{0.25} = 13950 \text{ Н.}$$

Розраховуємо погонне навантаження:

$$q = \frac{1.2 \cdot 2790}{60} = 55.8 \text{ кН/м.}$$

Таким чином, отримуємо для ведучого колеса:

$$\sigma_H = 0.418 \sqrt{\frac{55800 \cdot 6 \cdot 10^3}{70.9}} = 90.8 \text{ МПа,}$$

для веденого колеса:

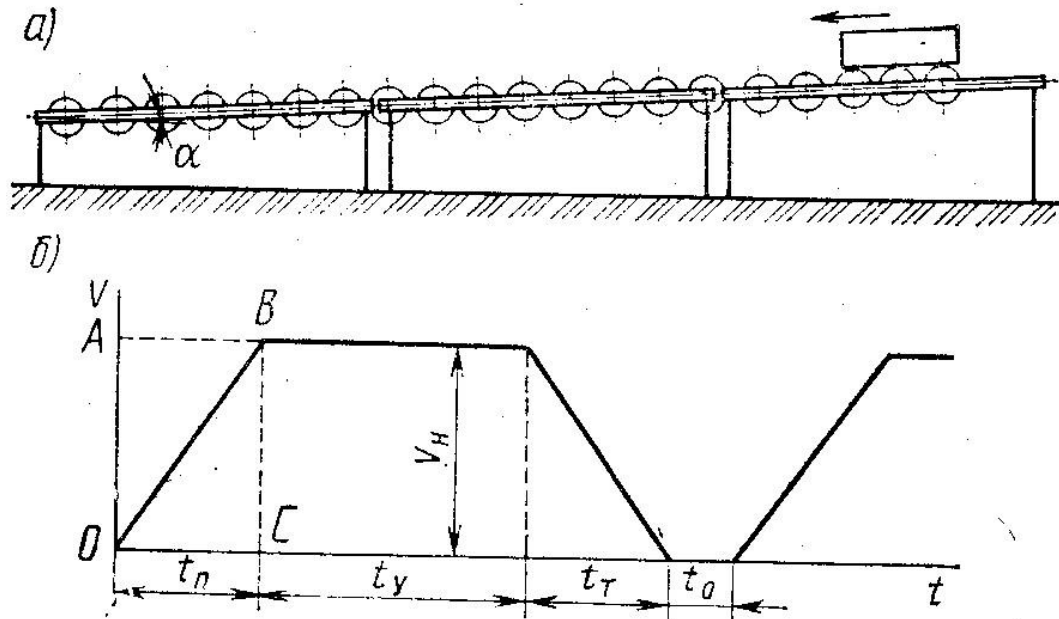
$$\sigma_H = 0.418 \sqrt{\frac{55800 \cdot 2.15 \cdot 10^5}{70.9}} = 402 \text{ МПа,}$$

отже, умова міцності витримується для обох коліс.

3.2 Розрахунок роликового конвеєра

Роликові конвеєри можуть бути неприводними, коли вантаж пересувається за рахунок сили гравітації, або приводними, в такому випадку вантаж пересувається за рахунок обертання роликів, які приводяться до руху

приводним органом, найчастіше безкінечною стрічкою чи пасом. Схему роликового конвеєра показано на рисунку 2.1.



а) схема

б) зміна кутової швидкості роликів

Рисунок 3.4 – Роликовий конвеєр

Вибираємо схему роликового конвеєра, який призначений для відводу заповнених ящиків. Конвеєр приводний, тому $\alpha = 0$, $v = \text{const}$.

Вихідні дані до розрахунку:

- продуктивність 60 ящ./год.;
- вантаж, який транспортується - ящик з пакетами;
- габаритні розміри ящика 420x400x252;
- маса ящика 250 г;
- маса одного пакета 0,5 кг;
- пакетів в ящику - 30.

Конструктивно беремо довжину конвеєра 1,4 м, одночасно на конвеєрі може знаходитися 3 ящики. Для транспортування пакетів використовуємо ящики з гофрованого картону ГОСТ 13512-84, які виготовляються у

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.55.ПЗ

Арк.

32

відповідності з ГОСТ 9142-77 з тарного суцільного склеєного картону марок КС і КС-1.

По технічним міркуванням для безперервної роботи лінії ящики необхідно перемістити на відстань $A = b$, за інтервал часу менший ніж час технологічний, який витрачається на формування одного пакета $T_T = 2,25$ с, приймаємо $t = 2$ с.

Швидкість руху ящиків:

$$v = \frac{A}{t} = \frac{0.3}{2} = 0.15 \text{ м/с.} \quad (3.2.1)$$

Відстань між роликами:

$$t_p \leq \left(\frac{1}{4} \dots \frac{1}{3}\right) l = \left(\frac{1}{4} \dots \frac{1}{3}\right) 0.3 = 100 \dots 75 \text{ мм.}$$

Беремо $l_p = 80$ мм.

Обираємо розміри роликів:

- діаметр $D_p = 50$ мм;
- довжина $l_p = 450$ мм;
- кількість роликів $z_p = 18$ шт.;
- вага обертових частин ролика, виконаного з силуміну: $G_p = 30$ Н.
- діаметр цапфи ролика: $d_{ц} = 20$ мм.

Опір руху ящиків при усталеному русі:

$$W = (G_B + z_p G_p) \frac{f d_{ц}}{2} + G_B k, \quad (3.2.2)$$

де f, k - коефіцієнти тертя відповідно в підшипниках і ящика по роликам.

Отримуємо:

$$G_B = (3m_{я} + 3m_{я}') g \quad (3.2.3)$$

$$m_{я}' = m_{я} + m_1 n = 0.25 + 0.5 \cdot 30 = 15.25 \text{ кг.}$$

$$G_B = (3 \cdot 0.25 + 3 \cdot 15.25) 9.8 = 456 \text{ Н.}$$

$$W = (456 + 18 \cdot 30) \frac{0.15 \cdot 2}{2} + 456 \cdot 0.03 = 163 \text{ Н.}$$

Розрахункова потужність електродвигуна при усталеному русі:

$$N = k \frac{W_v}{3 \cdot 1020} = 1.3 \frac{163 \cdot 0.15}{1020} = 0.031 \text{ кВт.} \quad (3.2.4)$$

K_3 - коефіцієнт запасу, який враховує зусилля на подолання сил інерції елементів конвеєра і вантажу.

Загальний ККД привода конвеєра:

$$\eta_{заг.} = \eta_{кл.} \cdot \eta_{пл.} \cdot \eta_{п.к.}^3 \cdot \eta_{мр.} \quad (3.2.5)$$

де $\eta_{кл.}, \eta_{пл.}, \eta_{п.к.}, \eta_{мр.}$ - ККД клинопасової передачі, плоскостасової передачі, пари підшипників, мотор-редуктора:

$$\eta_{заг.} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 0,99^3 \cdot 0,97 = 0,81$$

Установча потужність:

$$N_0 = 0.031 / 0.81 = 0.038 \text{ кВт.}$$

Параметри електродвигуна наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Параметри електродвигуна

Типорозмір	Потужність $P_{ед}$, кВт	Синхронна частота n_c $хв^{-1}$	Робоча частота $n_{ед}$ $хв^{-1}$	Відношення максимального моменту до номінального $T_{max}/T_{ном}$	Діаметр валу електродвигуна, d_v мм
4A50A4 УЗ	0,06	1500	1380	2,2	6

3.3 Розрахунок приводу роликів конвеєра

Швидкість руху пасу конвеєра дорівнює швидкості пересування вантажу:

$$v_{п} = 0,15 \text{ м/с.}$$

Частота обертання приводного барабану та веденого шківу:

$$n_{кр} = 6 \cdot 10^4 v / d = 6 \cdot 10^4 \cdot 0.15 / 3.14 \cdot 200 = 14.33 \text{ хв.}^{-1}$$

Загальне передатне число приводу:

$$u_{прив} = \frac{n_{эд}}{n_{вых}} = 1380/14,33 = 96,3.$$

Призначаємо передатне число клинопасової передачі $u_d = 2$ (з метою обмеження габаритів).

Тоді передатне число редуктора:

$$u_p = 96,3/2 = 48,15.$$

Обираємо мотор-редуктор 1МПз2-31,5. Параметри мотор-редуктора наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Параметри мотор-редуктора

Типорозмір	$n_{вых}$, хв. ⁻¹	$T_{кр}$, Нм	P_{max} , Н	ККД	$R_{сат}$, мм	Передатне число	Маса, кг
1МПз2-31,5	28	120	2800	0,96	31,5	49	33

Фактичне передатне число привода складає:

$$u_{ф} = u_{мп} \cdot u_{кп} = 49 \cdot 2 = 98. \quad (3.2.6)$$

Процент похибки фактичного передатного відношення редуктора відносно номінального:

$$\Delta u = \left| \frac{u_{ф} - u_{кор}}{u_{кор}} \right| 100\% = (98 - 96,3)/96,3 = 1,7\%; \quad (3.2.7)$$

Оскільки при $[\Delta u] = 4\%$ виконується умова $\Delta u \leq [\Delta u]$, можна зробити висновок про те, що кінематичний розрахунок виконано задовільно.

3.4 Розрахунок клинопасової передачі

Момент на ведучому шківу:

$$T_{ед} = 9550 \frac{P_{ед}}{n_{ед}} = 9550 \frac{0,036}{28} = 12,3 \text{ Нм}.$$

Згідно з моментом для передачі обирається пас типу О (критерій $T < 30$ Нм).

Діаметр меншого шківу: $d_{\min} = 40$ мм, приймаємо $d_1 = 40$ мм (критерій d_{\min} не менше 40 мм).

$$\text{Діаметр більшого шківу: } d_2 = u \cdot d_1 = 40 \cdot 2 = 80 \text{ мм.} \quad (3.2.8)$$

Приймається $d_2 = 80$ мм.

Міжосьова відстань:

$$a = 1,4 \cdot d_2 = 1,4 \cdot 80 = 112 \text{ мм.} \quad (3.2.9)$$

Орієнтовна довжина пасу:

$$l_{\text{ор}} = 2a + \Delta_1 + \Delta_2/a, \quad (3.2.10)$$

$$\text{де } \Delta_1 = \pi(d_1 + d_2)/2 = 3,14(40+80)/2 = 188,4 \text{ мм.}$$

$$\Delta_2 = ((d_2 - d_1)/2)^2 = ((80-40)/2)^2 = 400 \text{ мм}^2.$$

$$l_{\text{ор}} = 224 + 188,4 + 400/112 = 416 \text{ мм.}$$

Приймається стандартна $l = 450$ мм.

Фактична міжосьова відстань:

$$a = \frac{1}{4} \left[(l - \Delta_1) + \sqrt{(l - \Delta_1)^2 - 8\Delta_2} \right] \quad (3.2.11)$$

$$a = \frac{1}{4} \left[(450 - 188,4) + \sqrt{(450 - 188,4)^2 - 8 \cdot 400} \right] = 130 \text{ мм}$$

Межі регулювання:

$$a_{\min} = a - 0,011 = 126 \text{ мм.}$$

$$a_{\max} = a + 0,0251 = 141 \text{ мм.}$$

Кут обхвату пасом меншого шківу:

$$\alpha = 180^\circ - (d_2 - d_1) \cdot 60/a \quad (3.2.12)$$

$$\alpha = 180^\circ - (80 - 40) \cdot 60/130 = 162^\circ.$$

Окружна швидкість пасу:

$$v = \pi d_1 n / 60000, \quad (3.2.13)$$

$$v = 3,14 \cdot 40 \cdot 28 / 60000 = 0,06 \text{ м/с.}$$

Перевіряємо виконання відношення

$$1000v/l < [v] = 10.$$

Таким чином:

$$1000v/l = 1000 \cdot 0,06 / 450 = 0,13,$$

Отже, $1000v/1 < [v] = 10$, умова виконується.

Потужність, що допускається на один пас:

$$[P] = P_0 k_\alpha k_o k_p \quad (3.2.14)$$

де P_0 – потужність, що передає один пас за початкових умов;

k_α - коефіцієнт кута обхвату;

k_o - коефіцієнт довжини пасу;

k_p – коефіцієнт режиму роботи.

Отримуємо:

$$[P] = 0,06 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,63 = 0,034 \text{ кВт.}$$

Потрібна кількість пасів:

$$z = P/[P], \quad (3.2.15)$$

$$z = 0,036/0,034 = 1,06.$$

З поправкою на кількість пасів:

$$z' = z/k_z, \quad (3.2.16)$$

$$z' = 1,06/0,95 = 1,12.$$

Прийнято $z = 2$.

Зусилля, яке діє на вали у передачі:

$$Q = 2s_o \sin(\alpha/2), \quad (3.2.17)$$

Де величина s_o :

$$s_o = 780P/vk_\alpha k_p,$$

$$s_o = 780 \cdot 0,036/0,13 \cdot 0,95 \cdot 0,63 = 360 \text{ Н.}$$

$$Q = 2 \cdot 360 \cdot \sin(162/2) = 710 \text{ Н.}$$

Розміри для викреслювання профілю шківу:

$$C = 2,5 \text{ мм}; e = 7,5 \text{ мм}; t = 12 \text{ мм}; s = 8 \text{ мм}; \varphi = 34^\circ.$$

Ширина шківу:

$$b_{ш} = (z - 1) \cdot t + 2s,$$

Отримуємо:

$$b_{ш} = (2-1) \cdot 12 + 2 \cdot 8 = 28 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартне значення $b_{ш} = 28 \text{ мм.}$

Ескіз шківу показано на рисунку 3.5.

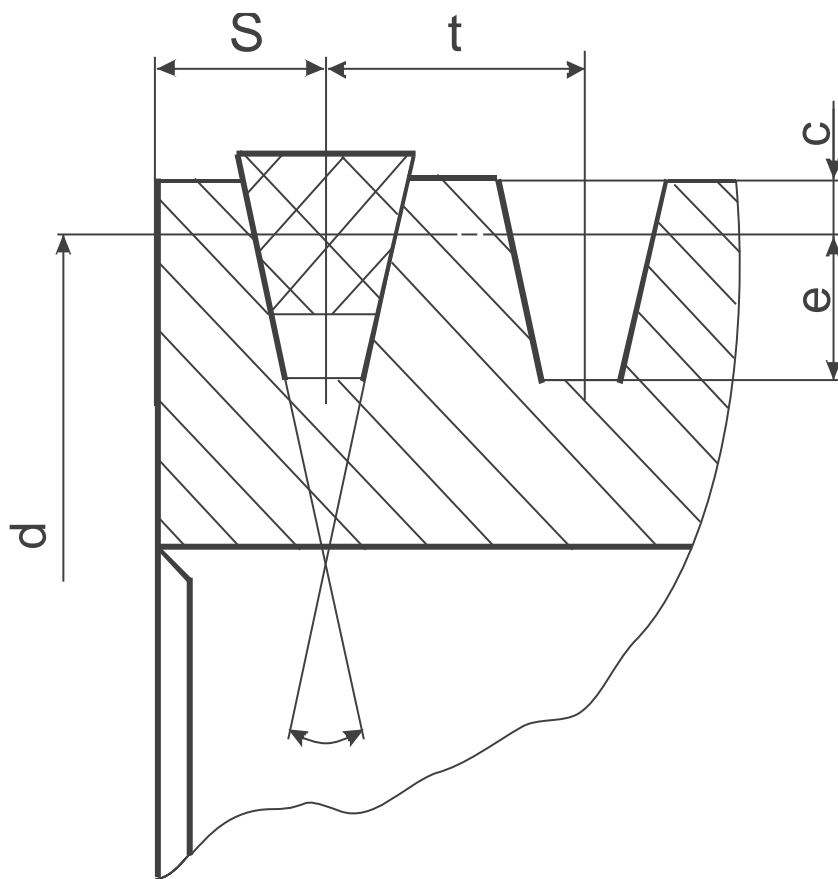


Рисунок 3.5 – Ескіз шківу

В наступному розділі перейдемо до розробки технологічного процесу виготовлення типової деталі.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.55.ПЗ

Арк.

38

4 Розробки технологічного процесу виготовлення типової деталі

4.1 Аналіз деталі та вибір заготовки

У результаті технологічного контролю креслення валу виявлено наступне:

- на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі;
- шорсткість не усіх поверхонь деталі відповідає ГОСТ 2789-73, встановлюємо параметри шорсткості згідно ГОСТ 2789-73;
- допуски та відхилення розмірів наведені не відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-89, проставляємо допуски згідно ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-89;
- допуски форми та розташування поверхонь вказані не відповідно до ГОСТ 26643-81, проставляємо допуски згідно ГОСТ 26643-81;
- вимоги до точності виготовлення поверхонь деталі відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

Аналізуючи конфігурацію та габарити деталі, можна зробити висновок про те, що вона належить до середнього машинобудування. Наявність точних базових поверхонь $\varnothing 55k6$ свідчить про те, що на деталь діють значні навантаження. Вал використовується для утворення опори для деталей обертального руху (зірочки, диску та мути).

Згідно до класифікатору ЄСКД деталь може бути віднесена до класу 71 (деталі – тіла обертання типу кілець, дисків, шківів, стаканів, валів, осей), підкласу 713000 (з L більше 0,5D до 2 D) група 713100 (без закритих уступів, без зовнішньої різьби). Таким чином, код за класифікатором ЄСКД – 713114 – без центрального наскрізного отвору, циліндричні, з різьбою, без кільцевих пазів на торцях та зовнішній поверхні з отворами поза віссю деталі.

Відповідно до заданого типу виробництва (дрібносерійне) та маси деталі (8,9 кг) визначаємо річну програму випуску у 200 шт.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		39

Середньосерійне виробництво – тип виробництва, в якому заздалегідь передбачається повторення через деякі проміжки часу виготовлення серій однакових деталей. Кількість деталей, які одночасно запускаються у складання виробів, є розміром серії, а кількість деталей, які запускаються у обробку – розміром партії.

В серійному виробництві за кожним робочим місцем закріплюється виконання декількох операцій з періодичним чергуванням на відміну від масового виробництва, де на кожному робочому місці виконується лише одна технологічна операція або комплекс певних операцій.

Розмір партії деталей визначаємо за формулою:

$$n = Nt/F, \quad (4.1.1)$$

де N – річна програма випуску;

t – кількість днів, на які потрібно мати запас деталей;

F – кількість робочих днів у році.

Отримуємо:

$$n = 200 \cdot 10 / 245 = 8,16 \text{ деталей.}$$

Приймаємо партію у розмірі 8 шт.

Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу отримання заготовки.

1. Литво. Не можна застосовувати через:

- характеристики матеріалу (не ливарна сталь);

- експлуатаційні умови використання деталі.

2. Ковка. Малоефективна в умовах серійного виробництва, так само враховуючи малу масу деталі, окрім цього характеризується великими припусками.

3. Прокат. Потрібний сортамент існує. Діаметральні перепади деталі незначні, тому така заготовка найбільш бажана.

4. Штамповка. Найбільш рекомендована до умов серійного виробництва, забезпечує невеликі припуски, підтримує високу автоматизацію виробничого процесу.

Оптимальний метод отримання заготовки обираємо на основі техніко-економічних розрахунків технологічної собівартості заготовок. Для цього знаходимо вартість заготовок, що отримуються даними методами.

Собівартість заготовки з прокату визначається за формулою:

$$S_{заг} = M + \sum C_{o.з.}, \quad (4.1.2)$$

де M - витрати на матеріал заготовки, грн.;

$\sum C_{o.з.}$ – технологічна собівартість операції, грн.

Витрати на матеріал заготовки:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх.}}{1000}, \quad (4.1.3)$$

де Q - маса заготовки: $Q = 11,5$ кг.;

S – ціна за 1 кг матеріалу заготовки: $S = 8$ грн./кг;

q – маса деталі, $q = 8,9$ кг;

$S_{відх.}$ – ціна 1 т відходів: $S_{відх.} = 900$ грн./т;

Таким чином, отримуємо для заготовки з прокату:

$$M = 11,5 \cdot 8 - (11,5 - 8,9) \cdot \frac{900}{1000} = 89,66 \text{ грн.}$$

Технологічна собівартість операції:

$$C_{o.з.} = \frac{C_{н.з.} \cdot T_{ум.}}{60 \cdot 100}, \quad (4.1.4)$$

де $C_{н.з.}$ – приведені витрати на робочому місці, $C_{н.з.} = 6,3$ грн./год.;

$T_{ум.}$ – штучний час для виконання заготівельної операції, $T_{ум.} \approx 2$ хв.

$$C_{і.с.} = \frac{6,3 \cdot 2}{60} = 0,21 \text{ грн.}$$

$$S_{с\grave{a}\tilde{a}} = 89,66 + 0,21 = 89,87 \text{ грн.}$$

Собівартість штампованої заготовки визначають за формулою:

$$C_2 = (S_2/1000) \cdot m_{з2} \cdot k_T \cdot k_{то} \cdot k_C \cdot k_M \cdot k_B \cdot k_{у\kappa\Pi} - (m_{з2} - m) \cdot (S_{O1}/1000) \quad (4.1.5)$$

де $m_{з2}$ – маса штампованої заготовки.

Коефіцієнти, що входять до формули, мають наступне значення:

- k_T – коефіцієнт, що враховує доплату за точність штамповки, $k_T = 1,05$;

- k_{TO} – коефіцієнт, що враховує доплату за термічну, термохімічну обробку та очищення поковок, $k_{TO} = 1,0$;

- k_C – коефіцієнт, що враховує групу серійності, $k_C = 1,20$;

- k_{II} – коефіцієнт, що враховує доплату за виготовлення поковок з труб або каліброваної сталі, у нашому випадку поковку виготовляють з круглого прокату, тому $k_{II} = 1,0$;

- k_B – коефіцієнт, що враховує доплату за випробовування поковок III, IV, V груп згідно ГОСТ 8479-70, у нашому випадку поковка відноситься до II групи, тобто $k_B = 1,0$;

- k_Y – коефіцієнт, який враховує доплату за випробовування з застосуванням ультразвукового обладнання, що у нашому випадку не передбачено, тобто $k_Y = 1,0$;

- k_M – коефіцієнт, що враховує відмінність марки матеріалу поковки від базової марки сталі 35, для сталі 45 маємо $k_M = 1,06$.

Таким чином, собівартість штампованої заготовки становить:

$C_2 = (10600/1000) \cdot 9,6 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,20 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,06 - (9,6-8,9) \cdot (900/1000) = 135,3$ грн.

Отже, як показують розрахунки, собівартість заготовки з прокату майже в півтори рази менша за собівартість штампованої заготовки, що пов'язане з нескладною формою заготовки, яка максимально наближена до форми прокату.

Тому обираємо метод отримання заготовки – заготовку з прокату.

В наступному розділі розглянемо особливості проектування технологічного процесу обробки деталі.

4.2 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Основними положеннями технології машинобудування для деталей високої точності та якості, до яких відноситься вал, встановлено три стадії обробки відповідальних поверхонь: чорнову, напівчистову та чистову. Чистова обробка забезпечує отримання поверхонь 7-го квалітету точності та відповідної шорсткості. Починати обробку заготовки слід з попередньої обробки зовнішньої

базової поверхні, яка буде базовою під час всіх подальших операцій механообробки.

План операцій механообробки складається з декількох операцій.

Технологічний маршрут виготовлення деталі представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технологічний маршрут виготовлення деталі

№	Зміст операції, переходу	Різальний інструмент, пристрої	Вимірювальний інструмент
1	2	3	4
005 Заготівельна 16К20			
005-1	Відрізати заготовку Ø 65 в р-р 520	Різець відрізний збірний 30x18 ГОСТ 18879-73	рулетка 1000 ГОСТ 7502-98
010 Токарно-гвинторізна			
010-1	Підрізати торці з обох боків в р-р 510	Різець підрізний відігнутий $\varphi = 90^0; \gamma = 10^0; \alpha = 10^0; r = 0,5;$ 16 x 12 x 100 мм, Т15К6	рулетка 1000 ГОСТ 7502-98
010-2	Зацентрувати заготовку з обох боків центром F8	Свердло-зенкер комбінований	калібри для центрових отворів
015 Токарно-гвинторізна 16К20			
015-1	Установити, перевірити, закріпити. Точити попередньо Ø 61h14 з підрізанням внутрішнього торця	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
015-2	Точити попередньо Ø 56h14 з підрізанням внутрішнього торця	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
015-3	Точити попередньо Ø 50h14 з підрізанням внутрішнього торця	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
015-4	Точити Ø 40h14 з підрізанням	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$	штангенциркуль ШЦ-I-125-01

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ДП.55.ПЗ

Арк.

43

	внутрішнього торця	16 x 25 x 140 мм, Т15К6	ГОСТ 166-80
015-5	Точити попередньо Ø 36h14 з підрізанням внутрішнього торця	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
015-6	Зняти фаски 2x45	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
015-7	Переустановити, перевірити, закріпити. Точити попередньо Ø 61h14 з підрізанням внутрішнього торця	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
015-8	Точити попередньо Ø 56h14 з підрізанням внутрішнього торця	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
015-9	Точити попередньо Ø 51h14 з підрізанням внутрішнього торця	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
015-10	Зняти фаску 2x45	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 1 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80

020 Токарно-гвинторізна 16К20

020-1	Точити остаточно Ø 35k6	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 0.5 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	Калібр-скоба ГОСТ 14952-72, Профілометр ГОСТ 19300-86,
020-2	Точити остаточно Ø 55k6	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 0,5 \text{ мм};$ 16 x 25 x 140 мм, Т15К6	Калібр-скоба ГОСТ 14952-72, Профілометр ГОСТ 19300-86,
020-3	Точити остаточно	Різець упорний прохідний	Калібр-скоба

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.55.ПЗ

Арк.

44

	Ø 60k6	$\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 0,5 \text{ мм}; 16$ x 25 x 140 мм, T15K6	ГОСТ 14952-72, Профілометр ГОСТ 19300-86,
020-4	Нарізати різьбу M48x2	Різець різьбовий 16x12 ГОСТ 18886-79	калібр різьбовий спеціальний
020-4	Переустановити заготовку, точити остаточно Ø 60k6	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 0,5 \text{ мм}; 16$ x 25 x 140 мм, T15K6	Калібр-скоба ГОСТ 14952-72, Профілометр ГОСТ 19300-86,
020-5	Точити остаточно Ø 55d9	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 0,5 \text{ мм}; 16$ x 25 x 140 мм, T15K6	Калібр-скоба ГОСТ 14952-72, Профілометр ГОСТ 19300-86,
020-6	Точити остаточно Ø 60k6	Різець упорний прохідний $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0; r = 0,5 \text{ мм}; 16$ x 25 x 140 мм, T15K6	Калібр-скоба ГОСТ 14952-72, Профілометр ГОСТ 19300-86,
025 Вертикально-фрезерна IP500MФ-4			
025-1	Фрезерувати паз 10P9	Фреза шпонкова Ø10 e8-1 ГОСТ 9140-78	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80, калібр шпонковий
025-1	Фрезерувати паз 14P9	Фреза шпонкова Ø14 e8-1 ГОСТ 9140-78	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80, калібр шпонковий
025-1	Фрезерувати паз 16P9	Фреза шпонкова Ø16 e8-1 ГОСТ 9140-78	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80, калібр

			шпонковий
025-4	Фрезерувати паз 8	Фреза дискова 80x8 ГОСТ 20336-87	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
030 Розточувальна IP500MФ-4			
030-1	Свердлити 2 отвори Ø 4,6 п/р М6	Свердло Ø4,6 Р6М5 ГОСТ 8034-76, пристосування затискне спеціальне	штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80
1	2	3	4
035 Круглошліфувальна 3М163В			
035-1	Шліфувати Ø 60k6	Круг шліфувальний ПП 90x32x63 24А 40-П С2 7 К5 40 м/с ГОСТ 2424-83 центри. поводковий патрон	головка вимірювальна пружинно- оптична (оптикатор) 1П0,001 ГОСТ 10593-74
040 Слюсарна			
040-1	Нарізати різьбу М6	Мітчик М10-6е ГОСТ3266-81	калібр різьбовий

4.3 Розрахунок припусків на обробку та розмірів заготовки

Припуском називають шар матеріалу, який видаляють з поверхні заготовки з метою досягнення потрібних параметрів поверхні. Припуск на обробку поверхні може бути призначений згідно відповідним довідковим таблицям або на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків. Якщо застосовується розрахунково-аналітичний метод, значення припуску визначається шляхом диференційованого розрахунку по елементах, які складають припуск.

Мінімальний припуск підчас обробки зовнішніх та внутрішніх поверхонь визначають за формулою:

$$2Z_{i\min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta \sum_{I-1}^2 + \varepsilon_i^2}] \quad (4.3.1)$$

де R_{2i-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході;

$\Delta \Sigma_{i-1}$ – сумарні відхилення розташування поверхні;

ε_i – похибка встановлення заготовки на переході, що виконується;

При паралельній обробці протилежних поверхонь:

$$2Z_{i\min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \Delta \Sigma_{i-1} + \varepsilon_i] \quad (4.3.2)$$

Виконаємо розрахунок припусків на обробку поверхні $\phi 35k6$ Ra = 3.2 мкм.

Елементи припуску призначаємо по [7]:

R_z, h - табл. 1, стор.180.

Кривизна заготовки:

$$\Delta_1 = \sqrt{\Delta_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}}^2 + \Delta_{\hat{e}\hat{i}\hat{\delta}}^2} = \sqrt{630^2 + 500^2} = 800 \text{ мкм}, \quad (4.3.3)$$

$$\Delta_2 = \Delta_1 \cdot k_y = 800 \cdot 0,06 = 50 \text{ мкм},$$

$$\Delta_3 = \Delta_1 \cdot k_y = 800 \cdot 0,05 = 40 \text{ мкм},$$

величина ε - див.[3].

Розрахунок припусків наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок припусків на обробку циліндричної поверхні $\phi 35k6$ мкм.

Технологічний маршрут обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий мін. розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Прийняті розміри по переходах, мм		Граничні припуски, мкм	
	R_z	h	Δ	ε				d_{\max}	d_{\min}	z_{\max}	z_{\min}
Заготовка, штамповка, ~16 кв.	160	200	800	-	-	37,878	1600	39,478	37,878	-	-
Обточування чорнове, 10 кв.	50	100	50	-	2320	35,558	100	35,658	35,558	3820	2320
Обточування чистове, 6 кв.	25	50	3	-	400	35,158	16	35,174	35,158	484	400

Шліфування, б кв.	5	10	-	-	156	35,002	16	35,018	35,002	156	156
-------------------	---	----	---	---	-----	--------	----	--------	--------	-----	-----

Припуск на чорнове обточування:

$$2z_{\min} = 2[(160+200) + \sqrt{800^2 + 0^2}] = 2320 \text{ мкм.}$$

Припуск на чистове обточування:

$$2z_{\min} = 2[(50+100) + \sqrt{50^2 + 0^2}] = 400 \text{ мкм.}$$

Припуск на шліфування:

$$2z_{\min} = 2[(25+50) + \sqrt{3^2 + 0^2}] = 156 \text{ мкм.}$$

Загальний припуск

$$2z_{\min} = \sum_{i=1}^n 2z_{\min i} = 2320+400+156 = 2876 \text{ мкм.}$$

Перевірка правильності виконання розрахунків:

$$T_{d3} - T_{дд} = 2z_{O_{\max}} - 2z_{O_{\min}}$$

$$1600-16 = (3820+484+156) - (2320+400+156),$$

$$1584 = 1584, \text{ розрахунок виконано правильно.}$$

4.4 Розрахунок режимів різання

Розрахуємо режими різання для переходу чорнового обточування $\varnothing 36,5$ h14. Для операції обираємо токарно-гвинторізний верстат 16К20. Технічна характеристика верстату наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика верстату 16К20

№	Параметр	Позн.	Вел.	Од. вим.
1	Найбільший діаметр заготовки	D_{\max}	400	мм
2	Найбільша довжина заготовки	l_{\max}	1000	мм
3	Частота обертання шпинделя	n	12.5...2000	мин ⁻¹
4	Подача супорта, поздовжня	S_p	3 ... 1200	мм/х
5	Подача супорта, поперечна	S_n	1.5 ... 600	мм/х

$$K_{pz} = k_{mp} \cdot k_{фp} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{np}, \quad (4.4.2)$$

де $k_{mp} = (\sigma_B/750)^n = (960/750)^{0,75} = 1,2$.

$$K_{pz} = 1,2 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,93 = 1,09.$$

Величина P_{zp} :

$$P_{zp} = ([\sigma_H] \cdot W)/L, \quad (4.4.3)$$

де $[\sigma_H]$ – допустиме напруження при згинанні матеріалу державки різця;

W – момент опору перерізу державки,

$$W = (b \cdot h^2)/6 = (16 \cdot 25^2)/6 = 1666,66 \text{ мм}^3. \quad (4.4.4)$$

L - виліт різця:

$$L = 1,5 \cdot H = 1,5 \cdot 25 \approx 40 \text{ мм}.$$

Таким чином, отримуємо:

$$P_{zp} = (400 \cdot 1666,66)/40 = 16666,6 \text{ Н}.$$

Величина сили різання (попередня):

$$P_z = 9,8 \cdot 300 \cdot 2,3^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 60^{-0,15} \cdot 1,09 = 4150 \text{ Н},$$

Тобто умову (а) виконано.

б) з умови жорсткості різця:

$$P_z \leq P_{zж}$$

де $P_{zж}$ – сила різання, яка допускається жорсткістю різця:

$$P_{zж} = (3 \cdot E \cdot J \cdot [f])/L^3 \quad (4.4.5)$$

де $E = 2,11 \cdot 10^5 \text{ МПа}$,

J – момент інерції перерізу державки,

$$J = b \cdot h^3/12 = (16 \cdot 25^3)/12 = 20833,33 \text{ мм}^4.$$

$[f]$ – допустима величина прогину різця, $[f] = 0,1 \text{ мм}$ при чорновому обточуванні,

L – виліт різця.

Таким чином, отримуємо:

$$P_{zж} = (3 \cdot 2,11 \cdot 10^5 \cdot 20833,33 \cdot 0,1)/40^3 = 20333 \text{ Н}.$$

$$P_{zж} > P_z,$$

Умову (б) виконано.

в) з умови жорсткості деталі:

$$P_y \leq P_{yж}$$

де P_y – радіальна складова сили P_z

$$P_y = (0.4 \dots 0.6) \cdot P_z,$$

$$P_y = (0,4 \dots 0,6) \cdot 4150 = 1660 \dots 2490 \text{ Н.}$$

$P_{yж}$ – радіальна сила, яка допускається жорсткістю деталі:

При установці деталі в патроні та підтисненні центром:

$$P_{yж} = [f_d] \cdot (3EJ)/L^3 = 750 \cdot (3 \cdot 2,11 \cdot 10^5 \cdot 0,5 \cdot 10^6) / 40^3 = 309000 \text{ Н,} \quad (4.4.6)$$

$$[f_d] = 0.25 \cdot T_d = 0,25 \cdot 3000 = 750 \text{ мкм,}$$

$$J_d = 0.05 \cdot D_d^4 = 0,05 \cdot (56)^4 = 0,5 \cdot 10^6 \text{ мм}^4.$$

$2490 < 309000$, умову (в) виконано.

г) з умови міцності пластини різця:

$$P_z \leq P_{zпл}$$

$$\text{де } P_{zпл} = 333,2 \cdot t^{0,77} \cdot c^{1,35} \cdot (\sin 60^\circ / \sin \varphi)^{0,8}$$

C – товщина пластини різця;

$$P_{zпл} = 333,2 \cdot 2,3^{0,77} \cdot 4,76^{1,35} \cdot (\sin 60^\circ / \sin 90^\circ)^{0,8} = 6390 \text{ Н,}$$

$$P_z \leq P_{zпл},$$

умову (г) виконано.

Швидкість різання:

$$V = k_v \cdot C_v / (T^m \cdot t^x \cdot S^y) \quad (4.4.7)$$

де C_v , m , x , y , - емпіричний коефіцієнт та показники ступеню;

T – період стійкості;

k_v – загальний поправочний коефіцієнт,

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{iv} \cdot k_{pv}, \quad (4.4.8)$$

$$\text{де } k_{mv} = k_r \cdot (\sigma_B / 750)^{nV} = 1,0 \cdot (960 / 750)^{1,0} = 1,28, \quad (4.4.9)$$

$$k_v = 1,28 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,92.$$

$$V = 0,92 \cdot 340 / 45^{0,20} \cdot 2,3^{0,15} \cdot 1^{0,45} = 129 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання:

$$n = 1000V / \pi d = 1000 \cdot 129 / 3,14 \cdot 56 = 733 \text{ хв}^{-1} \quad (4.4.10)$$

Прийнято за паспортом верстату $n_\phi = 630 \text{ хв}^{-1}$,

$$\text{тоді } V_\phi = \pi \cdot d \cdot n_\phi / 1000 = 3,14 \cdot 56 \cdot 630 / 1000 = 110,8 \text{ м/хв.} \quad (4.4.11)$$

S – подача;

i - число проходів інструмента.

Значення $t_{\text{доп}}$ и $t_{\text{пз}}$ приймаються згідно нормативних даних.

Основний час для токарної чорнової операції (обробка $\text{Ø}56\text{h}14$):

$$t_0 = (1 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) / ns, \quad (4.4.18)$$

де $l_{\text{вр}} = 2 \text{ мм}$,

$$t_0 = (65 + 2 + 5) / 630 \cdot 1 = 0,11 \text{ хв.},$$

$$t_{\text{шт}} = (0,11 + 0,15)(1 + 10/100) = 0,3 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{шк}} = 0,3 + 8/200 = 0,33 \text{ хв.}$$

В наступному розділі розглянемо монтаж, експлуатацію, обслуговування та ремонт машини.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		53

5 Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини

5.1 Монтаж та обкатування машини

Виробниче обладнання являє собою найбільш важливу частину основних фондів підприємств харчової промисловості, тому питання монтажу, технічного обслуговування і ремонту, які забезпечують довговічність і працездатність обладнання повинні бути предметом повсякденної уваги обслуговуючого персоналу.

Монтаж та налагодження автомата здійснюється у відповідності з технічним описом і інструкцією по експлуатації. Підготовчі дії включають в себе наступне:

- підготовка бетонної/залізобетонної фундаментної основи, яка повинна бути вивірена горизонтальною;
- підведення пневматичних, гідравлічних та електричних комунікацій;
- оснащення пристроями для зливання води.

Підготовка до монтажу включає наступне:

- після доставки автомата в приміщення, призначене для його розміщення, перевірити комплектність машини;
- звільнити всі поверхні від антикорозійного змащення і насухо протерти;
- зробити зовнішній огляд машини. Не допускається наявність дефектів, пов'язаних із впаковуванням і транспортуванням;
- після транспортування автомат може бути використаний через дві доби витримки в приміщенні при температурі повітря 10...25°C, з відносною вологістю 45...80 %;
- після установки автомата зробити огляд частин і механізмів, перевірити надійність їх кріплення, переконатися у відсутності сторонніх предметів;

					<i>ДП.55.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		54

- перевірити стан змащення мотор-редуктора, підшипників та вузлів тертя; при недостатньому обсязі або відсутності змащення залити олію відповідно до вказівок паспорта на редуктор;

- перевірити плавність обертання розподільчого вала, натяг ланцюгів, плавність обертання роликів;

- у разі необхідності відрегулювати електромеханічний тракт.

Перевірку механічної частини зробити провертанням двигуна вручну. Всі обертові частини повинні обертатися легко, плавно, від руки, без заїдань.

Перевірити роботу блокуючих і сигналізуючих пристроїв.

Налагодження механізмів автомата здійснюється в наступній послідовності.

- приєднати напівавтомат до електричної мережі, зробивши попередньо заземлення;

- обкатати автомат в холостому режимі протягом 120 хв. Під час обкатування стежити за плавністю роботи усіх вузлів і механізмів, роботою розмотувально-протягувального тракту. Обкатування автомата з плівкою виконується також в автоматичному режимі.

5.2 Експлуатація автомата

Вказівки мір безпеки мають на меті запобігання нещасним випадкам з обслуговуючим персоналом і попередження аварій при експлуатації напівавтомата.

До керування роботою напівавтомата і його обслуговуванні допускаються особи, що досягли 18 років, що пройшли спеціальний інструктаж з техніки безпеки відповідно до правил, що існують на підприємстві, які ознайомлені з принципом роботи і правилами експлуатації автомата, що відповідають за його технічний стан. Проводити експлуатацію електроустаткування автомата необхідно з обов'язковим виконанням "Правил побудови електроустановок".

Заливати і зливати олію з редуктора допускається при зупинці електродвигуна й обертових частин автомата.

Обслуговування рухомих частин, таких як розм'являльно-протягувальний пристрій, конвеєр, привод виконувати тільки після відключення від мережі і повної їхньої зупинки.

Перш ніж запускати автомат, потрібно переконатися у відсутності сторонніх предметів в обертових вузлах.

У випадку виявлення несправностей у конструкції автомата, збоїв протягування плівки, необхідно прийняти міри до виявлення й усунення несправностей силами відповідних фахівців.

В усіх випадках виявлення відхилень від нормальної роботи автомата, працівник зобов'язаний довести до відома свого безпосереднього керівника.

Загальне освітлення у виробничому приміщенні на робочому місці оператора повинне бути не менш 300 лк.

Ремонт, налагоджувальні роботи і технічне обслуговування робити при відключеній напрузі. При цьому на щит і пульт керування повинні бути вивішені таблички "НЕ ВКЛЮЧАТИ - ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ".

При розбиранні редуктора необхідно від'єднати його від електродвигуна і приводного вала.

Категорично забороняється:

- Експлуатувати несправний автомат.
- Проводити змащення, ремонт, огляд і регулювання механізмів автомата при включеному двигуні.
- Працювати при знятих огороженнях.
- Проводити ремонт і замінити електроустаткування під напругою і без індивідуальних засобів захисту.

При монтажі і демонтажі напівавтомата майданчик для монтажу автомата повинен бути звільнений від сторонніх предметів. Ухил майданчика не повинний перевищувати 5°. Піднімати й опускати автомат без різких поштовхів. Вантажопідйомні засоби повинні бути в справному стані.

Обслуговуючий персонал і його обов'язки при роботі автомата:

- Напівавтомат обслуговується оператором, що несе відповідальність за загальний стан і його справність.

- Перед початком роботи оператор зобов'язаний:

1) перевірити роботу напівавтомата шляхом його включення та холостого запуску;

2) перевірити надійність кріплення огорожень;

3) встановити рулон з плівкою та заправити плівку в розмотувально-протягувальний пристрій;

4) заповнити бункер та запустити автомат.

3. Під час роботи оператор зобов'язаний:

1) стежити за рівномірністю процесу протягування плівки;

2) стежити за процесом відведення наповнених пакетів.

Наприкінці зміни оператор зобов'язаний:

1) відключити автомат;

2) очистити автомат від залишків технологічного процесу та пилу;

3) пред'явити напівавтомат майстрові і заявити про виявлені несправності або про їхню відсутність.

5.3 Технічне обслуговування

1. Роботи з технічного обслуговування проводити під час перерв у роботі автомата, без порушення процесів виробництва.

Технічне обслуговування підрозділяється на наступні види:

- щозмінне технічне обслуговування;

- періодичне технічне обслуговування.

Щозмінне технічне обслуговування містить наступні пункти:

- перевірити плавність процесу протягування плівки, рівномірність натягу пасів протягу вального апарату;

- перевірити якість заповнення бункеру, у випадку неповного заповнення повідомити майстрові для усунення несправності;

- протягом зміни періодично очищати поверхні механізмів;

- наприкінці зміни очистити напівавтомат від пилу та залишків технологічного процесу; змастити вузли тертя.

Порядок періодичного технічного обслуговування наведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Порядок періодичного технічного обслуговування

№	Найменування робіт	Періодичність
1	Перевірка стану ланцюгів та клинового ременя, у випадку зношення заміна	раз на місяць
2	Перевірка стану муфт вільного ходу та запобіжної муфти, при необхідності прийняти заходи для ремонту або замінити	раз на місяць
3	Перевірити стан підшипників кочення та поверхонь тертя, в разі необхідності замінити відповідні деталі	раз на місяць
4	Повна заміна змазки у підшипникових вузлах	раз на 6 місяців
5	Промивання ланцюгів з наступним змащуванням	Через 3...6 місяців ланцюги промити у гасі ОСТ38.-01407.
6	Огляд електрообладнання та очищення його від пилу	Один раз на два місяці.

Технічне обслуговування електродвигуна, редуктора робити періодично відповідно до паспортних вказівок.

Вказівки про обсяг і порядок розбирання:

- перш ніж приступити до розбирання автомата необхідно відключити його від електромережі;

- під час розбирання напівавтомата зробити позначку кріплення візуальних датчиків відносно один одного з тією метою, щоб при зборці полегшити настроювання автомата;

Повне розбирання необхідно починати з від'єднання приводу, демонтажу вузлів і деталей у наступній послідовності:

- зняти натяжні ланцюги, протягу вальний вузол, зірочки, редуктор, вал розподільчий, від'єднати мотор-редуктор.

Зборку робити в зворотній послідовності.

Електроустаткування повинне експлуатуватися відповідно до діючим "Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачем".

Доступ до електроапаратури, встановленої усередині автомата, може мати тільки персонал, що обслуговує електроустаткування.

Під час ревізії електроустаткування повинно бути від'єднано від силової мережі. У процесі експлуатації стежити за станом електроустаткування напівавтомата.

6 Охорона праці

У теперішній час діє Закон “ Про охорону праці”, [http://kipt.com.ua/wp-content/uploads/2019/10/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8-%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96_%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0-%D0%9B.%D0%95._2001.pdf] який складається з преамбули та 8 розділів: “Загальні положення”, “Гарантії прав громадян на охорону праці”, “Організація охорони праці”, “ Організація охорони праці на виробництві”, “Стимулювання охорони праці”, “ Державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці”, “Державне управління охороною праці”, “Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці”, “Відповідальність працівників за порушення законодавства про охорону праці”. Закон України «Про охорону праці» — це самостійна гілка в законодавстві України про працю. Закон визначає основні положення конституційного права громадян на охорону життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Інструктажі з охорони праці проводяться з усіма працівниками підприємства відповідно до ГОСТ 12.0.004-90. Організація навчання безпеки праці. Інструктажі підрозділяються на:

- вступний;
- первинний на робочому місці;
- повторний;

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		60

- позаплановий;
- цільовий.

Вступний інструктаж проводиться з усіма працівниками, щойно прийнятими на роботу (постійну або тимчасову). Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або людина, призначена наказом для проведення цієї роботи. Місце проведення вступного інструктажу - кабінет охорони праці або обладнане наочними матеріалами інше приміщення. Програму та тривалість інструктажу затверджує керівник підприємства.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником або працівником, який буде виконувати нову для нього роботу;

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху чи дільниці, узгоджується зі службою охорони праці і затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу.

Повторний інструктаж проводять на робочому місці із усіма працівниками: на роботах із підвищеною небезпекою - один раз на квартал; на інших роботах - один раз на півріччя. Проводиться індивідуально або з групою працівників, що виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або змінених нормативних актів про охорону праці;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на охорону праці;
- при порушенні працівником нормативних актів, що може призвести до травми, отруєння або аварії;

- на вимогу працівника органу державного нагляду або вищої державної чи господарської організації при виявленні недостатнього знання працівником безпечних прийомів праці і нормативних актів про охорону праці;

- при перерві в роботі виконавця робіт більше ніж 30 календарних днів (для робіт з підвищеною небезпекою), а для решти робіт - понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводять із працівниками:

- при виконанні разових робіт, що не пов'язані безпосередньо з основними роботами працівника;

- при ліквідації наслідків аварії і стихійного лиха;

- при виконанні робіт, що оформляються нарядам-допуском, письмовим дозволом та іншими документами;

- у разі екскурсій або організації масових заходів з учнями та вихованцями (походи, спортивні заходи тощо).

Цільовий інструктаж фіксується нарядам-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт.

Стан умов праці у цеху наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Стан умов праці на підприємстві

№	Показники	2010	2011	2011 до 2010 у %
1	Чисельність працівників, усього, в тому числі жінок	6	6	100
2	Зайнято в умовах, що не відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм, чол. в тім числі жінок, чіл.	0	0	-
3	Чисельність працівників, зайнятих на важких фізичних роботах, всього, чол., в тому числі жінок, чіл.	0	0	-
4	Чисельність працівників, що одержує компенсації і	0	0	-

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.55.ПЗ

Арк.

62

	пільги за важкі роботи й роботи за шкідливими умовами праці, чол.			
5	Кількість нещасних випадків, всього: Кч* - Кт**	- 0 0 0	0 0 0	0 0 0
6	Кількість випадків професійних захворювань, в тім числі виявлено знову	1	0	0
7	Кількість керівників, їхніх заступників, головних спеціалістів, які повинні пройти навчання й перевірку знань по охороні праці: - у комісії 2-го рівня, чол., в тому числі пройшли навчання та перевірку знань, чол. - у комісії об'єднання підприємств (по галузевим правилам і нормам), чол., - в тім числі пройшли навчання та перевірку знань, чол.	1 1 1	1 1 1	100 100 100
8	Кількість працівників, які повинні пройти навчання й перевірку знань по охороні праці в комісії: 1-го рівня, чол., в тому числі пройшли навчання та перевірку знань, чол.	1 1	1 1	100 100
9	Забезпеченість санітарно-побутовими приміщеннями у відсотках до норм: - гардеробними - душовими - умивальними - кімнатами особистої гігієни жінок	80 90 100 100	90 100 100 100	112 111 100 100
10	Наявність служби охорони праці, чол.			

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.55.ПЗ

Арк.

63

	- кабінету по охороні праці (є, немає)	-	-	-
	- спільного комітету по охороні праці (є, немає)	-	-	-
	- уповноважених (довірених) осіб по охороні праці профспілки або трудового колективу, чол.	1	1	100
11	Число робочих місць на підприємстві, усього	39	42	107,7
12	Проведено атестацію робітників, місць за умовами праці, у відсотках від їх загальної кількості, всього			
	з них:	26	26	100
	- не відповідають вимогам правил, норм і інструкцій з охорони праці	0	0	-
13	Застраховано працівників від нещасних випадків та профзахворювань, чол.	6	6	100
14	Кошти, витрачені на заходи з охорони праці, тис. грн., в тому числі:	246	273	110,9
	- на одного працівника, тис. грн.	6,3	6,5	103,2

Керування охороною праці в цеху здійснює її керівник. Для організації роботи з охорони праці створено службу охорони праці. Служба охорони праці організації підкоряється безпосередньо керівникові організації або з його доручення одному з його заступників.

Служба здійснює свою діяльність у взаємодії з іншими підрозділами організації, уповноваженими особами по охороні праці професійних союзів або інших уповноважених працівниками представницьких органів, службою охорони праці вищестоящої організації. Працівники Служби у своїй діяльності керуються законами й іншими нормативними правовими актами про охорону праці, угодами (генеральним, регіональним, галузевим), колективним договором, угодою по охороні праці, іншими локальними нормативними правовими актами організації.

Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем. Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання

загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах. Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від суми реалізованої продукції. На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 відсотка від фонду оплати праці. Суми витрат з охорони праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Витрати виробництва: матеріальні затрати на удосконалення технологій та організацію виробництва, винахідництво та раціоналізацію, підтримку основних виробничих фондів у робочому стані, утримання засобів колективного захисту.

На підприємстві кошти вказаного фонду використовуються тільки на виконання заходів, що забезпечують доведення умов і безпеки праці до нормативних вимог або підвищення існуючого рівня охорони праці на виробництві.

Кошти галузевих і державного фондів охорони праці витрачаються на здійснення галузевих і національних програм з питань охорони праці, науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт, що виконуються в межах цих програм, на сприяння становленню і розвитку спеціалізованих підприємств та виробництв, творчих колективів, науково-технічних центрів, експертних груп, на заохочення трудових колективів і окремих осіб, які плідно працюють над розв'язанням проблем охорони праці.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		65

До шкідливих та небезпечних факторів, які існують у відділенні, де працює фасувально-пакувальний апарат, відносяться наступні:

- електрична безпека;
- безпека пожежі;
- безпека механічного пошкодження та отримання травми.

Мікроклімат виробничих приміщень, в основному, впливає на тепловий стан організму людини та її теплообмін з навколишнім середовищем.

Норми виробничого мікроклімату встановлені системою стандартів безпеки праці ГОСТ 12.1.005-88 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" і СНП 2.24.548-96 "Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень". Вони єдині для всіх виробництв і всіх кліматичних зон з деякими незначними відступами.

Людина працездатна і відчуває себе добре, якщо температура навколишнього повітря знаходиться у межах 18...22°C, відносна вологість складає 40...60 %, а швидкість руху повітря - 0,1...0,3 м/с.

У виробничому приміщенні дільниці температура повітря в холодний період року підтримується штучно водяною системою опалення, регулюється централізовано, і коливається близько 18...21°C. У теплий період року температура складає приблизно 23°C та регулюється за допомогою централізованої вентиляційної установки з регуляцією швидкості переміщення і вологості повітря, яка змінюється в межах 50...55%, що відповідає норму ГСН 3.3.6.042-99.

Виробниче приміщення цеху має II клас за температурно-зволожувальними характеристиками, а також III клас чистоти атмосфери (по ОСТП.ПО.050.001-73). Параметри повітря робочої зони відповідають вимогам СНП 2.04.05-84, ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ і ГСН 3.3.6.042-99.

Машина експлуатується у закритому приміщенні при температурі від +5°C до +35°C при вологості 35...90% (без осідання вологи). У робочій зоні оператора машини необхідно підтримувати наступні параметри мікроклімату:

- холодний період року: температура повітря +16...+19°C, відносна вологість повітря - 40.. .60%, швидкість руху повітря - не більше 0,2 м/с;
- теплий період року: температура повітря +20...+22°C, відносна вологість повітря - 40.. .60%, швидкість руху повітря - не більш 0,3 м/с;
- атмосферний тиск (1000±40) Па (750±30) мм рт. ст.
- загальне освітлення приміщення - не менше 750 лк.

Приміщення обладнане системами опалення відповідно до СНП 2.04.05-91.

Вентиляція виробничих приміщень є ефективним засобом підтримки чистоти повітря й профілактики захворювань. Вона також повинна забезпечувати теплову рівновагу організму з навколишнім середовищем. Для підтримки необхідних параметрів повітряного середовища у виробничих приміщеннях існують різні системи вентиляції, які диференціюють: по способу надходження повітря (природний та штучний), місцю дії (місцеве й загальне), призначенню (приточная, витяжна, приточно-витяжна).

Виробничі приміщення харчових підприємств обладнують системами турбулентної й ламінарної вентиляції. При турбулентному потоці очищене повітря містить до 1000 часток в 1 л, при подачі повітря ламінарним потоком по всьому обсязі приміщення зміст часток у повітрі в 100 разів менше.

Показниками вентиляції є обсяг і кратність повітрообміну. Обсяг вентиляційного повітря розраховують по вмісту вуглекислоти, як непрямого показника чистоти повітря в приміщенні. У цьому випадку ціль вентиляції забезпечити вміст вуглекислоти, не перевищуючу норму (0,1 %). Кратність показує, скільки разів повітря в приміщенні обмінюється протягом години.

Одним з видів механічної вентиляції є кондиціонування - створення у виробничих приміщеннях повітряного середовища із заданими параметрами.

Для освітлення дільниць слід застосовувати лампи розжарювання у вибухозахисній арматурі. Розподільні електрошафи, вимикачі, штепсельні розетки і запобіжники слід розташовувати поза дільницею.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		67

Дільниця площею 56 м² освітлюється 12-ма світильниками з лампами ЛДЦ40 з двома лампами в кожному.

Вібрація серед всіх видів механічних впливів для технічних об'єктів найбільш небезпечна.

Гігієнічну оцінку вібрації, що діє на людину у виробничих умовах, згідно з ГОСТ 12.1.012-90 здійснюють за одним з наступних методів:

- частотним (спектральним) аналізом нормованого параметра;
- інтегральною оцінкою за частотою нормованого параметра;
- дозою вібрації.

Для зниження вібрацій застосовується динамічне віброгасіння. Динамічне віброгасіння досягається встановленням агрегату на масивному фундаменті. Маса фундаменту підбирається таким чином, щоб амплітуда коливань підшви фундаменту не перевищувала 0,1...0,2 мм. Для досягнення цих цілей установка встановлена на фундаменті, товщина якого складає 350 мм та на гумових опорах.

Виробничим шумом називається шум на робочих місцях, на дільницях або на територіях підприємств, котрий виникає під час виробничого процесу. Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються ГОСТ 12.1.003-86. В ньому закладено принцип встановлення певних параметрів шуму, виходячи з класифікації приміщень за їх використанням для трудової діяльності різних видів.

Основними джерелами шуму на ділянці є фасувальна машина та вентиляційне устаткування. Параметри звукового тиску наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 - Рівні звукового тиску

Устаткування - джерело шуму	Кількість	Рівень звукового тиску, дБ
Електродвигуни витяжної вентиляції	4	75
Фасувальна машина	1	71

Основним методом боротьби з шумом від обладнання, що працює в виробничому приміщенні, є шумопогливні захисні кожухи. Ці кожухи, в свою чергу, оздоблені шумопоглинаючими матеріалами (пінопласт, склотканина). Але і об'єм приміщення відіграє немаловажне значення в боротьбі з шумом. При роботі машини рівень звукового тиску рівномірно розподіляється по всьому об'єму і не викликає у працівників ніяких незручностей

Рівень виробничого шуму можна орієнтовно зумовити. Рівень людської мови має рівень звуку приблизно 70 дБА. Якщо у виробничому приміщенні можна спокійно розмовляти, то рівень шуму не перевищує 65...70 дБА. Отже можна зробити висновок, що рівень шуму сягає 70...80 дБА. Цей показник не перевищує допустимий рівень шуму для виробничих приміщень (80 дБА).

На ділянці не встановлено посудин, які працюють під тиском.

Згідно Санітарним Нормам і Правилам (СНІП 245 - 71) найменша допустима площа на одного працюючого повинна складати не менше 4,5 м². В нашому випадку:

$$S_{роб} = \frac{S_{прим}}{N_{роб}} = \frac{60}{5} = 12 \text{ м}^2$$

Об'єм приміщення, що повинен припадати на одного працюючого, складає:

$$V_{роб} = S_{роб} \cdot h = 12 \cdot 4 = 48 \text{ м}^3,$$

що відповідає встановленим нормам (найменше допустиме значення дорівнює 15м³).

По всій довжині виробничого приміщення знаходяться вікна, які починаються на висоті 1,5 м від підлоги. Висота вікон становить 2 м. Стіни пофарбовано масляною фарбою. Стеля побілена крейдяним розчином білого кольору. Підлога виконана з зі зносостійкого армобетону, неслизька, щільна, легко очищується.

Не зважаючи на передбачені конструкцією заходи, при експлуатації машини існує ризик травмування, що пов'язаний з роздавлюванням або пораненням при фасуванні.

Машину необхідно використовувати тільки у технічно бездоганному стані, а також у відповідності з призначенням. Терміново усувати неполадки, що можуть відбитися на безпеці оператора.

Використання установки для непередбачених конструкцією видів робіт недопустиме. Зараз безпека праці забезпечується за рахунок:

1) Вмикання машини двома руками (метод зайнятості двох рук). Включення механізму відбувається двома руками. Відпускання кнопок (ручок), або хоч однієї з них веде до негайної зупинки. Подальше закінчення циклу можливе після повного відпускання обох кнопок. Машину неможливо включити, якщо кнопки натиснуті неодноразово — з інтервалом більш 0,5 с.

2) Наявності світлової завіси перед зоною фасування із застосуванням інфрачервоних променів, які, будучи невидимими, не сліплять очей оператора. Інфрачервоний захист забезпечує безпечну роботу на машині, зупиняючи процес фасування при потраплянні рук оператора в небезпечну зону. Інфрачервоні промені світлодатчика утворюють світловий заслін небезпечної зони і попадають на фотодіоди світлоприймача. Якщо всі фотодіоди освітлені, то утворюється електричний ланцюг для нормальної роботи машини. Якщо хоча б один інфрачервоний промінь перекритий, то ланцюг дозволу обертання валиків обривається. При цьому включити машину на робочий хід неможливо, а якщо в цей час відбувається процес фасування, то установка зупиниться, а балка притискача підніметься у верхнє положення. Фасування можна продовжити тільки після відпускання кнопок і повторного їх натискання.

3) Вмикання машини тільки на один цикл.

4) Наявність ефективного швидкодійного гальма на привідному валу механізму. Електромагнітне гальмо, може бути колодковим або у вигляді комбінованої електромагнітної муфти – гальма. Колодкове гальмо використовувалось у вигляді спеціального механізму, що має привід від електромагніта. В останніх моделях установок гальмо змонтовано з електромагнітною муфтою у вигляді одного вузла і спрацьовує автоматично після закінчення фасування [2].

Всі установки використовують гальмо так званого "нормально закритого типу", тобто увесь час механізм знаходиться в загальмованому стані, тільки при включенні механізму на робочий хід він розгальмовується і знову повертається у своє положення після прокручення валика.

5) Наявність спеціального пристосування для полегшення знімання і установки валиків забезпечує безпечну, швидку і зручну заміну валиків.

6) Аварійний вимикач.

7) Огородження приводу попереджує можливість потрапляння одягу або частин тіла оператора у клинопасову передачу

Фасувально-пакувальна дільниця відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом через дві умови: підвищену небезпеку струмопровідної бетонної підлоги і можливість дотику до струмопровідних частин за наявності на них напруги. Клас зони приміщення по ПУЕ - П-II А (Клас П-ІІа - зони приміщень, в котрих є тверді або волокнисті горючі речовини. Горючий пи́л і волокна не виділяються)

Згідно ГОСТ 12.1.019-79 для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин за наявності в них напруги застосовуються такі методи захисту:

- захисна оболонка (ізоляція);
- захисні огорожі (при використуванні високовольтної лінії);
- безпечне розташування струмопровідних частин;
- захисне відключення апаратури;
- засоби сигналізації, що вказують на стан устаткування, положення органів управління, про порушення робочих режимів, аварії.

Для захисту від ураження працюючого персоналу електричним струмом при дотику до струмоведучих частин використовують ізоляцію робочого місця, заземлення, занулення, засоби індивідуального захисту (діелектричні килимки, рукавички, спецвзуття).

При використанні електроприладів у виробничому приміщенні виконуються всі правила техніки безпеки.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		71

У випадку зникнення струму установку оснащено запобіжним пристроєм. Розмикаються всі контактори, внаслідок чого відключаються всі приводні механізми.

У випадку перевантаження електродвигунів понад певний проміжок часу включається термозахист. Це веде до відключення всіх електродвигунів відповідної машини.

На випадок перевантаження в ланцюгах керування всі керуючі ланцюги захищені окремими запобіжниками.

У разі виходу з ладу одного з електроприладів машина зупиняється, і на сенсорній панелі з'являється відповідне повідомлення.

На підприємствах харчової промисловості у процесі виробництва застосовуються легкозаймисті матеріали: папір, синтетичні плівки, фарби, а також рідини, які легко займаються. При роботі на фасувально-пакувальній машині використовують лише синтетичні плівки, а при обслуговуванні машини - уайт-спірит та мастильні матеріали. Згідно з ОСТ 29.12.0.004-82. та СНіП 2.09.09-85 фасувальна машина відповідає вимогам протипожежної безпеки.

Система попередження пожеж включає два основних напрямки: запобігання формуванню горючого середовища і виникненню в цьому середовищі (чи внесенню в нього) джерела запалювання.

ГОСТ 12.1.004-91 встановлює порядок сумісного зберігання речовин та матеріалів. Вимоги щодо їх сумісного зберігання сформульовані на підставі кількісного врахування показників пожежної небезпеки, токсичності, а також однорідності засобів пожежогасіння.

В залежності від того, до якого розряду відносяться речовини та матеріали, визначаються умови їх зберігання.

Виробниче приміщення згідно НАПББ03-002-07 відноситься до категорії «В» (пожежонебезпечні). У приміщенні використовуються: горючі речовини і матеріали.

					ДП.55.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		72

Первинними засобами пожежогасіння є прилади ручної дії, які застосовуються для гасіння пожежі на початку його виникнення. До цих засобів відносять: вогнегасники, ящики з піском і азбестові тканини. Найпоширенішим засобом пожежогасіння є вода. У виробничих приміщеннях, згідно з вимогами СНІП 2.04.02-84 та СНІП 2.04.01-85, знаходиться внутрішній протипожежний водопровід, який постачається від зовнішньої мережі. Необхідний тиск води створюється стаціонарними пожежними насосами, котрі забезпечують подавання компактних струменів на висоту не менше 10 м або рухомими пожежними мотопомпами, що забирають воду із гідрантів.

Крани розміщені на стінах на висоті 1,35 м від підлоги і знаходяться в дерев'яних шафах з написом "Пожежний кран".

Витрати води на внутрішню пожежогасінню у виробничих будівлях, залежно від категорії, визначені по таблиці 3.

Об'єм приміщення:

$$V = LBH = 20 \cdot 3 \cdot 4 = 240 \text{ м}^3;$$

Тому мінімальна витрата води складає 5 л/с.

Висота контактної частини пожежного струменя визначається висотою виробничого приміщення (4,2 м). Нормовані витрати води на внутрішнє гасіння пожежі наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Витрати води на внутрішнє гасіння пожежі

Ступінь вогнестійкості будівлі	Категорія будівлі по пожежній небезпеці	Мінімальні витрати води, л/с, на один струмінь в будівлях об'ємом м ³		
		5...50	50...200	200...400
1 та 2	АБВ		5	5

Витрати води складають не менше 30 л/с.

У якості засобів гасіння пожеж широко використовуються вогнегасники. Для гасіння пожеж, які лише починаються, використовують хімічні вогнегасники ВПХ-10, ВВ-8 та ВП-2М.

Кількість вогнегасників розраховується в залежності від площі виробничого приміщення з розрахунку 1 вогнегасник на 100м². На друкарській ділянці кількість вогнегасників буде складати $n = S/100 = 20 \cdot 3 / 100 = 0,6$ шт. В наявності є 2 штуки.

Вогненебезпечні та відпрацьовані матеріали зберігаються в спеціальних металевих ящиках.

На стелі виробничого приміщення знаходяться димові сигналізатори системи ДИ-1, які реагують на підвищення диму в цеху.

Для первинного гасіння пожежі створена і успішно діє добровільна пожежна дружина кількістю 5 людей, які пройшли інструктажі та оснащені первинними засобами пожежогасіння.

В коридорах на стінах розвішані плани евакуації робітничого персоналу на випадок пожежі.

На території ділянки та допоміжних приміщень розвішані плакати і інструкції з протипожежної безпеки, проводяться профілактичні лекції.

Усі працівники при прийнятті на роботу і щорічно за місцем роботи проходять інструктажі з питань пожежної безпеки. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктажу і перевірки знань з питань пожежної безпеки, заборонено.

Для покращення умов охорони праці на ділянці можна висунути наступні пропозиції:

- для видалення осілого пилу з устаткування найбільш доцільно використовувати пересувні вакуумні пилозбирачі;

- для зниження рівня шумів рекомендується виконувати наступні вимоги: двигуни встановлювати на ізолюючі підкладки й закривати звукоізолюючими кожухами; зовнішні кільця підшипників необхідно встановлювати в текстолітові або капронові втулки, запресовані в корпус;

стежити за врівноваженістю валів і голівок; стежити за нормальною роботою зубчастих і пасових передач; при роботі вузлів тертя перевіряти їхнє радіальне биття, застосовувати демпфуючі шайби й пружинні віброгасники;

- з метою економії теплової енергії необхідно впроваджувати вентиляційні системи багаторазового використання повітря.

Висновки

В результаті виконання дипломної роботи проведена розробка автомату для фасування легкосипких продуктів в пакети з поліетиленової плівки різної ємності.

Провівши глибоке вивчення існуючих вітчизняних зразків сучасного обладнання запропоновано нові технічні рішення. Найбільша увага приділялась пристроям, які формують з поліетиленової стрічки пакет, а саме: загортувальний пристрій, механізм приводу, вивідний пристрій та конвеєр для виведення ящиків з упаковками. Оскільки обладнання побудоване на принципі протягування плівки за допомогою протягуючих роликів, що призводить до розтягу і неправильного центрування плівки, то принцип роботи запропонованої машини полягає у встановленні спеціального пристрою розмотування рукава плівки.

В результаті проектування пакувального автомату спроектовано його основні вузли, а саме:

- розмотувально-протягувальний пристрій;
- вузол приводу;
- вивідний пристрій та конвеєр готової продукції.

Проведено розрахунки всіх основних вузлів, силових передач та деталей.

Спроектований автомат дозволяє:

- пакувати дрібно штучні вироби зі швидкістю до 30 уп./хв.;
- варіювати розмір пакету від 190x200x125 до 420x400x252 мм;
- нанесення на плівку дати;
- зварювання повздовжнього шва;

					<i>ДП.55.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		75

- зварювання поперечного шва;
- зварювання іншого поперечного шва з відрізанням пакету;
- мати цифрову індикацію всіх робочих параметрів;
- вимірювальні системи - на основі безінерційного тензодатчика;
- мікроконтролерне керування;
- можливість "обнуління" вимірювальних систем;
- маркування дати й ін. інформації (термотрансферний друк);
- роботу з фотомітки;

Використовувати дану машину можна на підприємствах харчової промисловості, які спеціалізуються на випуску легкосипких продуктів.

					<i>ДП.55.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		76

Список використаної літератури

1. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: у 3-х част.: навч. посіб. для ВНЗ / Під заг. ред. Ю.М. Кузнецова. – Частина 1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. – Кіровоград, 2003. – 422 с.
2. Беспалько А.П. Гігієнічні аспекти проектування пакувального обладнання / А.П.Беспалько, О.М.Гавва, С.В. Токарчук // Упаковка. – 2010 – №1 – С. 38 – 42.
3. Вода, напитки, продукты питания / А. И. Соколенко, А. И. Украинец, В. Л. Яровой, В. А. Поддубный ; под ред. А. И. Соколенко. — К. : П.П.Люксар, 2006. — 368 с.
4. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2007. – 136 с.
5. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2008. – 436 с.
6. Гавва О.М., Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2006. – 96 с.
7. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: підручник. 5-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О.; за ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.
8. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків / В. О. Малащенко, В. Т. Павлице. — Львів : Новий Світ-2000, 2009. — 136 с.
9. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проєктів: навч. посіб. / Марчевський В.М. – К.: Норіта-плюс, 2006. – 280 с.
10. Моделювання процесів пакування: підручник / А.І. Соколенко, В.Л. Яровий, В.А. Піддубний, К.В. Васильківський; за ред. А.І. Соколенка ; НУХТ. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 272 с.
11. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підруч. / В.Т. Павлице. – 2-е вид., перероб. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
12. Охрана труда на предприятиях пищевых производств: Учеб. пособие / В. В. Осокин, Ю. А. Селезнева. — Донецьк : ДонГУЭТ, 2005. — 146 с.

13. Пакувальне обладнання: підруч. / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. — Київ : ІАЦ "Упаковка", 2010. — 744 с.
14. Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості: підручник / А. І. Соколенко, В. С. Костюк, К. В. Васильківський та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : Кондор, 2015. — 396 с.
15. Пальчевский Б.О. Автоматизация технологических процессов (выготовления и пакування виробів): навч. посіб. / Пальчевский Б.О. — Львів: Світ, 2007. — 392 с.
16. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (модернізація, проектування, оптимізація): навч. посібник / Пальчевський Б.О. — Львів: Світ, 2009. — 232 с.
17. Продукты питания / А. И. Соколенко, А. Е. Шевченко, В. А. Поддубный и др. ; под ред. А.И.Соколенко ; НУХТ. — К. : Люксар, 2010. — 392 с.
18. Справочник специалиста пищевых производств. Кн. 1 : Механика / А. И. Соколенко, А. И. Украинец, В. Л. Яровой, К. В. Васильковский. — К. : АртЭк, 2001. — 304 с.
19. Термінологічний словник пакувальника / Сторіжко Й.І., Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. — Київ: ІАЦ "Упаковка", 1999. — 80 с.
20. Тертя в машинах і системах транспортування вантажів: монографія /А.І. Соколенко, О.П. Мацко, В.А. Піддубний та ін. ; за ред. А. І.Соколенко. — К. : ЛЮКСАР, 2007. — 246 с.