

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

Інститут (факультет) \_\_\_\_\_ **ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого** \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ **мехатроніки та пакувальної техніки** \_\_\_\_\_

**"До захисту в ЕК"**  
Директор інституту(декан  
факультету)  
\_\_\_\_\_ Блаженко С.І  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**"До захисту допущено"**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Соколенко А.І  
(підпис) (прізвище та ініціали)

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 р.

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ **131 Прикладна механіка** \_\_\_\_\_  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ **Прикладна механіка** \_\_\_\_\_

на тему: \_\_\_\_\_ **"Реконструкція пакетоформувальної машини для обтягування**  
\_\_\_\_\_ **пакетів розтягнутою плівкою продуктивністю 75 пак./год."** \_\_\_\_\_

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

\_\_\_\_\_ **Таран Максим Юрійович** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ **Соколенко Анатолій Іванович** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній  
роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2021 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) \_\_\_\_\_ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ мехатроніки та пакувальної техніки \_\_\_\_\_

Освітній ступінь \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_

Спеціальність \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка \_\_\_\_\_  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма \_\_\_\_\_ Прикладна механіка \_\_\_\_\_  
(назва)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ

\_\_\_\_\_ Соколенко А.І.  
"30" 03 2021 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Таран Максим Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ "Реконструкція пакетоформувальної машини для обтягування пакетів розтягнутою плівкою продуктивністю 75 пак./год." \_\_\_\_\_

керівник роботи \_\_\_\_\_ Соколенко А.І. \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "30" 03 2021 року №227-кв

2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_ 28.05.2021 \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_ Реконструкція пакетоформувальної машини для обтягування пакетів розтягнутою плівкою \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_  
Анотація. Вступ. Аналіз та огляд літературних джерел. Текономічне обґрунтування. Принцип роботи і конструкція. Розробка кінематичної схеми машини. Розробка циклограми роботи машини. Суміщення руху робочих органів. Розрахунки машини, окремих механізмів і елементів. Монтаж, експлуатація, обслуговування, діагностика та ремонт машини. Розробка технологічного процесу та розрахунок технологічних операцій виготовлення ключової деталі складальної одиниці машини. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел.

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу

1. Технологічна схема роботи машини для скріплення транспортних пакетів

2. Редуктор

3. Механізм переміщення каретки

4. Технологічна схема

5. Технологічний маршрут виготовлення деталі

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 30.03.2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	1.04.2021	
2.	Літературний огляд.	4.04.2021	
3.	Техніко-економічне обґрунтування. Опис пропозиції.	10.04.2021	
4.	Розробка кінематичної схеми. Розробка циклограми.	14.04.2021	
5.	Технологічні, кінематичні, силові розрахунки.	20.04.2021	
6.	Лист 1	24.04.2021	
7.	Лист 2	29.04.2021	
8.	Лист 3	3.05.2021	
9.	Лист 4	9.05.2021	
10.	Лист 5	12.05.2021	
11.	Розробка техмаршрута виготовлення деталі	16.05.2021	
12.	Монтаж, експлуатація та ремонт машини.	19.05.2021	
13.	Охорона праці.	24.05.2021	
14.	Висновки.	25.05.2021	
15.	Список використаної літератури.	27.05.2021	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Таран М.Ю.  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Соколенко А.І  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

	Стор.
Анотація.....	3
Вступ.....	5
1. Огляд літературних джерел інформації та критичний аналіз систем формування пакет-піддонів .....	8
1.1. Технології скріплення пакетів .....	9
1.2. Скріплення пакетів термоусадковою плівкою .....	15
2. Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	17
3. Конструкція та принцип роботи модернізованої пакетоформувальної машини .....	18
4. Технологічна схема пакетоформувальної машини.....	23
5. Циклограма роботи пакетоформувальної машини.....	25
6. Визначення параметрів механізмів пристрою.....	27
6.1. Розрахунок ланцюгової передачі роликового конвеєра.....	27
6.2. Визначення параметрів ланцюгової передачі механізму розмотування рулону плівки.....	29
6.3. Визначення параметрів ланцюгової передачі механізму переміщення каретки.....	31
6.4. Визначення параметрів зубчастої передачі механізму обертання рами.....	32
6.5. Визначення параметрів та підбір двигуна до ролика протягування плівки.....	38
7. Розрахунок та підбір пневмоциліндрів.....	41
7.1. Визначення параметрів пневмоциліндра для притискання пакету .....	41
7.2. Вибір пневмоциліндра упору.....	42
7.3. Вибір пневмоциліндра механізму захоплення і утримання плівки.....	43

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Зміст</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Гаран М.Ю.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>					<i>НУХТ ПМ-4-1</i>			

7.4. Вибір пневмоциліндра механізму відрізання плівки.....	44
7.5. Вибір пневмоциліндра ножа механізму накидання плівки.....	45
7.6. Визначення параметрів приводу до механізму розтягування плівки.....	48
8. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машин.....	49
9. Технологія машинобудування.....	52
10. Охорона праці.....	64
Висновки.....	71
Література.....	72
Специфікації до креслень.....	74

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Анотація

Темою даного дипломного проекту є реконструкція пакетоформувальної машини для обтягування пакетів розтягнутою плівкою продуктивністю 75 пакет-піддонів за годину.

Розрахункова частина проекту "Реконструкція пакетоформувальної машини для обтягування пакетів розтягнутою плівкою продуктивністю 75 пак./год." складається з розрахунково-пояснювальної записки в об'ємі 76 стор. Розрахункова частина доповнена специфікаціями до креслень у кількості п'ять аркушів А 1 та один аркуш А3.

В різновидах пакетоформувальних пристроїв присутні два напрямки, що стосуються ідей рухомого і нерухомого пакет-піддона. В цьому дипломному проекті вибір здійснено на користь системи з нерухомим пакет-піддоном. Однак і за такого вибору пристрою розмотування плівки у зв'язку з геометрією і кінематикою пакет-піддона супроводжується недоліком, що стосується нерівномірного натягу полімерної плівки.

Такий результат є наслідком спеціальної геометрії пакет-піддона у формі паралелепіпеда і рівномірного обертання каретки з бобіною.

Розрахункова частина стосується структури машини і проектних та перевірочних розрахунків, ланцюгових передач в приводах конвеєрів, зубчастих передач та спеціальних розділів, які стосуються організації ведення і змотування плівки з бобіни, пневматичних приводів різного призначення тощо. Узагальнюються розрахунки розділами, які стосуються правил монтажу, експлуатації, ремонту та охорони праці.

Висновки по дипломному проекту стосуються загальної оцінки перспектив, пов'язаних з можливістю підвищення продуктивності і покращення технологічних результатів по забезпеченню більш надійного формування пакет-піддонів і обмеження випадків їх руйнування в промислових умовах.

Ключові слова: транспортний пакет, пакет-піддон, розтягнута плівка, ротатійний спосіб, механізм, каретка, рама, натяг.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Гаран М.Ю.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

## Summary

The topic of this diploma project is the reconstruction of the package forming machine for covering packages with stretchable film with a capacity of 75 packet pallets per hour.

Estimated part of the project "Reconstruction of the package forming machine for covering packages with stretchable film with a capacity of 75 packs / hour." consists of a settlement and explanatory note in the amount of 76 pages. The calculation part is supplemented by specifications to the drawings in the amount of five sheets A 1 and one sheet A3.

In the varieties of package forming devices there are two directions related to the ideas of movable and stationary package pallet. In this thesis project, the choice was made in favor of a system with a fixed package-pallet. However, even with this choice of device for unwinding the film in connection with the geometry and kinematics of the package-pallet is accompanied by a disadvantage with respect to the non-uniform tension of the polymer film.

This result is a consequence of the special geometry of the package-pallet in the form of a parallelepiped and uniform rotation of the carriage with the spool.

The calculation part concerns the structure of the machine and design and verification calculations, chain transmissions in conveyor drives, gears and special sections related to the organization of winding and winding of coil film, pneumatic drives for various purposes, etc. The calculations are summarized in the sections relating to the rules of installation, operation, repair and labor protection.

The conclusions of the diploma project relate to the general assessment of prospects related to the possibility of increasing productivity and improving technological results to ensure more reliable formation of package pallets and limit the cases of their destruction in industrial conditions.

Key words: transport package, package-pallet, stretchable film, rotary method, mechanism, carriage, frame, tension.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Вступ

Загальні тенденції, які стосуються організації і влаштування систем відправки продукції на підприємства харчових виробництв зорієнтовані на використання збільшених вантажних одиниць. При цьому мали місце дві пропозиції щодо технологій, пов'язаних з використанням як пакетних технологій на основі формування пакетів на піддонах так і контейнерних систем. Останні у зв'язку з обмеженням об'ємів контейнерів мали спеціальну назву – тари-обладнання.

На теренах України у тому числі були здійснені спроби розробок конструкцій тари-обладнання з різним вмістом і при цьому у більшості випадків ці технології стосувалися перевезень пляшкової продукції, як вкладалися в декілька ярусів. Останнє потребувало необхідності створення спеціальної техніки для здійснення операцій завантажування-розвантажування таких транспортних одиниць. На час вирішення такої задачі світовий досвід не мав місця і тому вирішувалася задача створення новітньої техніки на рівні першопроходців. В цій роботі приймали участь і спеціалісти Київського інституту харчової промисловості і вона завершилася серійним випуском обладнання ЦАІГ-ВУА-12. Одночасно були створені кілька зразків обладнання для розвантаження транспортної тари, які ввійшли до складу автоматизованих потокових ліній.

Перехід від масового використання скляної тари з заміною останньої на ПЕТ-пляшки та інші засоби формування кінцевої продукції на основі полімерних матеріалів, врешті решт привів до загальносвітової тенденції, яка знайшла поширення у формі пакет-піддонних технологій.

В технологіях з використанням тари-обладнання і в новітніх технологіях використання пакет-піддонів необхідно було вирішити завдання формування масивів виробів на рівнях шахового розкладання з тим, щоб забезпечити збільшення стійкості сформованого пакету.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Вступ</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Таран М.Ю.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

Вкладання на прокладках виробів циліндричної форми здійснюється з найбільш щільним шаховим розкладанням, метою якого є не тільки більш повне використання площі, а й можливість підвищення стійкості пакету.

Операції формування пакет-піддону здійснюються в такій послідовності: виконується подавання піддона на транспортну систему у формі рольгангового конвеєра, яким здійснюється транспортування до зони вкладання виробів. Наступною операцією є вкладання опорної прокладки і вкладання на неї першого шару виробів, за яким реалізується вкладання на перший шар наступної прокладки. Наступним є подавання другого шару пакетів і таким чином реалізується необхідна кількість присутності шарів виробів. В транспортно-технологічній системі реалізація синхронізації технологічних операцій здійснюється за рахунок систем контролю, які пов'язують між собою операції виділення піддонів зі штабеля, наступного їх переміщення, введення в систему фіксації розташування в технологічній машині з наступним здійсненням операцій вкладання виробів з заданою формулою розкладки. При цьому пакет-піддон може бути оформлений на основі окремих виробів або пакетів заданої форми і вмісткості. Після формування на такому рівні пакет-піддона здійснюється операція його обгортання розтягнутою або термоусадковою плівкою. В цій процедурі сформований пакет-піддон притискається за допомогою використання пневмоприводів для забезпечення йому заданої стійкості. Особливо це важливо у випадках, коли в реалізації обгортання використовується обертання пакет-піддона, в якому здійснюється приведення в обертальний рух рулону плівкового матеріалу. По завершенню цієї частини процесу здійснюється відведення в початкову позицію пристрою для притискання і відведення із зони сформованого пакет-піддона рольганговим конвеєром.

Для реалізації стандартних умов, які відповідають інтересам транспортування готової продукції як в режимах перевантаження їх в зони складування, подавання на транспортні засоби і розвантаження в зонах приймання продукції, розміри піддонів стандартизовані значеннями – 1200 × 800 мм.

Очевидно ці розміри мають враховуватися за умови визначення формул

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	РК.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

розкладання.

**Завданням проекту** є модернізація пакетоформувальну машина для обтягування транспортного пакет-піддону розтягнутою плівкою ротаційним способом зі збільшенням продуктивності до 75 пак./год.

Основні параметри лінії:

- продуктивність лінії – 75 пак./год.;
- частота обертання рами – 28 об/хв.;
- швидкість транспортування пакет-піддона рольганговим конвеєром – 0,15 м/с;
- швидкість переміщення каретки для реалізації гвинтової обмотки – 0,34 м/с;
- ширина плівки пов'язана з висотою бобіни і складає – 500 мм.

Збільшення продуктивності пакетоформувальної машини супроводжується загальним збільшенням споживання електроенергії, однак в питомому обчисленні очікується зниження цього показника. Синхронізація роботи всіх вузлів і окремих робочих органів забезпечується використанням автоматизованої системи управління.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1. Огляд літературних джерел інформації та критичний аналіз систем формування пакет-піддонів

Сучасна ринкова економіка зорієнтована на використання нових технологій, які охоплюють всі енергоматеріальні потоки, їх трансформації в процесах одержання кінцевої технологічної продукції, і організацію відправки продукції споживачам.

Універсальні підходи щодо збільшення різновидів вантажних одиниць, які синтезуються в процесі виробництва, привели до необхідності впровадження пакет-піддонних технологій після значного періоду пошуків в реалізації такого завдання. Результатом узгодженого рішення на світовому рівні досягнута пропозиція використання пакет-піддонних технологій на основі пакетів з розмірами у плані 1200 × 800 мм. Таке співвідношення геометричних параметрів піддона відповідає найкращим чином таким же стандартним параметрам пакувань, які задіяні у формуванні збільшеної вантажної одиниці – пакет-піддону.

Прогнозована стійкість останніх під час транспортування визначається варіантами розкладки виробів на піддоні. За необхідності здійснюється перев'язка окремих шарів і це стосується як виробів у формі банок, пляшок, флаконів, продукції іншого призначення в ящиках або без них.

Однак при цьому існує необхідність гарантованого скріплення утворених пакет-піддонів. Сьогоднішнє рішення цієї задачі здійснюється на основі використання розтягнутої або термоусадкової плівки. Кожна з цих особливостей має як свої переваги, так і недоліки, але практично розповсюдження цих двох технологій майже рівномірне і стосується в кінцевому виборі особливостей геометрії пакувань, їх маси, значень коефіцієнтів тертя в шарових утвореннях тощо.

Ідея реалізації пакет-піддонних перевезень за різних способів обгортання

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Огляд літературних джерел інформації</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Гаран М.Ю.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		







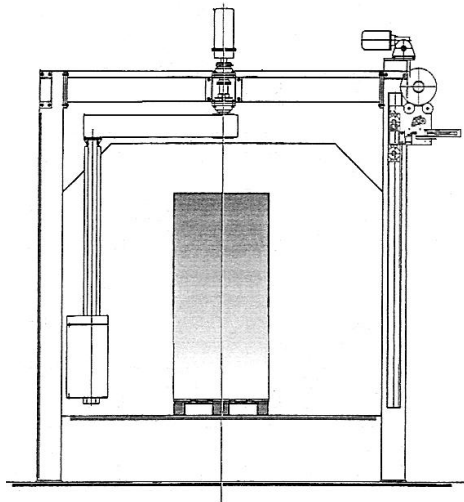


Рис. 1.4. Загальний вигляд машин ротаційного типу з обертальною рамою за принципом спірального навивання для скріплення транспортного пакету

HS40, ROBORAK (Італія) наведено на рис. 1.4. В пристрої реалізується принцип спірального навивання для скріплення транспортного пакету.

Лінія безпіддонного пакування мішків з сипкими продуктами зображена на рис. 1.5. В ній присутня пакетоформувальна машина PLS 1, обгортально-

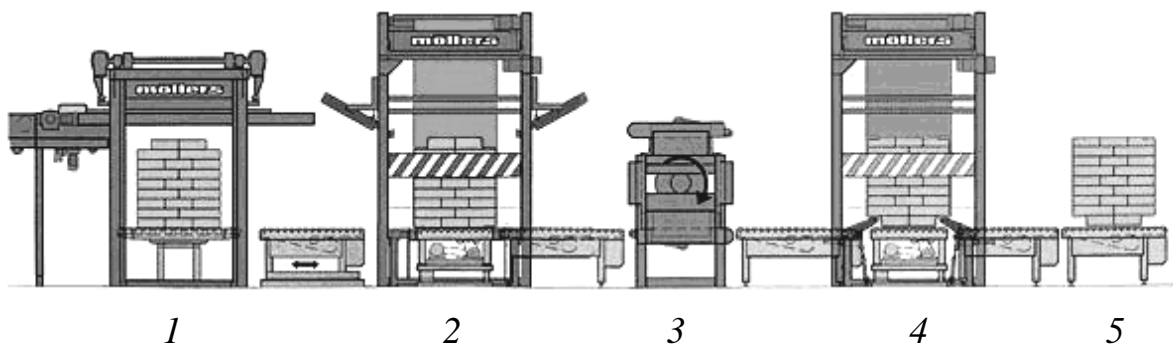


Рис. 1.5. Лінія безпіддонного скріплення пакетів-мішків

но-усаджувальна установка 2, пристрій для перевертання пакетів 3, установка надівання на пакет контрчохла 4 та конвеєри підводу та відводу готових транспортних пакетів 5.

Про переваги використання стретч-плівки свідчать такі достатньо вагомі аргументи, як можливість застосування різних видів обладнання, що експлуатуються з термоусаджувальною або розтягнутою плівками, а також окремі види обладнання. Наприклад, на рис. 1.6 зображено комплексну лінію з пакування вантажів та скріплення пакетів термоусаджувальною плівкою (150 пак./год.) фірми Möllers

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

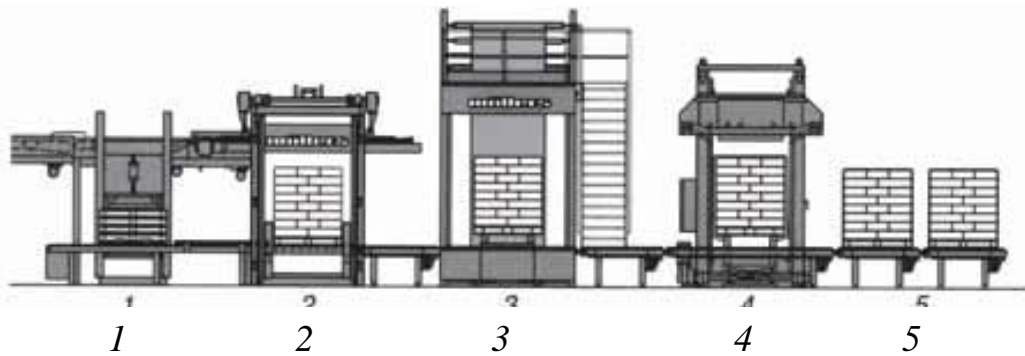


Рис. 1.6. Схема автоматизованої лінії пакування тарних вантажів термоусадковою плівкою

(Німеччина). В ній представлено магазин порожніх піддонів 1, пакеформувальна машина 2, пристрій 3 для надівання на пакет рукавної плівки, термоусаджувальна установка 4, та конвеєр транспортування готових пакетів 5.

Схему машини SILVER FAST TS фірми Pieri srl (Італія) наведено на рис. 1.7. Це повністю автоматична машина для загортання обертових вантажів із вбудованим аплікатором для верхнього листа. Вбудований пристрій TS покри-



Рис. 1.7. Автоматична машина для обгортання вантажів SILVER FAST TS

ває верх палетного вантажу поліетиленовою плівкою та ідеально підходить для захисту від води та пилу.

На рис. 1.8 наведено палетайзер виробництва фірми Packmore s.r.l (Італія). Палетопакувальник Wrapman – пересувна палетоупакувальна машина для об-

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



усадкову плівку, то при найпримітивніших пристосуваннях обгортання пакета плівкою необхідно також використовувати засоби теплового оброблення. І, звичайно, потрібні теплоносії або електроенергія.

На підприємствах значної продуктивності це мають бути спеціальні великогабаритні та енергоємні лінії.

З прикладу технологій скріплення транспортних пакетів з тарних вантажів стає зрозумілим, наскільки різноманітним, придатним за будь-якої ситуації і доступним для підприємства будь-якого «калібру» є обладнання для роботи з розтягнутою плівкою.

Аналіз практичного досвіду застосування пристроїв різних конструкцій для обгортання транспортних пакетів стретч-плівкою [1] показує, що на ринку дуже багато достатньо простих механізованих установок ротаційного типу, різноманітних за різними ознаками їх модифікацій. Значною мірою це стосується і технологій групового пакування споживчих упаковок у полімерну плівку (вручну, машинним способом напівавтоматично та автоматично) [2].

Як відомо, основою будь-якої ринкової економіки є малий та середній бізнес. Отже, у пакувальній індустрії найбільш доступними, ефективними і прибутковими є технології із застосуванням розтягваних плівок. Особливо це актуально для економіки України в умовах сьогодення. Проте не слід забувати і про ситуації, коли альтернатива термоусаджуваній плівці відсутня. Наприклад, розтягвану плівку доцільно застосовувати лише для обгортання об'єктів правильної геометричної форми, бо інакше неможливо досягти рівномірного натягу захисної оболонки, якісного затискання виробів, скажімо, у груповій упаковці або в транспортному пакеті чи під час обгортання одиничного великогабаритного вантажу зі складною конфігурацією зовнішньої поверхні [38].

## 1.2. Скріплення пакетів термоусадковою плівкою

Скріплення пакетів термоусаджуваною плівкою здійснюється за рахунок теплової обробки в режимах обандеролювання або обгортання з метою захисту

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від зовнішніх впливів навколишнього середовища.

Використовуються установки з подаванням рукавної плівки з горизонтального рулону.

Використовуються системи з двома горизонтальними або вертикальними рулонами, або з одним вертикальним рулоном, або з одним горизонтальним рулоном. На рис. 1.9 наведено схему машини для скріплення транспортних пакетів термоусадковою плівкою з зображенням загального виду машини (а) і скріпленого пакету (б).

Обов'язковою складовою процесу скріплення транспортних пакетів термо-

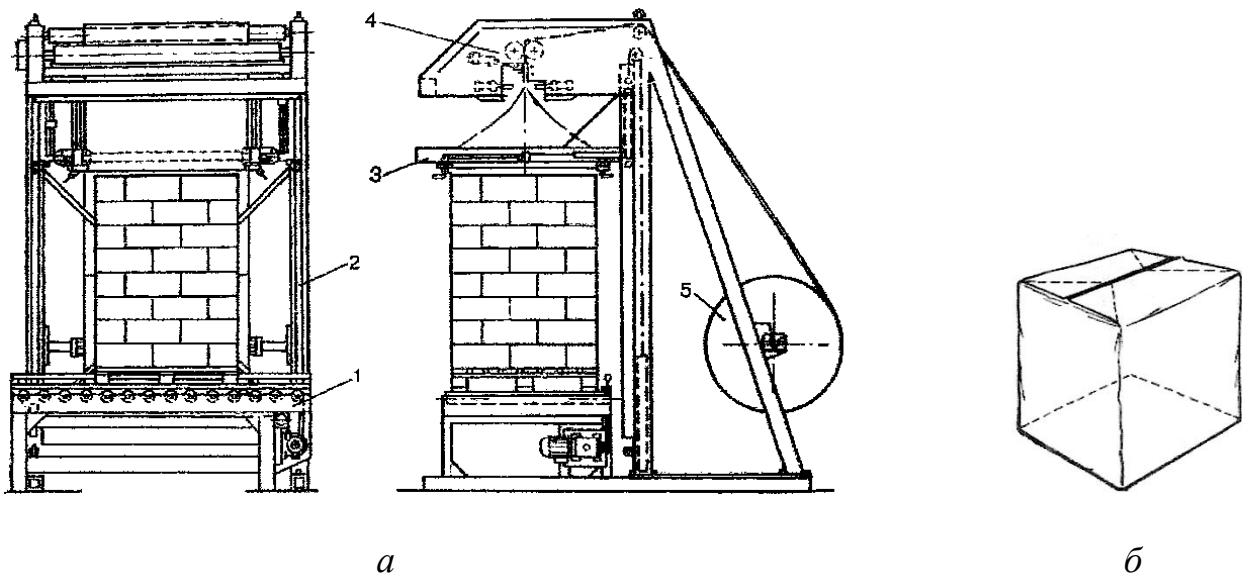


Рис. 1.9. Схема машини для скріплення транспортних пакетів термоусадковою плівкою

усадковою плівкою є наступна за обгортанням операція – теплове оброблення.

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Техніко-економічне обґрунтування проекту

Машина, що реконструюється в даному проекті, призначена для скріплення транспортного пакету розтягнутою плівкою.

У своєму складі машина має П-подібну раму, на якій змонтовано дві каретки з рулонами плівки з можливістю вертикального переміщення по рамі.

Транспортування пакет-піддонів здійснюється роликівим конвеєром і для забезпечення необхідних операцій присутні механізми: накидання, затискання і відрізання плівки та фіксування пакет-піддону. До складу приводу машини включено: електродвигуни, мотор-редуктор і елементи пневмосистеми з пневмоциліндром. Планова продуктивність машини визначена показником 75 пакет-піддонів за годину.

В основу реконструкції даної системи покладено аналітичні та практичні розробки. Очікувані переваги машини над аналогом стосуються обмеження витрат матеріалів, використання стандартних та уніфікованих виробів складальних одиниць і деталей.

Названі переваги повинні забезпечити зниження вартості реконструкції і експлуатаційні витрати.

Перевагою цієї розробки – можливість виготовлення аналогічних машин машинобудівною галуззю України, що обмежить не тільки названі витрати і й витрати конвертованої валюти для закупівлі імпортованих аналогів.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Техніко-економічне об- ґрунтування проекту</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Таран М.Ю.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

### 3. Конструкція та принцип роботи модернізованої пакетоформувальної машини

Розробка стосується реконструкції пакетоформувальної машини для скріплення транспортного пакету. В реконструкції передбачено використання розтягнутої плівки. Реконструкція має забезпечити збільшення продуктивності машини до 75 пакет-піддонів за годину за рахунок зміни кінематичних параметрів переміщень робочих органів машини. При цьому має місце підтримання синхронізації таких переміщень.

Розрахункова частина проекту включає теоретичний розрахунок, що враховує динамічні навантаження, і умови забезпечення міцності в умовах перехідних процесів.

Основні вузли та механізми пакетоформувальної машини: роликовий привідний конвеєр подавання піддонів; механізми обертання П-подібної рами, переміщення каретки, розмотування плівки в каретці, захоплення та утримання плівки, розгладжування, відрізання та зварювання плівки, фіксування пакету, притискання пакету, накидання плівки на пакет; роликовий вивідний конвеєр.

Вони представлені схематично в певній послідовності на рис. 3.1-3.7.

На рис. 3.1 схематично представлено механізм обертання рами 1, притискувальна плита 2, механізм переміщення каретки 3 і рулони з плівкою 4.

Механізм обертання рами складається з вала, який прикріплений до рами і другим кінцем розміщений в стакані з підшипниками, за рахунок чого вал може обертатися. Також на вал насаджено перше колесо, яке прикріплено до рами. Друге колесо зубчастої передачі закріплено на валу, що виходить з мотор-редуктора, який і забезпечує обертання.

Каретка з рулонами являє собою базу для монтажу на ній утримувачів рулонів. Механізм захоплення та утримання плівки в принциповій структурі зо-

					<i>ДП.69.ПЗ</i>					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Конструкція та принцип роботи машини</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Таран М.Ю.</i>						<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>								
<i>Т. контр.</i>								<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		
<i>Н. контр.</i>										
<i>Затверд.</i>										

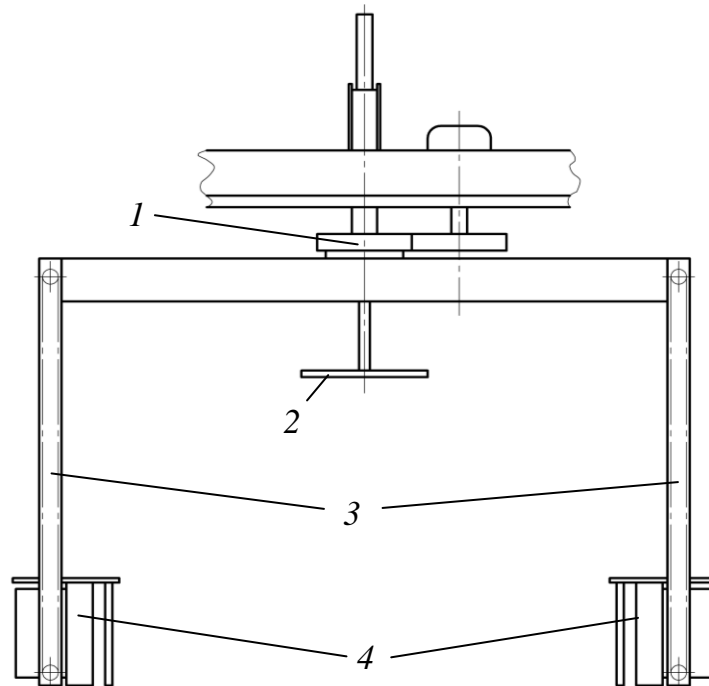


Рис. 3.1. Механізми обертання рами та переміщення каретки

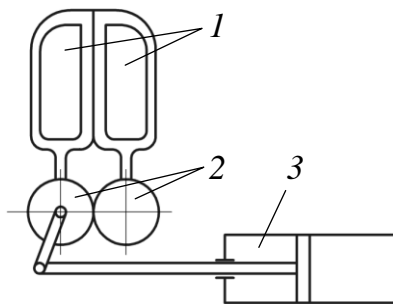


Рис. 3.2. Механізм захоплення та утримання плівки

бражено на рис. 3.2. В його складі присутні затискачі 1, зубчасті передачі 2 та пневмоциліндр 3.

Розгладжування та відрізання плівки має за привод пневмоциліндр (рис. 3.3). Подібні пневмоциліндри присутні також в механізмах фіксування пакету (рис. 3.4) і в механізмі притискання пакету (рис. 3.5).

Схематичне зображення пристрою накидання плівки на пакет наведено на рис. 3.6 і в його складі присутні ролики, що протягують плівку 1, та дротяний нагрівний ніж 2. Рулон утримується на парі роликів і переміщується за рахунок сил тертя. Останні приводяться в рух примусово з використанням мотор-редуктора.

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

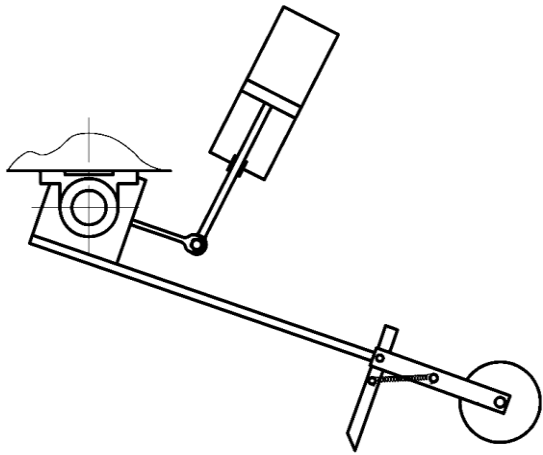


Рис. 3.3. Механізм розгладжування та відрізання плівки

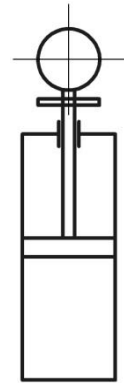


Рис. 3.4. Механізм фіксування пакету

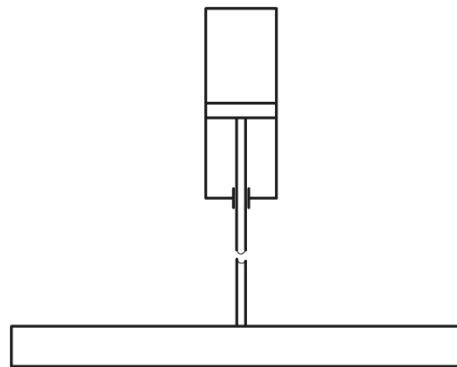


Рис. 3.5. Механізм притискання пакету

Схематичне зображення роликового конвеєра наведено на рис. 3.7.

**Принцип роботи.** Загальний вигляд машини для скріплення транспортного пакету розтягнутою плівкою наведено на рис. 3.8. Перехід вантажу на роликовий конвеєр 1 і за спрацювання датчика або натисканням кнопки "Пуск" вмикається двигун, який приводить в рух конвеєр. При переміщенні пакета інший датчик подає сигнал на спрацювання пристрою 2 накидання плівки на пакет. Швидкість змотування рулону забезпечується за рахунок контакту з рухомим вантажем. За заданих переміщень спрацьовує ніж, який відрізає плівку.

Вкритий плівкою вантаж переміщується на проміжний конвеєр.

Піднімання упору 3 супроводжується спрацюванням відповідного датчика. Після досягнення пакетом робочої зони конвеєр зупиняється і вантаж підлягає дії прижимною плити 4.

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



ня плівки 8 і 9: затискні губки розкриваються та звільняють плівку. Під час цього етапу рама продовжує обертатися, а каретки піднімаються. За досягнення кареткою верхнього положення вона робить декілька оборотів та починає опускатися. Аналогічні етапи відбуваються і для другої каретки.

Приводні двигуни кареток зупиняються за переведення кареток в крайнє нижнє положення, що супроводжується спрацюванням механізмів затискання та утримання плівок 8 і 9. Останнім етапом роботи є спрацювання пристроїв розгладжування та відрізання плівки 10 та 11.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

#### 4. Технологічна схема пакетоформувальної машини

Технологічна схема роботи пакетоформувальної машини представлена на першому листі креслень формату А1. Зміст операцій та перелік робочих органів (номер відповідає кресленню), що приймають участь в даній операції, наведено нижче.

I операція. Подача пакету. Транспортування пакету виконується подавальним роликівим конвеєром 1.

II операція. Подача і фіксування пакету у зоні обмотування.

1. Піднімання упору. Виконується операція подавальним роликівим конвеєром 1, фотометричним датчиком 2, приводними роликами 3, рулонном плівки 4, неприводними роликами 5, 6 та ножем 7.
2. Зупинка проміжного роликівого конвеєра, центрування упором і притискання прижимною плитою виконується подавальним роликівим конвеєром 1, проміжним роликівим конвеєром 9, фотометричним датчиком 2, упором 8 та притискною плитою 10.

III операція. Намотування першого шару плівки.

1. Намотування плівки знизу пакета (1 оборот) виконується подавальним роликівим конвеєром 1, фотометричним датчиком 2, упором 8, проміжним роликівим конвеєром 9, прижимною плитою 10, П-подібною рамою 11 та кареткою з плівкою 12.
2. Відкриття пристрою для затискання і утримання плівки виконується пристроєм для затискання і утримання плівки 13.
3. Переміщення вгору першої каретки з плівкою виконується подавальним роликівим конвеєром 1, фотометричним датчиком 2, упором 8, проміжним роликівим конвеєром 9, прижимною плитою 10, П-подібною рамою 11 та кареткою з плівкою 12.
4. Переміщення вгору другої каретки з плівкою через певний крок виконується подавальним роликівим конвеєром 1, фотометричним датчи-

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологічна схема машини</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Таран М.Ю.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

ком 2, упором 8, проміжним роликів конвеєром 9, прижимною плитою 10, П-подібною рамою 11 та кареткою з плівкою 12.

IV операція. Намотування другого шару плівки.

1. Переміщення вниз першої каретки та переміщення вниз другої каретки через певний крок виконується подавальним роликів конвеєром 1, фотометричним датчиком 2, проміжним роликів конвеєром 9, прижимною плитою 10, П-подібною рамою 11, кареткою з плівкою 12 та фотометричним датчиком 14.
2. Намотування плівки знизу пакета (один оборот рами) виконується подавальним роликів конвеєром 1, фотометричним датчиком 2, упором 8, проміжним роликів конвеєром 9, прижимною плитою 10, П-подібною рамою 11, кареткою з плівкою 12 та фотометричним датчиком 14.

V операція. Відрізання плівки.

1. Пристрій для затискання і утримання плівки захоплює плівку і рама перестає обертатись. Виконується операція подавальним роликів конвеєром 1, фотометричним датчиком 2, упором 8, проміжним роликів конвеєром 9, прижимною плитою 10, П-подібною рамою 11, кареткою з плівкою 12, фотометричним датчиком 14, пристроєм для затискання і утримання плівки 16 та фотометричним датчиком 15.

VI операція. Звільнення пакету від фіксування та виведення з зони скріплення.

1. Піднімання прижимної плити, опускання упора та виведення пакету з зони скріплення виконується подавальним роликів конвеєром 1, фотометричним датчиком 2, упором 8, проміжним роликів конвеєром 9, прижимною плитою 10, П-подібною рамою 11, кареткою з плівкою 12, фотометричним датчиком 14, пристроєм для затискання і утримання плівки 16 та фотометричним датчиком 15.

VII операція. Виведення транспортного пакету.

1. Виведення готового транспортного пакету виконується подавальним роликів конвеєром 1, відвідним роликів конвеєром 20.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. Циклограма роботи пакетоформувальної машини

Циклограма роботи машини – це діаграма узгодження дій виконавчих органів у складних технологічних машинах та агрегатах, які працюють за заданим циклом. Циклограми складають для визначення конструкції виконавчих органів машин-автоматів.

В основу розробки циклограм беруть синхронні в часі графіки переміщень виконавчих органів механізмів або пристроїв. За графічним зображенням циклограми бувають кругові, прямокутні та лінійні.

Прямокутна циклова діаграма пакетоформувальної машини відображує рух всіх робочих органів. Побудова циклограми починається з вибору масштабу. У нашому випадку приймаємо масштаб 1 мм = 0,2 с.

В циклограмі (рис. 5.1) відображено такі робочі органи, як проміжний конвеєр 1, пристрій для накидання плівки на пакет 2, відрізний ніж 3, упор пакету 4, прижимна плита фіксації пакет-піддона 5, П-подібна рама 6, каретки з рулонами плівки 7 і 8, пристрої для затискання 9 і утримання 10 плівки та пристрої для відрізання плівки 11 і 12,

Визначаємо час циклу процесу скріплення пакет-піддону:

$$T_k = \frac{1}{Z} 3600 = \frac{1}{75} 3600 = 48 \text{ с,}$$

де  $Z$  – число пакет-піддонів, що формується за 1 годину.

За цей час відбувається транспортування пакету до місця скріплення – 29,5 с, відведення пакету – 16,5 с. Приймаємо, що процес скріплення транспортного пакету розтягнутою плівкою здійснюється за 15 с. Час на позиціонування пакет-піддона та захоплення, утримання та відрізання плівки розраховуємо за наступних умов: спрацювання упору триває 2 с, захоплення та утримання плівки триває 1 с, відрізання та прикріплення плівки відбувається за 10 с.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гаран М.Ю.</i>			<i>Циклограма роботи машини</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

До складу кінематичного циклу входять часові витрати, що стосуються холостих ходів та вистоїв робочих органів.

Зображення циклограми здійснено на рис. 5.1 з позначками робочого ходу – РХ, холостого ходу – ХХ та вистою – В.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

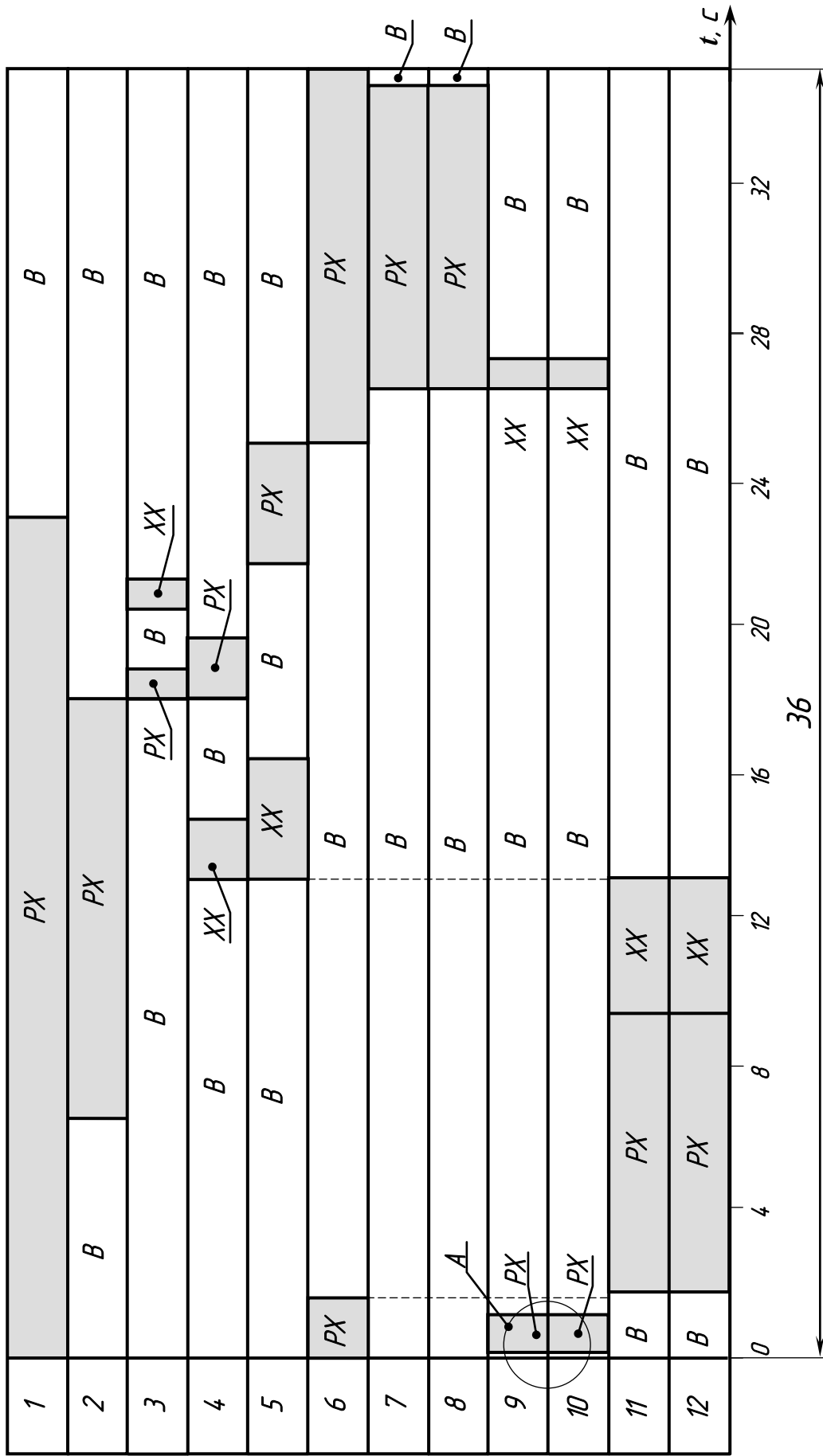


Рис. 5.1. Циклограма роботи пакетоформувальної машини

## 6. Визначення параметрів механізмів пристрою

### 6.1. Розрахунок ланцюгової передачі роликового конвеєра

В розрахунковій частині звернемося до визначення параметрів окремих складових пристрою. Подавання пакет-піддонів на процес обгортання плівкою здійснюється роликовим конвеєром. Початковим даним для розрахунку ланцюгової передачі відповідають наступні параметри:

<i>потужність двигуна <math>N</math></i>	<i>0,28 кВт;</i>
<i>частота обертання вихідного вала <math>n</math></i>	<i>60 об/хв.;</i>
<i>крутний момент на вихідному валу <math>T</math></i>	<i>40 Нм;</i>
<i>передаточне число <math>u</math></i>	<i>1.</i>

Режим експлуатації даної системи розпочинається з визначення коефіцієнта експлуатації  $k_e$ , який залежить від умов експлуатації:

$$k_e = k_d k_a k_n k_p k_z k_{zm}, \quad (6.1)$$

де  $k_d = 1$  – коефіцієнт, що враховує динамічність навантаження в умовах номінальних навантажень;  $k_a$  – коефіцієнт, який залежить від міжосьової відстані, за значень  $a \leq 25t$   $k_a = 1,25$ ;  $k_n = 1$  – коефіцієнт, що відповідає орієнтації передачі відносно лінії горизонту;  $k_p = 1$  – коефіцієнт, що відповідає способу регулювання натягу ланцюга в умовах нерегульованої передачі;  $k_z = 1,5$  – коефіцієнт, що відповідає режиму періодичного змащування;  $k_{zm} = 1$  – коефіцієнт тривалості роботи.

Підставляючи числові дані, отримуємо:

$$k_e = 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875.$$

За одержаного значення  $k_e$  обираємо для використання в приводі ланцюг: однорядний, роликовий, нормальної серії, крок  $t = 19,05$  мм (ГОСТ 13568-75).

В системі передачі руху ролика ведучу зірочку вибираємо з числом зубців  $z = 15$ .

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гаран М.Ю.</i>			<i>Визначення параметрів механізмів машини</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								



термін служби ланцюга  $T$  (год.):

$$T = 5200 \frac{\Delta t k_c \sqrt{z_1} \sqrt[3]{a_t u}}{p \sqrt[3]{v} k_e} = 5200 \frac{3 \cdot 0,31 \sqrt{13} \sqrt[3]{6 \cdot 1}}{9,8 \sqrt[3]{0,24} \cdot 1,875} = 2774,7 \text{ год.}, \quad (6.4)$$

де  $T_0 = 2000$  год. – заданий термін експлуатації;  $\Delta t \leq 3\%$  – можливе збільшення

кроку ланцюга становить  $\Delta t = 3\%$ ;  $k_c = \frac{k_{cn}}{\sqrt{v}} = \frac{0,15}{\sqrt{0,24}} = 0,31$  – коефіцієнт зма-

щування;  $k_{cn} = 0,15$  – коефіцієнт способу змащування.

Міжосьова відстань, яка виражена в кроках, дорівнює:

$$a_t = \frac{a}{t} = \frac{114,3}{19,05} = 6. \quad (6.5)$$

Питомий тиск в шарнірах ланцюга становить:

$$p = \frac{F_t}{S_{оп}} = \frac{1058}{105,8} = 9,8 \text{ МПа}, \quad (6.6)$$

де  $S_{оп} = 105,8 \text{ мм}^2$  – проекція опорної поверхні шарніра.

Після розрахунків можливо зробити висновок:

$$T \geq T_0;$$

2774,7 год. > 2000 год. – тобто умова за терміном експлуатації виконується;

Проведемо геометричний розрахунок зірочок передачі.

Довжина ланцюга, виражена у кроках, становить:

$$L_t = \frac{2a}{t} + z = \frac{2 \cdot 114,3}{19,05} + 15 = 25. \quad (6.7)$$

Діаметр ділительного кола зірочок:

$$D_d = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z}\right)} = \frac{19,05}{\sin\left(\frac{180}{13}\right)} = 79,6 \text{ мм.}$$

## 6.2. Визначення параметрів ланцюгової передачі механізму розмотування рулону плівки

До числа параметрів у формі вихідних даних відносяться:

*потужність двигуна  $N$*

*0,04 кВт;*

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

частота обертання вихідного вала  $n$  70 об/хв.;

передаточне число  $i$  1.

Передача змонтована на підтримуючих роликах, які здійснюють розмотування плівки.

Значення коефіцієнта експлуатації визначається з залежності:

$$k_e = k_d k_a k_n k_p k_z k_{zm}, \quad (6.8)$$

складові якої визначені у попередньому підрозділі 6.1. Тут маємо

$$k_d = 1; k_a = 1,25; k_n = 1; k_p = 1; k_z = 1,5; k_{zm} = 1.$$

За зазначених параметрів, маємо:

$$k_e = 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875.$$

З врахуванням технічних умов приймаємо ланцюг однорядний, роликівий, нормальної серії, крок  $t = 12,7$  мм (ГОСТ 13568-75).

Число зубців зірочок становить  $z = 25$ .

Розрахунковий крок ланцюга визначається залежністю:

$$t_p \geq 183 \sqrt[3]{\frac{10k_e N}{S_t [p] z n k_m}}. \quad (6.9)$$

Для обраного ланцюга маємо:

$$S_t = 0,28; [p] = 34,3 \text{ МПа при } t = 12,7 \text{ мм та } n = 35 \text{ об/хв.}; k_m = 1.$$

$$t_p = 183 \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 1,875 \cdot 0,12}{0,28 \cdot 34,3 \cdot 25 \cdot 35 \cdot 1}} = 11,8 \text{ мм.}$$

З врахуванням одержаних параметрів приймаємо  $t_p = 12,7$  мм та вибираємо ланцюг ПР-12.7-1820-2, якому відповідає навантаження  $Q_{руйн} = 18200$  Н та погонна маса  $q = 0,75$  кг/м.

Геометричний розрахунок зірочок ланцюгової передачі дозволив визначити довжина ланцюга, виражена в кроках:

$$L_t = \frac{2a}{t} + z = \frac{2 \cdot 139,7}{12,7} + 25 = 47. \quad (6.10)$$

Кут повороту ланок ланцюга на зірочках становить:

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



<i>міжосьової відстані a</i>	23876 мм;
<i>числа зубців <math>z = z_1 = z_2</math></i>	19;
<i>передаточного числа u</i>	1

привів до наступних значень.

- довжина ланцюга, виражена в кроках:

$$L_t = \frac{2a}{t} + z = \frac{2 \cdot 2387,6}{12,7} + 19 = 207. \quad (6.14)$$

- кут повороту ланок ланцюга на зірочках:

$$\varphi = \frac{360}{z} = \frac{360}{19} = 18^\circ 56' 51''.$$

- діаметр ділільного кола зірочок, що залежить від кроку ланцюга і числа зубців:

$$D_d = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z}\right)} = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180}{19}\right)} = 77,16 \text{ мм.} \quad (6.15)$$

#### 6.4. Визначення параметрів зубчастої передачі механізму обертання рами

Обертання рами здійснюється приводом, о складу якого входять зубчаста передача з наступними параметрами:

<i>частота обертання вихідного валу</i>	
<i>мотор-редуктора <math>n_1</math></i>	28 об/хв.;
<i>частота обертання вихідного валу</i>	
<i>зубчастої передачі <math>n_2</math></i>	28 об/хв.;
<i>крутний момент на вихідному валу</i>	
<i>мотор редуктора <math>T_1</math></i>	1720 Нм.

Передаточне число зубчастої передачі становить:

$$n = \frac{n_2}{n_1} = \frac{28}{28} = 1. \quad (6.16)$$

Розрахунок передачі розпочинаємо з вибору матеріалу та допустимих напружень для шестерні та колеса: обираємо матеріал – Ст 5 та термооброблення з нормалізацією. Тоді значення напружень і твердості становлять:

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа}; \quad \sigma_T = 260 \text{ МПа}; \quad \text{HB} = 170;$$

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



попередній формулі:

$$[\sigma_{F2}] = \frac{\sigma_{Flim2}}{S_F} Y_S Y_R,$$

де  $\sigma_{Flim2} = \dot{\sigma}_{Flimb2} K_{FC} K_{FL1}$ , тобто

$$\dot{\sigma}_{Flimb2} = 1,8HB_2 = 1,8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа.}$$

Двосторонньому прикладанню навантаження відповідає  $K_{FC} = 1$ .

Коефіцієнт довговічності за значень  $m_F$  при  $HB < 350$ :

$$K_{FL2} = m_F \sqrt{\frac{N_{FO}}{N_{FE1}}} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{168 \cdot 10^5}} = 0,8. \quad (6.20)$$

$$N_{FO} = 4 \cdot 10^6,$$

$$N_{FE2} = N_{\Sigma 2} = 60n_2t_{\text{ч}} = 60 \cdot 28 \cdot 10000 = 168 \cdot 10^5. \quad (6.21)$$

Оскільки  $(N_{FE2} = 168 \cdot 10^5) > N_{FO} = 4 \cdot 10^6$ , то прийmemo  $K_{FL2} = 1$ . Відповідно:  $\sigma_{Flim2} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа}$ .

Коефіцієнт безпеки за значень  $S'_F = 1,75$ ,  $S''_F = 1,5$  становить:

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,5 = 2,6255, \quad (6.22)$$

Тоді маємо:

$$Y_S = 1; \quad Y_R = 1.$$

$$[\sigma_{F2}] = \frac{306}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ МПа};$$

Допустиме напруження згину максимального навантаження на зуб шестерні визначається залежністю:

$$[\sigma_{FM1}] = \frac{\sigma_{FlimM1}}{S_{FM}} Y_S. \quad (6.23)$$

де  $\sigma_{FlimM1} = 4,8HB_1 = 4,8 \cdot 170 = 816 \text{ МПа}$ .

$S_{FM}$  за значень  $S'_{FM} = 1,75$ ,  $S''_{FM} = 1,5$  становить:

$$S_{FM} = S'_{FM} S''_{FM} = 1,75 \cdot 1,5 = 2,6255. \quad (6.24)$$

Тоді маємо:

$$Y_S = 1; \quad [\sigma_{FM1}] = \frac{816}{2,625} \cdot 1 = 311 \text{ МПа.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.69.ПЗ

Оскільки шестерня та колесо виготовлені з однакового матеріалу і мають однакову твердість зубів, то визначаємо:

$$[\sigma_{FM1}] = [\sigma_{FM2}] = 311 \text{ МПа.}$$

Допустимі контактні напруження визначаються через межу текучесті:

- для зубців шестерні  $[\sigma_{HM1}] = 2,8\sigma_T = 2,8 \cdot 260 = 728 \text{ МПа};$
- для зубців колеса  $[\sigma_{HM2}] = 2,8\sigma_T = 2,8 \cdot 260 = 728 \text{ МПа.}$

В основу розрахунків зубців на витривалість при згині покладено значення модуля:

$$m = \sqrt[3]{\frac{2T_{F1} K_{F\alpha} K_{F\beta} K_{Fv} \cos^2 \beta}{z_1^2 \psi_d [\sigma_{F1}]} Y_{F1} Y_{\beta}}$$

Для здійснення розрахунків по модулю попередньо визначимо величин параметрів:

$$T_{F1} = T_1 = 1720 \text{ Нм.}$$

Коефіцієнт, що враховує розподілення навантаження між зубцями, ширини зубчастого вінця і розподілення навантажень відповідно складають:

$$K_{F\alpha} = 1; \quad \psi_d = 0,2; \quad K_{F\beta} = 1,35.$$

Тоді орієнтовна колова швидкість колеса та шестерні дорівнюють:

$$v = 0,0125 \sqrt[3]{N_1 n_1^2}; \quad N_1 = \frac{T_1 n_1}{9550} = \frac{1720 \cdot 28}{9550} = 5,04 \text{ кВт}; \quad (6.25)$$

$$v = 0,0125 \sqrt[3]{N_1 n_1^2} = 0,0125 \sqrt[3]{5,04 \cdot 28^2} = 0,2 \text{ м/с.} \quad (6.26)$$

За значення швидкості  $v = 0,2 \text{ м/с}$  необхідний ступінь точності передачі – складає 9, а коефіцієнт динамічного навантаження –  $K_{Fv} = 1,013$ .

За значень числа зубців шестерні  $z_1 = 122$  та колеса  $z_2 = z_1 u = 122 \cdot 1 = 122$ , обчислюємо значення коефіцієнтів форми зубців:

$$Y_{F1} = Y_{F2} = 3,5.$$

Коефіцієнт впливу нахилу зубця в розрахунках на напруження зубців прямозубих коліс:  $Y_{\beta} = 1$ . Тоді маємо співвідношення для шестерні і колеса:

$$\frac{Y_F}{[\sigma_F]} = \frac{3,5}{116} = 0,03$$

та модуль зачеплення, який дорівнює:

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 1720 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1,013 \cos^2 0}{122^2 \cdot 0,2 \cdot 116}} \cdot 3,5 \cdot 1 = 3,63 \text{ мм.}$$

Одержане значення приводимо до стандарту:  $m = 4 \text{ мм.}$

Отримані значення дозволяють перейти до оцінки розрахункового модуля:

$$m' = m \sqrt{\frac{K'_{Fv} Y_S}{K_{Fv} Y'_S}}.$$

Для визначення коефіцієнта динамічності  $K'_{Fv}$  знайдемо колову швидкість  $v$  через діаметр ділильного кола:

$$d_{\omega} = mz = 4 \cdot 122 = 488 \text{ мм.} \quad (6.27)$$

Тоді розрахункова колова швидкість колес складає:

$$v = \frac{\pi d_{\omega} n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,4 \cdot 488 \cdot 28}{60 \cdot 1000} = 0,72 \text{ м/с.} \quad (6.28)$$

Цій величині швидкості відповідає необхідна степінь точності передачі – 9, що задовольняє раніше прийнятій степені точності. При цьому

$$K'_{Fv} = 1,018.$$

Коефіцієнт чутливості матеріалу до концентрації напружень  $Y_S = 0,92$ , тоді одержуємо величину модуля зачеплення:

$$m' = 3,63 \sqrt{\frac{1,018 \cdot 1}{1,013 \cdot 0,92}} = 3,8 \text{ мм.}$$

За стандартом приймаємо  $m = 4 \text{ мм.}$

Перевірочний розрахунок зубців за умовою міцності згину виконуємо за максимальним навантаженням.

Розрахункове напруження згину становить:

$$\sigma_{FM} = \sigma_F \frac{T_M}{T_1} \leq [\sigma_{FM}]. \quad (6.29)$$

Напруження згину в зубцях шестерні:

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} Y_{\beta} \frac{W_{Ft}}{m}, \quad (6.30)$$

де  $W_{Ft}$  – граничне розрахункове напруження визначається залежністю:

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$\varepsilon_{\alpha} = \left[ 1,88 - 3,2 \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta = \left[ 1,88 - 3,2 \left( \frac{1}{122} + \frac{1}{122} \right) \right] \cos 0 = 1,83.$$

Коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній дорівнює:

$$z_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_{\alpha}}{3}}; \quad z_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{4 - 1,83}{3}} = 0,85,$$

де  $K_{H\alpha} = 1$  – коефіцієнт поділу навантаження між зубцями;  $K_{H\beta} = 1,17$  – коефіцієнт консольного розміщення зубчастого колеса на роликівих опорах;  $K_{H\gamma} = 1,01$  – коефіцієнт динамічного навантаження. Підстановка параметрів дозволяє визначити  $\sigma_H$ :

$$\sigma_H = 1,76 \cdot 275 \cdot 0,85 \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 1720 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,17 \cdot 1,01 \cdot \frac{1+1}{1}}{98 \cdot 488^2}} = 289,5 \text{ МПа.}$$

Разом з тим, напруження від максимального навантаження становить:

$$\sigma_{HM} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_M}{T_1}} \leq [\sigma_{HM}]; \quad \sigma_{HM} = \sigma_H \sqrt{2} \leq [\sigma_{HM}];$$

$$\sigma_{HM} = 289,5 \cdot \sqrt{2} = 579 \text{ МПа};$$

579 МПа < 728 МПа – тобто умова міцності виконується.

Виконані розрахунки дозволяють визначити кінцеві параметри зубчастої передачі:

$$m = 4 \text{ мм}; \quad z = 122 \text{ мм}; \quad d_w = 488 \text{ мм}; \quad b = 98 \text{ мм.}$$

### 6.5. Визначення параметрів та підбір двигуна до ролика протягування плівки

Зусилля протягування плівки визначаємо методом обходу по контуру в незамкнутій системі (рис. 6.1.):

$$M = Gf_n \frac{d_0}{2} = 94 \cdot 0,08 \frac{0,03}{2} = 0,113 \text{ Нм}, \quad (6.34)$$

де  $d_0 = 30 \text{ мм}$  – діаметр вала, що утримує рулон.

Опір переміщенню обертання рулону складає:

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

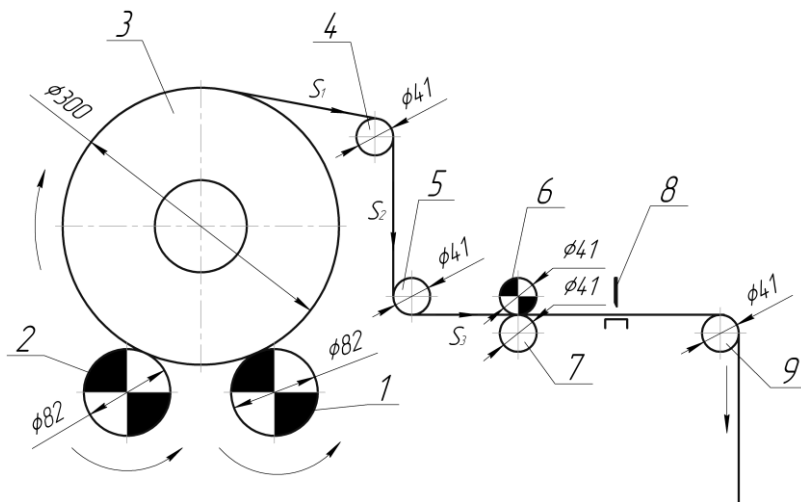


Рис. 6.1. Схема пристрою накидання плівки:

1, 2 – приводні ролики для обертання рулону плівки; 3 – рулон; 4, 5, 7, 9 – не-  
 приводні ролики; 6 – приводний ролик протягування плівки; 8 – ніж

$$S_1 = \frac{M}{R} = \frac{0,113}{0,15} = 0,87 \text{ Н}, \quad (6.35)$$

де  $R = 0,15$  мм – радіус рулону.

Опір тертя за Ейлером складає:

$$S_2 = S_1 e^{\alpha_1 f} = 0,87 e^{1,57 \cdot 0,35} = 1,5 \text{ Н}, \quad (6.36)$$

де  $\alpha_1 = \frac{90^\circ \cdot 3,14}{180^\circ} = 1,57$  рад – кут охоплення.

Коефіцієнт тертя змінюється в межах  $f = 0,3 \dots 0,4 = 0,35$ ;

Натяг на приводному ролику складає:

$$S_3 = S_2 e^{\alpha_2 f} = 1,5 e^{1,57 \cdot 0,35} = 2,6 \text{ Н}, \quad (6.37)$$

де  $\alpha_2 = \frac{90^\circ \cdot 3,14}{180^\circ} = 1,57$  рад.

Тоді силові дії і момент дорівнюють:

$$F = S_3; \quad F_t = \frac{F}{\eta} = \frac{2,6}{0,7} = 3,7 \text{ Н}; \quad M_{кр} = F_t \frac{d_p}{2}.$$

Визначаємо геометричний розмір ролика, який реалізує процес протягування плівки:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.69.ПЗ

$$d_p = \frac{60R \cdot 1000}{\pi n_p} = \frac{60 \cdot 0,15 \cdot 1000}{3,14 \cdot 70} = 41,001 \text{ мм},$$

де  $n_p = 70$  об/хв. – частота обертання ролика.

Остаточно приймаємо значення діаметра –  $d_p = 41 \text{ мм} = 0,041 \text{ м}$ .

Йому відповідає значення крутного моменту:

$$M_{кр} = 3,7 \frac{0,041}{2} = 0,076 \text{ Нм}.$$

Тоді потужність двигуна складає:

$$\omega = \frac{\pi n_p}{30} = \frac{3,14 \cdot 70}{30} = 7,3 \text{ рад/с};$$

$$N = \frac{M_{кр} \omega}{1000 \eta} = \frac{0,076 \cdot 7,33}{1000 \cdot 0,9} = 0,006 \text{ кВт}.$$

Вибираємо черв'ячний мотор-редуктор за каталогом:

- тип RMI 28;
- електродвигун  $N = 0,04$  кВт з частотою обертання  $n_d = 1400$  об/хв.;
- частота обертання вихідного валу  $n_b = 70$  об/хв.;
- передаточне число редуктора складає значення  $i = 20$ ;
- крутний момент на вихідному валу, що відповідає визначеній потужності і частоті обертання  $M_{кр} = 3,9$  Нм.

жності і частоті обертання  $M_{кр} = 3,9$  Нм.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. Розрахунок та підбір пневмоциліндрів

### 7.1. Визначення параметрів пневмоциліндра для притискання пакету

Процес обгортання пакет-піддона плівкою супроводжується його обертанням і виникненням відцентрових сил. Для забезпечення стійкості системи реалізується притискання з використанням пневмоциліндра.

Вихідні дані притискної плити:

- маса  $m$  20 кг;
- тиск в пневмосистемі  $P_1$  6 атм;
- тиск середовища  $P_2$  1 атм.

Для притискання пакету притискної плитою необхідне більше зусилля, ніж для піднімання притискної плити. Тому рівняння статичної системи (рис. 7.1) має вид, в якому присутні вага плити, зусилля притискання  $P_{пр}$  і реакція з боку опорного піддона  $N$ :

$$\sum X = N - mg - P_{пр} = 0,$$

звідки  $N = mg + P_{пр}$ ,

За технологічною вимогою прийнято значення  $P_{пр} = 300$  Н, тоді

$$N = 20 \cdot 9,81 + 300 = 496,2,$$

а зусилля, що розвивається пневмоциліндром

$$P_{пн} = P_{пр} = 300 \text{ Н.}$$

Визначення параметрів останнього здійснюємо за величиною  $P_{пр} = 300$  Н.

$$N = \frac{\pi d^2}{4} (P_1 - P_2). \quad (7.1)$$

При цьому  $P_{пр} = P_1 \frac{\pi}{4} (d_{ц} - d_{шт})$

з врахуванням діаметрів циліндра і штока.

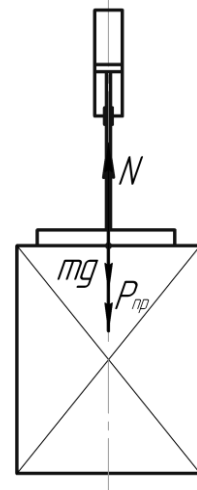


Рис. 7.1. Розрахункова схема сил для підбору пневмоциліндра

					ДП.69.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гаран М.Ю.			Розрахунок та підбір пневмоциліндрів	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник		Соколенко А.І.						
Т. контр.						НУХТ ПМ-4-1		
Н. контр.								
Затверд.								





зних значень кута  $\alpha$ :

$$M_p = P_{\text{пн}} h, \text{ якщо } \alpha = 45^\circ;$$

$$M_p = P_{\text{пн}} r, \text{ якщо } \alpha = 90^\circ;$$

$$P_{\text{пн}} = \frac{M_p}{h} = \frac{I\ddot{\varphi} + M_{\text{оп}}}{h};$$

$$P_{\text{пн}} = \frac{I\ddot{\varphi} + M_{\text{оп}}}{r}$$

$$P_{\text{пн}} = \frac{0,1089 \cdot 5,4 + 0,04}{0,071} = 8,6 \text{ Н};$$

$$P_{\text{пн}} = \frac{0,1089 \cdot 5,4 + 0,04}{0,1} = 6,16 \text{ Н}.$$

Визначаємо діаметр штоку пневмоциліндра для більшого зусилля:

$$d_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{4P_{\text{пн}}}{\pi(P_1 - P_2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,6}{3,14(0,6 - 0,1)}} \approx 5 \text{ мм}; \quad d_{\text{ст}} = 8 \text{ мм}; \quad (7.10)$$

$$P_{\text{пнст}} = \frac{0,6 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,008^2 + 0,04}{4} = 10,14 \text{ Н};$$

$$\frac{P_{\text{пн}}}{P_{\text{пнст}}} = \frac{8,54}{10,14} = 0,8$$

Отже вибираємо пневмоциліндр – 16N2A8A0160.

#### 7.4. Вибір пневмоциліндра механізму відрізання плівки

Маємо для розрахунку наступні вихідні дані:

*Маса рухомих частин,*

*здіяних в переміщеннях  $m$*                       *10 кг;*

*Радіуси обертання мас*                                       *$r = 0,2$  м;*

*$r_0 = 0,026$  м;*

*Тиск в пневмосистемі  $P_1$  і тиск в довкіллі  $P_2$  відповідають попередньому випадку*

Зусилля пневмоциліндра  $P_{\text{пн}}$  визначається з рівняння в результаті математичних перетворень на основі рівняння руху (рис. 7.4):

$$I\ddot{\varphi} = M_p - M_{\text{оп}}, \quad (7.11)$$

де  $I$  – момент інерції.

$$I = mr^2 = 10 \cdot 0,2^2 = 0,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad (7.12)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП.69.ПЗ



За відомих геометричних параметрів системи, маємо:

$$l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = 10 + 20 + 35 + 20 = 85 \text{ мм}; \quad (7.18)$$

$$B_1 = 1600 \text{ мм}; \quad h_1 = 2 \text{ мм.}$$

$$V_1 = 0,085 \cdot 1,600 \cdot 0,002 = 0,000272 \text{ м}^3;$$

$V_2 = l_5 B_2 h_2$  – об'єм пластини 5.

$$l_5 = 45 \text{ мм}; \quad B_2 = 1750 + 80 = 1830 \text{ мм}; \quad h_2 = 2 \text{ мм};$$

$$V_2 = 0,045 \cdot 1,830 \cdot 0,002 = 0,000165 \text{ м}^3.$$

$V_3 = l_1 B_1 h_3$  – об'єм пластини 6.

$$l_1 = 10 \text{ мм}; \quad B_1 = 1660 \text{ мм}; \quad h_3 = 2 \text{ мм};$$

$$V_3 = 0,010 \cdot 1,660 \cdot 0,002 = 0,000032 \text{ м}^3;$$

Звідси значення маси:

$$m = (0,000272 + 0,000165 + 0,000032) \cdot 7,8 = 3,6 \text{ кг.}$$

Для вибору пружини механізму відрізання плівки необхідно знайти відповідні силові дії  $P_1$  і  $P_2$  за попередніх і робочих деформацій.

Призначаємо робочий хід поршня  $h = 10 \text{ мм}$ .

Значення силових дій дорівнюють:

$$P_1 = \frac{mg}{2} = \frac{3,6 \cdot 9,81}{2} = 17,7 \text{ Н}; \quad (7.19)$$

$$P_{\text{пр}} = kmg = 1,35 \cdot 3,6 \cdot 9,81 = 47,62 \approx 50 \text{ Н.} \quad (7.20)$$

Оскільки у механізмі присутні дві пружини, то маємо:

$$P'_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{пр}}}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ Н}; \quad P'_{\text{пр}} = ch,$$

де  $c$  – жорсткість пружини, Н/мм визначена як відношення силової дії до деформації:

$$c = \frac{P_2 - P_1}{h}. \quad (7.21)$$

$$\text{Звідси} \quad P_2 - P_1 = ch = P'_{\text{пр}}; \quad (7.22)$$

$$P_2 = P'_{\text{пр}} + P_1 = 25 + 17,7 = 42,7 \text{ Н};$$

$$c = \frac{42,7 - 17,7}{10} = 2,5 \text{ Н/мм.}$$

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$\frac{P_p}{P_{рст}} = \frac{36,5}{47,1} = 0,77,$$

яке дозволяє вибрати пневмоциліндр марки 16N2A10A0020.

## 7.6. Визначення параметрів приводу механізму розтягування плівки

Кут нахилу витка плівки на пакет-піддон:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{500}{2200} = 0,227; \quad \alpha = \operatorname{arctg}0,227 = 12^\circ 47' 22'';$$

Довжина навантаженої полімерної стрічки (в розтягнутому стані), витраченої за одного обороту рами складає:

$$L' = \frac{1000}{\cos\alpha} = \frac{1000}{\cos 12^\circ 47' 22''} = 1025,44 \text{ мм};$$

$$L'' = \frac{1200}{\cos\alpha} = \frac{1200}{\cos 12^\circ 47' 22''} = 1230,53 \text{ мм}.$$

Сума попередніх довжин:

$$L = 2(1025,44 + 1230,53) = 4511,94 \text{ мм}.$$

Периметр розтягувального ролика складає:

$$P_2 = \pi d = 3,14 \cdot 120 = 376,8 \text{ мм}.$$

Кількість оборотів розтягувального ролика на один оборот рами становить:

$$n' = \frac{4511,94}{376,8} = 11,97 \text{ об};$$

Час одного обороту рами:

$$t = \frac{1}{28} = 0,0357 \text{ хв};$$

Частота обертання розтягувального ролика складе:

$$n = \frac{11,97}{0,0357} = 335,3 \text{ об/хв}.$$

Знайденим значенням параметрів відповідає співвісний мотор-редуктор АСФ 25/2 зі стандартними параметрами:  $n_1 = 1400$  об/хв./,  $n_2 = 347$  об/хв.,  $i = 4$ ,  $T_2 = 1,6$  Нм. Для забезпечення умов роботи гальмівного пристрою обирається додатковий двигун з частотою обертання ротора 1500 об./хв. Тип двигуна 71АТФ з параметрами:  $P_n = 0,25$  кВт,  $n_n = 1400$  об/хв.,  $\eta = 63$  %,  $m = 6,8$  кг.

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машин

Технологічне обладнання є найбільш важливою та відповідальною частиною в складі підприємства, що визначає його виробничий потенціал.

Це визначає важливість технічного обслуговування в забезпеченні працездатності обладнання, організації і якості виконання ремонтів плинних і капітальних.

До початку монтажу здійснюється зовнішній огляд машини, перевірку можливих пошкоджень при транспортуванні. Потім проводиться розконсервація і санітарна обробка, витирання та просушування. Оброблені поверхні деталей, які покриті захисним шаром мастила, промивають гасом і ретельно витирають.

Монтаж пристрою для обгортання пакет-піддонів здійснюється у відповідності до проекту цеха Встановлюють пристрій на підготовлений фундамент відповідно схемі лінії.

До місця монтажу машини підводяться енергетичні комунікації.

Монтаж пристрою здійснюється з витримкою горизонталі з додержанням орієнтації по головним осям. Далі встановлюються механізми і вузли, які були зняті при транспортуванні обладнання.

Щит керування встановлюється з можливістю візуального контролю роботи машини.

Налагодження розпочинається прокруткою рами машини в ручному режимі для перевірки відсутності можливого заклинювання.

Пробний запуск здійснюють на холостому ході з наступним етапом запуску під навантаженням 50 % від максимального.

Запуск машини на повну потужність здійснюється після перевірки на синхронність роботи всіх механізмів.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гаран М.Ю.</i>			<i>Монтаж, експлуатація та ремонт машини</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

Експлуатації машини супроводжується контролем роботи кожної її складової. Це стосується рами, пристрою фіксування та пристрою захоплення і відрізання плівки.

Відслідковується працездатність пневмосистеми на відповідність значень тиску повітря.

Технічне обслуговування (ТО) машини проводиться з метою підтримки її постійної працездатності і здійснюється по системі планово-попереджувальних ремонтів (ППР).

У планово-попереджувальний ремонт машини входять наступні види ТО:

- технічне обслуговування при використанні;
- періодичне технічне обслуговування (ТЕ);
- поточний ремонт (ПР);
- капітальний ремонт (КР);

Періодичність технічного обслуговування і ремонту:

- а) технічне обслуговування при використанні – щозмінне;
- б) періодичне технічне обслуговування – один раз на місяць;
- в) поточний ремонт – 1 раз у 3 місяці;
- г) капітальний ремонт – 1 раз у 4 роки.

Експлуатація пристрою супроводжується міжремонтним обслуговуванням, яке передбачає проведення перевірки джерел живлення, перевірки та регулювання натягу плівки, механізму розмотування плівки, ланцюгів передач, надійності встановлення каретки.

Поточний ремонт забезпечує нормальну експлуатацію машини і проводиться на місці установки обладнання. Полягає поточний ремонт в усуненні несправностей шляхом заміни або відновлення окремих складових деталей, а також в регулювальних роботах. Цей ремонт проводиться за часткової розборки машини.

Середній ремонт полягає у відновленні експлуатаційних характеристик машини і перевірці технічного стану інших складових частин для усунення виявлених несправностей.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Капітальний ремонт проводиться відповідно до попередньо утвердженого графіка ППР на місці експлуатації машини.

Капітальний ремонт містить у собі наступні роботи:

- а) подетальна розборка складальних одиниць механізмів машини;
- б) оцінка стану і дефектація з наступною заміною деталей і складальних одиниць механізмів машини;
- в) оцінка стану і дефектація з наступною заміною елементів електроустановки і електромонтажу машини;
- г) виготовлення на підприємстві-виготовлювачі машини необхідних складальних одиниць і деталей;
- д) оцінка стану і дефектація з наступною заміною покупних виробів (кранів, вентилів, пневмоапаратури, електроапаратури, підшипників, ущільнень, кріпильних виробів тощо);
- е) повне відновлення гальванічних і лакофарбових покриттів;
- ж) збирання, налагодження, регулювання механізмів машини в цілому;
- з) проведення іспитів в обсязі, визначеному в технічних умовах на машину.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 9. Технологія машинобудування

Завданням машинобудування є виготовлення технологічних машин різного призначення, які використовуються в галузях народного господарства і, у тому числі, для потреб харчової промисловості. Результати роботи галузей промисловості в значній мірі визначаються рівнем досконалості технологічних машин, що визначає важливу роль машинобудування.

Важливими складовими розвитку машинобудування є наступні тенденції, що стосуються підвищення продуктивності та обмеження потужності машин. Значна роль приділяється підвищенню швидкохідності і рівномірності ходу складових ланок пристроїв, підвищенню коефіцієнта корисної дії обладнання. Значення продуктивності машин у значній мірі визначається системою керування і автоматизації робочих циклів.

Стосовно всякої машини важливе значення має точність у виконанні технологічних операцій, точність позиціонування робочих органів і оброблюваних виробів, а виготовлення машин має супроводжуватись максимально можливим рівнем стандартизації та взаємозамінності вузлів і деталей пристроїв. Значення має зручність і безпека обслуговування автоматів. Мають витримуватися умови обмежень максимальної площі, що займає машина, умови сусідства, обмеження загальної маси, яка враховується при визначенні питомої маси.

Кінцевим продуктом стадії виробництва є виріб, призначений для реалізації технічних і технологічних завдань на підприємстві-споживачі.

Кожна машина є сукупністю різних деталей, які використовуються без операцій збирання, у зв'язку з цим складальна одиниця визначається як виріб, елементи якого з'єднуються між собою в умовах виготовлення за рахунок складальних операцій.

Машинобудівне підприємство у своїй діяльності ґрунтується на використанні оборотних засобів, які повинні забезпечувати безупинний колообіг з вра-

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Таран М.Ю.</i>			<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Архив</i>
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

хуванням грошових та матеріальних ресурсів.

В умовах ринкових відносин кожне підприємство змушене враховувати попит на свою продукцію і вивчати доцільність співвідношень між собівартістю продукції та оптово-відпускними цінами реалізації.

Питомі витрати, які стосуються заробітної плати відповідають необхідній кваліфікації робітників. Використовуються різні заходи щодо підвищення продуктивності праці та використання сучасного технологічного обладнання машинобудування. Важливим напрямком зниження собівартості є уточнені розрахунки щодо динамічних і статичних навантажень деталей в окремих умовах. Такий підхід обмежує припуски і зменшує витрати матеріалу, а режими в технологічних процесах виготовлення забезпечують підвищення продуктивності в цих процесах. Важлива роль при цьому належить системам управління на рівні комп'ютерних технологій, широке впровадження яких, забезпечує покращення всіх складових виготовлення деталей.

### **Аналіз деталей машин на технологічність**

Технологічність всякої деталі відповідає певному переліку запитів. При цьому мається на увазі як основні показники базового варіанта, так і додаткові. При цьому створена методика кількісної оцінки технологічності виробу, яка забезпечує технологічність конструкції.

До технологічних задач, які мають бути забезпечені за виготовлення деталі "Зірочка", що використовується у складі ланцюгової передачі, відносяться: конструкція повинна забезпечити входу і виходу інструмента під час обробки; оптимальні мінімізовані розміри; точний посадочний отвір.

У більшості випадків базою для створення деталі слугує литво або штамповка.

За технологічні бази в процесах роботи є необроблені торці деталей та необроблені циліндричні поверхні, які використовуються в наступних операціях.

Деталь "Зірочка" має просту просторову форму, яка забезпечується обробкою у відповідності до технологічного завдання.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Обґрунтування і вибір технологічних баз

Базуванням називають процес надання заготовці необхідного положення, що відповідає розташуванню інструмента або частин верстата. Ця процедура стосується обмеження 6 ступенів вільності, які відповідають розташування деталі у просторі.

Якість обробки деталей в значній мірі визначається вибором обраних баз. Невиконання цієї умови веде порушень в обробці поверхонь, супроводжується нерівномірними припусками і приводить до браку.

Вилучення останнього в процесах виготовлення деталей має супроводжуватися наступним, що стосується досягнення максимальної точності у взаємних положеннях поверхонь, які використовуються в якості технологічних баз, вибором поверхонь і осей деталей, відносно яких забезпечується положення конструктивних поверхонь в даних переходах.

Технологічними базами вибираються поверхні або осі, які є головним орієнтиром інших поверхонь за даних операцій.

Важливим є принцип постійності при виборі баз на всіх технологічних операціях, а також принцип досягнення максимальної кількості операцій, що виконуються з одної установки.

Важливим напрямком покращення загальних результатів є максимальне збільшення розміру технологічних баз або реалізація спеціальних баз. Постійні бази як початок наступної обробки створюється на першій або двох перших операціях.

За чернові бази обираються поверхні, які не підлягають обробці.

## Матеріал деталі та його характеристика

Деталь "Зірочка" може бути виготовлена з різних матеріалів, у нашому випадку вибрана сталь 30ХГСА. Це конструкційна сталь, яка витримує ударні навантаження, має високі температури плавлення, низьку рідинотекучість та значну ливарну усадку. Названі недоліки приводять до утворення ливарних

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Оскільки за розміром по кресленню маємо 6,025 мм:

$$Z_{\min} = Z_{\min i} - 1 - Z_{\min i}.$$

Величини допусків переходів відповідають вибору їх в табличних квалітетах точності.

Для протягування JS12 = 180 мкм.

Калібрування JS9 = 4 Змкм.

Графа 10 заповнюється по розрахункам розмірів, заокругленим до точності допуску.

Найменші розміри отримують з найбільших попередніх розмірів з розрахунком допусків відповідних переходів:

$$Z_{\max} = Z_{\max i} - 1 - Z_{\max i}.$$

Різниця найбільших граничних відхилень та попередніх переходів відповідає мінімальному значенню припуску  $Z_{\min}$ ;  $Z_{\max}$  – різниці найменших граничних розмірів.

Визначаємо суму мінімальних і максимальних припусків:

$$Z_{\min} = Z_{\min 1} + \dots + Z_{\min N} = 838 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max} = Z_{\max 1} + \dots + Z_{\max N} = 1000 \text{ мкм}.$$

Наступною операцією є визначення поля допуску розміру. В системі отвору маємо:

$$H12 - H9 = 162 \text{ мкм}.$$

Вірність перевірки визначаємо залежністю:

$$H12 - H9 = Z_{\max} - Z_{\min};$$

$$162 = 162, \text{ тобто припуск розрахований вірно.}$$

### **Розрахунок режимів різання**

#### ***10.1. Токарна операція характеризується наступним:***

##### Перехід 10.1. Підрізати торець 1.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні  $t = 52 - 50 = 2$  мм.

Подача з табл. №17  $S = 0,75 \dots 1$  мм/об. Отриманні значення параметрів порівнюються з паспортними даними верстата і остаточно приймається:

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S = 0,75 \text{ мм/об.}$$

Швидкість різання за даними табл. № 20 становить:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,75^{0,2}} = 131,41 \text{ м/хв.}$$

Останній відповідає потрібна частота оборотів шпинделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 131,41}{3,14 \cdot 50} = 837,9 \text{ об/хв.}$$

За одержаними значеннями приймаємо найближчу меншу частоту оборотів шпинделя верстата  $n_B = 1000 \text{ об/хв.}$ , яка забезпечує на рівні дійсну швидкість різання:

$$V_D = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 100}{1000} = 157,8 \text{ м/хв.}$$

При цьому розрахункова довжина оброблення складає:

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 50 + 2 + 2 = 54 \text{ мм,}$$

де  $l_{\text{ДЕТ}} = 50 \text{ мм}$  – довжина деталі;

$l_1 = 2 \text{ мм}$  – підвід інструменту;

$l_2 = 2 \text{ мм}$  – врізання інструменту;

$l_3 = 0 \text{ мм}$  – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу;

$$t_0 = \frac{L}{n_B S} = \frac{54}{1000 \cdot 0,75} = 0,072 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу;

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв,}$$

де  $t_1 = 0,11 \text{ хв.}$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленим різцем по упору (табл. 26);

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}$  – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_3 = 0,7 \text{ хв}$  – заміна різця.

Перехід 010.2 Точити пов. 2.

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нехтуючи припуском під шліфування, приймаємо глибину різання:

$$t = \frac{82 - 80}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Подача  $S = 0,75 \dots 1$  мм/об. (табл. №17). Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S_B = 0,75$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання (табл. 20):

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,75^{0,35}} = 165,6 \text{ м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 165,6}{3,14 \cdot 80} = 656,4 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B = 750$  об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V_D = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 750}{1000} = 145,2 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 10 + 1 + 2 = 13 \text{ мм,}$$

де  $l_{\text{ДЕТ}} = 10$  мм – довжина деталі;

$l_1 = 2$  мм – підвід інструменту;

$l_2 = 1$  мм – врізання інструменту;

$l_3 = 0$  мм – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу:

$$t_0 = \frac{L}{n_B S} = \frac{13}{750 \cdot 0,75} = 0,069 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв.,}$$

де  $t_1 = 0,11$  хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору;

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подачі;

$T_3$  – заміна різця.

### Протягування 30

Перехід 30.1 Протягнути паз 6JS9,  $l = 50$  мм.

Нехтуючи припуском під шліфування, приймаємо глибину різання  $t = 1 - 3$  мм.

Подача  $S = 0,75 \dots 1$  мм/с (табл. 17). Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S = 0,8$  мм/с.

Визначаємо швидкість різання табл. 20:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} = 112,54 \text{ м/хв.}$$

Дійсна швидкість різання при протягуванні визначається розрахунковою довжиною переходу:

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 50 + 1,05 + 17 = 68,05 \text{ мм,}$$

де  $l_{\text{ДЕТ}} = 50$  мм – довжина деталі;

$l_1 = 17$  мм – хвостовик інструменту;

$l_2 = 1,05$  мм – врізання інструменту;

$l_3 = 0$  мм – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу:

$$t_0 = \frac{L}{n_B S} = \frac{68}{112,54} = 0,7 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв.,}$$

де  $t_1 = 0,11$  хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору;  $t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;  $T_3$  – зняття протяжки.

**Фрезерна операція.** Виготовлення зубців зірочки здійснюється операцією фрезерування з завданням:

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

020 Фрезерувати зубці  $z = 10$ , витримавши розмір  $R = 25$ .

Задаються: глибина –  $t = 25$  мм, ширина  $B = 25$  мм., яким відповідають геометричні дані інструменту (довідник):

модульна фреза:  $D_{\phi} = 60$  мм, число зубців  $Z = 25$  шт.

$S_z = 0,08 \dots 0,15$  мм/зуб; приймаємо  $S_z = 0,1$  мм/зуб.

Використовуємо емпіричну формулу швидкості різання сталі:

$$V_p = \frac{53,0 D_{\phi}^{0,45}}{T^{0,33} t^{0,5} S_z^{0,5} B^{0,1} Z^{0,1}} = \frac{53,0 \cdot 60^{0,45}}{60^{0,33} \cdot 3,75^{0,5} \cdot 0,1^{0,5} \cdot 60^{0,1} \cdot 4^{0,1}} = 36,5 \text{ м/хв.},$$

де  $T = 60$  хв. – стійкість фрези (табл. 35);

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 36,5}{3,14 \cdot 60} = 193,7 \text{ об/хв.}$$

Узгоджуємо  $n_p$  з паспортними характеристиками верстату 6P13 і приймаємо  $n_b = 250$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_{\phi} n_b}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 250}{1000} = 18,84 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{xb} = S_z n_b \cdot z;$$

$$S_{xb} = 0,1 \cdot 25 \cdot 250 = 625 \text{ мм/хв.}$$

Із паспортних характеристик верстату 6P13 приймаємо  $S_{xb} = 400$  мм/хв.

Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2;$$

$$L_p = 9 + 2 + 14 = 25 \text{ мм,}$$

де  $L_1 = 2 \dots 3$  мм – підвід інструменту;

$L_2 = 9$  – врізання і перебіг, який залежить від типу фрези.

Основний час на перехід:

$$T_o = L_p / S_{xb};$$

$$T_o = 25 / 400 = 0,06 \text{ хв.}$$

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допоміжний час:

$$T_d = t_y + t_d;$$

$$t_y = t_{y1} + t_{y2},$$

де  $t_{y1} = 0,3$  хв. – час на установлення деталі масою до 0,5 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа (табл. 37);

$t_{y2} = 0,06$  хв. – час на очищення місця установки деталі від стружки (табл. 37).

$$t_y = 0,3 + 0,06 = 0,36 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1600 мм, автоматичним переміщенням, установленим на розмір,  $t_d = 0,09$  хв. (табл. 38). Тоді

$$T_d = 0,36 + 0,09 = 0,45 \text{ хв.};$$

Оперативний час:  $T_{оп} = T_o + T_d;$

$$T_{оп} = 0,06 + 0,45 = 0,51 \text{ хв.};$$

Штучний час:  $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер},$

де  $T_{об} = 0,045T_{оп}$  і  $T_{пер} = 0,06T_{оп}$  – відповідно, допоміжний час на обслуговування робочого місця і на відпочинок та природні потреби, що розраховуються у відсотках оперативного часу (табл. 36):

$$T_{шт} = 0,51 + 0,045 \cdot 0,51 + 0,06 \cdot 0,51 = 0,56 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n},$$

де  $T_{пз}$  – підготовчо-завершувальний час, що згідно з табл. 36 визначається як сума часу налагодження верстата (при кріпленні в лещатах з двома болтами кріплення – 19,3 хв.) та на одержання наряду, інструментів, пристроїв – 7 хв.:

$$T_{пз} = 19,3 + 7 = 26,3 \text{ хв.}$$

Тоді

$$T_k = 0,56 + 26,3/150 = 0,73 \text{ хв.}$$

Норма виробітку (кількість деталей за годину):

$$N = \frac{60}{T_k}.$$

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За формулою визначаємо

$$N = 60/0,73 \approx 82 \text{ деталі.}$$

**Конструювання, розрахунок та принцип дії верстатного пристосування для протягувальної операції**

У відповідності до завдання для здійснення операції 015 пропонуємо спеціальне пристосування для протягувальної операції.

Пристосування відповідає наступному принципу дії: розташування деталі здійснюється на точній площині з вставленим адаптером для виконання протягувального інструменту з забезпеченням посадки з натягом.

Опорна база поверхні закріплена в основу, що розміщується на верстаті спеціальними пальцями і кріпиться за рахунок УЗП. Протяжка забезпечує центрування заготовки і відповідне притискання за рахунок дії значних сил стискання.

Розрахунок такого пристосування зводиться до підбору подачі на верстаті СГП12, яку вибираємо – 0,06 м /с.

					ДП.69.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10. Охорона праці

Законодавство України про охорону праці – це система взаємопов'язаних нормативних актів, що регулюють відносини у галузі реалізації державної політики щодо правових, соціальних, економічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Воно складається з загальних Законів України та спеціальних законодавчих актів.

Загальними Законами України, що визначають основні положення з охорони праці є Конституція України, Кодекс законів про працю, а також закони України: "Про охорону праці", "Про загальнообов'язкове державне соцстрахування від нещасних випадків та профзахворювань", "Про пожежну безпеку", "Про об'єкти підвищеної небезпеки", "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення".

Основним законом, що гарантує права громадян на безпечні і нешкідливі умови праці, є Конституція України: "...людина, її життя і здоров'я, недоторканість та безпека визначаються в Україні найвищою соціальною цінністю" (ст. 3); кожен має право на належні, безпечні та здорові умови праці (ст. 43); громадяни мають право на соціальний захист, що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника (ст. 46); права і свобода людини захищаються судом (ст. 55).

### Шкідливі і небезпечні фактори у відділенні

В даному дипломному проекті передбачається реконструкція пакетоформуальної машини для обтягування транспортних пакетів розтягнутою плівкою. Встановлювати дану машину можливо на кінцевій операції в лініях виробництва різної харчової продукції. На цій ділянці в цеху необхідно здійснювати заходи щодо попередження випадків травматизму, професійних захворювань

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Охорона праці</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Гаран М.Ю.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		



- 3) шум;
- 4) механічні травми;

### ***Запиленість виробничого приміщення***

Запиленість виробничого приміщення регламентується ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ "Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги" та ГОСТ 12.1.016-79 ССБТ "Повітря робочої зони. Вимоги і методика вимірювання концентрації шкідливих речовин".

При експлуатації пакетоформуальної машини для обтягування транспортних пакетів полімерною розтягнутою плівкою рівень запиленості буде дуже низьким, так як поліетилентерефталат не є крихким матеріалом і під час його застосування практично не утворюється пил.

### ***Вентиляція***

Одним з ефективних засобів нормалізації повітря у приміщенні є вентиляція. Вентиляція – це обмін повітря, завдяки якому забруднене повітря виводиться з приміщення, і вводиться свіже зовнішнє або очищене повітря. До вентиляції ставляться наступні вимоги:

- кількість проточного повітря за одиницю часу повинна відповідати кількості витяжного повітря.
- правильне розташування приточних та витяжних завіс, тобто: свіже повітря має подаватися на ділянки, де концентрація шкідливих речовин менша, а видалятися – де концентрація більша.
- вентиляція не повинна створювати перегрівання або охолодження працюючих.
- вентиляція має бути пожежовибухобезпечною.

Ножовий пристрій має місцеву витяжну вентиляцію, приміщення загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію.

### ***Вібрація***

При роботі обладнання для пакування, як і при роботі будь-якого іншого

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

обладнання виникають вібрації. Джерелом вібрації можуть виступати, як двигуни, окремі вузли так і машина вцілому.

Гігієнічне нормування вібрації регламентує параметри виробничої вібрації і правила роботи з обладнанням, що є джерелом вібрації, ГОСТ 12.1.012-2004 "Вібраційна безпека. Загальні вимоги", 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) "Вібрація і удар. Вимірювання загальної вібрації і оцінка її впливу на людина. Частина 1. Загальні вимоги", ГОСТ 31191.2-2004 (ИСО 2621-2:2003) "Вібрація і удар. Вимірювання загальної вібрації і оцінка її впливу на людину. Частина 2. Вібрація всередині будівель». Санітарні норми СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Виробнича вібрація, вібрація в приміщеннях жилих і суспільних будівель". Документи встановлюють: класифікацію вібрацій, методи гігієнічної оцінки, нормовані параметри і їх допустимі значення.

При роботі пакувальних пристроїв на фундаменти передаються великі горизонтальні динамічні навантаження, які є небезпечними для будівельних конструкцій. У зв'язку з цим фундаменти для пакувальних машин зазвичай виготовляють з монолітного залізобетону.

Відповідно вібробезпечні умови праці повинні бути забезпечені:

- застосуванням вібробезпечних машин;
- застосуванням засобів віброзахисту, що знижують дію вібрації на робітників на шляху розповсюдження (віброізоляція, віброгасіння, вібродемпфери);
- проектними рішеннями технологічних процесів та промислових приміщень, які забезпечують гігієнічні норми вібрації на робочих місцях;
- організаційно-технічними заходами;
- застосуванням засобів індивідуального захисту(рукавиці, спеціальне взуття, наколінники, нагрудники, пояси, спеціальні костюми).

### ***Шумове забруднення виробничого приміщення***

Формування та пакування пакетів розтягнутою плівкою супроводжується утворенням значного шумового забруднення, що виникає при вібрації дета-

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

*ДП.69.ПЗ*

лей обладнання.

Нормовані параметри шуму на робочих місцях визначені ГОСТ 12.1.003-83 "Шум. Загальні вимоги безпеки" з доповненнями в 1989 р. і Санітарними нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на робочих місцях, в приміщеннях жилих, суспільних будівель і на території жилої забудови".

Для зменшення шумового впливу на обслуговуючий персонал розглядаються такі методи:

- зниження шуму, що виникає при роботі обладнання. Для цього на етапі розробки конструкції машини: вибирають оптимальну товщину стінок, посилюють ізолюючі елементи, застосовують еластичні з'єднання окремих деталей з корпусом, встановлюють ножові пристрої на пружних елементах. На етапі експлуатації машини: проводять своєчасне змащування поверхонь, що труться, проводять своєчасну заміну підшипників і усунення несправностей.
- боротьба з проникністю шуму, для чого застосовують звукоізолюючі загороджувачі, пульти керування і робочі зони не розташовують в безпосередній близькості з пристроєм.
- застосування засобів індивідуального захисту.

### ***Освітлення виробничого приміщення***

Фактором, що визначає сприятливі умови праці, є раціональне освітлення робочої зони. Коли правильно розраховано і підбрано освітлення виробничих приміщень, очі працюючого протягом тривалого часу зберігають здатність добре розрізняти предмети і знаряддя праці. Такі умови освітлення сприяють зниженню виробничого травматизму і професійного захворювання очей.

Природне освітлення виробничих приміщень може здійснюватися світлом неба або прямим сонячним світлом через світлові прорізи (вікна) в зовнішніх стінах або через ліхтарі (аераційні, зенітні), що встановлені на покрівлях виробничих будівель. Залежно від вимог технологічного процесу можуть бути застосовані такі види природного освітлення:

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- бокове одностороннє або двостороннє, коли світлові отвори (вікна) знаходяться в одній або в двох зовнішніх стінах.
- верхнє, коли світлові отвори (ліхтарі) знаходяться у верхньому перекритті будівлі.
- комбіноване, коли застосовується одночасно бокове і верхнє освітлення.

Згідно з вимогами ДБН В.2.5.-10-2006 "Природне і штучне освітлення. Норми проектування", в приміщеннях із постійним перебуванням людей в них повинно бути передбачене природне освітлення.

В якості джерел штучного освітлення широко використовують лампи розжарювання та газорозрядні лампи.

Лампи розжарювання відносяться до теплових джерел світла. Під дією електричного струму нитка розжарювання (вольфрамовий дріт) нагрівається до високої температури і випромінює потік променевої енергії. Газорозрядні лампи внаслідок електричного розряду в середовищі інертних газів і парів металу та явища люмінесценції випромінюють світло оптичного діапазону спектру.

### ***Техніка безпеки***

Безпечна робота може бути забезпечена шляхом дотримання вимог нормативних документів по техніці безпеки.

Підприємство, що експлуатує даний пристрій, назначає відповідальних за безпечне проведення робіт.

Перед початком роботи необхідно перевірити:

- відсутність сторонніх предметів на елементах ножового пристрою, що обертаються;
- наявність захисного кожуха на елементах пристрою, що обертаються і надійного його закріплення;
- електропроводку на наявність пошкоджень;
- відсутність сторонніх предметів на робочих органах пристрою;
- відсутність механічних пошкоджень на валах і робочих органах;
- наявність заземлення.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забороняється:

- завантажувати в пристрій матеріал з міцністю вище допустимої;
- до досягнення максимального числа обертів пристроєм, завантажувати матеріал;
- під час роботи ножового пристрою, проводити ремонтні роботи;
- запускати пристрій під час проведення ремонтних робіт і обслуговування;
- проводити ремонт пристрою персоналом, що не має певної категорії допуску;
- запускати пристрій при виявленні дефектів до їх усунення.

Для покращення умов праці запропоновані наступні заходи:

- встановлення сучасної вентиляції, опалення та кондиціонування повітря;
- вдосконалення засобів індивідуального захисту;
- акустична обробка стелі виробничих приміщень звукопоглинаючим матеріалом.

Аналіз організаційно-економічного механізму реалізації проекту показав доцільність проекту до впровадження в практичній діяльності підприємства, також істотним фактом є те, що впровадження такого комплексного проекту спрямоване в першу чергу на працівників і покращання умов їх праці.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

Виконаний дипломний проект стосується одного з варіантів вирішення задачі реконструкції машини для скріплення транспортних пакетів розтягнутою полімерною плівкою.

Аналіз і результати розрахунків приводять до висновку про можливість і доцільність виконання проектування технологічної машини з підвищенням її продуктивності і забезпеченням поставлених енергоекономічних показників. При цьому передбачено використання системи управління в автоматичних циклах роботи машини, проте з можливістю в режимах наладки переходити до ручних режимів, які забезпечують обмежені значення кінематичних параметрів для уточнення показників перехідних процесів і безпечні умови праці оператора пристрою.

Для реалізації приводів пропонується використання електричних пневматичних двигунів та мікропроцесорної техніки з комп'ютерним контролем перебігу всіх операцій.

Використання стретч-плівки обмеженої товщини для скріплення пакетів забезпечує його міцність та захист від впливу навколишнього середовища.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Таран М.Ю.</i>			<i>Висновки</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

## Література

1. Гава О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання в 3 кн. / 3 кн. Обладнання для обробки транспортних пакетів / За ред. А.П. Беспалька. Київ: ІАЦ «Упаковка», 2006. 96 с.
2. Margolis J.M. Engineering thermoplastics: properties and applications. – New York: Marcel Dekker, 1985. 400 p.
3. <http://www.unipack.ru/marketing>.
4. Пальчевський Б.О., Валецький Б.П. Пакування великогабаритних вантажів. // Упаковка. 2004. № 1. С. 18-19.
5. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин: Підручник. К.: Наукова думка, 2002. 660 с.
6. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» / Укладач: А.П. Беспалько, О.М. Гавва, С.В. Токарчук. Київ: НУХТ, 2010 р. 15 с.
7. Проектування пакувального обладнання із мехатронних модулів / Якимчук М.В., Гавва О.М., А. П. Беспалько та ін. Київ: Видавництво "Сталь", 2017. 515 с.
8. Мехатроніка – шлях розвитку пакувальних машин IV та V поколінь / М.В. Якимчук, О.М. Гавва // Упаковка. 2015. № 5. С. 38-41.
9. Б.П. Валецький. Розрахунок параметрів механізму стягування пакета // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Луцьк, 2009. Вип. №26 С. 27-33.
10. Харламов С.В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. Л.: Агропромиздат, 1991. 256 с.
11. Пакетоформирующие машины / П.П. Кривопляс, А.А. Кукибный, А.П. Беспалько и др. М.: Машиностроение, 1982. 239 с.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Таран М.Ю.</i>			<i>Література</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Соколенко А.І.</i>						
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								





36. Иванченко Ф.К., Красношапка В.А. Прикладные задачи динамики машин. К.: Вища школа, 1983. 200 с.
37. А.П. Беспалько, О.М. Гавва, С.В. Токарчук. Термоусаджувальна та розтягувальна плівки у пакуванні. Що вибрати? // Упаковка. № 4,. 2015. С. 37-41.
38. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Обладнання для групового пакування. К.: ІАЦ «Упаковка», 2007. 136 с.
39. Попов С. В., Бучинський М. Я., Гнітько С. М., Чернявський А.М. Теорія механізмів технологічних машин: підручник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Харків: НТМТ, 2019. 268 с.

					<i>ДП.69.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		