

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)

Сергій БЛАЖЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » 20 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: Модернізація машини для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою ротаційним способом продуктивністю до 60 пакетів за годину.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

СОКОЛЮК Даниїл Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник: к.т.н., доц. ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ Костянтин Вікторович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Др. Олександр Володимирович

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

Варвара Іванівна

(ім'я та прізвище)

(підпис)

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

Здобувач

(підпис)

Київ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (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

 Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА

« 10 » 04 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Соколюк Даниїл Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація машини для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою ротаційним способом продуктивністю до 60 пакетів за годину. керівник к.т.н., доц. Васильківський Костянтин Вікторович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «10» 04 2025 року № 218-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 02 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Машина для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою; 2. Вид ємності – транспортні пакети 3. Змінна продуктивність 60 уп/год.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.Анотація; 2.Вступ; 3.Літературний огляд, 4.Техніко-економічне обґрунтування, 5.Опис пропозиції, 6.Розробка технологічної схеми, 7.Розробка циклограми машини;8.Розрахунок машини 9. Технологія машинобудування; 10.Монтаж; 11.Охорона праці; Висновки; Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1 лист – Машина для скріплення транспортних пакетів



2 лист – Механізм переміщення каретки

3 лист – Пристрій накидання плівки

4 лист – Технологічна схема

5 лист – Розробка технологічного процесу виготовлення ключової деталі

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех.маш.	Бойко Юрій Іванович		

7. Дата видачі завдання 10 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

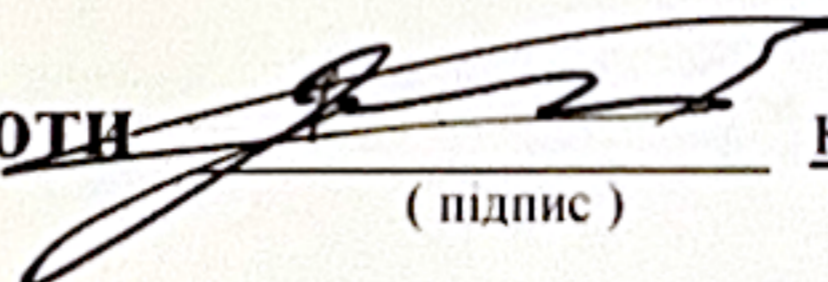
№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація	08.04.25	
2	Вступ	09.04.25	
3	Літературний огляд	14.04.25	
4	Актуальні задачі	24.04.25	
5	Техніко-економічне обґрунтування проекту	24.04.25	
6	Конструкція і принцип роботи автомату	29.04.25	
7	Циклограма машини	06.05.25	
8	Розрахунок основних вузлів машини	06.05.25	
9	1 лист	07.05.25	
10	2 лист	14.05.25	
11	3 лист	17.05.25	
12	4 лист	22.05.25	
13	5 лист	26.05.25	
14	Монтаж	26.05.25	
15	Опис блоку управління	26.05.25	
16	Вимоги охорони праці	26.05.25	
17	Висновки	27.05.25	

Здобувач


(підпис)

Даниїл СОКОЛЮК
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

к.т.н., доц. Костянтин ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

10. 04. 2025

Зміст

Анотація.....	3
Вступ.....	5
1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	8
2. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	18
3. ОПИС ПРОПОЗИЦІЇ. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ.....	19
4. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	24
5. РОЗРОБЛЕННЯ ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ МАШИНИ.....	26
6. РОЗРАХУНОК МАШИНИ.....	28
7. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ.....	48
7. МОНТАЖ.....	57
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
Висновок.....	69
Список використано літератури.....	70

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва Зміст	621.КР.ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Моєа U	Аркуш

Анотація

Тема дипломного проєкту присвячена модернізації машини для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою з використанням ротаційного способу. Такий тип обладнання є ключовим елементом автоматизованих пакувальних ліній, особливо на завершальних етапах фасування продукції, зокрема в харчовій та напоївній промисловості, де широко використовуються ПЕТ-пляшки.

Метою проєкту є удосконалення конструкції машини з метою підвищення її продуктивності до 60 пакетів на годину, зниження енерговитрат та покращення надійності функціональних механізмів.

Ключовою конструктивною особливістю модернізованої машини є фіксоване положення транспортного пакету під час обмотування. Це дозволяє суттєво знизити енерговитрати за рахунок меншої потужності приводів каретки, а також спрощує конструкцію механізмів розмотування та утримання плівки.

Машини такого типу мають широке застосування на підприємствах, що потребують автоматизації фінальних етапів пакування, і є невід'ємною частиною логістичних процесів на сучасному виробництві.

Ключові слова: продуктивність, ПЕТ-пляшка, стретч-плівка, модернізація машини, пакувальні лінії.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва Анотація	621.КР.ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова U	Аркуш

Annotation

The topic of the diploma project is dedicated to the modernization of a machine for fastening transport packages with stretch film using the rotary method. This type of equipment is a key element of automated packaging lines, especially at the final stages of product packaging, in particular in the food and beverage industry, where PET bottles are widely used.

The goal of the project is to improve the design of the machine in order to increase its productivity to 60 packages per hour, reduce energy consumption and improve the reliability of functional mechanisms.

The key design feature of the modernized machine is the fixed position of the transport package during wrapping. This allows for a significant reduction in energy consumption due to lower power of the carriage drives, and also simplifies the design of the film unwinding and holding mechanisms.

Machines of this type are widely used in enterprises that require automation of the final stages of packaging, and are an integral part of logistics processes in modern production.

Keywords: productivity, PET bottle, stretch film, machine modernization, packaging lines.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Васильківський К.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i> Соколюк Д.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	621.КР.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> U	<i>Аркуш</i>

Вступ

Сучасна пакувальна галузь демонструє високий рівень технічного розвитку та автоматизації, що проявляється у великому розмаїтті пакувального обладнання, зокрема машин для скріплення транспортних пакетів. Ці машини є невід'ємним елементом пакувального процесу, особливо на завершальних етапах виробництва, де формується групова тара для транспортування продукції. Особливу актуальність вони мають для харчової промисловості, зокрема для підприємств, що займаються розливом пива та безалкогольних напоїв у ПЕТ-пляшки. Водночас їх застосування поширюється й на інші галузі промисловості, включаючи виробництво побутової хімії, косметики та будівельних матеріалів.

На сьогоднішній день машини для скріплення полімерними плівками, зокрема стретч-плівками, набули широкого застосування завдяки своїй універсальності, економічності та здатності формувати надійне пакування без потреби у термоусадці. Найбільш поширеними є машини, що реалізують два принципи роботи: обертання пакета при нерухомій подачі плівки або, навпаки, фіксація пакета з обертанням навколо нього механізму з плівкою. Останній варіант, тобто ротаційне скріплення нерухомого пакета, має низку переваг — він дозволяє зменшити енергоспоживання, покращити стабільність пакувального процесу та мінімізувати навантаження на транспортну систему підприємства.

У рамках даного дипломного проєкту розглянуто модернізацію машини для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою ротаційним способом із продуктивністю до 60 пакетів за годину. Об'єктом удосконалення є конструкція машини, яка передбачає нерухоме положення пакета під час обмотування. Такий підхід дозволяє зменшити енерговитрати на приводи та спростити конструкцію механізмів переміщення каретки,

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва Вступ	621.КР.ПЗ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова У	Аркуш	

утримання та розмотування плівки. В результаті модернізації очікується підвищення надійності обладнання, зниження експлуатаційних витрат, а також забезпечення стабільної якості пакування незалежно від типу транспортного пакета.

Головною технічною перевагою машини для скріплення транспортних пакетів, яка модернізується у межах даного дипломного проєкту, є забезпечення нерухомого положення пакета під час процесу обмотування. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити енергоспоживання завдяки використанню двигунів меншої потужності для приводу каретки, механізмів утримання та подачі плівки, її відрізання та розмотування. Раціоналізація кінематичної схеми приводів позитивно впливає як на експлуатаційні витрати, так і на загальну надійність роботи машини.

Технологічна суть процесу скріплення транспортного пакета полягає в попередньому розтягуванні стретч-плівки на 10–20 % або більше. Унаслідок цього у плівці виникає внутрішнє напруження, що зберігається до моменту завершення обмотування. Після припинення дії зовнішніх сил плівка, завдяки своїй високій еластичності, намагається повернутися до початкового стану, щільно стягуючи вміст пакета. Такий спосіб формування групового пакування забезпечує високу стабільність вантажу під час зберігання та транспортування.

Розтягувальна (стретч) плівка найефективніше проявляє свої властивості під час пакування вантажів правильної геометричної форми — з чітко окресленими контурами та рівною поверхнею, що забезпечує рівномірний розподіл натягу та мінімізує ризик розривів або зміщення плівки в процесі експлуатації. Таким чином, модернізована машина забезпечує ефективно, енергозберігаюче та стабільне скріплення транспортних пакетів із дотриманням сучасних вимог до продуктивності та якості пакування.

Скріплення транспортних пакетів полімерними плівками має низку суттєвих переваг, які обґрунтовують доцільність розробки та модернізації відповідного обладнання. Насамперед, використання полімерної стретч-

плівки забезпечує значно вищий рівень захисту вантажів від негативного впливу навколишнього середовища, порівняно з іншими видами пакувальних матеріалів. Завдяки щільному обтягуванню пакетів плівка підвищує збереження форми вантажу та його монолітність, що особливо важливо під час транспортування та зберігання.

Однією з ключових переваг цього способу є зниження загальних витрат на пакування, що досягається завдяки зменшенню об'ємів матеріалу, спрощенню логістичних операцій і зменшенню потреби в додаткових кріпильних засобах. Технологія пакування спрощується, а сам процес обмотування стає швидким, надійним і універсальним.

Полімерна плівка вирізняється стійкістю до часткових пошкоджень — навіть при локальних прорізах вона не втрачає здатності утримувати вантаж. Пакети, обгорнуті такою плівкою, стійкі до дії агресивних хімічних речовин, не вбирають забруднення та легко очищуються. Крім того, сучасні плівки є досить міцними, прозорими, волого- та газонепроникними, нетоксичними та морозостійкими (ефективні в діапазоні температур від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Завдяки високій еластичності, ударній в'язкості та низькій теплопровідності плівка здатна витримувати як статичні, так і динамічні навантаження — поштовхи, вібрації, удари тощо. Її звукопоглинальні властивості сприяють зменшенню рівня шуму під час виконання навантажувально-розвантажувальних та транспортно-складських робіт.

Ще однією важливою перевагою полімерних плівок є їх технологічна гнучкість — за допомогою відповідних добавок їм можна надати специфічних властивостей, адаптованих до конкретних умов експлуатації.

Усе це свідчить про доцільність створення і вдосконалення машин для скріплення пакетів полімерними плівками, зокрема з ротаційним способом обмотування. Така модернізована машина здатна забезпечити високу міцність, стійкість та герметичність пакета, підвищуючи надійність транспортування та збереження продукції.

1. Вивчення стану питання. Літературний огляд джерел інформації.

Горизонтальна пакувальна машина Flow-pack JY-280F



Для підвищення ефективності та функціональності машини для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою ротаційним способом доцільно орієнтуватися на сучасні технологічні рішення, що застосовуються у високопродуктивних пакувальних лініях. Одним із прикладів є горизонтальна ротаційна пакувальна машина типу JY280F, яка використовується для пакування широкого спектра продуктів у трьохшовні пакети типу «flow-pack». Хоча така машина виконує іншу технологічну операцію, її конструктивні рішення можуть бути адаптовані для модернізованої системи скріплення транспортних пакетів.

Серед ключових елементів, які можуть бути інтегровані або враховані при модернізації, варто виділити: використання фотодатчиків для точного

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва Літературний огляд	621.КР.ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова U	Аркуш

контролю положення плівки, сенсорну панель керування з багатомовною підтримкою, включно з українською мовою, що спрощує експлуатацію; застосування програмованих логічних контролерів (PLC), здатних зберігати до 10 індивідуальних налаштувань роботи, що суттєво прискорює налаштування та адаптацію машини під різні типи вантажів.

Особливу увагу заслуговують системи, що забезпечують економне використання матеріалу, зокрема функція «немає продукту – немає пакету», яка автоматично припиняє подачу плівки у разі відсутності об'єкта пакування. Подібне рішення може бути впроваджене у модернізовану машину для уникнення перевитрати стретч-плівки. Три серводвигуни, що відповідають за основні приводи машини, забезпечують плавну й точну роботу механізмів, що критично важливо для забезпечення рівномірного натягу та обмотування плівки.

Системи автоматичного PID-регулювання температури, що застосовуються в машині JY280F для зварювання пакувального матеріалу, можуть бути адаптовані у вузлі зварювання кінців плівки при скріпленні пакета. Вбудована діагностика та автоматизовані програми керування значно підвищують надійність та зменшують час простоїв обладнання.

Таким чином, аналіз технічних рішень пакувального обладнання, зокрема горизонтальної машини JY280F, дозволяє запропонувати низку конструктивних удосконалень для модернізованої машини з ротаційним обмотуванням транспортних пакетів. Інтеграція подібних компонентів дасть змогу досягти стабільної продуктивності до 60 пакетів за годину, забезпечити високу якість пакування та ефективне використання витратних матеріалів.

Зварювальна машина модель QF-400X2



У процесі аналізу обладнання, що застосовується для пакування і герметизації транспортних пакетів, доцільно розглянути можливості використання окремих вузлів зварювальних машин. Однією з таких моделей є зварювальна машина QF-400X2, призначена для запаювання пакетів, виготовлених із щільних матеріалів, зокрема поліетилену (PE) та поліпропілену (PP). Це універсальне обладнання широко використовується у харчовій, медичній, хімічній, текстильній галузях, а також у сфері торгівлі.

Зварювач QF-400X2 забезпечує надійне з'єднання швів завдяки рівномірному прогріванню і точному тиску на поверхні плівки. Машина залишає рівний, естетичний шов, що є особливо важливим для пакування продукції, яка має контактувати з кінцевим споживачем. Завдяки простоті конструкції, швидкості роботи та універсальності вона активно застосовується в умовах, де необхідна термінова спайка, наприклад, у супермаркетах або фасувальних лініях.

У контексті модернізації машини для ротаційного скріплення транспортних пакетів полімерною плівкою, доцільно розглянути використання принципів роботи або конструктивних рішень зварювача QF-400X2 для створення вузла запаювання кінців стретч-плівки після завершення

обмотування. Забезпечення надійного зварного з'єднання дозволяє підвищити герметичність і стабільність обмотки, що особливо важливо при транспортуванні вантажів.

Таким чином, зварювальна машина QF-400X2 може слугувати не лише прикладом сучасного зварювального обладнання, а й джерелом технологічних рішень, що можуть бути адаптовані у складі модернізованої пакувальної машини для підвищення її надійності, функціональності та зручності обслуговування.

Термозбіжна машина тунельного типу EKL-455PT



Серед напівавтоматичних машин для пакування в термозбіжну плівку особливу увагу заслуговує модель EKL-455PT, яка поєднує в собі функціональність L-зварювача та термозбіжного тунелю. Це пневматична машина, що ефективно використовується для герметичного пакування продукції в термозбіжні полімерні плівки, зокрема полівінілхлоридні (ПВХ) та поліолефінові (ПОФ). Машина призначена для роботи в умовах виробництв, де застосовуються конвеєрні лінії, та дозволяє автоматизувати основні операції пакування.

Модель EKL-455PT має низку важливих переваг. По-перше, це сучасний промисловий дизайн та висока якість складання, що забезпечує надійність і довговічність обладнання. По-друге, завдяки електронному управлінню та автоматизованим операціям (автоматичне закривання й відкривання зварювальних планок, запаювання та подача упакованого продукту), машина проста в експлуатації та обслуговуванні. Також варто відзначити наявність стрічкових конвеєрів у зонах запаювання і термообробки з тефлоновим покриттям та регулюванням швидкості, що дозволяє адаптувати режим роботи до різних типів продукції.

Ключовою особливістю є зменшене споживання електроенергії при компактних габаритах, що робить її енергоефективною та зручною для інтеграції в обмежені виробничі простори. Завдяки надійному електромеханічному принципу дії термозбіжна машина EKL-455PT забезпечує стабільну якість запаювання та обгортання.

Застосування такої машини є доцільним у випадках, коли необхідно створити герметичне, захисне пакування, яке щільно облягає продукцію. У порівнянні зі скріпленням розтягувальними плівками, термозбіжна технологія забезпечує більш естетичний зовнішній вигляд упаковки, однак вимагає більших енергозатрат через необхідність термічної обробки.

Таким чином, термозбіжна машина EKL-455PT демонструє приклад сучасного обладнання для високоякісного пакування, і аналіз її конструкції та принципу дії може бути корисним при виборі або удосконаленні технічних рішень для транспортного пакування в рамках дипломного проєкту.

Стрепінг-машина TP-6000 650x600 мм, 9 мм



Машина TP-6000 є високопродуктивною автоматичною стрепінг-системою, призначеною для обв'язування вантажів поліпропіленовою стрічкою. Вона забезпечує надійне пакування продукції завдяки механізму термозварювання стрічки, що дозволяє формувати щільні, стабільні транспортні пакети. Це особливо актуально у випадках, коли необхідна висока швидкість і повторюваність обв'язки.

У стандартному режимі стрічка розміщується в арці машини, і після розміщення вантажу на робочому столі, запуск процесу обв'язки відбувається або вручну (через панель керування чи ножну педаль), або автоматично – за допомогою вбудованого механічного датчика. Автоматичний запуск особливо ефективний під час серійного пакування малогабаритної продукції. Після активації TP-6000 виконує цикл обв'язки: натягування стрічки, зварювання кінців методом термозварювання та обрізання залишків.

Однією з важливих особливостей TP-6000 є наявність зовнішнього механічного регулятора натягу стрічки, що дозволяє оперативно адаптувати силу обв'язки до різного типу продукції. Мобільність машини забезпечується

наявністю роликів з гальмами, що дозволяє її зручно переміщати й фіксувати у необхідному місці. Енергозбереження досягається завдяки тому, що двигун працює лише під час активного циклу.

Машина також вирізняється простотою обслуговування – процес заміни бухти зі стрічкою є інтуїтивно зрозумілим і займає лічені хвилини, що зменшує простої в роботі.

Таким чином, Transpak TP-6000 є ефективним рішенням для організації пакування у виробничих умовах, де потрібна швидка, надійна та рівномірна обв'язка товарів. Її застосування може бути особливо доцільним у поєднанні з іншими пакувальними технологіями, такими як обмотування стретч-плівкою, з метою забезпечення максимальної стійкості вантажу під час транспортування.

Термозбіжна машина камерного типу ЕКН-145



Машина ЕКН-145 є компактною термоусаджувальною камерною машиною, призначеною для пакування різної продукції термозбіжною плівкою. Вона ідеально підходить для пакування кондитерських і

хлібобулочних виробів, свіжих фруктів і овочів, поліграфічної продукції, сувенірів, косметики, подарункових наборів, комп'ютерних комплектуючих, побутових приладів тощо. Пакування у термозбіжну плівку не лише надає продукції естетичного вигляду, але й забезпечує захист від зовнішніх факторів, таких як волога, пил, механічні пошкодження. Машина ЕКН-145 має сучасний дизайн та ергономічну конструкцію, що забезпечує зручність і швидкість експлуатації. Зварювальні ножі інтегровані в кришку термозбіжної камери, що дозволяє виконувати всі етапи пакування — зварювання, обрізки та термоусадку — одночасно. Це значно прискорює процес та підвищує ефективність. Плавне регулювання температури в термозбіжній камері дозволяє працювати з плівками різної товщини (від 15 до 30 мкм). Прозорість кришки камери дозволяє безперервно контролювати процес пакування, що забезпечує високу точність і надійність роботи машини.

Стрепінг-машина YS-309K для ПП стрічки 8...9 мм



621.КР.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова

Аркуш

U

Модель YS 309K є автоматичною арковою обв'язувальною машиною, призначеною для швидкого та надійного пакування товарів поліпропіленовими стрічками. Вона ідеально підходить для групового пакування або обв'язки пачок з тонкими предметами, забезпечуючи високу продуктивність і ефективність.

Переваги стреппінг машини YS-309K:

- Компактна та надійна механічна обв'язувальна голівка:
 - Спеціально розроблена конструкція мінімізує кількість зношуваних запчастин, зменшує рівень шуму під час роботи та уповільнює зношування.
 - Зменшена кількість налаштувань, що полегшує обслуговування машини.
- Безщітковий двигун:
 - Забезпечує максимальну точність і надійність при роботі, підвищуючи довговічність та ефективність машини.
- Вільний доступ до напрямних стрічки:
 - Легке розблокування напрямних без використання інструментів, що спрощує обслуговування машини.
- Автоматичне заправлення стрічки:
 - Зручна конструкція заправки стрічки на рівні пояса усуває необхідність нахилитися, щоб замінити стрічку, що знижує навантаження на оператора.
- Автоматичний виштовхувач стрічки:
 - Автоматично видаляє непотрібну стрічку після виконання циклу обв'язки, якщо на столі немає пакунка, що допомагає знизити час простою.
- Регульована висота стола:
 - Дає можливість адаптувати висоту стола під різні умови експлуатації та типи пакованих товарів.
- Наявність кнопки для вимкнення гальм диспенсера стрічки:
 - Легке відмотування необхідної довжини стрічки для заправки.

- Датчик контролю температури зварювання стрічки:
 - Забезпечує рівномірний нагрів і високу якість зварених швів, що гарантує надійність обв'язки.
- Механізм виштовхування кінця стрічки:
 - Після закінчення стрічки на шпулі, машина автоматично видалить залишки стрічки з механізму.
- Фотодатчик:
 - Визначає наявність пакунка на робочому столі та автоматично запускає цикл обв'язки.
- Ножний перемикач:
 - Розташований ззаду машини для зручного управління.

2. Техніко - економічне обґрунтування проекту.

Машина, що підлягає модернізації в межах даного проекту, призначена для герметичного скріплення нерухомого транспортного пакета полімерною стретч-плівкою за допомогою ротаційного способу. Її конструкція включає станину, “П”-подібну обертову раму, яка здійснює рух навколо пакет-піддона, дві каретки з рулонами плівки, що переміщуються по рамі, роликів конвеєр, а також вузли для накидання, затискання, обрізання плівки та фіксації піддона. Привід механізмів забезпечується електродвигунами, мотор-редукторами та пневмоциліндрами. Машина є автоматизованою, а її продуктивність становить до 120 пакетів за годину.

Метою модернізації є підвищення ефективності обладнання на основі вітчизняних і зарубіжних аналогів. Основними перевагами оновленої конструкції є зменшення витрат пакувального матеріалу на одиницю продукції та використання уніфікованих деталей і складальних одиниць за стандартами ДСТУ. Це дозволяє знизити вартість виготовлення та обслуговування машини, роблячи її економічно доцільною для масового впровадження в харчовій промисловості.

Підвищення продуктивності дозволяє значно скоротити час пакування великих партій товару, що сприяє оптимізації виробничих процесів. Застосування вітчизняного обладнання також зменшує залежність від імпортової техніки, що має позитивний вплив на економіку країни, зокрема шляхом зменшення витрат іноземної валюти.

Таким чином, модернізація даної машини є технічно та економічно обґрунтованою, а також сприятиме забезпеченню підприємств харчової галузі сучасним пакувальним обладнанням українського виробництва, здатним конкурувати з імпортними аналогами.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Васильківський К.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i> Соколюк Д.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко- економічне обґрунтування	621.КР.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> У	<i>Аркуш</i>

3.Опис пропозиції. Конструкція та принцип роботи

3.1 Опис пропозиції.

У даному дипломному проєкті модернізується машина для герметичного скріплення нерухомого транспортного пакета полімерною розтягувальною плівкою ротаційним способом. На відміну від аналогічних моделей, продуктивність удосконаленої машини було підвищено на 45 пакетів за годину. Такого результату вдалося досягти завдяки оптимізації кінематичних параметрів, що забезпечило пришвидшення робочих циклів та зменшення простоїв у процесі пакування.

3.2 Опис машини.

У модернізованій машині для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою ротаційним способом продуктивністю до 60 пакетів за годину основними вузлами та механізмами є: механізм обертання "П"-подібної рами, механізм вертикального переміщення каретки з рулоном стретч-плівки, механізм розмотування плівки, механізм захоплення та утримання плівки, механізм розгладжування, відрізання та зварювання плівки, механізм фіксації пакету, механізм притискання пакету, пристрій для накидання плівки на пакет, а також приводний роликів конвеєр, що складається з подавальної, проміжної та вивідної ділянок.

Механізм обертання рами складається з валу, жорстко з'єднаного з "П"-подібною рамою, інший кінець якого встановлений у підшипниковий вузол. Обертання забезпечується за допомогою зубчастої передачі, де одне колесо жорстко закріплено на валу рами, а інше – на вихідному валу мотор-редуктора.

Каретка являє собою зварену металеву конструкцію, до якої прикріплено механізм розмотування стретч-плівки. Цей механізм включає рулоноутримувач і гальмівні ролики, що забезпечують стабільну подачу

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва Опис пропозиції. Конструкція та принцип роботи	621.КР.ПЗ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова У	Аркуш	

плівки в зону обгортання та надійну роботу пакувального процесу. Така компоновка забезпечує ефективне ротаційне обгортання пакетів з мінімальними втратами часу та стабільною натяжкою плівки.

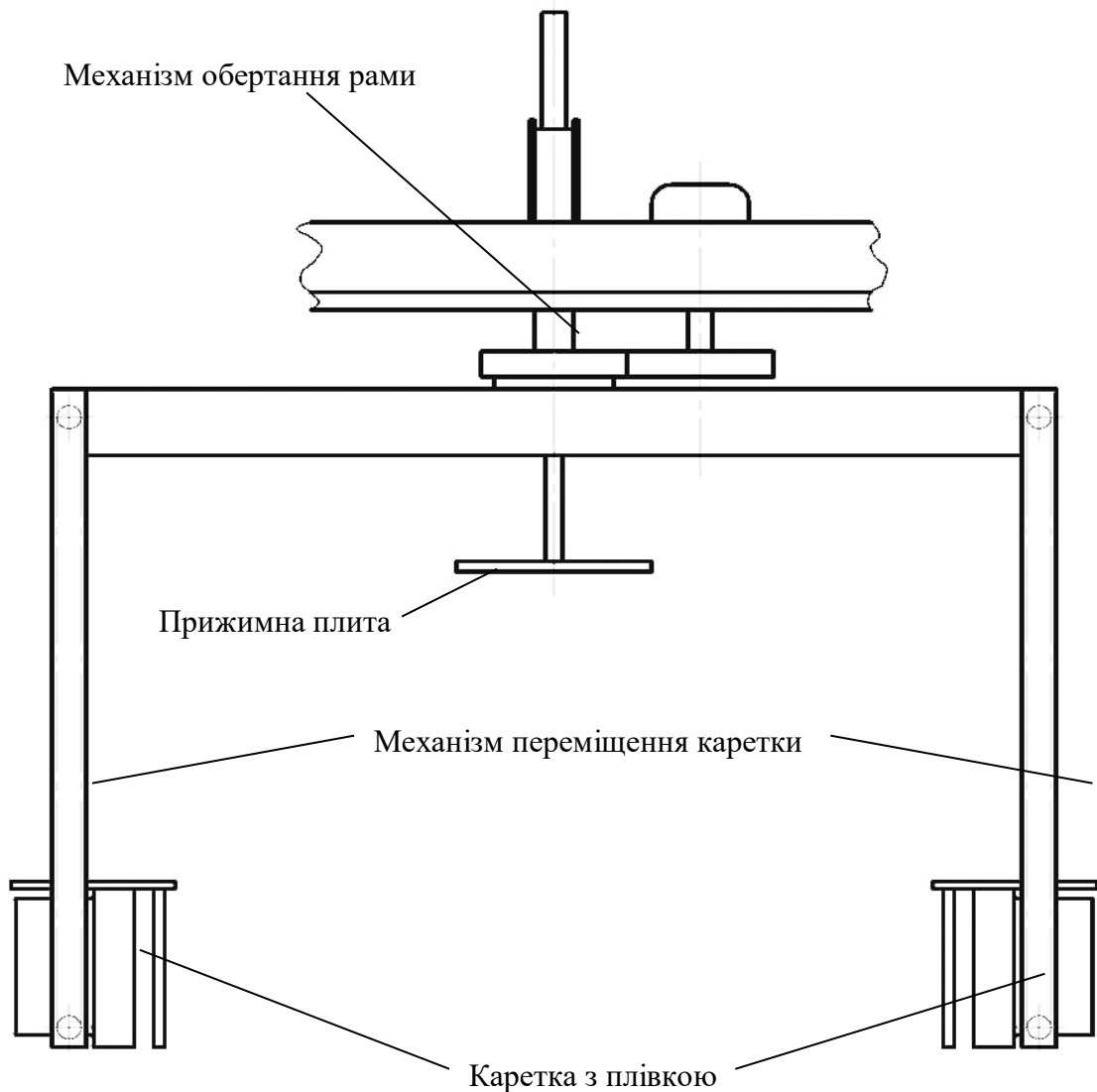


Рис.3.2.1. Механізм обертання рами та механізм переміщення каретки

Механізм захоплення та утримання плівки складається з двох затискачів, що здійснюють обертальний рух завдяки з'єднанню з колесами зубчастої передачі. До одного з цих коліс прикріплено шток пневмоциліндра за допомогою важеля, що забезпечує переміщення затискачів і приводить в

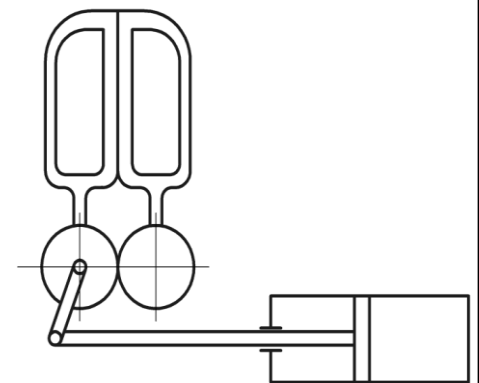


Рис.3.2.2. Механізм захоплення та утримання плівки

Механізм розгладжування та відрізання плівки складається з труби, на якій закріплені розгладжувальний тампон, ніж і, за потреби, електрозварювальні пластини. Один кінець труби жорстко зафіксований, а інший з'єднаний з вертикальним валом, що обертається на заданий кут.

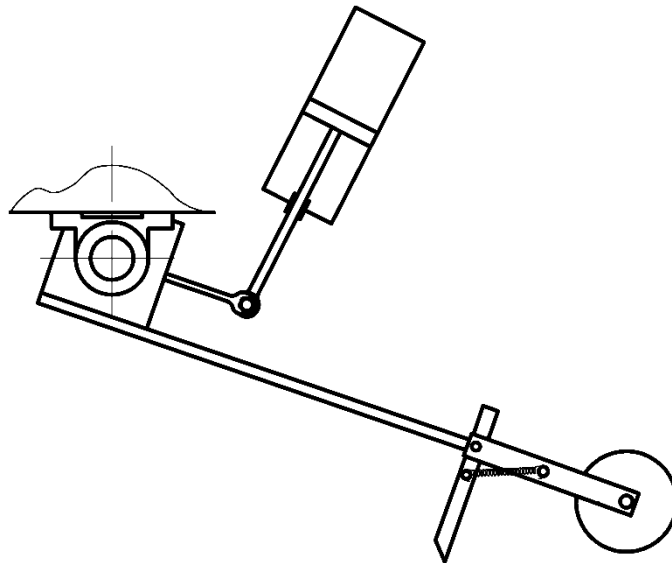


Рис.3.2.3. Механізм розгладжування, відрізання плівки

Механізм фіксування пакету представляє собою планку (ролик), яка піднімається пневмоциліндром, до якого прикріплена.

Механізм притискання пакету складається з плити, що закріплена до кінця штоку пневмоциліндра, який її опускає та піднімає.

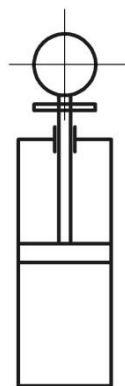


Рис. 3.2.4. Механізм фіксування
пакету

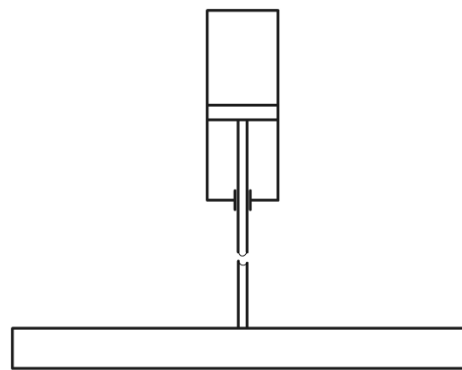


Рис. 3.2.5. Механізм притискання
пакету

Пристрій накидання плівки на пакет у модернізованій машині для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою ротаційним способом

складається із системи напрямних роликів та дротяного нагрівного ножа. Рулон плівки встановлений у каретці таким чином, що вільно спирається на два опорні ролики. Розмотування плівки відбувається за рахунок сили тертя, що виникає між плівкою та роликami під час їх обертання. Обертання роликів здійснюється за допомогою черв'ячного мотор-редуктора, що забезпечує плавну та стабільну подачу плівки до зони пакування. Дротяний нагрівний ніж використовується для акуратного відрізання плівки після завершення обгортального циклу, забезпечуючи чистий зріз і герметичне закріплення краю плівки на пакеті. Така конструкція сприяє точності й ефективності процесу обгортання та підвищує продуктивність машини..

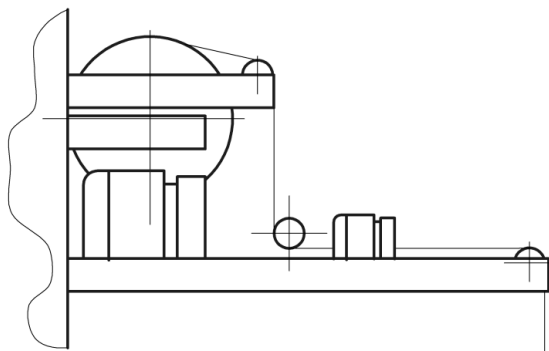


Рис. 3.2.6. Пристрій накидання плівки на пакет

Роликові конвеєри призначені для подачі та відведення транспортних пакетів відносно зони кріплення. Роликові конвеєри приводяться в рух від черв'ячного мотор-редуктора за допомогою ланцюгової передачі та зірочок насаджених на кожний ролик.

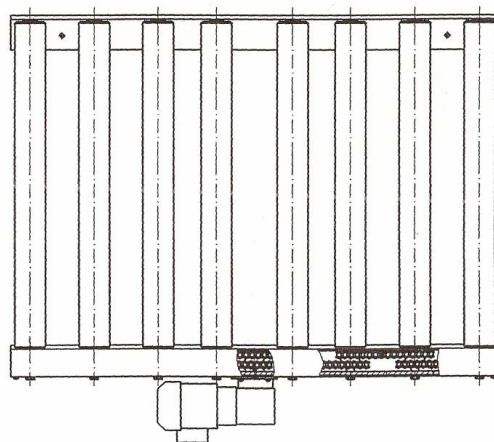


Рис. 3.2.7.

Роликовий конвеєр

621.КР.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова U	Аркуш
-----------	------------	--------------	-----------	-------

3.3. Принцип роботи.

Опис роботи машини для скріплення ротаційним способом нерухомого транспортного пакету полімерною розтягувальною плівкою представлено наступним чином:

Після надходження вантажу на приводний ролик конвеєр (1) і спрацювання відповідного датчика або натискання кнопки "Пуск" вмикається електродвигун, який приводить у рух конвеєр. Пакет переміщується до пристрою накидання плівки (2), що починає свою роботу при подачі сигналу з іншого датчика. Швидкість розмотування рулону синхронізована зі швидкістю переміщення пакета, тому під час його руху під пристроєм плівка рівномірно накладається на його поверхню. У певний момент спрацьовує ніж, який відрізає плівку, після чого вкритий пакет переміщується далі на проміжний конвеєр.

Після спрацювання наступного датчика активується упор (3), який піднімається для фіксації пакету. Коли пакет досягає зони кріплення, конвеєр зупиняється, а на нього опускається притискна плита (4), яка фіксує його у стабільному положенні. В цей час починає обертатись "П"-подібна рама (7), на якій розміщені дві каретки (5, 6). Каретки починають поступовий рух з певним кроком одна відносно одної. Під час одного оберту рами для кожної з кареток спрацьовують механізми захоплення та утримання плівки (8, 9): затискні губки відкриваються та звільняють плівку. Після цього рама продовжує обертатись, а каретки рухаються у вертикальному напрямку вгору.

Досягнувши верхнього положення, кожна з кареток здійснює кілька обертів навколо пакета, після чого починає опускатись. Після досягнення нижнього положення обидві каретки зупиняються, а разом з ними — і обертання рами. Одночасно зупиняються електродвигуни, що приводять у рух раму та каретки. Завершальним етапом є активація механізмів затискання та утримання плівки (8, 9), а також запуск механізмів розгладжування та відрізання плівки (10, 11), які завершують цикл пакування.

4. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

- I. I. Транспортування пакету.
- II. Пакет подається на зону пакування за допомогою подавального роликового конвеєра 1.
- III. II. Подача і фіксація пакету в зоні обмотування.
- IV. Під час переміщення пакета фотометричний датчик 2 подає сигнал, після чого активується пристрій накидання плівки на пакет. Рулон плівки 4 розмотується за допомогою приводних роликів 3, далі плівка проходить через неприводні ролики 5 та 6 і поступово накладається на поверхню пакета. У заданий момент спрацьовує ніж 7, який відрізає плівку. Вкритий пакет переходить на проміжний роликовий конвеєр. Після повторного спрацювання датчика 2 піднімається упор 8, зупиняється проміжний конвеєр, а на пакет опускається притискна плита 10, фіксуючи його у робочому положенні.
- V. III. Намотування першого шару плівки.
- VI. Починається обертання "П"-подібної рами 11, на якій встановлені каретки 12. Каретки починають синхронний рух одна відносно одної з певним кроком. При першому оберті активуються механізми захоплення та утримання плівки 13: затискні губки розкриваються та фіксують плівку. У процесі обертання рами каретки піднімаються вгору, намотуючи перший шар.
- VII. IV. Намотування другого шару плівки.
- VIII. Досягнувши верхнього положення, каретки 12 здійснюють декілька обертів для формування додаткових витків плівки, після чого починають опускатись вниз, завершуючи намотування другого шару.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ		621.КР.ПЗ			
	Документ затверджено	Інд. змін.	Дата видання	Мова У	Аркуш		

- IX. V. Відрізання та розгладжування плівки.
- X. Механізм затискання та утримання плівки 16 фіксує плівку, і обертання рами припиняється. До пакета підводиться пристрій для відрізання плівки 17. Відбувається розгладжування плівки за допомогою валика 18, після чого плівка відрізається ножем 19.
- XI. VI. Звільнення пакету та вихід із зони скріплення.
- XII. Піднімається притискна плита 10, опускається упор 8, і за допомогою роликового механізму пакет виводиться із зони скріплення.
- XIII. VII. Виведення готового пакету.
- XIV. Готовий транспортний пакет подається на вивідний роликовий конвеєр 20, завершуючи цикл пакування.

5. РОЗРОБЛЕННЯ ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ МАШИНИ.

Для модернізованої машини, що розробляється, застосовується прямокутна циклова діаграма, в якій кожному руху відповідного робочого органу відповідає окремий прямокутник. Масштаб для побудови циклограми приймається як $1 \text{ мм} = 0,14 \text{ с}$.

На циклограмі умовно позначені такі робочі органи:

- 1 – проміжний конвеєр;
- 2 – пристрій для накидання плівки зверху на пакет;
- 3 – ніж;
- 4 – упор;
- 5 – прижимна плита;
- 6 – рама;
- 7, 8 – каретки з плівкою;
- 9, 10 – пристрої для затискання та утримання плівки;
- 11, 12 – пристрої для відрізання плівки.

Для побудови циклограми приймаємо наступну часову розбивку кінематичного циклу процесу скріплення:

1. Загальна тривалість кінематичного циклу — ____ с (вказується після побудови циклограми).
2. Час транспортування піддона до зони пакування — 26 с.
3. Час відведення піддона після пакування — 15 с.
4. Тривалість процесу скріплення пакету плівкою (обертання рами) — 15 с.
5. Час позиціонування пакета — враховується у структурі переміщення конвеєра та упору.
6. Час спрацювання упору — 1 с.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва РОЗРОБЛЕННЯ ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ МАШИНИ.	621.КР.ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова U	Аркуш

7. Час роботи пристрою для захоплення та утримання плівки — 1 с.
8. Час на відрізання та прикріплення плівки — 5 с.

До циклограми також включено холості ходи (XX) і вистої (В), що забезпечують повну синхронізацію роботи всіх органів і безпеку процесу.

Циклограма представлена на рисунку 5.1, де позначено:

- РХ – робочий хід,
- ХХ – холостий хід,
- В – вистій.

6. Розрахунок машини

6.1. Розрахунок та підбір приводу до механізму розтягування полімерної плівки

1. Визначу кут нахилу витка:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{500}{2200} = 0.227$$
$$\alpha = \operatorname{arctg} 0.227 = 12^{\circ} 47' 22''$$

2. Визначу довжину вже розтягнутої полімерної стрічки затраченої при одному оберті рами:

$$L' = \frac{1000}{\operatorname{Cos} \alpha} = \frac{1000}{\operatorname{Cos} 12^{\circ} 47' 22''} = 1025.44 \text{ мм}$$
$$L'' = \frac{1200}{\operatorname{Cos} \alpha} = \frac{1200}{\operatorname{Cos} 12^{\circ} 47' 22''} = 1230.53 \text{ мм}$$
$$P_1 = 2 \cdot (1025.44 + 1230.53) = 4511.94 \text{ мм}$$

3. Визначу периметр розтягувального ролика:

$$P_2 = \pi \cdot d = 3.14 \cdot 120 = 376.8 \text{ мм}$$

4. Визначу кількість обертів розтягувального ролика на один оберт рами:

$$n' = \frac{4511.94}{376.8} = 11.97 \text{ об}$$

5. Визначу час за який рама робить один оберт:

$$t = \frac{1}{28} = 0.0357 \text{ хв}$$

6. Визначу частоту обертання розтягувального ролика:

$$n = \frac{11.97}{0.0357} = 335.3 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Виберу соосний мотор-редуктор типу *ACF 25/2* потужністю 0.06 кВт з такими параметрами: $n_1=1400 \text{ об/хв}$, $n_2=347 \text{ об/хв}$, $i=4$, $T_2=1.6 \text{ Нм}$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва Розрахунок машини	621.КР.ПЗ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова U	Аркуш	

та трифазним двигуном з гальмівним пристроєм та синхронною частотою обертання 1500 об/хв типу 71ATF з такими параметрами: $P_H=0.25$ кВт, $n_H=1400$ об/хв, $\eta=63\%$, $m=6.8$ кг.

6.2. Розрахунок та підбір двигуна для механізму обертання рами

Вихідні дані:

Габаритні розміри рами (див. рис. 6.2.1.):

$$\begin{array}{ll} L_1 = D = 3350 \text{ мм} & L_4 = 110 \text{ мм} \\ L_2 = 2535 \text{ мм} & L_5 = 70 \text{ мм} \\ L_3 = 150 \text{ мм} & m_{заг}^k = 86 \text{ кг} \end{array}$$

Необхідно знайти масу рами.

$$m_p = V \cdot \rho, \text{ де}$$

V – об'єм рами, м^3

$\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ - густина заліза з якого виготовлено раму

$$V = \sum V_i$$

$$V = [4 \cdot (0.150 \cdot (2.535 - 0.110) \cdot 0.070) + 2 \cdot (3.350 \cdot 0.070 \cdot 0.110)] - [4 \cdot (0.147 \cdot (2.532 - 0.110) \cdot 0.067) + 2 \cdot (3.350 \cdot 0.067 \cdot 0.107)] = 0.01 \text{ м}^3$$

Отже маса рами:

$$m_p = 0.01 \cdot 7800 = 78 \text{ кг}$$

Можемо підрахувати загальну масу рами з каретками:

$$m_{заг} = m_p + m_{заг}^k + m_{л.п.} = 78 + 86 + 2.6 \cdot 2.4 \cdot 4 = 189 \text{ кг}$$

Для визначення крутного моменту на валу двигуна, складемо рівняння:

$$I\ddot{\varphi} = M_p - \sum M_{он}, \text{ де}$$

M_p - рушійний крутний момент

$\ddot{\varphi}$ - кутове прискорення

$$I = m_{\text{заг}} \cdot R^2 = m_{\text{заг}} \cdot \frac{D^2}{4} = 189 \cdot \frac{3.350^2}{4} = 530.3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 - \text{момент інерції}$$

$\sum M_{\text{оп}}$ - сума моментів опорів

$$\sum M_{\text{оп}} = M_1 + M_2$$

M_1, M_2 - момент опору розтягування плівки та моменту опору в підшипниках відповідно:

$$M_1 = F \cdot \frac{d}{2}$$

$$d = 240 \text{ мм}$$

$$F = A \cdot [\sigma_p] = \delta \cdot H \cdot [\sigma_p], \text{ де}$$

$H = 500 \text{ мм}$ - висота бабіни з плівкою

$\delta = 0.03 \text{ мм}$ - товщина плівки

$[\sigma_p] = 16 \text{ МПа}$ - опір на розрив

$$F = 0.03 \cdot 10^{-3} \cdot 0.5 \cdot 16 \cdot 10^6 = 240 \text{ Н}$$

$$M_1 = 240 \cdot \frac{0.24}{2} = 28.8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначимо момент опору тертя в підшипниках:

$$M_2 = G \cdot f' \cdot \frac{d_n}{2}$$

$$G = 189 \cdot 9.81 = 1854.1 \text{ Н} - \text{вага рами з каретками}$$

$d_n = 85 \text{ мм}$ - діаметр підшипника

$f' = 0.4$ - коефіцієнт тертя

$$M_2 = 1854.1 \cdot 0.4 \cdot \frac{0.085}{2} = 31.5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Отже: } \sum M_{\text{оп}} = 28.8 + 31.5 = 60.3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначимо кутове прискорення:

$$\ddot{\varphi} = \frac{\omega}{t}$$

$t = 1\text{c}$ - час розгону

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3.14 \cdot 28}{30} = 2.93 \text{ рад/с}$$

$$\ddot{\varphi} = \frac{2.93}{1} = 2.93 \text{ рад/с}$$

Визначаємо рушійний крутний момент:

$$M_p = I\ddot{\varphi} + \sum M_{on}$$

$$M_p = 530.3 \cdot 2.93 + 60.3 = 1614.1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо необхідну потужність електродвигуна:

$$N = \frac{M_p \cdot \omega}{1000 \cdot \eta} = \frac{1614.1 \cdot 2.93}{1000 \cdot 0.9} = 5.3 \text{ кВт}$$

За каталогом вибираю мотор-редуктор АСF 100/3:

- електродвигун потужністю 5.5 кВт, з частотою обертання 2800 об/хв
- частота обертання вихідного валу 28 об/хв
- передаточне число редуктора $i=98.6$
- крутний момент на вихідному валу 1720 Н·м

6.3. Розрахунок та підбір привода роликового конвеєра

Приймаємо такі

вихідні дані:

$$Q = 120 \text{ пак / год}$$

$$v = 0.15 \text{ м / с}$$

$$L = 6900 \text{ мм}$$

$$i = 61$$

$$G_p = 3.5 \text{ кг}$$

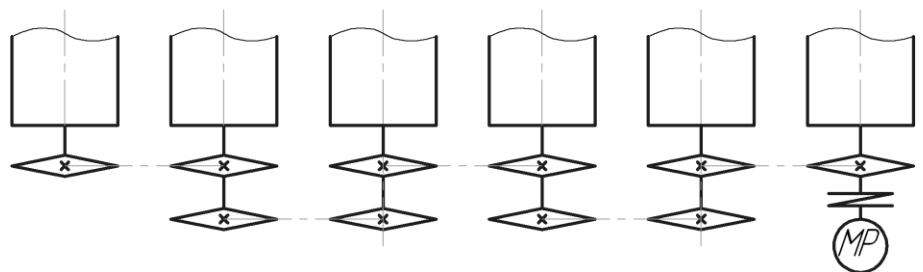


Рис. 6.3.1. Схема роликового

Потужність привода роликового конвеєра визначається:

621.КР.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова U	Аркуш
-----------	------------	--------------	-----------	-------

$$N = \left(C \cdot \frac{Q \cdot L}{367} + \frac{i \cdot G_p \cdot C' \cdot v}{102} \right) \cdot \frac{1}{\eta \cdot \mu}, \text{ де}$$

Q_m - продуктивність конвеєра, пак/год

L - довжина конвеєра, м

G_p - сила тяжіння частини ролика, що обертається, Н

i - кількість роликів на конвеєрі, шт

v - швидкість руху вантажу, м/с

C - коефіцієнт опору переміщення вантажів, Н

C' - коефіцієнт опору переміщенню роликів, Н

$\mu = 0.4$ - коефіцієнт тертя-кочення

$\eta = 1.8$ - коефіцієнт експлуатації

$$C = \frac{fd + 2\mu}{D}, \quad C' = \frac{fd}{D}$$

$f = 0.2$ - коефіцієнт тертя в підшипниках

$d = 17$ - діаметр цапфи, мм

$D = 50$ - зовнішній діаметр ролика, мм

$$C = \frac{0.2 \cdot 17 + 2 \cdot 0.4}{50} = 0.084, \quad C' = \frac{0.2 \cdot 17}{50} = 0.068$$

Уточню значення частоти обертання вихідного валу для подальшого вибору мотор-редуктора:

$$n = \frac{v \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

$$n = \frac{0.15 \cdot 60 \cdot 1000}{3.14 \cdot 50} = 57.3 \text{ об/хв}$$

Приму $n = 57$ об/хв, тоді:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

$$v = \frac{3.14 \cdot 50 \cdot 57}{60 \cdot 1000} = 0.14915 \text{ м/с} \approx 0.15 \text{ м/с} - \text{задовольняє умови задачі}$$

$$N = \left(0.084 \cdot \frac{120 \cdot 6.900}{367} + \frac{61 \cdot 3.5 \cdot 0.068 \cdot 0.15}{102} \right) \cdot \frac{1}{1.8 \cdot 0.4} = 0.25 \text{ кВт}$$

За каталогом вибираю мотор-редуктор фірми Motovario H A32-AIS71A4 з алюмінієвим корпусом:

- електродвигун потужністю 0.25 кВт
- частота обертання вихідного валу 57 об/хв
- передаточне число редуктора $i=24.5$
- крутний момент на вихідному валу 40 Н·м

6.4. Розрахунок та підбір двигуна до механізму розмотування рулону плівки

Припустимо, що одного рулону плівки має вистачити на 3 години.

Оскільки продуктивність машини становить 120 пак/год, то загальна довжина плівки в рулоні:

$$l = 3 \cdot 120 \cdot l_1 = 3 \cdot 120 \cdot 2200 = 792000 \text{ мм} = 792 \text{ м}$$

Для розрахунку та підбору двигуна спочатку потрібно визначити масу рулону.

Довжина плівки на один пакет:

$$l_1 = 500 + 1200 + 500 = 2200 \text{ мм}$$

Ширина плівки становить:

$$b = 300 + 1000 + 300 = 1600 \text{ мм} = 1.6 \text{ м}$$

Товщину плівки приймаємо:

$$h = 100 \text{ мкм}$$

Об'єм плівки на один пакет складає:

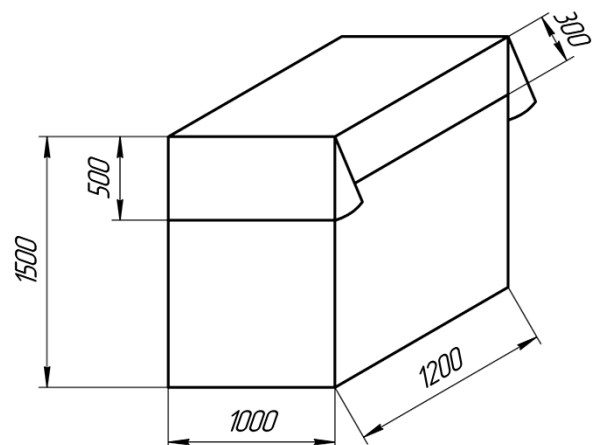


Рис.6.4.1. Ескіз транспортного пакету

$$V_1 = l_1 \cdot b \cdot h = 2.2 \cdot 1.6 \cdot 0.0001 = 0.000352 \text{ м}^3$$

Щільність поліетилену низької густини:

$$\rho = 920 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Маса плівки на один транспортний пакет:

$$m_1 = \rho \cdot V_1 = 920 \cdot 0.000352 = 0.324 \text{ кг}$$

Маса усього рулону плівки загальною довжиною

$$l = 792 \text{ м}:$$

$$m_{\text{рул}}^{\text{пл}} = m_1 \cdot 3 \cdot 120 = 0.324 \cdot 3 \cdot 80 = 116.6 \text{ кг} \approx 117 \text{ кг}$$

Нехай маса картонної серцевини рулону

буде дорівнювати:

$$m_{\text{рул}}^{\text{к.с.}} = 1 \text{ кг}$$

Отже загальна маса рулону плівки становить:

$$m_{\text{рул}}^{\text{заг}} = m_{\text{рул}}^{\text{пл}} + m_{\text{рул}}^{\text{к.с.}} = 117 + 1 = 118 \text{ кг}$$

Потрібно знайти діаметр рулону D . Для цього знайдемо об'єм рулону:

$$V = V_1 \cdot 3 \cdot 120 = 0.000352 \cdot 3 \cdot 120 = 0.127 \text{ м}^3$$

Діаметр пустотілої картонної серцевини

приймаємо:

$$d = 100 \text{ мм, тоді:}$$

$$V = \frac{\pi \cdot b}{4} (D^2 - d^2), \text{ звідки:}$$

$$D = \sqrt{V \cdot \frac{4}{\pi \cdot b} + d^2}$$

$$D = \sqrt{0.127 \cdot \frac{4}{3.14 \cdot 1.6} + 0.1^2} = 0.333 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр рулону:

$$D = 335 \text{ мм, тоді:}$$

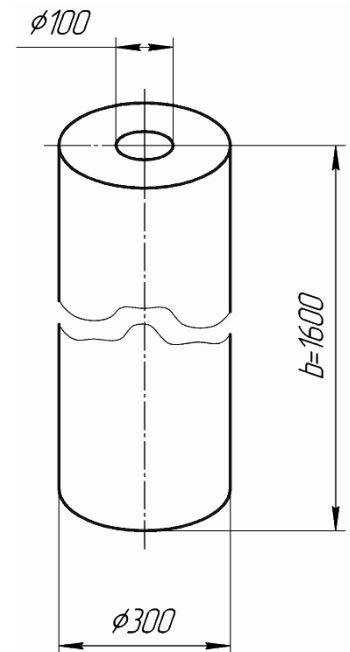


Рис. 6.4.2. Ескіз рулону плівки

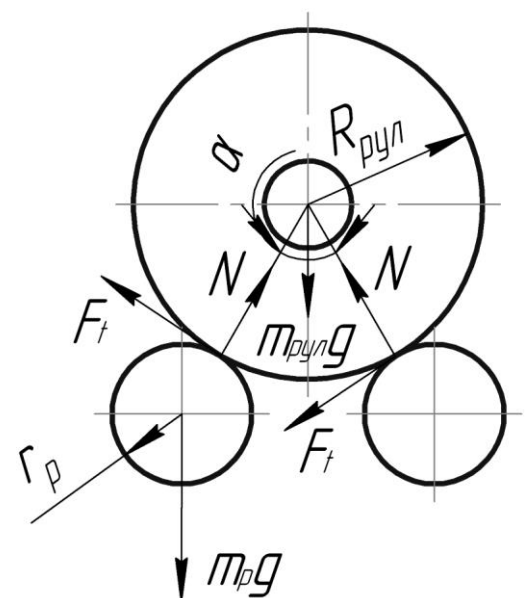


Рис. 6.4.3 Розрахункова схема пристрою розмотування рулону плівки

$$m_{рул}^{заг} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot b \cdot \rho + m_{рул}^{к.с.}$$

$$m_{рул}^{заг} = \frac{3.14 \cdot (0.335^2 - 0.100^2)}{4} \cdot 1.6 \cdot 920 + 1 = 119 \text{ кг}$$

Для визначення крутного моменту на валу двигуна, складемо рівняння руху (див. рис. 6.4.3.):

$$I\ddot{\varphi} = M_{руш} - \sum M_{он}$$

$$I = m_{рул}^{заг} \cdot R_{рул}^2 = 119 \cdot \left(\frac{167,5}{1000}\right)^2 = 3.338 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\text{Де } R_{рул} = \frac{D}{2} = \frac{335}{2} = 167,5 \text{ мм}$$

Визначу кутове прискорення:

$$\ddot{\varphi} = \frac{\omega}{t} = \frac{1}{0.1} = 10 \text{ рад/с}$$

Де $t = 0.1 \text{ с}$ - час розгону

$$\omega = \frac{\nu}{R_{рул}} = \frac{0.15}{0.167} = 1 \text{ рад/с}$$

Де $\nu = 0.15 \text{ м/с}$ - швидкість розмотування, що співпадає з швидкістю руху пакету по конвеєру.

$\sum M_{он}$ - сума моментів опорів.

$$\sum M_{он} = \sum F \cdot \frac{D}{2}$$

$$\sum F = F_t - F_1 - F_2$$

$$F_1 = m_{рул}^{заг} \cdot g \cdot \frac{d_0}{2} \cdot f_{нр1} = 119 \cdot 9.81 \cdot \frac{0.03}{2} \cdot 0.02 = 0.35 \text{ Н}$$

Де $d_0 = 30 \text{ мм}$ - діаметр вала де встановлений підшипник рис.6.5.4.

$f_{нр1} = 0.02$ - коефіцієнт тертя

$$F_2 = (m_{рул}^{заг} \cdot g + m_p \cdot g) \cdot \frac{d'_0}{d_p} \cdot f_{нр2}, \text{ де:}$$

$m_p = 15 \text{ кг}$ - маса ролика

$f_{нр2} = 0.05$ - коефіцієнт тертя

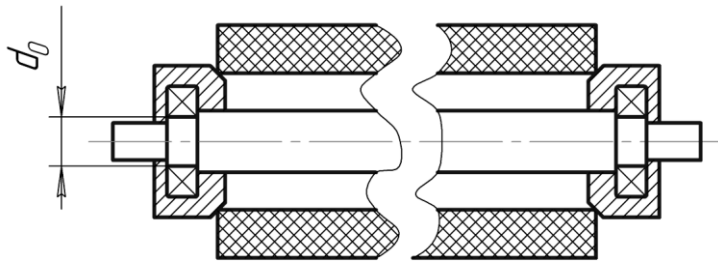


Рис. 6.5.4. Ескіз фіксування ролону півки

$d'_0 = 0.03\text{ м}$ - діаметр вала, на якому встановлений ролик з певним діаметром.

Визначу діаметр ролика:

$$d_p = \frac{v \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot n_p}$$

Приму $n_p = 35$ об/хв. Тоді:

$$d_p = \frac{0.15 \cdot 60 \cdot 1000}{3.14 \cdot 35} = 81.89 \text{ мм}$$

Приму $d_p = 82$ мм

$$v = \frac{3.14 \cdot 82 \cdot 35}{60 \cdot 1000} = 0.1502 \text{ об/хв} \approx 0.15 \text{ об/хв} - \text{задовольняє умову задачі}$$

$$F_2 = (119 \cdot 9.81 + 15 \cdot 9.81) \cdot \frac{0.03}{0.082} \cdot 0.05 = 24 \text{ Н}$$

$$F_t = N \cdot \frac{2k}{d_p} \cdot k_1$$

$$N = \frac{m_{\text{рул}}^{\text{заг}} \cdot g}{\text{Cos}\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{119 \cdot 9.81}{\text{Cos}\left(\frac{45}{2}\right)} = 1264 \text{ Н}$$

$$F_t = 1264 \cdot \frac{2 \cdot 2}{82} \cdot 0.7 = 43 \text{ Н}$$

Де $k = 2\text{ мм}$ - коефіцієнт тертя кочення між стальним роликом і рулоном плівки.

$k_1 = 0.7$ - коефіцієнт проковзування ролика по плівці.

$$\sum F = F_t - F_1 - F_2 = 43 - 0.35 - 24 = 18.65 \text{ Н}$$

$$\sum M_{\text{он}} = \sum F \cdot \frac{d_p}{2} = 18.65 \cdot \frac{0.082}{2} = 0.76 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{рул}} = I\ddot{\varphi} + \sum M_{\text{он}} = 3.338 \cdot 10 + 0.76 = 34.14 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначасмо необхідну потужність електродвигуна:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_p}{30} = \frac{3.14 \cdot 35}{30} = 3.66 \text{ рад/с}$$

$$N = \frac{M_{\text{рул}} \cdot \omega}{1000\eta} = \frac{34.14 \cdot 3.66}{1000 \cdot 0.9} = 0.099 \text{ кВт}$$

З конструктивних міркувань, за каталогом вибираємо черв'ячний мотор-редуктор типу MRT 40, який має такі характеристики:

- електродвигун АІР56А4 потужністю 0.12 кВт
- частота обертання вихідного валу 35 об/хв
- передаточне число редуктора $i=40$
- крутний момент на вихідному валу редуктора 25.3 Н·м

6.5. Розрахунок та підбір пневмоциліндрів

6.5.1. Підбір пневмоциліндра для пристрою прижимання пакету

Вихідні дані:

$$m=20 \text{ кг}$$

$$P_1=6 \text{ атм}$$

$$P_2=1 \text{ атм}$$

Для притискання пакету прижимною плитою необхідне більше зусилля, ніж для піднімання прижимної плити. Тому запишемо рівняння спокою системи зображеної на рис. 6.5.1:

$$\sum X = N - mg - P_{np} = 0, \text{ звідки:}$$

$$N = mg + P_{np}, \text{ де:}$$

P_{np} - зусилля притискання пакету прижимною плитою

$$P_{np} = 300 \text{ Н}$$

$$N = 20 \cdot 9.81 + 300 = 496.2$$

$$N = P_{nn}, \text{ де } P_{nn} - \text{зусилля пневмоциліндра, Н}$$

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

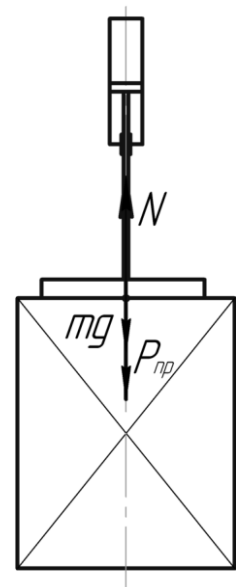


Рис. 6.5.1. Розрахункова схема для підбору пневмо-циліндра пристрою прижимання пакету

Діаметр штоку циліндра:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot N}{\pi \cdot (P_1 - P_2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 496.2}{3.14 \cdot (0.6 - 0.1)}} \approx 36 \text{ мм}$$

Виберу пневмоциліндр **40N2A63E700**.

Рис. 6.5.1. Розрахункова схема для підбору пневмо-циліндра пристрою прижимання пакету

6.5.2. Підбір пневмоциліндра для упору

Вихідні дані:

$$m = 5.1 \text{ кг}$$

$$P_1 = 6 \text{ атм}$$

$$P_2 = 1 \text{ атм}$$

У випадку піднімання упора запишемо рівняння (див.рис. 6.5.2.):

$$mg - P_{nn} = 0$$

$$P_{nn} = mg$$

Де $m = 5.1 \text{ кг}$ - маса упора.

$$P_{nn} = 5.1 \cdot 9.8 = 50.031 \text{ Н}$$

Для визначення діаметра штоку пневмоциліндра запишемо рівняння:

$$P_{nn} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (P_1 - P_2), \text{ звідки:}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{nn}}{\pi \cdot (P_1 - P_2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 50.031}{3.14 \cdot (0.6 - 0.1)}} \approx 11 \text{ мм}$$

За каталогом підбираємо пневмоциліндр **40N2A63E700**.

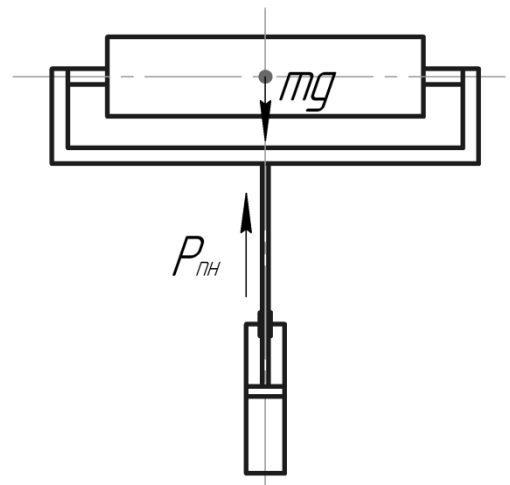


Рис. 6.5.2 Розрахункова схема для підбору пневмоциліндра упора

6.5.3. Підбір пневмоциліндра для механізму захоплення та утримання плівки

Вихідні дані:

$m = 1$ кг - маса одного захвату

$R = 0.33$ м - радіус обертання центра ваги захвату

$r = 0.1$ м - радіус ричала

$h = 0.071$ м

$P_1 = 6$ атм, $P_2 = 1$ атм

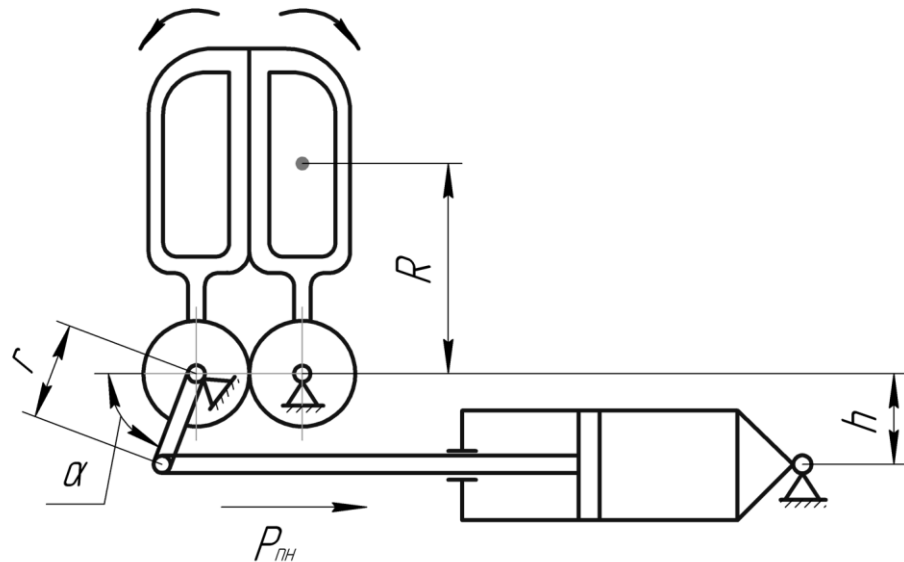


Рис .6.5.3. Розрахункова схема для підбору пневмоциліндра пристрою захоплення та утримання плівки

Для знаходження зусилля $P_{пн}$ складемо рівняння (див. рис.6.5.3.):

$$I\ddot{\varphi} = M_p - M_{on}$$

$$M_p = I\ddot{\varphi} + M_{on}$$

$$M_{on} = m \cdot g \cdot r \cdot f \text{ - момент опору у підшипнику}$$

$$M_{on} = 1 \cdot 9.81 \cdot 0.01 \cdot 0.4 = 0.04 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$I = m \cdot R^2 = 1 \cdot 0.33^2 = 0.1089 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Знайду кутове прискорення з яким рухаються захвати:

$$\ddot{\varphi} = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot t} = \frac{3.14 \cdot 5}{30 \cdot 0.1} = 5.2 \text{ рад/с}^2, \text{ де:}$$

Де: $n=5$ об/хв - частота обертання захватів; $t=0.1$ с - час розгону

Знайду зусилля пневмоциліндра:

$$1. M_p = P_{nn} \cdot h, \text{ якщо } \alpha = 45^\circ$$

$$P_{nn} = \frac{M_p}{h} = \frac{I\ddot{\varphi} + M_{on}}{h}$$

$$P_{nn} = \frac{0.1089 \cdot 5.2 + 0.04}{0.071} = 8.54 \text{ Н}$$

$$2. M_p = P_{nn} \cdot r, \text{ якщо } \alpha = 90^\circ$$

$$P_{nn} = \frac{I\ddot{\varphi} + M_{on}}{r}$$

$$P_{nn} = \frac{0.1089 \cdot 5.2 + 0.04}{0.1} = 6.06 \text{ Н}$$

Для більшого зусилля визначу діаметр штоку пневмоциліндра:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{nn}}{\pi \cdot (P_1 - P_2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8.54}{3.14 \cdot (0.6 - 0.1)}} \approx 5 \text{ мм}$$

За каталогом вибираємо пневмоциліндр **24N2A12II160**.

6.5.4. Підбір пневмоциліндра для механізму відрізання полімерної розтягувальної плівки

Вихідні дані:

$$m = 10 \text{ кг}, r = 0.2 \text{ м}, r_0 = 0.026 \text{ м}$$

$$P_1 = 6 \text{ атм}, P_2 = 1 \text{ атм}$$

Для визначення зусилля пневмоциліндра P_{nn} запишемо рівняння (див. рис. 6.5.4):

$$I\ddot{\varphi} = M_p - M_{on}$$

$$I = m \cdot r^2 = 10 \cdot 0.2^2 = 0.4 \quad \text{Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{on} = m \cdot g \cdot r_0 \cdot f - \text{момент опору у підшипнику,}$$

де $f = 0.2$ - коефіцієнт тертя-кочення

$$M_{on} = 10 \cdot 9.81 \cdot 0.026 \cdot 0.2 = 0.51 \quad \text{Н} \cdot \text{м}$$

Знайду зусилля пневмоциліндра:

$$M_p = P_{nn} \cdot r$$

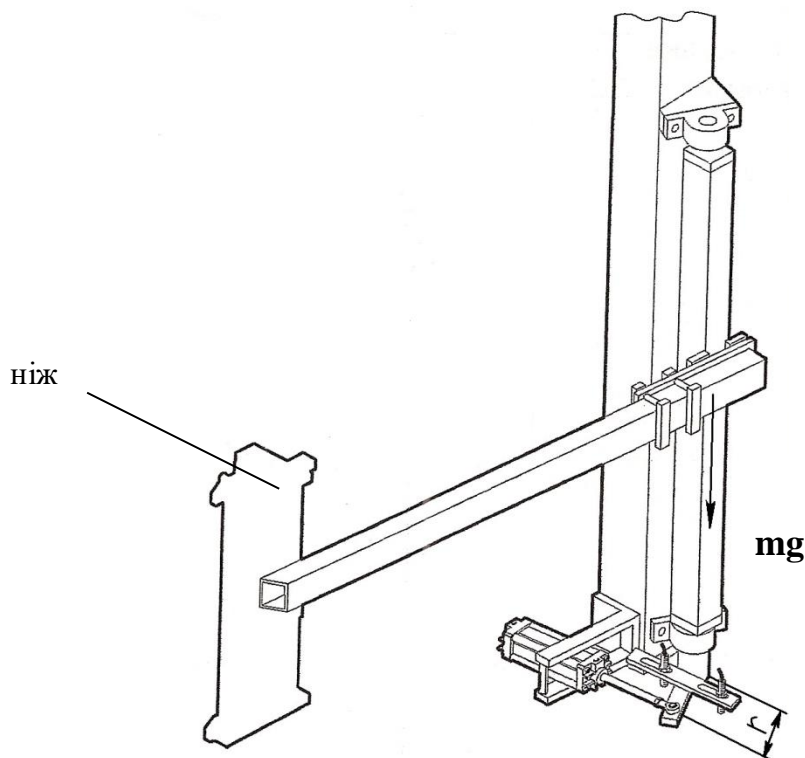


Рис.6.5.4. Розрахункова схема для механізму відрізання полімерної розтягувальної плівки

$$P_{nn} = \frac{I\ddot{\varphi} + M_{on}}{r}$$

$$P_{nn} = \frac{0.4 \cdot 76 + 0.51}{0.1} = 154.55 \quad \text{Н}$$

Знайду кутове прискорення з яким рухається рукав:

$$\ddot{\varphi} = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot t} = \frac{3.14 \cdot 73}{30 \cdot 0.1} = 76 \text{ рад/с}^2, \text{ де:}$$

$n = 73 \text{ об/хв}$ - частота обертання захватів

$t = 0.1 \text{ с}$ - час розгону

Визначу діаметр штоку пневмоциліндра:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{nn}}{\pi \cdot (P_1 - P_2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 154.55}{3.14 \cdot (0.6 - 0.1)}} \approx 20 \text{ мм}$$

За каталогом вибираємо пневмоциліндр **27N2A25I125**.

6.6. Розрахунок ланцюгової передачі для механізму переміщення каретки

Вихідні дані:

$N=0.55 \text{ кВт}$ – потужність двигуна

$n=93 \text{ об/хв}$ – частота обертання вихідного вала

$T=45 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – крутний момент на вихідному валу

$u=1$ – передаточне число

1. Визначу коефіцієнт експлуатації:

$$k_e = k_d \cdot k_a \cdot k_n \cdot k_p \cdot k_z \cdot k_{zm}$$

k_e – коефіцієнт експлуатації. Залежить від умов експлуатації.

За умовами експлуатації:

k_d – коефіцієнт динамічності навантаження. При покійному навантаженні $k_d=1$

k_a – коефіцієнт, який враховує міжосьову відстань.

При $a \geq 25t$ – $k_a=0.8$

k_n – коефіцієнт, який враховує нахил передачі до горизонту. При $\alpha \geq 60^\circ$ -

$k_n=1.25$

k_p – коефіцієнт, який залежить від способу регулювання натягу ланцюга. При регулюванні положення осі однієї з зірочок – $k_p=1$

k_3 – коефіцієнт, який враховує характер змащування. При періодичному змащуванні $k_3=1.5$

k_{3m} - коефіцієнт, який залежить від тривалості роботи за добу. При однозмінній роботі $k_{3m}=1$

$$k_e=1 \cdot 0.8 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 1=1.5$$

2. Попередньо приймаю ланцюг однорядний привідний роликів нормальної серії за ГОСТ 13568-75 з кроком $t=(8.0 \dots 63.5)_{мм}=12.7 \text{ мм}$

3. Прийму число зубців зірочок: $z=19$

4. Розрахунковий крок ланцюга:

$$t_p \geq 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{10 \cdot k_e \cdot N}{S_t \cdot [p] \cdot z \cdot n \cdot k_m}}$$

Для ланцюга ПР за ГОСТ 13568-75:

$$S_t = 0.28$$

$[p]=33.1 \text{ МПа}$ - допустимий питомий тиск в шарнірах ланцюга при $t=12.7 \text{ мм}$ та $n=93 \text{ об/хв}$.

$k_m=1$ – коефіцієнт, який враховує число рядів ланцюга

З конструктивних міркувань при $t_p=12.7 \text{ мм}$ та виберу ланцюг

ПР-12.7-1820-2 з руйнівним навантаженням $Q_{руйн}=18200 \text{ Н}$ та погонною масою $q=0.75 \text{ кг/м}$.

5. Перевірний розрахунок ланцюгової передачі на запас міцності

Необхідна умова:

$$n = \frac{Q_{руйн}}{F_\Sigma} \geq [n], \text{ де}$$

$$F_{\Sigma} = K \cdot F_t + S_u + S_0$$

K – коефіцієнт, який враховує характер передавального навантаження

$K=1$ - при спокійному навантаженні

$$F_t = \frac{1000 \cdot N}{v} \text{ - колова сила, Н}$$

$$v = \frac{z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 1000} \text{ - колова швидкість ланцюга, м/с}$$

$$v = \frac{19 \cdot 93 \cdot 12.7}{60 \cdot 1000} = 0.374 \text{ м/с}$$

$$F_t = \frac{1000 \cdot 0.55}{0.374} = 1470.6 \text{ Н}$$

S_u – натяг від центробіжних сил

$$S_u = q \cdot v^2$$

При $v \leq 12 \text{ м/с}$ ($0.374 \text{ м/с} < 12 \text{ м/с}$) величиною S_u можна знехтувати.

$$S_u = 0$$

$S_0 = k_f \cdot q \cdot g \cdot a$ - величина початкового натягу ланцюга, Н

$k_f=1$ – коефіцієнт, який залежить від провисання ланцюга (для вертикальної передачі).

$a=2387.6 \text{ мм}=2.3876 \text{ м}$ – міжосьова відстань

$$S_0 = 1 \cdot 0.75 \cdot 9.81 \cdot 2.3876 = 17.57 \text{ Н}$$

$$F_{\Sigma} = K \cdot F_t + S_u + S_0$$

$$F_{\Sigma} = 1 \cdot 1470.6 + 0 + 17.57 = 1488.17 \text{ Н}$$

$$n = \frac{18200}{1488.17} = 12.2$$

$[n]$ - допустимий коефіцієнт запасу міцності

При частоті обертання $n=93 \text{ об/хв}$ та кроку ланцюга $t=12.7 \text{ мм}$, маю: $[n]=7.2$

$$n \geq [n]$$

$12.2 > 7.2$ - умова виконується

6. Перевірний розрахунок строку служби

621.КР.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова U	Аркуш
-----------	------------	--------------	-----------	-------

Термін служби ланцюга T (год):

$$T = 5200 \cdot \frac{\Delta t \cdot k_c \cdot \sqrt{z_1} \cdot \sqrt[3]{a_t \cdot u}}{p \cdot \sqrt[3]{v} \cdot k_e} \geq T_o$$

$T_o = 2000$ год - очікуваний термін служби

$\Delta t \leq 3\%$ - допустиме збільшення кроку ланцюга. Приму $\Delta t = 3\%$.

$$k_c = \frac{k_{cn}}{\sqrt{v}} - \text{коефіцієнт змащування}$$

$k_{cn} = 0.15$ - коефіцієнт, який враховує спосіб змащування

$$k_c = \frac{0.15}{\sqrt{0.374}} = 0.245$$

Міжосьова відстань виражена в кроках:

$$a_t = \frac{a}{t} = \frac{2387.6}{127} = 188$$

Питомий тиск в шарнірах ланцюга:

$$p = \frac{F_t}{S_{on}} = \frac{1470.6}{50.3} = 29.2 \text{ МПа, де}$$

$S_{on} = 50.3 \text{ мм}^2$ - проекція опорної поверхні шарніра

$$T = 5200 \cdot \frac{3 \cdot 0.245 \cdot \sqrt{19} \cdot \sqrt[3]{188 \cdot 1}}{29.2 \cdot \sqrt[3]{0.374} \cdot 1.5} = 3024.3 \text{ год}$$

$$T \geq T_o$$

$3024.3 \text{ год} > 2000 \text{ год}$ - умова виконується

7. Геометричний розрахунок зірочок ланцюгової передачі

Міжосьова відстань: $a = 2387.6 \text{ мм}$

Число зубців: $z = z_1 = z_2 = 19$

Передаточне число: $u = 1$

Довжина ланцюга виражена в кроках:

$$L_t = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a}$$

$$L_t = \frac{2a}{t} + z$$

$$L_t = \frac{2 \cdot 2387.6}{12.7} + 19 = 207$$

Кут повороту ланок ланцюга на зірочках:

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

Діаметр ділительного кола зірочок:

$$D_o = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z}\right)}$$

$$D_o = \frac{12.7}{\sin\left(\frac{180}{19}\right)} = 77.16 \text{ мм}$$

7. Технологія машинобудування

7.1. Обґрунтування вибору матеріала

Деталлю, яку розглядається в межах даного дипломного проекту, є зірочка. Оскільки вона не піддається впливу агресивних середовищ і не має безпосереднього контакту з кінцевим продуктом чи сировиною, з якої виготовляється продукція, до матеріалу, з якого вона буде виготовлена, не висуваються особливі вимоги щодо хімічної стійкості або корозостійкості. З урахуванням цього, а також з огляду на економічну доцільність, матеріал для виготовлення зірочки має бути водночас доступним за ціною, технологічним у обробці та відповідати основним механічним вимогам. Провівши аналіз умов роботи зірочки, характеру навантажень та необхідних фізико-механічних властивостей, найоптимальнішим варіантом є використання конструкційної вуглецевої сталі марки 45. Дана сталь широко застосовується у машинобудуванні для виготовлення деталей, що зазнають ударних, згинальних та крутильних навантажень, зокрема валів, шестерень, зірочок тощо. Сталь 45 характеризується високою міцністю, достатньою пластичністю, стійкістю до циклічних навантажень, добрими показниками оброблюваності та термостійкістю в умовах середньої температурної дії. Важливою перевагою є її сприятливе співвідношення межі текучості до межі міцності, що забезпечує надійну роботу елемента при змінних навантаженнях. До того ж вартість сталі 45 є відносно невисокою, що позитивно впливає на загальну собівартість виробу. Інші марки сталей не володіють подібним поєднанням необхідних властивостей або є економічно недоцільними для застосування в даному випадку. Таким чином, конструкційна вуглецева сталь марки 45 є найбільш доцільним вибором для виготовлення зірочки як з точки зору експлуатаційних характеристик, так і з економічної та технологічної позицій.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Васильківський К.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i> Соколюк Д.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Технологія машинобудува ння	621.КР.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> U	<i>Аркуш</i>

7.2. Технологічний маршрут виготовлення зірочки

Номер операції, переход	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристроїв, інструментів Оброблювальний, контрольний
10 10.1	Заготівельна, У33 Відрізати заготовку з прокату L = 52 мм d=85 мм	Відрізний верстат, Лещата 3-х кулачковий патрон лещата, дискова фреза
20 20.1	Штампувальна Відштампувати заготовку, враховуючи припуски	Прес Поковка спецформи
30 30,1 30,2 30,3 30,4	Токарна У33 Точити ϕ 82 начорно, L = 7мм Торцювати ϕ 82 Торцювати ϕ 52 Точити ϕ 52 начорно L = 22 мм	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, патрон. Різець прохідний упорний правий, 1П365 , $\beta=10^\circ, \gamma=10^\circ, \alpha=8^\circ, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ-1 Різець прохідний упорний правий, 1П365 , $\beta=10^\circ, \gamma=10^\circ, \alpha=8^\circ, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ-1 Різець прохідний упорний правий, 1П365 , $\beta=10^\circ, \gamma=10^\circ, \alpha=8^\circ, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ ШЦ-1 Різець прохідний упорний правий, 1П365 , $\beta=10^\circ, \gamma=10^\circ, \alpha=8^\circ, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ ШЦ-1
40 40,1 40,2 40,3 40,4 40,5	Токарна У33 Торцювати ϕ 82 Торцювати ϕ 52 Точити ϕ 52 начорно L = 22мм Розсвердлити отвір під ϕ 29.5 Розвернути отвір під ϕ 30Н9	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, патрон Різець прохідний упорний правий, 1П365 , $\beta=10^\circ, \gamma=10^\circ, \alpha=8^\circ, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ ШЦ-1 Різець прохідний упорний правий, 1П365 , $\beta=10^\circ, \gamma=10^\circ, \alpha=8^\circ, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ ШЦ-1 Різець прохідний упорний правий, 1П365 , $\beta=10^\circ, \gamma=10^\circ, \alpha=8^\circ, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ ШЦ-1 Свердло Р18, ϕ 29,5 мм Цанга, ШЦ1 Розвертка ϕ 30Н9, Цанга, ШЦ1
50 50,1	Протяжна У33 Протягнути шпоночний паз 10N9	Вертикально – протяжний верстат 7Б710Лещата Протяжка 10N9
60 60,1	Зубофрезерна У33 Нарізати зуби зірочки ϕ 82	Зубофрезерний напівавтомат 5К324А Спеціальний пристрій Дискова фасонна фреза

7.3.Токарна

Перехід 30.1. Точити начорно $\varnothing 82$; $l=7$ мм.

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{d_z - d_d}{2} = \frac{85 - 82}{2} = 1.5 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталених деталей діаметром до 100 мм з глибиною різання до 3 мм, приймаємо $S=0,6$ мм/об. (1. табл..17)

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі (1. табл..20):

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{328}{60^{0,2} 1,5^{0,15} 0,6^{0,35}} = 165 \text{ м/хв.}$$

коефіцієнт $C_v=328$ (1. табл..20) T – стійкість різця, $T=60$ хв.

4. Розрахункова частота обертів шпинделя:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 165}{3,14 \cdot 82} = 640 \text{ об/хв.} \quad \text{де } D_{заг} - \text{діаметр заготовки, мм;}$$

5. Із ряду обертів шпинделя верстату вибираємо найближче менше значення $n_e=630$ об/хв. (ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800,1000, 1250, 1600 об/хв)

6. За прийнятим значенням n_e визначається фактична швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000} = \frac{3,14 \cdot 82 \cdot 630}{1000} = 162 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d=7$ мм– довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – величина підводу різця;

$L_2=0$ – величина врізання упорного різця;

$L_3 = 0$ – величина перебігу упорного різця.

$$L_p=7+2=9 \text{ мм.}$$

8. Основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L_p}{n_e S_e} = \frac{9}{630 \cdot 0,6} = 0,02 \text{ хв.}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для повздовжнього обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (1.табл.26).

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

Перехід 30.2. Торцювати $\phi 82$ начорно.

1. Глибина різання

$$t = 1,5 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталених деталей діаметром до 100 мм з глибиною різання до 3 мм, приймаємо $S=0,6 \text{ мм/об.}$ (1. табл..17)

3. Розрахункова швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{328}{60^{0,2} 1,5^{0,5} 0,6^{0,35}} = 165 \text{ м/хв.}$$

коefficient $C_v=328$ для $S=0,6 \text{ мм/об.}$ T – стійкість різця, $T=60 \text{ хв.}$

4. Визначаєм розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 165}{3,14 \cdot 82} = 640 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстату вибираємо найближче менше значення $n_6=630 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням n_6 визначається фактична швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{3,14 \cdot 82 \cdot 630}{1000} = 162 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_0=15 \text{ мм}$ – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – величина підводу різця;

$L_2=0$ – величина врізання упорного різця;

$L_3 = 0$ – величина перебігу упорного різця.

$$L_p=15+2=17 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_s S_s} = \frac{17}{630 \cdot 0,6} = 0,04 \text{ хв.}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д2} = t_2 = 0,12 \text{ хв}$$

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

Перехід 30,3. Торцювати $\phi 52$ начорно.

1. Глибина різання

$$t = 1,5 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16x25 мм при обробленні сталених деталей діаметром до 60 мм з глибиною різання до 3 мм, приймаємо $S=0,5$ мм/об. (1. табл..17)

3. Розрахункова швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{328}{60^{0,2} 1,5^{0,5} 0,5^{0,35}} = 176 \text{ м/хв.}$$

коефіцієнт $C_v=328$ для $S=0,5$ мм/об. T – стійкість різця, $T=60$ хв.

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 176}{3,14 \cdot 52} = 1077 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстату вибираємо найближче менше значення $n_s=1000$ об/хв. . (ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв)

6. За прийнятим значенням n_s визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_s}{1000} = \frac{3,14 \cdot 52 \cdot 1000}{1000} = 163 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_0 = 52$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – величина підводу різця;

$L_2 = 0$ – величина врізання упорного різця;

$L_3 = 0$ – величина перебігу упорного різця.

$$L_p = 52 + 2 = 54 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{54}{1000 \cdot 0,5} = 0,108 \text{ хв.}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д2} = t_2 = 0,12 \text{ хв}$$

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

Перехід 30,4. Точити начорно $\varnothing 52$; $l = 22$ мм.

1. Глибина різання

$$t = 1,5 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо подачу. Для різців з перетином різця 16×25 мм при обробленні сталених деталей діаметром до 60 мм з глибиною різання до 3 мм, приймаємо $S = 0,5$ мм/об. (1. табл..17)

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі (1. табл..20):

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{328}{60^{0,2} 1,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 176 \text{ м/хв.}$$

коефіцієнт $C_v = 328$ (1. табл..20) T – стійкість різця, $T = 60$ хв.

4. Розрахункова частота обертів шпинделя:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 176}{3,14 \cdot 52} = 1077 \text{ об/хв.} \quad \text{де } D_{заг} \text{ – діаметр заготовки, мм;}$$

5. Із ряду обертів шпинделя верстату вибираємо найближче менше значення $n_g = 1000$ об/хв. (ряд: ...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 730, 800, 1000, 1250, 1600 об/хв)

6. За прийнятими значеннями n_e визначається фактична швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заз} n_e}{1000} = \frac{3.14 \cdot 52 \cdot 1000}{1000} = 163 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d = 22$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – величина підводу різця;

$L_2 = 0$ – величина врізання упорного різця;

$L_3 = 0$ – величина перебігу упорного різця.

$$L_p = 22 + 2 = 24 \text{ мм.}$$

8. Основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L_p}{n_e S_e} = \frac{24}{1000 \cdot 0,5} = 0,048 \text{ хв.}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для повздовжнього обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (1.табл.26).

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

Перехід 40,1 аналогічний переходу 30,2 тому приймаємо $t = 1,5$ мм, $S = 0,6$ мм/об.

$n_v = 630$ об/хв, $V_d = 162$ м/хв.

Основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = 0,04 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д2} = t_2 = 0,12 \text{ хв}$$

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

Перехід 40,2 аналогічний переходу 30,3 тому приймаємо $t=1,5\text{мм}$, $S=0,5\text{мм/об}$.

$n_v=1000$ об/хв, $V_d=163$ м/хв.

Основний час на виконання переходу:

$$t_{02}=0,108 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д2} = t_2 = 0,12 \text{ хв}$$

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

Перехід 40,3 аналогічний переходу 30,4 тому приймаємо $t=1,5\text{мм}$, $S=0,5\text{мм/об}$.

$n_v=1000$ об/хв, $V_d=163$ м/хв.

Основний час на виконання переходу:

$$t_{02}=0,048 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д2} = t_2 = 0,12 \text{ хв}$$

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

Основний час на виконання токарної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,02 + 0,04 + 0,108 + 0,048 + 0,04 + 0,108 + 0,048 = 0,412 \text{ хв.}$$

Допоміжний час: $T_d = 2t_y + \sum_1^i t_{ди}$

t_y – допоміжний час на установлення (переустановлення), закріплення і зняття деталі. Для установлення деталей масою до 5 кг. в центрувальний поводок $t_y=0,17$ (1. табл..25)

$$T_d = 2 \cdot 0,17 + 0,23 + 0,12 + 0,12 + 0,23 + 0,12 + 0,12 + 0,12 = 1,4 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,412 + 1,4 = 1,812 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби (1. табл.24):

$$T_{об}+T_{п.п}=(6+4,0) \cdot T_{оп}/100$$

$$T_{об}+T_{п.п}=(6+4,0) \cdot 1,812/100=0,1812 \text{ хв.}$$

Штучний час становить:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 1,812 + 0,1812 = 2,236 \text{ хв.}$$

РОЗДІЛ 7. МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ МАШИНИ

Машина для скріплення транспортних пакетів стретч-плівкою ротаційним способом є ключовим елементом логістичної ділянки сучасного виробництва. Її безперебійна робота безпосередньо впливає на швидкість комплектації вантажів, цілісність продукції при транспортуванні та ефективність внутрішньої логістики підприємства. Тому питання правильного монтажу, дотримання умов експлуатації, своєчасного технічного обслуговування та ремонту набувають особливого значення для підтримки стабільної продуктивності машини на рівні до 60 пакетів за годину.

Усі роботи з установа, введення в експлуатацію, обслуговування та ремонту машини повинні виконуватись згідно з технічною документацією виробника, стандартами безпеки та санітарно-гігієнічними вимогами виробничого середовища.

7.1 Монтаж

Перед початком монтажу модернізованої машини проводиться підготовка виробничої зони. Важливо забезпечити наступні умови:

- Рівна горизонтальна поверхня, що має міцне та гігієнічне покриття, яке дозволяє швидке очищення.
- Підведення електроживлення відповідної потужності з обов'язковим використанням заземлюючого контуру для забезпечення безпечної роботи.
- Наявність дренажу для зливу води під час прибирання або у випадку аварійних ситуацій.
- Достатній рівень освітлення та вентиляції, що відповідає вимогам безпечної експлуатації обладнання.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МГПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ	621.КР.ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова У	Аркуш

Монтаж ротаційної машини виконується у кілька етапів, з чітким дотриманням електричних і механічних схем підключення.

Рекомендується фіксувати обладнання на антивібраційних опорах або фундаментній плиті з метою уникнення зміщення при роботі на максимальній продуктивності.

Особливу увагу слід приділити простору навколо машини — необхідно забезпечити вільний доступ для обслуговування, технічного огляду та оперативного ремонту.

Перед подачею напруги слід:

- Перевірити правильність електричних з'єднань;
- Переконатись у справності системи заземлення;
- Перевірити працездатність механізмів аварійної зупинки;
- Провести пробний запуск без навантаження для виявлення можливих дефектів складання чи підключення.

7.2 Експлуатація та обслуговування

Правильна експлуатація є запорукою надійної та безперебійної роботи модернізованої машини для ротаційного обмотування транспортних пакетів стретч-плівкою. Всі дії оператора та обслуговуючого персоналу повинні виконуватись відповідно до інструкції з експлуатації та технічного регламенту виробника.

Перед початком зміни необхідно:

- Здійснити зовнішній огляд машини та перевірити цілісність усіх механічних та електричних вузлів.
- Переконатися у відсутності сторонніх предметів у робочій зоні.
- Провести пробний пуск у режимі холостого ходу (2–3 хвилини) для всіх основних вузлів — ротаційного столу, системи натягування плівки, електроприводу.
- Перевірити стан та налаштування натягу стретч-плівки, положення пакета на платформі, роботу затискного та відрізного механізму.

Під час експлуатації слід:

- Постійно контролювати правильність обертання платформи, натяг плівки та стабільність обмотки.
- Оперативно реагувати на незначні збої або неточності у роботі механізмів.
- Вчасно замінювати рулони плівки.
- Забезпечувати чистоту в зоні обмотки та навколо робочого обладнання.

Після завершення зміни:

- Видалити залишки плівки або пакувального сміття.
- Провести візуальний огляд механізмів на предмет зношення чи ушкоджень.
- При потребі — відключити обладнання від електромережі.

7.3 Ремонт та технічне обслуговування

Надійність та довговічність роботи модернізованої машини значною мірою залежать від своєчасного технічного обслуговування, профілактичних оглядів і якісного виконання ремонтних робіт. Всі дії повинні відповідати вимогам інструкцій заводу-виробника та фіксуватись у журналі технічного обслуговування.

Щозмінне обслуговування включає:

- Очищення платформи, напрямних і обмотувального вузла від пилу та залишків плівки.
- Перевірку натягу плівки та налаштування механізму її подачі.
- Змащення рухомих частин (за потреби).
- Усунення дрібних несправностей та перевірка функціонування системи обертання платформи.

Щотижневе технічне обслуговування:

- Контроль усіх кріпильних з'єднань і їх підтягування.
- Перевірка стану приводного ланцюга або паса, регулювання натягу.
- Огляд пневматичних або електромеханічних вузлів на предмет герметичності, зносу чи витоків.
- Оцінка стану електропроводки, комутаційних елементів і датчиків.

Щомісячне профілактичне обслуговування:

- Комплексна перевірка несучих вузлів і стійкості опор.
- Демонтаж і очищення найбільш навантажених вузлів (напр., фіксатора пакета, механізму обрізки плівки).
- Заміна мастильних матеріалів у зонах підвищеного тертя.
- Діагностика та оновлення програмного забезпечення контролера ПЛК та інтерфейсу НМІ (при потребі).

Ремонтні роботи повинні виконуватись виключно кваліфікованим персоналом з дотриманням норм техніки безпеки. На період проведення ремонту обладнання повністю виводиться з експлуатації, енергоживлення вимикається.

Висновок

Раціонально організовані процеси монтажу, експлуатації, обслуговування та ремонту модернізованої машини для ротаційного обмотування транспортних пакетів стретч-плівкою забезпечують її тривалий термін служби, стабільну продуктивність на рівні до 60 пакетів за годину та високу якість формування пакета. Усі технічні заходи мають виконуватись відповідальними спеціалістами згідно з регламентом, що гарантує ефективну інтеграцію обладнання у виробничу систему підприємства.

8.Охорона праці

8.1.Шкідливі та небезпечні чинники на виробництві.

Машина, що підлягає модернізації, може бути використана на різних підприємствах харчової промисловості, зокрема найчастіше на заводах із виробництва газованих напоїв та пива. Вона входить до складу автоматизованої потокової лінії для фасування напоїв у полімерні ПЕТ-пляшки. Технологічна схема цієї лінії представлена на рисунку 8.1. На схемі також позначено дію основних небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які виникають під час експлуатації обладнання. Серед них найпоширенішими є шум та вібрація. Розроблювана модернізована машина також є джерелом шуму й вібрації, однак рівні цих факторів не перевищують допустимі норми та не становлять загрози для обслуговуючого персоналу.

Мікроклімат виробничих приміщень визначається кількома факторами, серед яких температура повітря, відносна вологість, рухливість повітря та теплове випромінювання. Всі ці параметри мають суттєвий вплив на терморегуляцію людини та її загальне самопочуття. Вони повинні відповідати встановленим нормам, щоб забезпечити комфортні умови для працівників і не перевищувати межі, вказані в таблиці 8.1.

Мікроклімат регулюється залежно від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт за рівнем важкості та пори року. Основними нормативними документами, що визначають норми мікроклімату в робочих приміщеннях, є санітарні норми та стандарти безпеки праці. Ці стандарти встановлюють вимоги щодо температури, вологості, швидкості руху повітря та інших параметрів, що забезпечують безпечні та ефективні умови праці для людей.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Васильківський К.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i> Соколюк Д.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> ОХОРОНА ПРАЦІ	621.КР.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> U	<i>Аркуш</i>	

Шум є одним із найбільш поширених негативних факторів, що можуть впливати на умови праці в виробничих приміщеннях. Для зменшення рівня шуму та забезпечення безпечних умов для працівників існують стандарти, які визначають класифікацію шуму, вимоги до його характеристик і методи захисту від нього на робочих місцях. Джерела шуму в автоматизованих виробничих процесах можуть бути різноманітними, серед яких видувна машина, фасувально-упаковочна машина, етикетувальна машина, машина для групової упаковки, палетайзер, а також машина для скріплення транспортних пакетів. Зокрема, шум можуть створювати приводи для механізму розтягування полімерної плівки, механізму переміщення каретки з плівкою, роликowego конвеєра, двигуни для механізму обертання рами, пневмоциліндри для пристрою прижимання пакету, упору, механізму захоплення та утримання плівки, механізму відрізання плівки, а також ланцюгові передачі для механізму переміщення каретки та роликowego конвеєра, транспортер. Оскільки шум може мати значний вплив на здоров'я працівників, включаючи порушення слуху, загальний дискомфорт і втомленість, важливо застосовувати заходи для його зниження. Це можуть бути як конструктивні заходи (установка глушників, звукоізоляція), так і організаційні (зменшення часу перебування працівників в зонах з підвищеним рівнем шуму, використання засобів індивідуального захисту).

Табл.8.1. Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с		
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима на робочих місцях, постійних і непостійних, не більше	Оптимальна, не більше	Допустима на робочих місцях, постійних і непостійних, не більше
			Верхня границя		Нижня границя					
			На робочих місцях							
постійних	непостійних	постійних	непостійних							
Холодний	<i>середня Іа</i>	18-20	17	15	23	24	40-60	75	0,2	0,3
	<i>середня Іб</i>	17-19	15	13	21	23	40-60	75	0,2	0,4
	<i>середня Ів</i>	21-23	27	29	30	31	40-60	75	0,3	0,4
621.КР.ПЗ							Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
									U	

Теп- лий	<i>середня ІІб</i>	20-22	27	29	30	31	40-60	75	0,3	0,5
-------------	--------------------	-------	----	----	----	----	-------	----	-----	-----

Для зниження шуму в промислових умовах на підприємствах застосовують кілька методів. Один з них полягає у зменшенні шуму безпосередньо в джерелі його виникнення, що дозволяє знизити рівень шуму вже на етапі виробництва. Інший метод передбачає зміну напряму випромінювання шуму від джерела, що застосовується, зокрема, при проектуванні установок з направленим випромінюванням. Ще одним важливим способом є будівельно-акустичний метод, що базується на акустичному розрахунку та проведенні акустичної обробки приміщення. Для зменшення шуму на шляху його розповсюдження використовуються звукоізолюючі кожухи, екрани та кабінки для операторів. Крім того, для захисту працівників використовуються засоби індивідуального захисту.

Щодо вібрації, зростання потужностей та швидкостей переміщення у виробництві може призвести до негативного впливу вібрацій і шуму на організм людини. Гігієнічне нормування вібрацій передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкості в м/с. Для зниження рівнів вібрації застосовують кілька методів: вібробемпферування, яке передбачає зниження вібрації шляхом переведення енергії механічного коливання в інші види енергії (зазвичай теплову) з використанням матеріалів з великим внутрішнім тертям; віброгасіння, яке здійснюється шляхом встановлення машин і агрегатів на віброізолюючі фундаменти; та віброізоляцію, що полягає у зниженні рівня вібрації захопленого об'єкта через зменшення коливань, що передаються від двигуна. Для індивідуального захисту від вібрацій використовуються антивібраційні рукавиці та взуття.

Освітлення робочих місць здійснюється за допомогою природного та штучного світла. Природне освітлення нормується за коефіцієнтом природної освітленості (КПО), а для штучного освітлення існують спеціальні норми, які повинні відповідати вимогам, наведеним у ДБН В.2.5-10-2006 "Природна і

621.КР.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
			U	

штучна освітленість". Нормовані значення КПО вказані в таблиці 8.1, а норми освітлення штучним освітленням – в таблиці 8.2.

На підприємствах харчової промисловості види зорових робіт можуть мати різні розряди, від III до V. Приміщення зазвичай оснащуються загальним освітленням. На потокових лініях, де робочі процеси потребують підвищеної уваги та точності, встановлюється локалізоване освітлення для забезпечення комфортних умов праці.

8.2. Розрахунок штучного освітлення цеху для скріплення транспортного пакету

Розраховуємо освітлення приміщення під цех для скріплення транспортних пакетів розмірами:

$a=24$ м – довжина цеху

$b=12$ м – ширина цеху

$H=7.2$ м - висота цеху

1. Вибираємо освітлювач ЛСП 02 - 2 - 40 - 41 - У4, без перфорації, з решіткою: умовний номер групи -3, з стартерною схемою засвічування.

Вибираємо до них лампи ЛД-40 (потужність якої становить 40 Вт, напруга на лампі 103 В, струм лампи 0.43 А, світловий потік 1960 лм.

2. За галузевими нормами освітленості визначаємо мінімальну штучну освітленість цеху пакування.

Найменший розмір об'єкту розрізнення - від 5мм. Розряд робіт – VI.

Найменша освітленість при газорозрядних лампах - 100 лк.

3. Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку освітлювальної установки знайдемо індекс приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{(a + b) \cdot H_p} = \frac{24 \cdot 12}{(24 + 12) \cdot 6.4} = 1.26$$

$H_p=6,4$ м – висота підвішування світильників над робочою поверхнею.

4. Знаходимо η , коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки для коефіцієнтів відбиття стелі $r_{стелі}$ та стін $r_{стін}$, вибраних за конкретних умов:

$$r_{стелі} = 70\%, r_{стін} = 50\%, \text{ отже: } \eta = 0.448$$

5. Знаходимо кількість ламп n , необхідну для забезпечення мінімальної потужності:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{F \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 288 \cdot 1.5 \cdot 1.2}{1960 \cdot 0.448} = 59$$

Де E – мінімальна норма освітленості, лк;

S – площа приміщення, м²:

$$S = 12 \cdot 24 = 288 \text{ м}^2;$$

$k=1.5$ – коефіцієнт запасу, який враховує старіння ламп, запиленість та забрудненість світильників (за табл.5.5 [10]);

$z=(1.1...1.2) = 1.2$ – поправочний коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення;

F – світловий потік однієї лампи, лк

Приймаємо кількість ламп $n=60$.

6. Знаходимо кількість світильників :

$$N = \frac{n}{n_c} = \frac{60}{2} = 30$$

n_c – число ламп у світильнику.

7. За фактичною кількістю світильників та ламп у приміщенні, їх типом, конструкцією знаходимо розрахункову освітленість:

$$E = \frac{F \cdot \eta \cdot n}{S \cdot k \cdot z} = \frac{1960 \cdot 0.448 \cdot 60}{288 \cdot 1.5 \cdot 1.2} = 101.6 \text{ лк},$$

що більше допустимо мінімального $101.5 > 100$ лк.

Табл. 8.2. Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення

Характеристика зорової роботи			Коефіцієнт природної освітленості, %	
-------------------------------	--	--	--------------------------------------	--

621.КР.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
			U	

	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	При верхньому та комбінованому освітленні	При бічному освітленні
Середньої точності	0.5...1	IV	3.6	1.4
Малої точності	1...5	V	2.7	0.9

Табл. 10.3. Норми освітлення штучним освітленням

Характеристика роботи	Розмір об'єкта розрізнення	Розряд роботи	Підряд роботи	Контраст об'єкта з фоном	Фон	Найменша освітленість, лк			
						при газорозрядних лампах		при лампах розжарювання	
						Освітлення			
						Комбіноване	Загальне	Комбіноване	Загальне
Середньої точності	Від 0.5 до 1	VI	б	малий	темний	750	300	800	200
			б	середній	темний	500	200	500	150

8.3. Електробезпека. Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму необхідно застосовувати засоби та методи захисту, передбачені "Правилами улаштування електроустановок" та "Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів". Ось основні засоби електрозахисту:

- Заземлення всіх металевих не струмоведучих конструкцій електричного обладнання, щоб уникнути потрапляння електричного струму в разі пошкодження ізоляції.
- Живлення електродвигунів малою напругою та застосування подвійної ізоляції кабелів живлення для забезпечення додаткового захисту.
- Використання системи захисного відімкнення електричного струму в разі замикання на корпус електродвигунів приводу

машини або їх перевантаження, щоб обмежити вплив небезпечних ситуацій.

- Усі машини, що живляться змінною напругою 220/380 В, повинні бути обладнані заземленням і системою аварійного відключення для швидкого реагування на потенційні аварії.
- Електричні щити живлення повинні бути закриті захисними коробками, під щитами повинні знаходитися діелектричні ковдри для запобігання випадковим контактам із струмоведучими частинами.

Ці заходи допомагають забезпечити безпеку працівників та зменшити ризики, пов'язані з електричними установками на підприємствах.

Індивідуальні засоби захисту

До заходів, що забезпечують протипожежну безпеку, відносять:

- Визначення категорії приміщення за вибухо-пожежонебезпечністю згідно з нормами технологічного проектування ОНТП 24-86. Це дозволяє класифікувати приміщення за рівнем ризику та відповідно до цього вибирати засоби безпеки.
- Забезпечення приміщень первинними засобами пожежегасіння згідно зі стандартом ISO №3941-77. Це включає встановлення вогнегасників, пожежних кранів, систем спринклерного та іншого протипожежного обладнання.
- Розрахунок запасу води на пожежегасіння для будівлі, де розташоване виробниче приміщення. Це дозволяє забезпечити достатній обсяг води для гасіння пожежі протягом необхідного часу.
 - Шляхи евакуації людей у разі пожежі повинні бути чітко визначені, зручні та доступні. Це включає наявність евакуаційних виходів, табличок із вказівниками, а також забезпечення безпеки людей під час евакуації. Ці заходи сприяють значному зниженню ризику виникнення пожеж та забезпечують належний рівень безпеки для працівників підприємства

ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

Для запобігання виникнення захворювань і травматизму на підприємстві необхідно вжити наступних заходів:

- а) Протишумові навушники — для захисту від шкідливого впливу шуму, що є одним із основних чинників, що можуть спричинити тимчасову або постійну втрату слуху у працівників.
- б) Протишумові костюми — для більш ефективного захисту працівників, які перебувають у зонах підвищеного рівня шуму, особливо при виконанні складних чи небезпечних операцій.
- в) Встановити металопластикові огорожі в необхідних місцях — для обмеження доступу до небезпечних зон, таких як місця з підвищеним ризиком травматизму, або де здійснюються роботи з високими механічними навантаженнями.
- г) Огородити всі небезпечні рухомі частини і пофарбувати огорожі в червоний колір — для підвищення видимості небезпечних елементів машини або механізмів і попередження можливих травмувань працівників.
- д) Ліквідувати протяги — забезпечити належну вентиляцію та запобігти потраплянню холодного повітря в робочі зони, що може призвести до переохолодження і, як наслідок, до захворювань або зниження працездатності.
- е) На видимому місці розмістити план евакуації виробничого персоналу в разі виникнення надзвичайної ситуації — для швидкої та організованої евакуації працівників, зменшуючи час на розгубленість та дії, що можуть призвести до травм.

Ці заходи сприяють підвищенню рівня безпеки на підприємстві і зменшують ризик виникнення травм та професійних захворювань.

Висновок

У результаті проведеного дослідження та розгляду модернізації машини для скріплення транспортних пакетів полімерними плівками можна зробити наступний висновок:

Розробка і впровадження автоматизованої машини для скріплення пакувальних одиниць полімерними плівками є ефективним та перспективним кроком для підвищення продуктивності праці в харчовій та інших галузях промисловості. Автоматизація процесу дозволяє зменшити фізичне навантаження на оператора, знизити ризик помилок при виконанні операцій, а також забезпечити стабільно високий рівень якості скріплення пакетів.

Модернізація машини, оснащена пневмосистемою та мікропроцесорною технікою, дозволить ефективно контролювати і оптимізувати процес, збільшуючи його швидкість та точність. Використання полімерних плівок для скріплення пакетів надає можливість забезпечити не тільки механічну міцність пакету, але й захист від впливу навколишнього середовища, що особливо важливо для збереження якості продукту.

Таким чином, запропонована модернізація має не лише технічне, а й економічне обґрунтування, оскільки підвищує продуктивність праці та знижує експлуатаційні витрати, що в кінцевому підсумку забезпечує конкурентоспроможність підприємства на ринку.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Васильківський К.В.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i> <i>Соколюк Д.О.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВОК	621.КР.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> U	<i>Аркуш</i>

Список використаної літератури

1. *Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» / Уклад.: А.П. Беспалько, О.М. Гавва, С.В. Токарчук. – К.: НУХТ, 2010р.–15с.*
2. *Пакеформуючі машини/П.П. Кривопляс, А.А. Кукібний, А.П. Беспалько та ін- М.: Машинобудування, 1982р. - 239с.*
3. *Козяр М. М. Інженерна графіка. Машинобудівне креслення : підручник. Херсон : Олді-плюс, 2022. 476 с.*
4. *Костюк В.С., Валіулін Г. Р. Прикладна механіка та основи конструювання : навч. посіб. Київ : Кондор, 2018. 226 с.*
5. *Малащенко В.О, Павлице В.Т. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків. Львів : Новий Світ-2000, 2009. 136 с.*
6. *Моделювання процесів пакування: підручник / А.І. Соколенко, та ін.; за ред. А. І. Соколенка ; НУХТ. Вінниця: Нова книга, 2004. 272 с.*
7. *Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості: підручник / А. І. Соколенко та ін. К. : Кондор, 2015. 396 с.*
8. *Пальчевський Б.О. Автоматизація технологічних процесів (виготовлення і пакування виробів): навч. посіб. Львів: Світ, 2007. 392 с.*
9. *Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (модернізація, проектування, оптимізація): навч. посібник. Львів: Світ, 2009. 232 с..*
10. *Кривопляс О.П. Розробка теоретичних основ переміщення штучних вантажів у потокових лініях укрупнення вантажних одиниць харчових виробництв та їх практичне застосування. - Дис. докт. техн. наук.- Київ, 1998р. - 500с.*

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Соколюк Д.О.	Назва, додаткова назва Список використаної літератури	621.КР.ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова У	Аркуш

11. *Олія Н.А. Обґрунтування параметрів машинного укладання пачок із харчовими продуктами у транспортну тару.- Дис. канд. техн. наук.- Київ, 1984р. - 246с.*
12. *Функціонально-модульне проектування пакувальних машин: монографія / О.М. Гавва та ін. ; за ред. О. М. Гавви. К. : Сталь, 2015. 547 с.*
13. *Халайджі В.В., Кривошей В. М. Упаковка для харчових продуктів та напоїв .Київ : ІАЦ "Упаковка", 2018. 216 с..*
14. *Каталог Satozzi, 2000р.*
15. *О.М. Гавва. Основи розрахунків і конструювання технологічних машин.- К.: НУХТ, 2008-100 с.*
16. *Технологічні основи машинобудування/Укл.: О.І. Слинко.- К.: УДУХТ, 1998.-84 с.*
17. https://kozakplus.ua/products/machines-flow-pack/jy-280f?pk_campaign=GoogleMerchant&gad_source=1&gad_campaignid=12607284174&gbraid=0AAAAADzDJjn1b0nN7YydkpkQ3pSSEUvfi&gclid=Cj0KCQjwt8zABhDKARIsAHXuD7YURgCxLtM8TYVYUlrKNU9aob_WwKLxSZFB9o6H69_ecyMRYT9Ak0aAvyUEALw_wcB
18. https://tukva.in.ua/ua/p1933476973-zapaehnaya-mashina-model.html?source=merchant_center&gad_source=1&gad_campaignid=22419564477&gbraid=0AAAAACgUd23dnhCK48t3Pcu4jRTIt_cUg&gclid=Cj0KCQjwt8zABhDKARIsAHXuD7YWNrhdXodEYtOUOj2cOK7yUkcFS8YHnsSXAb_HwPAYu8lKOCi4ADYaAn_EEALw_wcB
19. https://kozakplus.ua/products/strapping/strapping-machine/tp-6000-650-600-9?pk_campaign=GoogleMerchant&gad_source=1&gad_campaignid=14544138606&gbraid=0AAAAADzDJjkm3Ej48epeNxsmE9zPjVe3x&gclid=Cj0KCQjwt8zABhDKARIsAHXuD7ZMz_ZjLTsKmMzGdQakgLzBGubLq1JHPfnCyr-HGBQfiEJtz0uFcboaAihTEALw_wcB

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № докл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.			
			ДПЗО.04.021	Стійка	1																	
			ДПЗО.04.022	Верхня роликоопора	2																	
			ДПЗО.04.023	Верхня роликоопора	2																	
			ДПЗО.04.024	Ніж	1																	
				Стандартні вироби																		
			ДПЗО.04.025	Гайка-баранчик ГОСТ 3032-76	1																	
			ДПЗО.04.026	Гайка	2	Пластмаса																
			ДПЗО.04.027	Гвинт М4 х 10 ГОСТ 1476-84	4																	
			ДПЗО.04.028	Гвинт М6 х 10 ГОСТ 1476-84	2																	
			ДПЗО.04.029	Дріт 21 х 1700	1																	
			ДПЗО.04.030	Кільце 36 ГОСТ 13942-68	1																	
			ДПЗО.04.031	Манжета 1-25 х 52 ГОСТ 8752-79	1																	
			ДПЗО.04.032	Манжета 1-30 х 60 ГОСТ 8752-79	2																	
			ДПЗО.04.033	Пластина 100 х 60 х 5	1																	
			ДПЗО.04.034	Пластина 130 х 60 х 5	1																	
			ДПЗО.04.035	Пластина 230 х 170 х 5	1																	
			ДПЗО.04.036	Пластина 1730 х 55 х 4	1																	
			ДПЗО.04.037	Подшипник 303 ГОСТ 8338-75	8																	
			ДПЗО.04.038	Подшипник 308 ГОСТ 8338-75	2																	
			ДПЗО.04.039	Стрижень 212 х 210	2																	
			ДПЗО.04.040	Шайба 12 ГОСТ 11371-72	4																	
			ДПЗО.04.041	Шпонка А-6 х 6 х 14 СТ РЕВ 189-75	1																	
			ДПЗО.04.042	Пружина 7039-2022 ГОСТ 13165-67	2																	
			ДПЗО.04.043	Болт М6х20 ГОСТ 7798-70	1																	
			ДПЗО.04.000																			
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Механізм накидання плівки				Лит.	Лист	Листов								
			Разрад.	Соколюк Д.О.											2	2						
			Пров.	Васильківський К.В.																		
			Н.контр.																			
			Утв.									НУХТ ПМ-4-1										

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
								Формат
Перв. примен.	Справ. №	A1			Документація			
					Складальне креслення			
						Складальні одиниці		
				1	ДПЗО.04.001	Рама	1	
						Деталі		
					ДПЗО.04.002	Верхня роликоопора	2	
					ДПЗО.04.003	Вісь	1	
					ДПЗО.04.004	Кришка	2	
					ДПЗО.04.005	Стакан	8	
					ДПЗО.04.006	Зірочка	2	
					ДПЗО.04.007	Пластина	2	
					ДПЗО.04.008	Опора	2	
					ДПЗО.04.009	Кришка	1	
					ДПЗО.04.010	Втулка	1	
					ДПЗО.04.011	Втулка	2	
					ДПЗО.04.012	Вал	1	
					ДПЗО.04.013	Кришка	2	
					ДПЗО.04.014	Кришка	1	
					ДПЗО.04.015	Стійка	1	
					ДПЗО.04.016	Втулка	2	
	ДПЗО.04.017	Втулка	4					
	ДПЗО.04.018	Стійка	1					
	ДПЗО.04.019	Кутник	1					
	ДПЗО.04.020	Напрямна	2					
				ДПЗО.04.000				
Інв. № подл.	Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			
	Разрад.	Соколюк Д.О.				Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Васильківський К.В.					1	2
	Н.контр.					Механізм накидання плівки		
Утв.					НУХТ ПМ-4-1			