

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) УНУХТІ І ім. акад. І. С. Турчак
Кафедра кафедра мехатроніки та пакуваль-
ної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор Інституту
Сергій Білоусов
(підпис) (ім'я та прізвище)

«07» 06 2023р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
Микола Кривошея
(підпис) (ім'я та прізвище)

«06» 06 2023р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 131 Трижарна механіка
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Трижарна механіка

на тему: Модернізація пакувальної лінії для умовного
пакування полімерних кабістр з використанням
якщо термодімеру тиску продуктивністю
280 тир. дп./год.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ПМ-4-1 Іван Чернієнко
(ім'я та прізвище)

Керівник Анастасія Дерев'як
(ім'я та прізвище) (підпис)

Консультанти Сергій Байко
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Др. І. Байко
(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.

Іван Чернієнко
(підпис, ім'я та прізвище здобувача(здобувачки))

Київ - 20 23р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) УНУВТІІ ім. акад. І.С. Гунього
 Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки
 Освітній ступінь бакалавр
 Спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і назва)
 Освітньо-професійна програма Прикладна механіка
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МРТ

Володимир Кривоног-Володіна
 "14" 04 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Чернієнко Іван Артурович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація пакувальної лінії для цупового пакування пшеничних кашанів з молокою вагою 2кг у термоізоляційній півку продуктивністю 280 тр.уп./год
 керівник роботи Деремівська Анастасія Василівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "14" 04 2023 року № 233-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 28.05.23р.

3. Вихідні дані до роботи технічні та технологічні, кінематичні та силові параметри роботи скарбових шнеків лінії для цупового пакування пшеничних кашанів з молокою вагою 2кг у термоізоляційній півку продуктивністю 280 тр.уп./год

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

1. Вступ. 2. Вступ. 3. Літературний огляд. 4. Опис пропозицій. 5. Розрахунок тривалості циклу роботи. 6. Технологічні схеми та силові розрахунки. 7. Розробка технічних умов виготовлення деталей. 8. Монтаж експериментів на ремонт машини. 9. Оформлення. 10. Висновки. 11. Список використаного матеріалу

5. Перелік графічного матеріалу рисунків літератури
 лист 1. Пакувальна лінія для цупового пакування пшеничних кашанів з молокою
 лист 2. Термодіаграма
 лист 3. Термодіаграма
 лист 4. Розроблений конвеєр
 лист 5. Технологічна карта виготовлення зубчастого колеса

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7017	доц. Білийко О. С.		

7. Дата видачі завдання 14.04.23р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.04.2023	виконано
2	Літературний огляд	16.04.2023	виконано
3	Техніко-експертне обґрунтування	17.04.2023	виконано
4	Опис пропозиції		
5	Розробка функціональної частини циклу роботи машини	18.04.2023	виконано
6	Технологічні кілеватості, шкєві розрахунки	19.04.2023	виконано
7	Лист 01-5	21.05.2023	виконано
8	Розробка техмаршрута	23.05.2023	виконано
9	Монтаж експлуатаційного маршруту машини	26.05.2023	виконано
10	Окрема трощі	28.05.2023	виконано
11	Висновки	29.05.2023	виконано
12	Список використаної літератури	29.05.2023	виконано

Здобувач

(підпис)

Чернієнко І. А.
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

Анастасія
ДЕРЕМІВСЬКА

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	4
1 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА ЛІТЕРАТУРНОГО ОГЛЯДУ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПРОЄКТУВАННЯ	5
1.1 Огляд конструкцій машин для групового пакування у термоусадкову плівку.....	5
1.2 Характеристики основних машини	9
1.3. Властивості для термозбіжної полімерної плівки, в пакувальному матеріалі	16
1.4. Види для термозбіжної упаковки	20
1.5 Умови зберігання та виготовлення термозбіжної плівки	23
3 РОЗРОБЛЕННЯ ЦИКЛОГРАМИ ДЛЯ РОБОТИ МАШИНИ.....	28
4 РОЗРАХУНКИ ДЛЯ МАШИНИ, ОКРЕМИХ МЕХАНІЗМІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ	31
4.1. Розрахунок для пристрою щодо поперечного зварювання	31
4.2. Тепловий розрахунок для термокамери.....	33
4.3. Розрахунок для теплового балансу термоусадкової плівки	34
4.4. Розрахунок для пневмоциліндра двохсторонньої дії запаювання плівки	37
4.5. Розрахунок для механізму із визначенням сили для розмотування рулону	42
4.6. Тяговий розрахунок для конвеєра	44
4.7. Розрахунок для погонних навантажень щодо конвеєра.....	45
4.8. Розрахунок сил опору для стрічки конвеєру	46
4.9. Розрахунок для колового та тягового зусилля	48
4.10. Розрахунок для потужності на приводному валу конвеєра	48

					КРБ.87.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ			
Розроб.		Чернієнко І.А.						
Перевір.		Деренівська А.В.						
Керівник								
Н. Контр.								
Затверд.								
						Літ.	Арк.	Акрушів
							4	79
						НУХТ ПМ-4-1		

4.11. Кінематичний та силовий узагальнений розрахунок приводу конвеєра.....	49
4.12. Розрахунок для натяжного пристрою	51
4.13. Розрахунок для роликowego конвейра відведення готової продукції.	51
4.14. Розрахунок для ланцюгової передачі із роликowym ланцюгом	54
4.15 Підбір захоплюючих пристроїв	56
5 ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	57
5.1. Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів.....	57
5.2 Перевірка вибраної деталі вузла на відповідність умовам взаємозамінності, надійності та довговічності	59
5.3 Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі	60
Завдяки використанню поліетилену в якості матеріалу виготовлення заготовки було зменшено: вартість деталі, вагу деталі, час на обробку деталі.....	62
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЛЯНКИ	63
6.1 Інструктажі.....	63
6.2 Аналіз щодо виробничого травматизму	64
6.3 Організація роботи по охороні праці	65
6.4 Планування та фінансування заходів щодо ОП.....	66
6.5 Виробничі та шкідливі фактори	67
7 МОНТАЖ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ МАШИНИ.....	68
7.1 Загальні положення для систем	68
7.2 Розміщення та монтаж машини	69
7.3 Налагодження машини та загальна підготовка її до роботи	71
7.4 Діагностика та відмови роботи обладнання.....	72
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	74

АНОТАЦІЯ

У даній дипломній роботі проведена модернізація пакувальної лінії для групового пакування полімерних каністр з молоком вагою 2 кг у термозбіжну плівку продуктивністю 280 тр.уп/год.

Запропоновано вдосконалити дозувально-фасувальний пристрій з метою поліпшення процесу фасування молока у 2-літрову каністру.

Пояснювальна записка складається з 79 аркушів печатного тексту, 19 рисунків, 6 таблиць.

Склад графічної частини 5 аркушів формату А1:

Лист 1 – Лінія пакування в бандероль.

Лист 2 – Термотунель.

Лист 3 – Термоніж.

Лист 4 – Роликовий конвеєр.

Лист 5 – Техмаш.

Записка містить наступні розрахунки:

- розрахунок тривалостей циклу роботи складового обладнання лінії;
- проектний розрахунок дозувального пристрою з короткою трубкою для фасування газованої мінеральної води за рівнем;
- проектний розрахунок конвеєра переміщення розрахунок припусків.

Ключові слова та словосполучення, що характеризують основний зміст дипломного проекту: машина для полімерних каністр, дозатор з короткою трубкою, дозування за рівнем, рідкий продукт, полімерна каністра, пакувальна машина.

					КРБ.87.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	АНОТАЦІЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Чернієнко І.А.						
Перевір.		Деренівська А.В.					6	79
Керівник						НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.								
Затверд.								

ВСТУП

З розвитком економічних відносин в світі і розширенням виробництв постає необхідність впровадження нового обладнання та технологій, які будуть підвищувати продуктивність і якість продукції. Оскільки люба продукція потребує швидкого і якісного упакування, то є необхідність в удосконаленні машин виробництва, упакування, фасування цієї продукції. У зв'язку з цим, питання оптимізації процесу упаковки стає дуже актуальним для бізнесу. Одним з напрямків оптимізації є модернізація лінії групового пакувальня у термозбіжну плівку.

Об'єктом дослідження проекту є процес групового пакувальня у термозбіжну плівку полімерних каністр з молоком.

Предметом дослідження дипломного проекту бакалавра являється детальне вивчення машини пакування та розрахунок певних їх вузлів.

Мета проекту – модернізація пакувальної лінії для групового пакування полімерних каністр з молоком вагою 2 кг у термозбіжну плівку продуктивністю 280 тр. уп./год.

Для досягнення поставленої мети сформовано ряд задач:

- провести огляд конструкцій машин для групового пакування;
- проаналізувати обладнання для термомеханічної обробки і фізичні властивості термоусадкової плівки;
- розробити циклограму машин і зробити необхідні технологічні характеристики;
- оцінити ефективність впровадження модернізованої лінії;
- розглянути основи охорони праці для технологічної ділянки, а також правила монтажу та експлуатації, обслуговування і ремонту машин

					КРБ.87.ПЗ		
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернієнко І.А.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Деренівська А.В.				7	79
Керівник					ВСТУП		
Н. Контр. Н.							
Затверд.							
					НУХТ ПМ-4-1		

1 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА ЛІТЕРАТУРНОГО ОГЛЯДУ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Огляд конструкцій машин для групового пакування у термозбіжну плівку

Машини для групового пакування у термозбіжну (термоусадкову) плівку є важливим обладнанням в процесі упаковки продуктів різного типу, таких як напої, харчові продукти, косметичні товари та інші товари споживання. Ці машини можуть працювати в автоматичному або напівавтоматичному режимах, залежно від виробничих потреб.

Групове пакування є першим серед процесів зі створення збільшених вантажних одиниць. Використання збільшених вантажних одиниць дає змогу оптимізувати вантажопотоки, поліпшити якість зберігання і транспортування пакованої продукції та зменшити грошові витрати.

Групове пакування може виконуватись як в транспортну тару, так і обгортковий матеріал. В свою чергу транспортна тара, поряд із різними фізико-механічними властивостями, може бути:

- попередньо виготовленою;
- виготовленою, або сформованою на пакувальній машині.

Технологічний процес групового пакування виробів можна розділити на різні етапи, які виконуються в певній послідовності та взаємозв'язку. Залежно від виконання операцій, технологічні процеси можна класифікувати на два типи:

- 1) Перший тип ґрунтується на диференціації операцій.
- 2) Другий тип базується на концентрації операцій.

					КРБ.87.ПЗ			
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чернієнко І.А.			ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПРОЄКТУВАННЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Деренівська А.В.					8	79
Керівник						НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр. Н.								
Затверд.								

Диференціація операцій в контексті технологічного процесу групового пакування виробів означає розбиття процесу на окремі елементарні операції, які виконуються на різних пристроях або машинах. Це дозволяє прискорити розробку спеціалізованих машин і пристроїв за допомогою модульного підходу. Однак такий підхід вимагає більшої виробничої площі та залучення більшої кількості обслуговуючого персоналу.

Концентрація операцій в технологічному процесі групового пакування виробів досягається шляхом використання комплексних робочих органів, збільшенням кількості робочих органів, які працюють одночасно на одній позиції, а також збільшенням кількості робочих позицій в одній машині або агрегаті. Це дозволяє зменшити потребу у виробничій площі при збереженні заданої продуктивності. Однак необхідно враховувати, що надмірна концентрація робочих органів на одній позиції може призвести до складнішої конструкції машини і зниження її надійності у роботі.

Тому загальноприйнятою думкою є те, що технологічна схема, заснована на концентрації операцій, застосовується для машин малої і середньої продуктивності. Зворотно, технологічні схеми, засновані на диференціації операцій, використовуються для машин (потоківих ліній) великої продуктивності.

Великий розмаїтість технологічних схем групового пакування призводить до широкого спектру конструктивних варіантів машин. Залежно від виконуваних операцій, машина складається з різної кількості функціональних модулів.

Конструкція та принцип дії функціональних модулів машини залежать від характеристик, розмірів та форми виробів, методу формування групової упаковки, стадії готовності продукту та інших факторів.

Загалом, машини та пристрої для групового пакування виробів можуть бути класифіковані за їх призначенням та застосуванням, видом переміщення виробів та робочих органів, ступенем автоматизації та універсальності, типом приводу та іншими характеристиками.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприклад, можна виділити такі класифікації машин та пристроїв для групового пакування:

1) за призначенням: існують пристрої і машини для групового пакування продукції в різних типах упаковки, таких як жорстка, напівжорстка або м'яка споживча упаковка, у транспортну тару або обгортковий матеріал і т.д.

2) за конструктивними ознаками: можуть бути спеціалізовані або універсальні, з електромеханічним або пневматичним приводом, з одноприводною системою або багатоприводні.

3) за принципом дії: можуть бути періодичними або безперервними. В компоновці структури машини транспортна тара може займати постійне положення, а вироби безперервно її заповнюють, або ж тара може переміщатися від положення до положення для почергового заповнення.

4) за видом переміщень робочих органів: можуть бути прямолінійними, обертальними, коливальними, зворотно-поступальними тощо.

При виборі оптимальної конструктивної схеми для групового пакування, важливо враховувати всі можливі чинники, які сприяють досягненню високих техніко-економічних показників роботи машини.

Технологічна схема групового пакування одиниць циліндричної форми в термоусадкову плівку наведена на рис. 1.1.

Проаналізувавши технологічні схеми групового пакування встановлено, що загальним в них є виконання таких операцій:

- подача і попередня орієнтація виробів;
- організація структурних елементів групової упаковки (наприклад, розташування в ряд, утворення шарів, стопи, штабелювання або упакування в пакет);
- подача, формування та позиціонування транспортної упаковки або матеріалу для упаковки;
- захоплення, переміщення та розміщення виробів у транспортну упаковку або закріплення матеріалом для упаковки.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- переорієнтування і відведення заповненої транспортної тари, або групової упаковки із машини;
- оформлення групової упаковки.

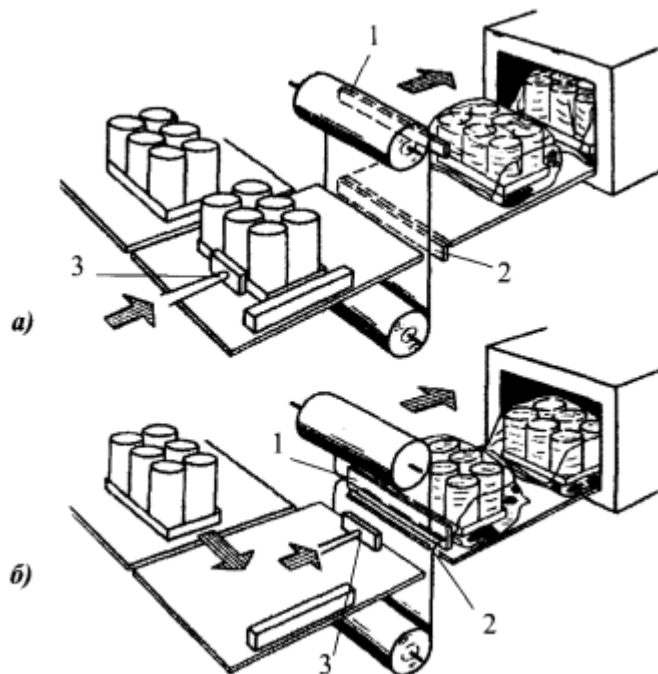


Рисунок 1.1 – Технологічна схема групового пакування одиниць циліндричної форми в термоусадкову плівку: а – огортання плівкою пакета виробів;
 б – подача групової упаковки в термокамеру;
 1,2 – зварювальні і відрізувальні елементи; 3 – зіштовхувальний пристрій.

У формувальному модулі проводиться збір та формування блоків продукції, а також регулювання їх розмірів. У пакувальному вузлі, виконуються наступні операції: різання, порційне відмотування, зварювання плівки, подальше обгортання пакета плівкою, а потім усадка плівки, а також швидке охолодження та стабілізація пакета на виході.

Керування та контроль параметрів технологічного процесу здійснюються за допомогою пульта керування.

1.2 Характеристики основних машини

Види модифікації машин:

- тунель термозбіжний з 2-х рулонним механічним запайщиком BS4535-SR2;
- тунель термозбіжний автоматичний RS-5;
- термоусаджувальний тунель FOYER BS-A450;
- термотоннель с ручным L-образным запайщиком ТТ-5-L.



Рисунок 1.2 – Тунель термозбіжний з 2-х рулонним механічним зварювачем BS4535-SR2

Термозбіжний тунель, з 2-х рулонним механічним зварювачем, призначений для групової або штучної упаковки продукції в термозбіжні плівки. Термопакувальний тунель, прохідного типу, ідеально підходить для пакування пляшок, банок, каністр, лотків, а також коробок та інших виробів. Як пакувальний матеріал використовуються поліетиленові (ПЕ) первинні

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

плівки, товщиною від 15 до 150 мкм, які в рази дешевші і практичніші за картонну упаковку. Використовуючи даний тип термопакувального тунелю можна отримати щільно обжату та міцну (не герметичну) упаковку, призначену для захисту, транспортування та зберігання продукції.

Складається з плівко-зварного вузла (зварювача) і термозбіжного тунелю. Зварювач служить для попереднього процесу обгортання плівкою, запаювання поздовжнього шва упаковки та відрізки надлишків плівки. Термотунель дозволяє обдути гарячим повітрям (всьому периметру) упаковку, і тим самим отримати естетичний, обтягнутий плівкою, груповий або штучний пак з продукцією.

Особливістю даного типу термопакувального тунелю, у порівнянні з подібними термотунелями, є наявність двох тримачів рулонів плівки, що дозволяє зменшити ручну роботу з пакувальним матеріалом та автоматизувати процес групового або штучного пакування.

Таблиця 1.1 – Загальні технічні характеристики BS4535-SR2

Характеристика	Параметри
Електроживлення, В/Гц	380+220/50
Встановлена потужність, кВт	11
Температура у камері, °С	80-200
Максимальне навантаження на конвейер, кг	30
Пневможивлення, атм., л./хв.	Відсутнє
Довжина / Ширина / Висота (не більше), мм	3400×900×1450
Вага (не більше), кг	180
Ширина/Діаметр рулону плівки (макс.), мм	500 /300
Продуктивність (макс.)*, уп./година	600
Д /Ш /В камери (не більше), мм	1200×450×(50-350)
Д /Ш /В упаковки (не більше), мм	400/450/350

Тунель термозбіжний автоматичний RS-5 – пакувальний автомат, усередині якого нагнітається гаряче повітря і рівномірно розподіляється по термокамері, під впливом якого відбувається усадка плівки. У термотунелю RS-5 регулюються температура, швидкість руху конвеєра відповідно до розмірів продукту.



Рисунок 1.3 – Термотоннель с автоматическим универсальным запайщиком RS-5

Термопакувальний стіл RS-5 призначений для пакування термозбіжною плівкою різної продукції: кондитерських і хлібобулочних виробів, свіжих фруктів і овочів, поліграфічної та сувенірної продукції, косметики, наборів подарунків, комп'ютерних комплектуючих і аксесуарів, невеликих побутових приладів і т.п. Пакування товарів термозбіжною плівкою надає продукції привабливий зовнішній вигляд і захищає від зовнішніх впливів.

У камері термотунелі відбувається обдув товару у термозбіжній плівці гарячим повітрям, при плівка (ПВХ, ПОФ) стягається, повторюючи контури предметів.

Термопакувальний тунель RS-5 виготовлений у сучасному дизайні по стандартах високої якості

Термозбіжний автомат оснащений функціями електронного керування
Термотунель RS-5 сумісний з будь-яким термоусадочним обладнанням і може використовуватися як незалежний пристрій, так і в складі пакувальних ліній.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Машина RS-5 використовується як для полівінілхлоридних (ПВХ) плівок, так і поліолефінових (ПОФ)

Таблиця 1.2 – Загальні технічні характеристики RS-5

Характеристика	Параметри
Електроживлення, В/Гц	380/50
Встановлена потужність, кВт	6,5
Температура у камері, °С	80-200
Пневможивлення, атм., л./хв.	Відсутнє
Довжина / Ширина / Висота (не більше), мм	1580 x 850 x 1355
Вага (не більше), кг	250
Ширина/Діаметр рулону плівки (макс.), мм	500 /300
Продуктивність (макс.)*, уп./година	800
Д /Ш /В камери (не більше), мм	1100/500/400
Д /Ш /В упаковки (не більше), мм	400/450/350

Термоусаджувальний тунель FOYER BS-A450 – високопродуктивна пакувальна машина призначена для усадки термозбіжних плівок товщиною в межах 15-80 мкм.



Рисунок 1.4 – Термотоннель с полуавтоматическим 2-х рулонным пневматическим запайщиком FOYER BS-A450

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 1.3 – Загальні технічні характеристики BS-A450

Характеристика	Параметри
Електроживлення, В/Гц	380/50
Встановлена потужність, кВт	9
Температура у камері, 0С	80-200
Пневможивлення, атм., л./хв.	6/150
Довжина / Ширина / Висота (не більше), мм	3600/1200/2300
Вага (не більше), кг	350
Ширина/Діаметр рулону плівки (макс.), мм	500 /300
Продуктивність (макс.)*, уп./година	400
Д/Ш /В камери (не більше), мм	1200/650/1300
Д/Ш /В упаковки (не більше), мм	830/450/250

Особливості термотунеля BS-A450:

- компактна, міцна конструкція та висока ефективність;
- сильний потік повітря забезпечує відмінний розподіл тепла для рівномірної усадки;
- швидкість конвеєра та температура регулюються;
- розмір термотунелю BS-A450 можна налаштувати;
- легке обслуговування та використання.

Термотоннель з ручним L-образним запайщиком ТТ-5-L – напівавтоматична комбінована машина, яка складається з ручного L-подібного зварювача і термозбіжного тунелю. Дана модель призначена для упаковки термозбіжною плівкою різної продукції: кондитерських, поліграфічних виробів, свіжих фруктів та овочів, невеликих побутових приладів, і т.п.

Переваги ТТ-5-L:

- всі налаштування зварювача та тунелю, виробляються з окремих блоків управління, що дозволяє працювати (керувати, переналаштовувати) кожен вузол окремо, не зупиняючи лінію в цілому;
- дана модель працює без споживання стисненого повітря (компресора), що дозволяє зменшити споживання електроенергії та зовнішній шум на виробництві;

- електронний блок управління з можливістю відстеження аварійних та позаштатних ситуацій (кінець плівки, затискання продукції тощо);
- устаткування оснащено приводами та комплектуючими світових відомих брендів (STM, INVT, HYUNDAI).



Рисунок 1.5 – Термотоннель с ручным L-образным запайщиком ТТ-5-Л

Таблиця 1.4 – Загальні технічні характеристики ТТ-5-Л

Характеристика	Параметри
Електроживлення, В/Гц	380/50
Встановлена потужність, кВт	5,5
Температура у камері, 0С	80-200
Пневможивлення, атм., л./хв.	Відсутнє
Довжина / Ширина / Висота (не більше), мм	1000/700/1500
Вага (не більше), кг	150
Ширина/Діаметр рулону плівки (макс.), мм	400/300
Продуктивність (макс.)*, уп./година	200
Д /Ш /В камери (не більше), мм	600/300/250
Д /Ш /В упаковки (не більше), мм	300/250/200

Термоусадковий тунель Hualian BS-4525A – машина для упаковки різноманітної продукції в плівку (термостійку), з метою транспортування продукції та подальшого захисту від вологи та пилу.

Основне завдання, для якого застосовується тунель – індивідуальна штучна або групова упаковка (коробки з печивом, поліграфічна продукція, медичні препарати, косметика, побутова хімія тощо) в термозбіжну ПВХ, ПФО, ПП плівку.



Рисунок 1.6 – Термоусадковий тунель Hualian BS-4525A

Таблиця 1.5 – Загальні технічні характеристики Hualian BS-4525A

Характеристика	Параметри
Електроживлення, В/Гц	220/50
Встановлена потужність, кВт	15
Температура у камері, °С	280
Пневможивлення, атм., л./хв.	Відсутнє
Довжина / Ширина / Висота (не більше), мм	1200x650x1100
Вага (не більше), кг	90
Ширина/Діаметр рулону плівки (макс.), мм	500 /300
Продуктивність (макс.)*, уп./година	300
Д /Ш /В камери (не більше), мм	900/300/250
Д /Ш /В упаковки (не більше), мм	400/450/350

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Принцип роботи термотунелю BS-A полягає в нагнітанні та рівномірному розподілі гарячого повітря всередині камери тунелю, під впливом якого виходить щільна усадка пакувального матеріалу на продукції.

Термотунель BS-A може використовуватися як самостійний апарат для усадки плівки на продукції, також у складі формувача упаковки (кутового зварювальника), за допомогою якого оператор зможе сформувати пакет для подальшого усадки в тунелі.

Переваги термотунелю BS-4525:

- термотунель виготовлений за сучасними стандартами, з високою якістю та сучасним дизайном;
- за рахунок рівномірного розподілу повітря всередині камери, а також електронного контролера, термотунель забезпечує високу якість упаковки;
- апарат оснащений електронним блоком керування, має регулювання висоти камери, а також регулювання швидкості конвеєра;
- термотунель використовується як окремий апарат для термоупаковки або у складі ліній з формувачем упаковки;
- термопакувальний тунель може працювати з ПВХ, ПОФ або ПП термозбіжними плівками.

1.3. Властивості для термозбіжної полімерної плівки, в пакувальному матеріалі

Термоусадочна плівка (рис. 1.7) є універсальним полімерним матеріалом, що використовується для упаковки готової продукції. Щоб створити щільне упакування навколо предмета, плівку піддають впливу тепла за допомогою конвеєрного теплового тунелю, електричного або газового теплового апарату. Це сприяє зсуву плівки, яка стискатиметься навколо предмета.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

В результаті цього процесу утворюється чіткий і міцний бар'єрний шар, що забезпечує захист продукту.



Рисунок 1.7 – Термоусадочна плівка.

Отже, як саме це трапляється? Наука термоусадочної плівки можна пояснюється з точки зору молекулярна поведінка. Молекули термоусадки плівка листова або трубка випадково переплетені, це означає, що вони згорнуті та скручені без особливого вирівнювання.

При нагріванні плівки залишаються безструктурні ділянки ланцюгів випрямити та вирівняти за напрямком орієнтації. простіше, молекули переорієнтуються зі свого початкового випадкового зразка до остаточного відповідати формі його вмісту. При належному охолодженні плівка стає молекулярною характеристики встановлені, тому він залишається в цьому розтягнутому стані до достатнього. Теплова енергія використовується для того, щоб ланцюги молекул стискалися назад оригінальна форма.

Термоусадочна плівка доступна в різних типах, товщинах, чистотах, міцність і коефіцієнт усадки, які можна використовувати окремо або в поєднання один з одним для створення точного типу шарів і захист вашого продукту. Ці варіанти і конструкції з часом розширилися, щоб задовольнити конкретні вимоги до герметичність, оптика, міцність, ковзання, температура, сила і пам'ять.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Термоусадковими називаються зазвичай полімерні плівки, які здатні зменшуватися в розмірах під впливом температури, що перевищує температуру розплаву полімеру. Ці плівки отримують шляхом розтягування полімерного матеріалу в стані високоеластичної нагрітої маси і подальшого охолодження. Цей процес спричиняє наростання орієнтації молекулярних ланцюгів полімеру та появу в них напружень. При подальшому охолодженні і затвердінні ці деформації та напруження залишаються в матеріалі. Таким чином, формується виріб з ускладненням та кристалізацією. При повторному нагріванні таких плівок відбуваються релаксаційні процеси, і матеріал намагається повернутися до своїх початкових розмірів. Цю здатність до зворотного повернення називають "пам'яттю полімеру" або термоусаджуваністю.

Термоусадкові плівки виробляються з поліолефінів (таких як ПЕВЩ, ПЕНП, ПП), які кристалізуються разом з сополімерами етилену, вінілацетату, гідрохлориду каучуку, ПВХ, ПС, ЗХВД або ПА. Фізико-механічні та експлуатаційні характеристики плівок залежать від хімічного складу використаного полімеру та ступеня його орієнтації.

Отже, ключовими характеристиками для термоусадкових плівок є ступінь та напруження усадки. Ступінь усадки визначається відношенням лінійних розмірів зразка до його розмірів після усадки. Залежно від ступеня усадки у повздовжньому та поперечному напрямках виділяються два типи плівок: одноосно-орієнтовані та двохосно-орієнтовані.

Одноосно-орієнтовані плівки вибухають переважно в одному з напрямків: поперечному або повздовжньому, зі ступенем усадки від 50% до 70%. У поперечному напрямку ступінь усадки зазвичай складає 10-20%.

Двохосно-орієнтовані плівки зменшуються у розмірах як у повздовжньому, так і у поперечному напрямку, з однаковими або різними ступенями усадки. Зазвичай системи у повздовжньому напрямку усаджуються на 50-60%, а у поперечному напрямку – на 35-45%.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Напруження усадки – це напруження, яке виникає у напрямку орієнтованого матеріалу під час нагрівання. Це напруження залежить від температури та тривалості нагріву плівки. Якщо температура нижча, то для досягнення усадки потрібно більше часу. Однак, якщо виконувати усадку при високих температурах, процес може зайняти менший час. Міцність плівок після усадки зменшується, але залишається достатньою для забезпечення цілісності упаковки.

Загальні властивості термоусадкових плівок наведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Загальні властивості термоусадкових плівок

Назва полімеру	Густина, г/см ³	Ступінь усадки %	Напруження для усадки МПа	Температура для усадки С ⁰	Температура для зварювання, С ⁰
Поліетилен низької густини	0,92	15-50	0,3-3,5	120-150	150-200
Поліетилен низької густини радіаційно-модифікований	0,92	70-80	1,0-3,5	110-210	170-230
Поліпропілен	0,9	70-80	2,0-4,0	150-230	175-200
Полівінілхлорид	1,4	50-70	1,0-2,0	110-155	135-175
Сополімер вініліденхлориду і вінілхлориду (повиден)	1,65	30-60	1,0-1,5	95-140	200-315
Полістирол	1,05	40-60	0,7-4,0	130-160	120-150
Гідрохлорид поліізопрену (ескаплен)	1,1	30-50	1,0-2,5	100-150	180-250

Термоусадкові плівки доступні в широкому діапазоні товщини від 30 до 300 мкм, а також ширини від 200 до 2000 мм. Це розширює їхнє використання від невеликих предметів до важких вантажів, так як плівки можуть бути використані як полотна, рукави, напіврукави і т.д.

Особливо популярні стали термоусадкові плівки з поліетилену низької густини. Вони мають задовільну механічну міцність в широкому діапазоні температур до приблизно -50°C, легко зварюються, є еластичними та

характеризуються хімічною стійкістю. Ці плівки є високоефективними та витратно-ефективними матеріалами для упаковки різних продуктів.

В Україні термоусадкову плівку виготовляють багато компаній: ТОВ НПФ «Пластмодерн», ТОВ «Манулі Україна ЛТД», ТОВ «АС-БУД» (ТМ «Уніпак»), ТОВ НПП «Полі-Пак», ТД «Союз», ПТК «Полімерцентр», ЗАТ «Пласт Маркет», ВКФ «Біолог», ТОВ «Слов'янська торгова компанія», ВАТ «Дельта», та інші.

1.4. Види для термозбіжної упаковки

Плівка має три формати полотна: стрічка, напіврукав, рукав завширшки від 100 до 2500 мм. Характеристики:

- стрічка – товщина від 0,03 до 0,2 мм, ширина до 2000 мм;
- напіврукав – товщина від 0,03 до 0,2 мм, ширина до 2000 мм;
- рукав – товщина від 0,05 до 0,18 мм, ширина до 2500 мм.

Широко використовуються термозбіжні вироби з полівінілхлориду, поліолефіну та поліетилену. Кожен з цих матеріалів має різні характеристики і може бути доповнений різними добавками для створення необхідних бар'єрних властивостей.

Полівінілхлоридна (ПВХ).

ПВХ – найпоширеніший матеріал для виготовлення упаковок. Він складається з трьох елементів: вуглецю, водню та хлору. Через це за низьких температур полівінілхлоридна плівка може стати крихкою, а при високих – стиснутися.

Упаковка з полівінілхлориду переважно використовується для будівельного приладдя, товарів для дому та жорстких конструкцій, наприклад, меблів або сантехніки. Застосування упаковки з ПВХ обмежене через виділення шкідливих речовин при її нагріванні, тому використання допускається тільки в приміщеннях, що добре вентилуються.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Поліолефінова (ПОФ).

Упаковка з поліолефіну замінила аналоги з ПВХ у багатьох сферах застосування та є матеріалом, безпечним для харчових продуктів. Виріб із ПОФ має високу міцність на розрив та використовується для високошвидкісного пакування продукції на промислових підприємствах. Вона стійка до проколів та розривів, що допомагає захистити предмети неправильної форми протягом усього циклу поставок. Для харчової продукції використання упаковки з ПОФ вимагає додавання перфорації або крихітних отворів, які дозволяють повітря виходити під час усадки, щоб отримати гладку упаковку з рівною поверхнею усадки без повітряних кишень.

Поліетиленова.

Поліетилен – це тип поліолефіну, який додається етилен під час полімеризації. Для виготовлення упаковки використовується два види полімеру: поліетилен високого тиску та поліетилен низького тиску. Термоусадка ПВД здійснюється при температурі 120-200 °С рівномірно по всьому полотну, що робить матеріал придатним для пакування продуктів харчування та бакалії. Його головні переваги: пружність, висока прозорість, стійкість до вологи та запахів, нейтральність до хімічних речовин.

Різниця між усадкою та розтягуванням.

Термозбіжну та стрейч-плівку часто плутають, оскільки вони виглядають схоже і обидві можуть бути виготовлені з поліетилену. Проте діють по-різному. Наприклад, коли поліетилен використовується як термозбіжна плівка, його нещільно кладуть на один або кілька предметів, навколо яких він стискається при нагріванні, створюючи щільну захисну плівку. Коли поліетилен використовується для розтягування, тут діє еластична пам'ять плівки поряд з її здатністю прилипати до предметів.

Стретч-плівка зазвичай використовується для палетування або об'єднання кількох предметів на піддоні, щоб вони не зміщувалися під час

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортування. Стретч-плівка розтягується приблизно на 100-300%, тоді як термозбіжна плівка - на 50-75% до того, як відбудеться розрив.

Термозбіжна плівка – відмінний спосіб упакувати товари для продажу або зберігання. Здатність щільно обмотувати предмети робить її ідеальною для упаковки різних товарів: від їжі до меблів і автомобільних деталей.

Сьогодні термозбіжна плівка може бути виготовлена з трьох матеріалів: поліетилен високого тиску (ПВД), полівінілхлорид (ПВХ), поліолефін (ПОФ).

ПВД має товщину в один шар, але має максимально великий вибір щільності. Це забезпечує можливість підібрати потрібну плівку під певні умови з конкретними показниками. Така плівка має економічну ціну і добре захищає продукція від впливу будь-яких негативних факторів. Великогабаритні вироби, упаковані в плівку ПВД, добре транспортуються і доїжджають до місця в повній безпеці.

Термозбіжна плівка ПВХ забезпечує виробу яскравий зовнішній вигляд. Така плівка має підвищену усадочність, що забезпечує зручність пакування при низьких температурах. Цей вид є економічним, оскільки має найнижчу вартість серед усіх альтернативних варіантів.

ПОФ вважається найбільш сучасним на сьогодні матеріалом для термоусадки. Виготовлена плівка ПОФ з багатошарового матеріалу - вона містить суміш поліетилену і поліпропілену. Це надає плівці підвищеної стійкості до температурного режиму. Діапазон допустимих температур становить від +300 до – 300°C.

Вся термозбіжна плівка має прозорий вигляд, але можливий різний ступінь прозорості. Це має пряму залежність від густини матеріалу. Кожен із видів плівки використовується як вручну, так і на спеціальному устаткуванні, що володіє автоматичним або напіваавтоматичним режимом.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Умови зберігання та виготовлення термозбіжної плівки

Кожен рулон повинен мати дві етикетки:

- перша з них повинна знаходитись на зовнішній стороні коробки, це комерційна етикетка;
- друга етикетка розташовується всередині втулки і повинна містити таку інформацію: дату виготовлення, номер лінії та номер бригади, яка виготовляла плівку.

На обох етикетках вказаний код плівки, який обов'язково має збігатися.

Контроль якості плівки здійснюється у процесі виготовлення, а й перед передачею готової продукції. Усі дані обов'язково повинні бути занесені до комп'ютера та збережені.

Транспортування та зберігання плівки перед продажем повинні виконуватися за певних умов:

- транспортувати плівку можна лише в оригінальній упаковці;
- плівка повинна зберігатися та переміщатися у вертикальному положенні;
- транспортування має здійснюватися на спеціальних палетах;
- палети можуть бути поміщені один на одного, але не більше ніж у два ряди;
- перевантаження має відбуватися за допомогою спеціальних засобів;
- зберігатися плівка повинна у сухому та закритому приміщенні без потрапляння сонячних променів.

Плівка повинна зберігатися не більше 1 року після дати виготовлення.

У деяких випадках можливе займання плівки. Наприклад, якщо прямий контакт із джерелом займання. Найчастіше плівка просто плавиться. Для гасіння плівки, що горить, необхідно використовувати сухі хімічні склади, пінні або водні вогнегасники.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо упаковка проводиться на автоматизованих верстатах, в зоні, де відбувається процес, рекомендується встановити вентиляцію, а з нагрівальних елементів потрібно постійно видаляти залишки плівки.

Якщо вони є, плівка буде причиною неприємного запаху, а шов при упаковці буде неякісним.

2 АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМОМЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Виробництво значної кількості продуктів харчування вимагає широкого застосування термомеханічної обробки, яка застосовується у м'ясній, молочній, кондитерській, харчоконцентратній та інших галузях. Для проведення термомеханічної обробки на виробництві часто використовують обладнання зі стаціонарною камерою. Наприклад, установка фірми «Штефан» складається з робочої ємності з шарнірною кришкою і теплообмінною сорочкою. У ємності знаходиться лопатева мішалка на валу мотор-редуктора, а також дисковий ніж, що приводиться в рух від електродвигуна за допомогою клинопасової передачі.

У виробництві продуктів харчування з використанням апарату типу «Штефан» є особливістю те, що рецептурні суміші нагріваються за допомогою пари, яка подається в теплообмінну сорочку та безпосередньо в продукт через спеціальні сопла. Після досягнення заданої температури, продукт знаходиться в апараті певний час, після чого його охолоджують. Для охолодження використовують холодоагент, який подається в теплообмінну сорочку, а в ємкості створюється вакуум, щоб відводити надлишкову вологу, що утворилась внаслідок конденсації пари.

Використання пари для прямого нагрівання продукту зменшує час потрібний для нагрівання, але потребує додаткового обладнання для очищення пари та створення вакууму для охолодження та забезпечення

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на 1 кг продукту). В таких апаратах спостерігається ефект гомогенізації, який досягається за рахунок ротора з великою швидкістю обертання та значних тангенційних зусиль на суміш.

Дискретно-імпульсний спосіб внесення енергії, явища кавітації та резонансу є ключовими факторами, що сприяють інтенсифікації процесу. Для досягнення цього ефекту використовуються циліндричні та конічні проникні ротори та статори, що за конструкцією схожі на колоїдні млини.

Центробіжні емульгатори (відцентрові емульгаційні пристрої) є ефективними засобами для отримання стійких емульсій з високим вмістом твердих частинок. Їх застосовують у багатьох галузях, включаючи харчову промисловість. Для емульгування в'язких сумішей на базі кисломолочних продуктів використовуються відцентрові емульгатори з високим обертовим числом, які забезпечують роздрібнення жирової фази і розподілення її рівномірно в емульсії. Цей процес відбувається завдяки дії сил центробіжної сили на змішвану суміш, що дозволяє отримувати емульсії з високим ступенем однорідності.

Основна мета перемішування у роторно-вихрових емульсорах при виготовленні харчових мас полягає у декількох аспектах. По-перше, важливо забезпечити однорідність структури оброблюваного продукту. По-друге, необхідно рівномірно розподілити структуроутворюючі компоненти суміші по об'єму, щоб отримати бажану концентрацію.

В таких апаратах можна виконувати широкий спектр операцій з обробки харчових продуктів різної густини і в'язкості, таких як диспергування, перемішування, гомогенізація, емульгування, аерація і термообробка (нагрівання і охолодження).

Роторно-вихровий емульсор Я5-ОЕВ, розроблений ТІММ УААН, дозволяє проводити дозування компонентів, а також механічну і термічну обробку суміші. Конструктивно апарат складається з декількох складових частин: ємності для основного продукту, ємності для компонентів, дозуючих

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристроїв, вузла перемішування і термічної обробки, а також вузла емульгування.

В емульсорі роторно-вихровому Я5-ОЕВ вузол термічної обробки та змішування компонентів має робочу ємність з шарнірною кришкою та теплообмінною сорочкою. Ця сорочка може бути подана гарячою водою або парою, або охолоджена холодною водою.

В робочій ємності емульсора роторно-вихрового типу Я5-ОЕВ розміщена мішалка з лопатками та скребками, яка забезпечує перемішування і змішування компонентів суміші. Привід мішалки розташований на шарнірній кришці.

Ці апарати мають емульгуючий пристрій, який забезпечує рівномірну механічну обробку продуктів та розподіл концентрацій компонентів, циркуляцію продукту в замкнутому контурі, що дозволяє здійснювати ефективну термічну та механічну обробку продукту. Крім того, конструкція з циркуляційним контуром дозволяє значно зменшити витрати електроенергії на механічну обробку та підвищити її ефективність завдяки багаторазовій обробці без утворення застійних зон.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

3 РОЗРОБЛЕННЯ ЦИКЛОГРАМИ ДЛЯ РОБОТИ МАШИНИ

Для успішного виконання технологічного процесу необхідно забезпечити рух робочих органів машини з потрібною швидкістю та прискоренням відповідно до заданої послідовності переміщень. Цю послідовність можна зобразити у вигляді графічної циклограми, що показує послідовність руху та зупинок робочих органів машини.

Зазвичай, циклограма машини складається з послідовності креслень, що показують рух робочих органів. Вона визначає початок та кінець руху робочих органів машини в межах кінематичного циклу. Вимірювання часу проводиться від моменту початку руху ведучого елемента виконавчого механізму, який прийнятий за базовий.

Рекомендується обирати робочий орган, який виконує найдовшу або найбільш складну технологічну операцію, зокрема якщо ця операція є першою за порядком у технологічному процесі.

Для робочих органів з безперервним циклом, тому типи їх переміщень:

- 1) Рух робочого органу в напрямку виконання технологічної операції, який може мати тривалість робочого ходу.
- 2) Переміщення робочого органу від вихідного положення, що може характеризуватися загальною тривалістю холостого ходу.

До складу машини щодо групового пакування у термозбіжну плівку, загальний вигляд для якої представлено на рис. 3.1., що входять такі основні робочі органи:

- Перший робочий орган, завантажувальний конвеєр, забезпечує рух банок;
- Другий робочий орган пневмоциліндр – 1;
- Третій робочий пневмоциліндр – 2;
- Конвеєр для термотунеля;
- Відвідний конвеєр.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

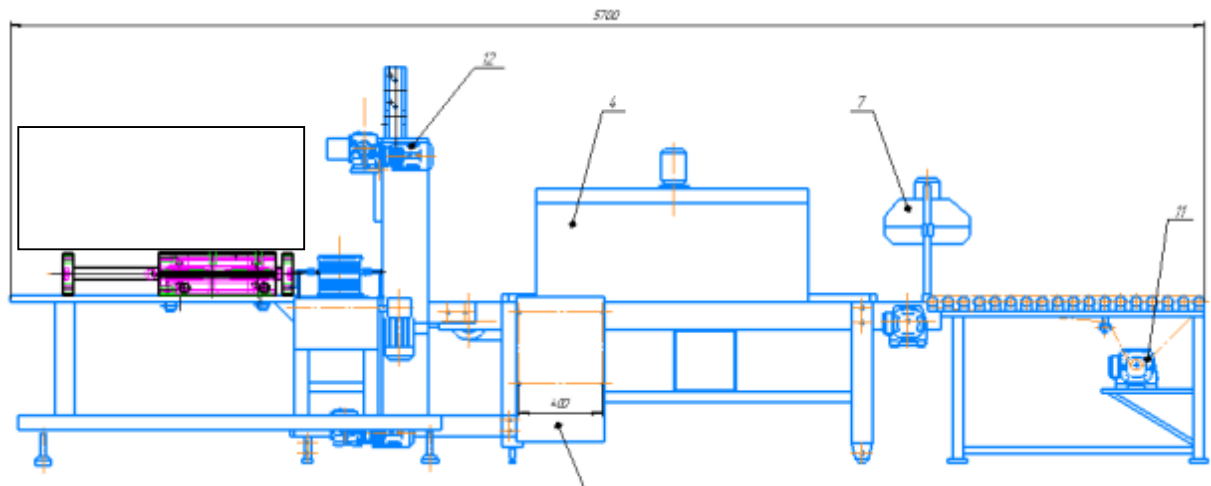


Рисунок 3.1 – Загальний вид машини групового пакування у термозбіжну плівку: 1 – конвеєр завантажувальний; 2,3 – пневмоциліндр; 4 – стрічковий конвеєр; 5 – конвеєр відвідний

Циклограма машини, яка використовується для групового пакування в термозбіжну плівку, описує послідовність операцій, які виконуються протягом процесу пакування. Цей процес включає наступні етапи:

- завантаження виробів до машини;
- формування групи виробів, яка буде пакуватися;
- переміщення групи виробів до зони упаковки;
- упаковка групи виробів в термозбіжну плівку;
- зварювання плівки;
- охолодження та фіксація зварювання;
- вивільнення готового пакету з машини.

Циклограма машини детально описує часові рамки та послідовність виконання кожної з цих операцій. Відповідно до циклограми машини, операції можуть бути автоматизовані, щоб забезпечити швидкий та точний процес пакування виробів у термозбіжну плівку.

Виходячи із величини продуктивності визначаємо час кінематичного циклу на формування однієї вантажної одиниці [10]:

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$T_k = \frac{1}{Z}, \quad (3.1)$$

де Z – продуктивність машини, уп/год.

Об'єктом пакування є споживча тара – каністри, місткістю 2 кг.

Групове пакування містить 8 каністр, розташованих у 2 ряди.

Тому $Z = 280$ упаковок/год = 35 групових пакувань/год.

Отже

$$T_k = \frac{1}{280} = 0,0036 \text{ гр.} \frac{\text{пак}}{\text{год}} \text{ або } 13 \text{ сек.}$$

При виконанні кінематичного циклу здійснюється суміщення виконання технологічних операцій різними робочими органами. При цьому не відбувається перетинання їх траєкторій переміщення в просторі. Циклограмою називається графічне зображення послідовності переміщення робочих органів машини. Для даної машини використаємо прямокутну циклограму. За циклограмою роботи машини визначається початок та кінець переміщення робочих органів в межах кінематичного циклу. Також можливо визначити відносне положення в різних інтервалах циклу виконавчих механізмів в загальному циклі усієї машини [7].

Циклограма роботи машини групового пакування у термозбіжну плівку наведена на рисунок 3.2.

№	Робочий орган	Етап			
1	Конвеєр подачі споживчої тари	Рх			
2	Портальний кран	Рх		Хх	
3	Механізм зштовхування	В		Рх	Хх
4	Механізм зварювання та відрізання плівки	В	Хх	В	Рх
5	Проміжний конвеєр	В		Рх	В
6	Конвеєр термотунеля	Рх			
7	Приводи вентиляторів	Рх			

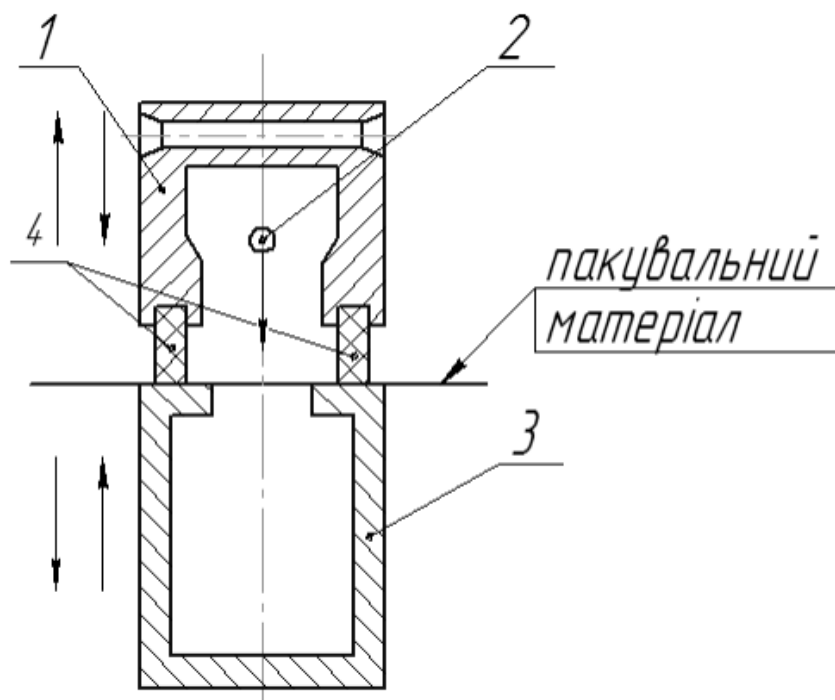
Рисунок 3.2 – Циклограма роботи машини: $T_k = 13$ сек;

Рх – робочий хід; Хх – холостий хід; В – вистій

4 РОЗРАХУНКИ ДЛЯ МАШИНИ, ОКРЕМИХ МЕХАНІЗМІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ

4.1. Розрахунок для пристрою щодо поперечного зварювання

Зварювання для полімерної плівки є однією з головних операцій під час виготовлення групової та штучної упаковки. Під час зварювання відбувається процес за допомогою зварювальної головки (рис. 4.1).



- 1 – верхній зажим; 2 – пристрій зварювання і різання; 3 – нижній зажим;
4 – пружно жорсткий елемент

Рисунок 4.1 – Загальна схема зварювальної головки

За умови контакту термозварюючої головки із полімерним матеріалом, останній нагрівається щодо заданої температури для зварювання $t=160^{\circ}\text{C}$

					КРБ.87.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Чернієнко І.А.				4 РОЗРАХУНКИ ДЛЯ МАШИНИ, ОКРЕМИХ МЕХАНІЗМІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Деренівська А.В.						35	79
Керівник								
Н. Контр.								
Затверд.								

Складемо узагальнене рівняння для теплового балансу:

$$Q_1 = Q_2 \quad (4.1)$$

Q_1 – кількість теплоти що потрібно підвести.

Q_2 – кількість теплоти яка підводиться.

Кількість теплоти яку необхідно підвести, для розплаву півку можна визначити за відомим законом Джоуля-Ленца:

$$Q_1 = K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \quad (4.2)$$

K – коефіцієнт що враховує витрати теплоти для нагрівання повітря.

I – сила струму, яка підводиться щодо вольфрамового дроту (А).

R – опір, що чинить провідник, Ом.

τ – час для нагрівання провіднику.

Кількість теплоти що підводимо та визначаємо за формулою

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (4.3)$$

C – коефіцієнт для теплоємності (при $C=0,4$)

m – маса для зварювального матеріалу, г.

t_2 – температура зварювання, $^{\circ}\text{C}$.

t_1 – температура середовища, $^{\circ}\text{C}$

Підставляємо у рівняння (4.2) та (4.3) у (4.1), та одержимо:

$$K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = C \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (4.4)$$

Із одержаного для рівняння виразу можна визначити опір для провідника

$$R = \frac{C \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{K \cdot I^2 \cdot \tau} \quad (4.5)$$

Підставивши відповідне значення отримаємо

$$m = V \cdot \rho = 2 \cdot (b \cdot l \cdot h) \cdot \rho = 2 \cdot (0,065 \cdot 0,165 \cdot 0,065) \cdot 0,9 = 1,25\text{г} \quad (4.6)$$

Опір для вольфрамового дроту можуть визначити як із закону Ома:

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{4 \cdot \rho \cdot l}{\pi \cdot D^2} \quad (4.7)$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ρ – це питомий опір вольфраму, Ом/м.

l – довжина дроту, мм.

D – діаметр для дроту, мм.

Довжину для дроту приймаємо як:

$$l = l_0 \cdot h \quad (4.8)$$

l_0 – це довжина складеного дроту нагрівача, мм.

h – висота для витка, мм.

$$l = 650 \cdot 15 = 9750 \text{ мм}$$

Отже, відповідний діаметр дроту буде:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,5 \cdot 10^{-8} \cdot 8,25}{\pi \cdot 0,64}} = 9,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

4.2. Тепловий розрахунок для термокамери

Визначення для вихідних даних розрахунку, які було раніше визначено продуктивність складає до 280 уп. /год.

Маса однієї упаковки що обгортається плівкою становить:

$$G_{yn} = G_g + G_{пл} \quad (4.9)$$

Вага для полімерної плівки $\rho_2 = 0,9 \text{ г/м}^3$ із шириною рулону 900 мм, однієї упаковки потрібно:

– площа однієї упаковки (плівки):

$$S_1 = 0,9 \cdot (2 \cdot 0,12 + 2 \cdot 0,4) = 0,936 \text{ м}^2$$

– вага плівки що обгортається:

$$G_{пл} = S_1 \cdot \rho_1 \quad (4.10)$$

$$G_{пл} = S_1 \cdot \rho_1 = 0,936 \cdot 0,9 = 0,8424 \text{ кг}$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Загальна маса для упаковки становить:

$$G_{\text{уп}} = 8 + 0,8424 = 8,8424 \text{ кг.}$$

4.3. Розрахунок для теплового балансу термоусадкової плівки

У загальному кількості теплоти що приходить на одиницю продукції:

$$q_n = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 \quad (4.11)$$

q_1 – це витрати теплоти на нагрівання для транспортного пристрою, кДж/кг

q_2 – це витрати теплоти зовнішнім поверхням для термокамери, кДж/кг

q_3 – це витрати теплоти на нагрівання повітря, що поступає крізь зовнішні отвори, кДж/кг

q_4 – це витрати на нагрівання плівки, кДж/кг

q_5 – це витрати теплоти, що витрачаються унаслідок окумуляції стійкості для термоусадної камери, кДж/кг.

Витрати теплоти щодо нагрівання частин конвеєра:

$$q_1 = q_m \cdot C_m \cdot (t''_m - t'_m) \quad (4.12)$$

q_m – маси транспортних елементів, що приходить на 1 кг вантажу, а саме

$$q_m = q'_m + q''_m$$
$$q'_m = \frac{q_{\text{ст}}}{q_{\text{ван}}} = \frac{1,7}{19} = 0,09 \text{ кг} \quad (4.13)$$

Силова q''_m – відповідно це маси нерухомих частин для яких рухається вантаж

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$q''_m = 0,26 \text{ кг далі}$$

$$q_m = 0,09 + 0,26 = 0,35 \text{ кг};$$

$C_m=0,462$ – гранична теплоємність для матеріалу;

t'_m – температури часток конвеєра що на обході з термокамери, $^{\circ}\text{C}$.

$$t'_m = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

t''_m – температура часток конвеєра що на виході з термокамери, $^{\circ}\text{C}$.

$$t''_m = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

У результаті отримуємо:

$$q_1 = 0,462 \cdot 0,35 \cdot (80 - 60) = 9,7 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Визначення теплоти, за зовнішніми поверхнями термокамери на одиницю продукції:

$$q_2 = \frac{3,6 \cdot Q_{n.c}}{\Pi}, \quad (4.14)$$

це $Q_{n.c}$ - витрати теплоти зовнішніми поверхнями у середовище

$$Q_{n.c} = 3,11 \cdot 1,7 \cdot (30 - 20) = 52,87 \text{ Вт.}$$

Π – продуктивність для термокамери, $z = 280$ уп./год.

Маса для однієї упаковки 8 кг.

$$\Pi = z \cdot G_{уп} = 3,92 \cdot 8 = 32 \text{ кг/хв} \quad (4.15)$$

$$q_3 = C_p \cdot (t_{dx} - t_n) = 1,005 \cdot (40 - 20) = 20,1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

C_p – гранична масова теплоємність для повітря, $\text{кДж/кг} \cdot \text{К}$;

t_n – температура для повітря в цеху;

t_{dx} – температура для повітря на виході.

$$q_4 = C'_p \cdot (t_{dx,пл} - t_n) = 1,3 \cdot (160 - 20) = \frac{182 \text{ кДж}}{\text{кг}} \cdot \text{К} \quad (4.16)$$

C'_p – масова теплоємність для термоусадної плівки;

$$C'_p=1,3 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К};$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_{\Pi} = 9,7 + 159,27 + 20,1 + 182 = 371,07 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К.}$$

Переводимо витрати тепла у термоусаджувальній камері у кВт

$$Q_{\Pi} = q_{\Pi} \cdot \Pi_0 = 371,07 \cdot 0,0125 = 454 \text{ Вт} = 0,464 \text{ кВт.}$$

Із врахуванням отриманого значення Q_{Π} ми визначимо кількість тенів що їхню потужність, що треба встановити у камері для реалізації вище розрахованого для теплового процесу.

Встановлена потужність із врахуванням коефіцієнта що записується:

$$P = Q_{\Pi} \cdot k_3 = 1,26 \cdot 0,464 = 0,54 \text{ кВт} \quad (4.17)$$

Обираємо систему трубчасті електричні нагрівачі. Щодо потужності одного тону буде складати:

$$N_T = \frac{P}{n} = \frac{0,54}{8} = 0,048 \text{ кВт} \quad (4.18)$$

Обираємо 8 тенів типу ТЕМ60А13/1,5 із довжиною для активної частини 950 мм та опором $R = 38,12 \text{ Ом}$.

Розраховуємо загальний час перебування продукції у термокамері:

$$t_{n1} = \frac{q_{\Pi}}{I \cdot R_1} = \frac{371,07}{0,71^2 \cdot 23,54} = 32,2 \text{ с} \quad (4.19)$$

$$t_{n2} = \frac{q_{\Pi}}{I \cdot R_2} = \frac{371,07}{0,71^2 \cdot 38,12} = 19 \text{ с} \quad (4.20)$$

t_{n1} – це перебування продукції у термокамері попередньої конструкції час;

t_{n2} – це час перебування продукції у термокамері модернізованої конструкції;

I – це промислова сила струму.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо швидкість руху стрічки:

$$v_{ст1} = \frac{l}{t_1} = \frac{1,3}{32,2} = \frac{0,02 \text{ м}}{\text{с}} \quad (4.30)$$

(17)

$$v_{ст2} = \frac{l}{t_2} = \frac{1,3}{19} = 0,068 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (4.31)$$

Розраховуємо коефіцієнт для збільшення продуктивності:

$$\eta = \frac{v_{ст2}}{v_{ст1}} = \frac{0,068}{0,02} = 1,29 \quad (4.32)$$

Таким чином, за співвідношення швидкостей видно, який продуктивність збільшилась на 30%.

4.4. Розрахунок для пневмоциліндра двохсторонньої дії запаювання плівки

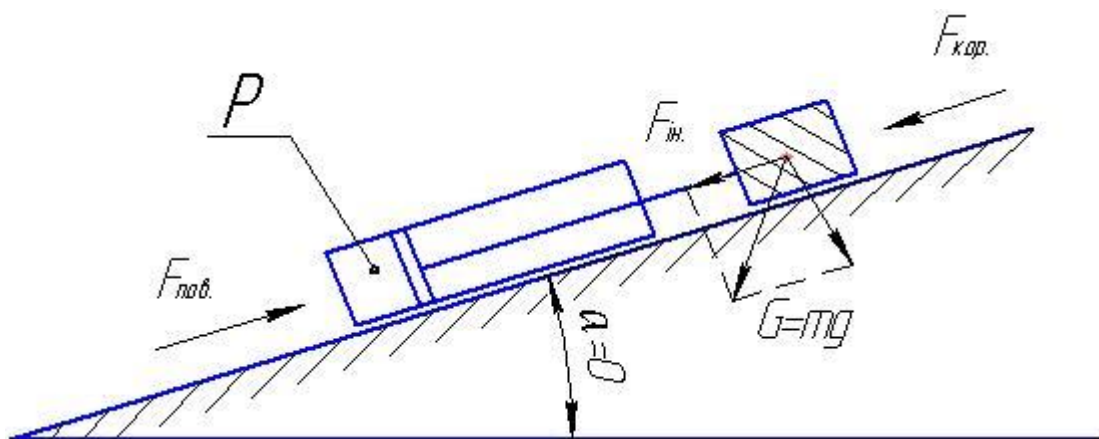


Рисунок 4.2 – Схема навантаження пневмоциліндра двохсторонньої дії що спаює плівки

$$F_{\text{пов.}} = P \cdot S_1 = P \cdot \frac{\pi D^2}{4}, H \quad (4.33)$$

P – тиск у магістралі;

$$P = 0,6 \text{ МПа}$$

КРБ.87.ПЗ

$$F_{\text{пов.}} = 6 \cdot 10^5 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} = 43,6 \text{ Н}$$

За умови зворотного ходу :

$$F_{\text{пов.}} = P \cdot S_2 = P \cdot \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, H \quad (4.34)$$

$$F_{\text{пов.}} = \frac{3,14 \cdot (0,02^2 - 0,016^2)}{4} = 35,8 \text{ Н}$$

1. Розрахунок роботи ПЦ за рис 6.2:

$$F = F_{\text{кор.}} + F_G = F_{\text{кор.}} + mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \quad (4.35)$$

μ -коефіцієнт тертя ковзання для системи між опорною поверхнею та вантажем $\mu = 0,3$

$$F = F_{\text{кор.}} + F_G = 177,4 + 7 \cdot 9,81(\sin\alpha + 0,3\cos\alpha) = 246,1 \text{ Н.} \quad (4.36)$$

2. D обчислюється виходячи як із виду ПЦ (двохсторонньої дії)

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{F}{P}} \quad (4.37)$$

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{130}{5 \cdot 10^5}} = 18 \text{ мм} \quad (4.38)$$

Із стандартного ряду виберемо найближчий діаметр, рівний 20 мм.

1) Витрати повітря:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{висув. штоку}} + Q_{\text{втягув. штоку ПЦ}} \quad (4.39)$$

$$Q_{\text{висув. штоку}} = Q_0 \cdot \frac{S_0}{10} \cdot \frac{60}{t_1} \quad (4.40)$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{висув.}} = 0,019 \cdot \frac{400}{10} \cdot \frac{60}{0,24} = 190$$

Q_0 -значення витрат повітря для конкретного ПЦ за таблицею (л/хв.), при висуванні; S_0 - хід циліндра при висуванні;

10- кожні 10мм ходу (особливості подання даних по Q_0 виробниками. Q_0 за таблицею дають на кожні 10мм ходу ПЦ);

60- секунди; t_1 - час висування штоку.

$$Q_{\text{втягув.}} = Q_k \cdot \frac{S_k}{10} \cdot \frac{60}{t_2} \quad (4.41)$$

Q_k – значення витрат повітря для конкретного ПЦ за таблицею (л/хв.), при втягуванні;

$$Q_{\text{втягув.}} = 0,016 \cdot \frac{400}{10} \cdot \frac{60}{0,24} = 160$$

$$Q_{\Sigma} = 190 + 160 = 350$$

2) Перевірка ПЦ на міцність для зворотно-поступального руху

Формула Ейлера:

$$F_{\text{кр.}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(\lambda l)^2} \quad (4.42)$$

E – модуль пружності матеріалу штока;

I - момент інерції перерізу штока:

$$I = \frac{\pi D^2}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{64} = 0,00002 \text{ см}^4 \quad (4.43)$$

l – довжина для навантаження ділянки ПЦ;

λ – коефіцієнт для приведення довжини;

$F_{\text{кр.}}$ – критична сила для навантаження, яка може призвести до згину штоку.

$$F_{\text{кр.}} = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,000002}{(0,5 \cdot 0,1)^2} = 280,4 \text{ Н}$$

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Допустиме навантаження на шток ПЦ.

$$F_{\text{доп.}} = \frac{F_{\text{кр.}}}{(2,5 \dots 3,5)} \quad (4.44)$$

$$F_{\text{доп.}} = \frac{280,4}{2,5} = 112,16 \text{ Н.}$$

Розрахунок пневмоциліндра двохсторонньої дії для зіштовхування канистр.

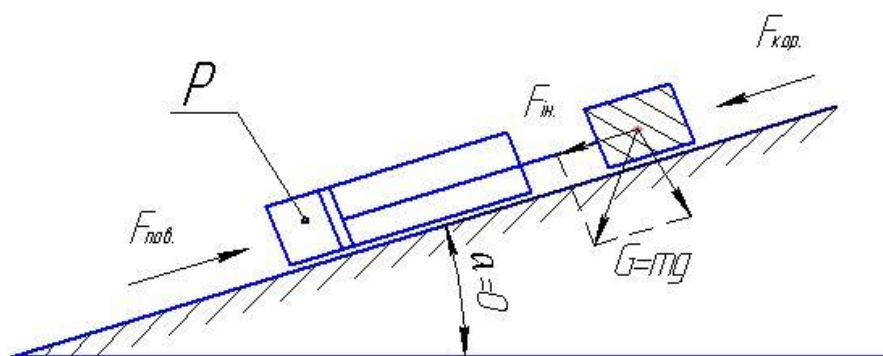


Рисунок 4.3 – Загальна схема для пневмоциліндра двохсторонньої дії для зіштовхування канистр

$$F_{\text{пов.}} = P \cdot S_1 = P \cdot \frac{\pi D^2}{4}, \text{ Н} \quad (4.45)$$

P – тиск у магістралі;

$P=0,5$ МПа

$$F_{\text{пов.}} = 5 \cdot 10^5 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,063^2}{4} = 75,55 \text{ Н}$$

При умові зворотньому ході :

$$F_{\text{пов.}} = P \cdot S_2 = P \cdot \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \text{ Н} \quad (4.46)$$

$$F_{\text{пов.}} = \frac{3,14 \cdot (0,063^2 - 0,059^2)}{4} = 68,6 \text{ Н}$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

1) Розрахунок для роботи ПЦ виходячи із рис. 6.3.

$$F = F_{\text{кор.}} + F_G = F_{\text{кор.}} + mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \quad (4.47)$$

μ -коефіцієнт для тертя ковзання між опорною поверхнею і вантажем $\mu = 0,85$

$$F = 665,4 + 8,2 \cdot 9,81(\sin\alpha + 0,3\cos\alpha) = 778,1\text{Н}$$

2) D обчислення за видом ПЦ (двохсторонній циліндр)

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F}{P}} \quad (4.48)$$

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{310}{5 \cdot 10^5}} = 58 \text{ мм}$$

Із стандартного ряду ми оберемо найближчий діаметр, що рівний 63мм.

3) Витрати для повітря

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{висув. штоку}} + Q_{\text{втягув. штоку ПЦ}} \quad (4.49)$$

$$Q_{\text{висув. штоку}} = Q_0 \cdot \frac{S_0}{10} \cdot \frac{60}{t_1} \quad (4.50)$$

$$Q_{\text{висув. штоку}} = 0,088 \cdot \frac{100}{10} \cdot \frac{60}{0,24} = 220$$

Q_0 - це значення витрат повітря для конкретного ПЦ за таблицею (л/хв), за умови висування;

S_0 - хід для циліндра при висуванні;

10 с кожні 10мм ходу (особливості подання даних по Q_0 виробниками.

Q_0 за таблицею які дають на кожні 10мм для ходу ПЦ);

60 – сек;

t_1 – час для висування штоку.

$$Q_{\text{втягув. штоку ПЦ}} = Q_k \cdot \frac{S_k}{10} \cdot \frac{60}{t_2} \quad (4.51)$$

Q_k - значення для витрат повітря для конкретного ПЦ за таблицею (л/хв), при умові втягування;

$$Q_{\text{втягув. штоку ПЦ}} = 0,074 \cdot \frac{100}{10} \cdot \frac{60}{0,24} = 185$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\Sigma} = 220 + 185 = 405$$

4) Перевірка для ПЦ на міцність для зворотно-поступального руху

$$I = \frac{\pi D^2}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{64} = 0,0000785 \text{ см}^4$$

l - довжина для навантаження ділянки ПЦ;

λ - коефіцієнт для приведення довжини;

$F_{кр.}$ - критична сила для навантаження, яка може призвести до згину штоку.

$$F_{кр.} = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,000000785}{(0,5 \cdot 0,1)^2} = 650,140 \text{ Н}$$

5) Допустиме навантаження для штоку ПЦ:

$$F_{доп.} = \frac{650,140}{2,5} = 260$$

4.5. Розрахунок для механізму із визначенням сили для розмотування рулону

I. Момент інерції для рулону

$$S = m \cdot R^2 \quad (4.52)$$

Це m – маса, кг

R – радіус для рулону, м

питома вага для поліетилену $\rho = 0,9 \text{ г/м}^3$

II. Крутний момент для рулону:

$$T_{кр} = S \cdot \varepsilon \quad (4.53)$$

це: ε – кутове прискорення, $\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$\Delta\omega$ – прирощення для кутової швидкості

Δt – час для розгону.

III. Продуктивність Q , уп/год

1. Знаходимо колову швидкість для розмотування плівки

а) продуктивність Q уп/с, це і є кількість для циклів подачі плівки

$$Q = 280 \text{ уп./год} = 4,64 \text{ уп./хв.}$$

діаметр однієї упаковки 0,100 м тобто, $0,1 \cdot 0,125 = 0,0125$ м/с.

Тобто лінійна швидкість для переміщення стрічки із інтервалом для дозування та зварювання 0,0125 м/с.

Кутова швидкість для рулону:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0,0182}{0,3} = 0,07 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (4.54)$$

за умови $R=0,3$ м

Отже розгін для рулону від $\omega=0$ до $\omega=0,07$ рад/с

Час розгону складатиме $\Delta t = 2$ сек

Кутове прискорення має значення $\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{0,07}{2} = 0,035 \text{ с}^{-1}$

$$T_{кр} = S \cdot \varepsilon = m_p \cdot R^2 \cdot \varepsilon = 54 \cdot 0,3^2 \cdot 0,035 = 0,170 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Маса для рулону $m_p = V_p \cdot \rho = 0,06 \cdot 900 = 54$ кг

$$\text{Об'єм складає } V_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} \cdot 0,4 = 0,1 \text{ м}^3$$

Колова сила що діє на рулоні:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 0,170}{0,6} = 0,6 \text{ Н} \quad (4.55)$$

Сила, яка створюється продуктом при фасуванні ($m_p=1$ кг)

$$F = m \cdot g = 1 \cdot 9,81 = 9,81 \text{ Н}$$

Опір для відхилюючих роликів мивраховуємо коефіцієнт 1,05 на один ролик.

Якщо робочих роликів три, то необхідна сила натягання плівки

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		46

$$F_{пл} = 0,36 \cdot 1,05 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 0,42 \text{ Н}$$

Тобто для розмотування рулона що здійснюється за допомогою електричного двигуна.

4.6. Тяговий розрахунок для конвеєра

Вибір всіх основних параметрів.

Сітка для конвеєра плоска (рис. 4.4), холоста гілка яка підтримується першими роликівими опорами із шариковими підшипниками та манжетними ущільненнями. Робоча гілка для сітки переміщується по металевому столу.

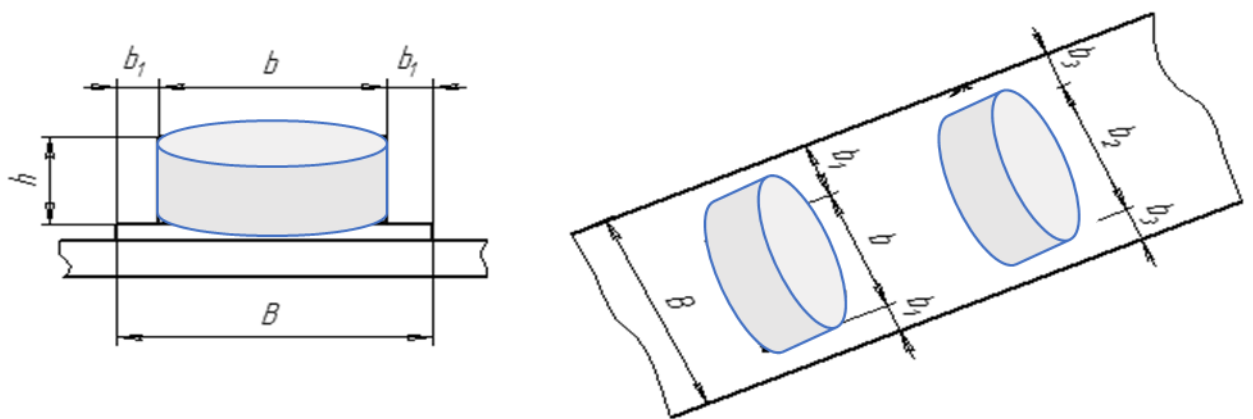


Рисунок 4.4 – Схема для розташування вантажу на поверхні – стрічці конвеєра

Розрахувати стрічковий конвеєр для переміщення групових упаковок кількістю $z = 280$ шт/год при нерівномірності подавання вантажу $K_n = 1,25$.

Зусилля тяжіння вантажу по $G_B = 60$ Н.

Вибір основних параметрів:

Стрічка конвеєра сітчаста, металева, підтримується стандартними прямими роликівими опорами на підшипниках кочення.

Натяжний пристрій гвинтовий.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Привод встановлено в кінці конвеєра.

Ширину стрічки приймаємо $B = 600\text{мм}$.

Швидкість стрічки приймаємо $V = 1,5\text{ м/с}$.

4.7. Розрахунок для погонних навантажень щодо конвеєра

Розрахункова продуктивність конвеєра з урахуванням нерівномірності завантаження лотків

$$K_{\text{л}} = 1,25; z_p = z \cdot K_{\text{л}} = 280 \cdot 1,25 = 350 \text{ шт/год.} \quad (4.56)$$

Розрахункова продуктивність у вагових одиницях:

$$Q_{\text{в}} = z_p \cdot G_{\text{в}} = 350 \cdot 60 = 21000 \text{ Н.} \quad (4.57)$$

Розрахунок стрічкового конвеєра будемо проводити для випадку завантаження виробами які рухаються з кроком $a_0 = 0,3\text{м}$.

Лінійна зусилля вантажу визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{в}} = G_{\text{в}} / a_0 = 60 / 0,3 = 20 \text{ Н/м.} \quad (4.58)$$

Погонна зусилля тяжіння стрічки за каталогом [17]:

$$Q_{\text{с}} = 50 \text{ Н/м.}$$

Обертові деталі верхньої і нижньої опор однакові – прямі, силу тяжіння їх визначаємо з рівняння:

$$G_{\text{р}} = G_{\text{р}2} = 40\text{Н.}$$

Приймаємо відстань між опорами на завантаженій ділянці:

$t_{\text{р}2} = 0,2$ Погонні навантаження обертових деталей роликів опор визначаємо для ділянок: - робочої:

$$q_{\text{р}1} = G_{\text{в}} / t_{\text{р}} = 40 / 0,2 = 200 \text{ Н/м;}$$

$$\text{- зворотньої: } q_{\text{р}2} = G_{\text{в}} / t_{\text{р}2} = 40 / 0,2 = 200 \text{ Н/м;}$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.8. Розрахунок сил опору для стрічки конвеєру

Поділимо довжину конвеєра на окремі ділянки, починаючи із точки збігання стрічки із приводного барабану від точки 1 до точки 4. Розраховуємо опір на ділянках, не враховуючи що опори сконцентровані на відхиляючих роликах.

Коефіцієнт для опору руху сітки по сталюму листу ми приймемо $\omega_c = 1,5$.

Коефіцієнт для опору на криволінійних ділянках $K=1,025$ за кутом обхвату $\alpha = \pi = 3,14$

Визначення опору руху і натягу стрічки. Поділимо трасу конвеєра на окремі ділянки, починаючи з точки збігання стрічки з приводного барабану від точки 1 до точки 4.

По розрахункам будуємо діаграму для натягу стрічки (рис. 4.5).

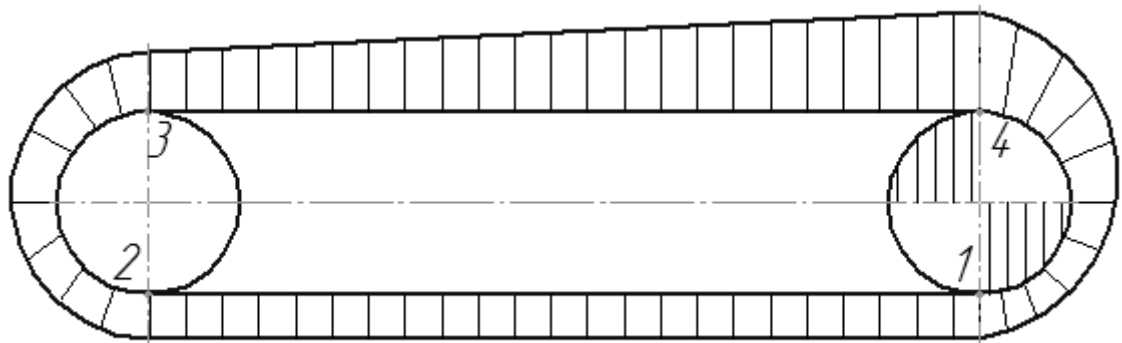


Рисунок 4.5 – Діаграма для натягу сітки

Обчислюємо опір на ділянках. Для середніх умов роботи конвеєра беремо коефіцієнт опору на прямолінійних ділянках з прямими роликовими опорами $\omega' = 0,035$

Натяг стрічки в точці 1, збігання стрічки з приводного барабану беремо $S_1 = S_{зб.}$

Величина натягу стрічки в точці 2 визначаємо з рівняння:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + (q_c + q_{p2}) \cdot \omega' \cdot L_{1-2} \quad (4.59)$$

$$S_2 = S_1 + (50 + 200) \cdot 0,035 \cdot 1,9 = S_1 + 16,6 \text{ Н} \quad S_2 = S_1 + 16,6 \text{ Н}$$

Величина натягу стрічки в точці 3 визначається з рівняння:

$$S_3 = 1,07 [S_{3б} + 16,6] = 1,07 \cdot S_{3б} + 17,8 \text{ Н}. \quad (4.60)$$

Величина натягу в точці 4 визначаємо з рівняння:

$$S_4 = S_3 + (q_v + q_c + q_p) \cdot \omega' \cdot L \quad (4.61)$$

$$\begin{aligned} S_4 &= 1,07 \cdot S_{3б} + 17,8 + (20 + 40 + 200) \cdot 0,035 \cdot 1,9 = \\ &= 1,07 \cdot S_{3б} + 35,09 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Механізм приводу повинен долати не тільки опір зумовлений натягом стрічки S_4 , а й дією сили інерції, які виникають під час запуску конвеєра заповненого [17].

Це можливо при:

$$S_{пб} = K_i \cdot S_4' = 1,3 \cdot (1,07 \cdot S_{3б} + 35,09) = 1,39 \cdot S_{3б} + 45,6 \text{ Н}. \quad (4.62)$$

де K_i – коефіцієнт, який враховує зусилля на поверхні барабана, яке витрачається на подолання сил інерції елементів конвеєра і вантажу.

Беремо однобарабанный привід з сталевим барабаном і кутом охоплення $\alpha = 3,66$ рад (210°) барабана і сухого середовища коефіцієнт тертя

$$\mu = 0,2;$$

$$e^{\mu\alpha} = 2,08;$$

$$S_{наб} = e^{\mu\alpha} \cdot S_{3б} = 2,08 \cdot S_{3б};$$

Запишемо

$$2,08S_{3б} = 1,39S_{3б} + 45,6 \text{ або } S_{3б} = 32 / 0,69 = 66 \text{ Н}.$$

У момент розгону конвеєра натяг стрічки:

$$S_1 = S_{3б} = 66 \text{ Н};$$

$$S_2 = S_{3б} + 16,6 = 66 + 16,6 = 82,6 \text{ Н};$$

$$S_3 = 1,07S_{3б} + 17,8 = 1,07 \cdot 66 + 17,8 = 86,6 \text{ Н};$$

$$S_{наб} = 1,39 S_{3б} + 45,6 = 1,39 \cdot 66 + 45,6 = 147,5 \text{ Н}.$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.9. Розрахунок для колового та тягового зусилля

На поверхні приводного барабану є колове зусилля, що визначаємо по формулі, як:

На етапі розгону розгоні конвеєра:

$$W_0 = S_{\text{наб}} - S_{\text{зб}} \quad (4.63)$$

$$W_0 = 179,5 - 66 = 113,5 \text{ Н.}$$

На етапі установленого руху:

$$W_{0y} = W_0 / K_i \quad (4.64)$$

$$W_{0y} = 113,5 / 1,3 = 87,3 \text{ Н.}$$

Тягове зусилля визначаємо за формулою:

На етапі розгону

$$W_T = S_{\text{наб}} - S_{\text{зб}} + K' \cdot (S_{\text{наб}} - S_{\text{зб}}) \quad (4.65)$$

$$W_T = 179,5 - 66 + 0,04 \cdot (179,5 + 66) = 123,32 \text{ Н.}$$

На етапі розгону усталеного руху:

$$W_{Ty} = W_T / K_i = 123,32 / 1,3 = 95 \text{ Н.}$$

Приймаємо діаметр приводного барабану $D = 100\text{мм}$.

4.10. Розрахунок для потужності на приводному валу конвеєра

Величина потужності на приводному валу конвеєра при встановленому режимі руху:

$$N_0 = (W_{Ty} \cdot V) / 1020 = (95 \cdot 1,5) / 1020 \cdot 0,7 = 0,142 \text{ кВт.}$$

к.к.д. – мотор–редуктора $\eta_p = 0,7$.

Вал мотор-редуктора з'єднаний з валом барабану за допомогою муфти.

Загальний к.к.д. привода

$$\eta_{\text{п}} = \eta_{\text{л}} \cdot \eta_p = 0,7 \cdot 0,99 = 0,69.$$

Установочну потужність електродвигуна привода конвеєра визначимо за формулою:

$$N = N_0 / \eta_{\text{п}} = 0,142 / 0,69 = 0,2 \text{ кВт.}$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Визначаємо частоту обертання приводного барабану.

По каталогу заводу виробника «КРЗ», приймаємо мотор-редуктор NMRV 040 / HMPB-040 з потужністю на вихідному валу 0,37 кВт.

Частота для обертання приводного барабана

$$n_{\text{б}} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 0,025}{\pi \cdot 0,4} = \frac{17,25 \text{ об}}{\text{хв}} \quad (4.66)$$

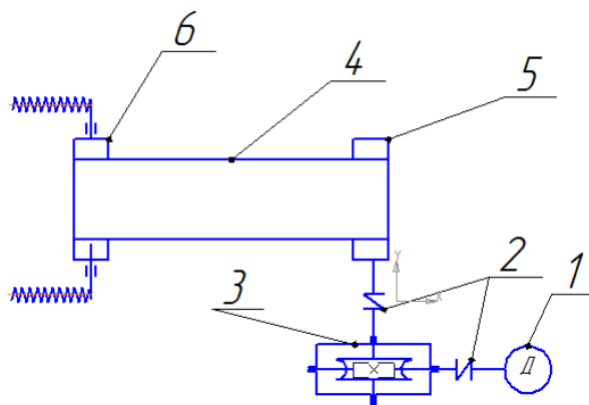
Обираємо мотор-редуктор за каталогом виробника NMRV 040 / HMPB-040 із частотою для обертання $n_{\text{м.р}} = 18 \text{ об/хв.}$

Обертальний момент для кожного валу приводу:

$$T_{\text{ел.дв}} = 9550 \cdot \frac{N}{n_{\text{ел.дв}}} = 9550 \cdot \frac{0,55}{1380} = 3,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$
$$T = 9550 \cdot \frac{N_0}{n_{\text{б}}} = 9550 \cdot \frac{0,029}{18,25} = 15 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

4.11. Кінематичний та силовий узагальнений розрахунок приводу конвеєра

Кінематична загальна схема приводу для роликів конвеєра приведена на рис. 4.6.

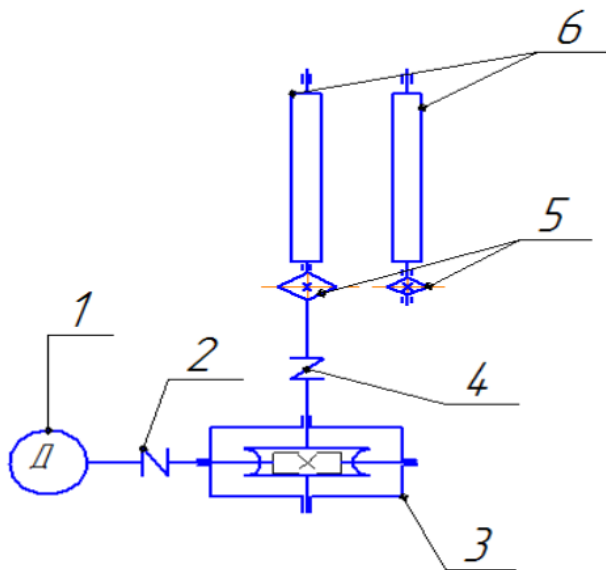


1 – електродвигун; 3 – редуктор черв'ячний; 4 – стрічковий конвеєр; 5 – барабан приводний; 6 – барабан натяжний

Рисунок 4.6 – Кінематична загальна схема приводу для роликів конвеєра

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Кінематична загальна схема приводу для рулонного розмотувача приведена на рис. 4.7.



1 – двигун; 3 – редуктор черв'ячний; 2, 4 – муфта; 5 – передача ланцюгова 6 – ролики

Рисунок 4.7 – Кінематична загальна схема приводу для рулонного розмотувача

Кінематична загальна схема пневмопривода зварювання плівки приведена на рис. 4.8

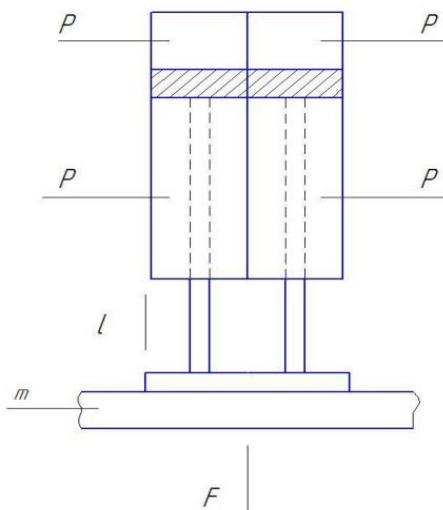


Рисунок 4.8 – Кінематична загальна схема пневмопривода зварювання плівки

$$P_1 = P_2 = 0,5 \text{ МПа.}$$

$$L = 50 \dots 450 \text{ мм.}$$

$$M = 7 \text{ кг.}$$

$$F = mg = 68,6 \text{ Н.}$$

$$P = \frac{F}{S} = F = PS = 0,5 \cdot 10^6 \frac{\pi d^2}{4} 2 = d = \frac{\sqrt{0,52\pi \cdot 10^6}}{68,6} = 18 \text{ мм.}$$

Із стандартного ряду оберемо найближчий потрібний діаметр, що дорівнює 32 мм.

4.12. Розрахунок для натяжного пристрою

На сітчастих конвеєрах ми застосовують на гвинтові натяжні пристрої.

1 – це натяжний гвинт;

2 – це натяжний барабан;

Зусилля що переміщення:

$$Q = S_1 + S_2 = 1642 + 641 = 2283 \text{ Н} \quad (4.67)$$

S_1, S_2 – це натяг точок для набігаючої та збігаючої із нижнього барабана сітки.

4.13. Розрахунок для роликового конвеєра відведення готової продукції.

Продуктивність для конвеєра:

$$Z = \frac{1}{t}, \quad (4.68)$$

де t – це інтервал надходження вантажів щодо роликового конвеєру, $t = 12 \text{ с}$.

$$Z = \frac{1}{12} = 0,08 \frac{\text{ун.}}{\text{с}} = 4,8 \frac{\text{ун.}}{\text{хв}}$$

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість для руху вантажів щодо конвеєра враховуючи продуктивність та циклограму руху для робочих органів машини $t = 2c$, тому крок між ящиками $a = 300 \text{ мм}$:

$$v = \frac{a}{t} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (4.69)$$

Крок між роликми ми приймаємо із урахуванням розмірів ящика:

$$l_p = \frac{l}{3}, \quad (4.70)$$

де l – довжина для ящика, $l = 260 \text{ мм} = 0,26 \text{ м}$.

$$l_p = \frac{260}{3} = 87 \text{ мм};$$

Приймаємо як крок між роликми $l_p = 75 \text{ мм} = 0,075 \text{ м}$

Кількість роликів у конвеєрі при довжині конвеєра $L=1,4\text{м}$:

$$z_1 = \frac{L}{l_p} = \frac{1,4}{0,075} = 18 \text{ шт.} \quad (4.71)$$

Необхідну потужність електродвигуна щодо приводного горизонтального роликвого конвеєра ми визначено за формулою:

$$N_o = \frac{(z_o \cdot G \cdot \varpi' + z \cdot P \cdot \varpi'_1)}{1000 \cdot \eta}, \quad (4.72)$$

Відповідно, z_o -кількість вантажів що одночасно є на конвеєрі; в нашому випадку це максимально може чотири штучних вантажі, і тому приймаємо $z_o=5$;

G – це сила ваги ящиків, приймаючи що в одному ящику знаходяться 16 канистр, вага кожного з них по 500 г,

$$G = 16 \cdot 0,5 \cdot 9,81 = 78,5 \text{ Н}; \quad (4.73)$$

ϖ' – це коефіцієнт опору переміщення лежачих на несівній конвеєрі вантажів, дорівнює

$$\varpi' = \frac{\mu \cdot d + 2K}{D}, \quad (4.74)$$

де μ – це коефіцієнт тертя в упорах, прийmemo $\mu = 0,02$;

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

d – діаметр для цапф вісей роликів, прийmemo $d = 0,012$ м;

K – коефіцієнт тертя кочення у полімерної плівки та металевих роликів, рівний $K = 0,025$;

D – діаметр для роликів, рівний $D = 0,04$ м;

ϖ'_1 - коефіцієнт опору для обертання роликів, визначається за формулою:

$$\varpi'_1 = \frac{\mu \cdot d}{D}, \quad (4.75)$$

z – кількість роликів відповідно на конвейєрі, $z = 18$ шт;

P – сила тяжіння для обертювих частин кожного ролика, $P = 30$ Н;

η – це загальний коефіцієнт корисної дії, ми прийmemo рівним $\eta = 0,8$;

Поставимо чисельні значення для параметрів які входять до формули:

$$\varpi' = \frac{0,02 \cdot 0,012 + 2 \cdot 0,025}{0,04} = 1,26$$

$$\varpi'_1 = \frac{0,02 \cdot 0,012}{0,04} = 0,006$$

Потужність для електродвигуна:

$$N_0 = \frac{(5 \cdot 78,5 \cdot 1,26 + 18 \cdot 30 \cdot 0,006)}{1000 \cdot 0,8} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Приймаємо що в установочну потужність електродвигуна закладено:

$$N = \frac{N_0}{\eta_{np}} = \frac{0,5}{0,73} = 0,70 \text{ кВт,}$$

де η_{np} – це приведений коефіцієнт для корисної дії привода.

$$\eta_{np} = \eta_{лн} \cdot \eta_{ред} = 0,93 \cdot 0,79 = 0,73;$$

де $\eta_{лн}$ – ККД для ланцюгової передачі.

$\eta_{ред}$ – ККД для мотор-редуктора.

Таблиця 4.1 – Характеристики для мотор-редуктора NMRV 040 / HMPB-040

n_1 , об/хв	n_2 , об/хв	N, кВт	T_2 , Нм	и
1435	18	0,75	400	80,55

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$K_5 = 1,5$ (за способом рекомендовано відповідне змащування-періодичне);

$K_6 = 1,25$ (це робота в дві зміни)

Маємо коефіцієнт експлуатації для передачі складатиме:

$$K_e = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1 \cdot 1,25 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,25 = 2,93$$

Коефіцієнт, $S_t = 0,28$ щодо ланцюга ПР-12,7-18,2-1 за ГОСТ 13568-75.

Обираємо за попередній крок для ланцюга $t = 12,7$ мм.

За кроком $t = 12,7$ мм та $n_1 = 18$ об/хв отримано допустимий питомий тиск в шарнірах приймаємо $[P] = 33$ МПа.

Приймаємо, відповідне число зубців для ведучої зірочки $z_1 = 14$.

Коефіцієнт, що враховує кількість рядів для ланцюга, $K_m = 1$ (кількість для рядів $z_p = 1$).

Розрахунковий крок щодо ланцюга:

$$t = 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{N \cdot K_e \cdot 10}{S_t \cdot [P] \cdot z_1 \cdot n_1 \cdot K_m}} = 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,75 \cdot 2,93 \cdot 10}{0,28 \cdot 33 \cdot 14 \cdot 18 \cdot 1}}; \quad (4.76)$$
$$t = 12,57 \text{ мм}$$

За стандартом приймаємо ланцюг ПР-12,7-18,2-1, де $t = 12,7$ мм;

$Q_{розр} = 18,2$ кН; $S_{он} = 82,9$ мм², і маса 1м ланцюга складатиме – $q = 0,65$ кг.

Колова швидкість ланцюга:

$$v = \frac{z_1 \cdot n_1 \cdot t}{60 \cdot 1000} = \frac{14 \cdot 18 \cdot 12,7}{60 \cdot 1000} = 0,16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (4.78)$$

Число зубців ведомої зірочки ми маємо:

$$z_2 = z_1 \cdot U = 14 \cdot 1 = 14.$$

Ділильний діаметр для зірочок це:

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$d_1 = d_2 = \frac{t}{\sin(180/z_1)} = \frac{12,7}{\sin(180/13)} = 52,6 \text{ мм} = 0,0526 \text{ м} \quad (4.79)$$

4.15 Підбір захоплюючих пристроїв

Визначення ступеню розрідження повітря та підбір вакуумної системи.

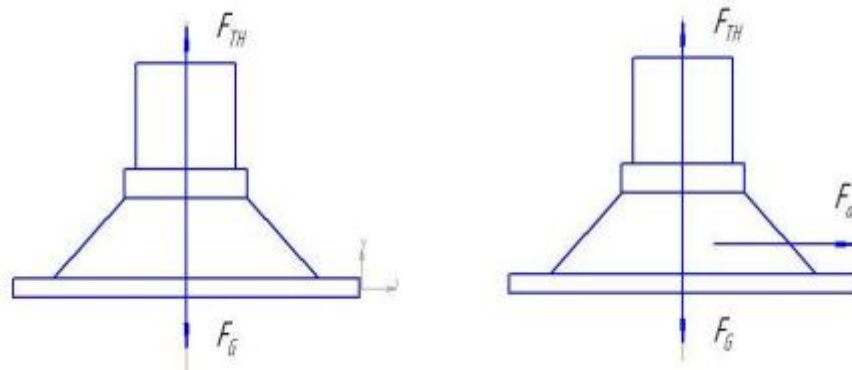


Рисунок 4.10 – Силві фактори, які діють при переміщенні захватів:

F_{TH} – теоретичне зусилля захвату, Н

Вакуумні захвати під час роботи здійснюють горизонтальне та вертикальне переміщення вертикальне [18].

$F_{TH} = 15 \text{ Н}$.

Горизонтально розміщена присоска, горизонтальне переміщення.

$F_{TH} = 25 \text{ Н}$.

Як бачимо, максимальне зусилля необхідно забезпечити при горизонтальному переміщенні. Вибираємо для переміщення присоски з каталогу FESTO: вакуумний захоплювач EGS діаметром 60 мм, матеріал – каучук.

Відповідно для забезпечення більшої площі контакту з об'єктом переміщення, обираємо модель щоб забезпечити більш надійне утримання пачки, відповідно присоски в перерізі будуть круглої форми.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

5 ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

5.1. Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів

Деталь обрано на основі ґрунтового аналізу, функціонального призначення та умов експлуатації лінії пакування чаю. Шнековий конвеєр обрано оскільки він має потенціал для подальшої модернізації а саме:

- зменшення енерговитрат за рахунок зменшення маси робочого органу;
- технологічності деталі, можливості її виконання на 5-ти координатному верстаті з ЧПУ за одну технологічну операцію.

Оскільки пачки переміщуються по шнеку, то необхідно щоб матеріал з якого він складається повинен мати низький коефіцієнт зчеплення.

В якості конструкційного матеріалу обираємо поліетилен високого тиску, він має наступні властивості:

- хімічно стійкий, не реагує з лугами будь якої концентрації, з розчинами нейтральних, кислих і основних солей, органічних і не органічних кислот;
- діелектрик;
- стійкий до ударних навантажень;
- має низьку адгезію.

					КРБ.87.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернієнко І.А.			Літер.	Арк.	Аркушів.
Перевір.		Бойко Ю.І.				60	80
Реценз.					ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

Таблиця 5.1 – Фізико-механічні властивості поліетилену високого тиску

Щільність, г/см ³	0,94 – 0,96
Руйнівне навантаження, кгс/см ²	
На розтяг	100 – 170
На згин	120 – 170
На зріз	140 – 170
Відносне видовження після розриву, %	500 – 600
Модуль пружності, кгс/см ²	1200 – 2600
Межа текучості при розтягу, кгс/см ²	90 – 160
Твердість по Брінелю, кгс/мм ²	1,4 – 2,5

Не мало важливим фактором є утилізація поліетилену високого тиску.

Переробка – поліетилен перероблюється усіма відомими для пластмас методами, такими як екструзія з роздувом, лиття підтиском і т.д.

Спалювання – при нагріванні поліетилену на повітрі можливе виділення в атмосферу летких продуктів термоокислювальної деструкції. При нагріванні до температури 430°C в атмосфері інертного газу, відбувається дуже глибокий розпад на: парафіни (65–67 %), олефіни (16–19 %), вуглець (до 12 %), водень (до 10 %), вуглекислий газ (до 1.6 %).

Аналіз умов роботи машини.

Функціональне призначення шнеку. Переміщення та орієнтування картонної пачки чаю масою 200 г на відстань 900мм. З перегортанням її на 90°, і встановленням фіксованого кроку між пачками.

Умови роботи: шнек на пряму не контактує з харчовим середовищем, переміщаючи вже запакований продукт, при температурі 17 – 22 °С, вібрації незначні, тертя відбувається по м'якому матеріалу (картон).

Зусилля які виникають на шнеку: зусилля на зріз витка шнеку.

Технологічні основи машинобудування

Під час роботи машини частина енергії затрачується на подолання тертя. Робота, створювана силами тертя перетворюється у

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

теплоту, витрачається на стирання поверхні деталі. Отже така деталь, передчасно виводиться з ладу силами тертя, що викликають зношування дотичних поверхонь.

Види зношування:

Абразивне зношування. Наявність абразивних частинок на поверхнях тертя ковзання, призводить до ушкодження поверхні шнеку, і залишають однозначно орієнтовані по відношенню до напрямку руху риски різної глибини і протяжності.

В'язке руйнування. Злам деталі волокнистої будови. Характерною ознакою є наявність бічних скосів по краю зламу. Супроводжується інтенсивною пластичною деформацією матеріалу деталі. Відносно повільно розвиваючись в'язка тріщина або завчасно виявляється, або через надмірну пластичність деформації деталь ще до руйнування перестав виконувати свої функції.

Підвищення зносостійкості деталей досягається за рахунок:

- підбору матеріалу;
- чистотою поверхонь тертя;
- оберігання поверхонь від забруднення;
- зменшенням тиску між поверхнями тертя;
- зниженням температури вузлів тертя.

5.2 Перевірка вибраної деталі вузла на відповідність умовам взаємозамінності, надійності та довговічності

Призначення допусків і посадок.

Для деталі що не підлягає регулярному розбиранню, і вимагає високу міцність з'єднання і передачу навантаження обираємо посадку з натягом таким чином посадка буде мати H8/s7, що для діаметра в 40 мм. В такому випадку діаметр:

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- отворудорівнює 40,000...40,039 мм;
- валу дорівнює 40,043...40,068 мм;
- шорсткість поверхні обираємо рівною Rz40.

Вибір способів оброблення.

Розроблена деталь має складну геометрію, і для її виготовлення вибрано 5-ти координатний фрезерний верстат з ЧПК.

5.3 Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі

Шнек виготовлюється із циліндричної заготовки з поліетилену високого тиску (HDPE), діаметром 150 мм і довжиною 1500 мм.

Для виготовлення деталі в токарно-фрезерному оброблювальному центрі з ЧПК був розроблений і згенерований програмний G-код, за допомогою програмного забезпечення «Simplify3D(R) Version 4.0.0».

Технологічний маршрут оброблення деталі «Шнек»

Номер операції	Назва операції	Технологічне обладнання, різальний інструмент
005	Токарно-фрезерна	Матеріал: Поліетилен (HDPE) з циліндричним перерізом 150 мм. Верстат: DMG MORI DMU 125 P duoBLOCK
005.1	Обточити зовнішній діаметр до Ø140мм. Фрезерувати витки шнека висотою 25мм., товщиною 5мм. З кроком в 110мм. Точити поверхню з торців до діаметру Ø80мм. на довжину 20мм. Фрезерувати отвір на торці шнеку з діаметром Ø40мм. на глибину	Інструмент: Пальцева фреза T15K6 кількість зубів 3; діаметр Ø20мм.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

	80мм. Фрезерувати отвір на торці шнеку з діаметром Ø46мм. на глибину 5мм	
010	Токарно-фрезерна	Матеріал: Поліетилен (HDPE) з циліндричним перерізом 140 мм. Верстат: DMG MORI DMU 125 P duoBLOCK
010.1	Фрезерувати торець заготовки витримавши розмір 1430мм. Фрезерувати отвір на торці шнеку з діаметром Ø40мм. на глибину 80мм. Фрезерувати отвір на торці шнеку з діаметром Ø46мм. на глибину 5мм	Інструмент: Пальцева фреза T15K6 кількість зубів 3; діаметр Ø20мм.

Розрахунок операцій.

005 Токарно-фрезерна

Операція 005. На 5-ти осьовому верстаті DMGMORIDMU 125 PduoBLOCK обточуємо зовнішній діаметр до Ø140мм.

Глибина різання $z = 5\text{мм}$.

1. В якості робочого органу обрано пальцеву фрезу з твердого сплаву T15K6 модуль фрези $m = 6\text{мм}$. діаметр Ø20мм.

2. Призначаємо глибину різання. Різання виконується в один прохід. Глибина різання становить $t = z = 5\text{мм}$.

3. В нормативних таблицях знаходимо значення подачі, виходячи з наступних параметрів:

- Твердість матеріалу
- Діаметр фрези
- Глибина різання

Виходячи з цих даних було обрано подачу $S_z 0.07$ (мм/зуб)

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

4. Швидкість різання також обираємо із таблиці I приймаємо $v_{\text{таб}} 145$ (м/хв).

5. Розрахуємо частоту обертання шпінделя n , відповідно до швидкості $V_{\text{таб}}$.

$$n = 1000V/(\pi/d)$$

(об/хв)

$$n = 1000*145/(3.14*20) = 2308,9 \text{ (об/хв)}$$

По паспорту верстата обираємо частоту обертання $n_{\phi} = 2250$ об/хв

6. Визначаємо фактичну швидкість різання

$$V_{\phi} = \pi * D * n_{\phi} / 1000$$

(м/хв)

$$V_{\phi} = 3,14 * 20 * 2250 / 1000 = 141,3 \text{ (м/хв)}$$

7. Визначаємо швидкість подачі

$$S_{\text{хв}} = S_z * z * n_{\phi}$$

(мм/хв)

$$S_{\text{хв}} = 0,07 * 3 * 2250 = 472,5 \text{ (мм/хв)}$$

По паспорту верстата обираємо подачу в 455 (мм/хв)

В даному розділі було підібрано матеріал з якого виготовлено деталь, підібрано верстат який дозволяє виконати всі операції без зміни робочого органу. Визначено режими різання.

Завдяки використанню поліетилену в якості матеріалу виготовлення заготовки було зменшено: вартість деталі, вагу деталі, час на обробку деталі.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЛЯНКИ

В Україні діє Закон «Про охорону праці». Даний закон, а також «Кодекс законів щодо охорони праці України» це основа законодавчої бази охорони праці. Її доповнюють державні галузеві і всі міжгалузеві нормативні акти про охорону праці – відповідно це стандарти, правила, та норми, положення, статuti, і інструкції та інші документи, що надано чинність правових норм, обов'язкових щодо виконання всіма установами та працівниками України.

6.1 Інструктажі

Інструктажі із питань охорони праці які проводяться на всіх підприємствах, ті установах і організаціях незалежно від їх характеру, їх трудової діяльності, та форми власності. Мета інструктажу – це навчити працівника правильно відповідно безпечно для себе та оточуючих виконувати свої трудові обов'язки.

Інструктажі щодо часу і характером проведення і бувають вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий. Навчання безпеки і на підприємствах починається із вступного інструктажу, для проводиться інженером із охорони праці (техніки безпеки). Інструктаж реєструється в журналі, відповідно до зберігання на протязі 35 років. Решта відповідних інструктажів проводиться і безпосередньо керівником робіт.

Повторний інструктаж який проводять на робочому місці та з усіма працівниками пакувальної лінії діє один раз на півріччя так як робота на лінії не пов'язана з небезпекою.

					КРБ.87.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чернієнко І.А.			ОХОРОНА ПРАЦІ	Літер.	Арк.	Аркушів.
Перевір.		Деренівська А.В.					66	79
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.						НУХТ ПМ-4-1		

Позаплановий інструктаж, який проводиться з працівниками на робочому місці відповідно в кабінеті охорони праці:

- для введення в дію нових нормативних актів про охорону праці;
- для зміни технологічного процесу, змінні устаткування;
- для порушення працівником нормативних актів, які можуть призвести до травм та отруєння або аварії;
- на вимогу для працівника органу державного нагляду, та для виявлення недостатнього знання працівником безпечних і прийомів праці і нормативних актів про охорону праці;
- при перерві у роботі виконавця для більше ніж 60 календарних днів.

Цільовий інструктаж, який проводиться з працівниками перед проведенням робіт, та на які оформляється наряд-допуск. Так у наряді-допуску ще фіксується проведення інструктажу.

6.2 Аналіз щодо виробничого травматизму

Для людей, які ще працюють на виробництві, та незалежно від роду їх діяльності, повинні і бути створені умови виробничого середовища, які б не заподіяли шкоди їх здоров'ю і були безпечними і для людини. Ризики щодо отруєння, отримати шкідливу дозу будь-якого опромінення і завдати іншої шкоди здоров'ю мають бути зведені до мінімуму та виключені зовсім. Для виявлення та наявності шкідливих і небезпечних чинників виробництва і потрібно проаналізувати роботу технологічного обладнання. На технологічній схемі яка позначена дія шкідливих чинників, що і виникають під час роботи обладнання. Для пакувальної машини та характерними шкідливими чинниками наступне: шум, ймовірність механічних травм за недотримання правил техніки безпеки, електробезпека щодо недостатньої надійності ізоляції струмоведучих мереж і при вологовиділенні. Також можливі і ряд механічних травм у разі перебою в роботі машини.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

У місцях розміщення такого обладнання спостерігається і підвищена вологість повітря, і шум. Метеорологічні умови які характеризуються такими показниками, як вологість, рухомість повітря, теплове випромінювання. Згідно за санітарними вимогами і для кожного робочого місця нормуються:

- повітря робочої зони (мікроклімат, загазованість, запиленість);
- шум;
- вібрація;
- освітленість;
- забезпечення санітарно побутовими приміщеннями .

Рівень щодо травматизму та профзахворювань на підприємствах залежить від рівня організації охорони праці і для пожежної безпеки, а також стану трудової дисципліни. Значну роль також у питаннях створення здорових і безпечних умов праці і відіграє наявність коштів на підприємстві, призначених відповідно охорони праці і професіоналізму працівників.

Розслідування щодо травматизму, аварій і професійних захворювань на підприємствах, та установах і організаціях України проводиться згідно з «Положенням щодо розслідування та облік нещасних випадків, професійних та захворювань і аварій на підприємстві в установах і організаціях» (ДНАОП-0-00-4.03 – 98).

На обслуговуючий персонал діють такі негативні фактори (виробничі шкідливості):

- шкідливі: шум, вібрація, вологовиділення, можлива недостатня освітленість робочих місць;
- небезпечні: електробезпека, безпека механічних травм.

6.3 Організація роботи по охороні праці

На підприємстві вирішуються такі питання:

- а) забезпечення безпеки виробничих процесів , устаткування, будівель і

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споруд;

б) задля забезпечення працівників засобами відповідного індивідуального та колективного захисту;

в) професійна підготовка та підвищення кваліфікації працівників із охорони праці, та пропаганда безпечних методів праці;

г) вибір оптимальних режимів і праці і відпочинку працівників;

д) професійний добір щодо виконавців для визначних видів робіт.

На службу із охорони праці покладаються обов'язки: щодо проведення вступного інструктажу працівників; забезпечення працівників правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці; організація підвищення кваліфікації та перевірки знань посадових осіб з питань охорони праці; ведення обліку та відповідного розслідування нещасних випадків, профзахворювань та аварій проведення паспортизації робочих місць і визначення відповідності фактичних показників паспортним положенням.

6.4 Планування та фінансування заходів щодо ОП

За Законом про охорону праці (стаття 19: «Фінансування і охорони праці») фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем.

Для підприємств, незалежно і від форм власності, або фізичних осіб, що використовують найману працю, та витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка і суми фонду оплати праці.

На всіх підприємствах, які ще утримуються за рахунок бюджету, та витрати на охорону праці передбачаються у державному і у місцевих бюджетах і становлять ще не менше 0,2 відсотка щодо від фонду охорони праці.

Фінансування для заходів щодо охорони праці здійснюється підприємством, за рахунок ФОП (фондів і охорони праці) до штрафів.

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуються такі кошти у трьох напрямках: щодо впровадження заходів щодо поліпшення умов праці, компенсації в зв'язку з шкідливими умовами праці і відшкодування наслідків шкідливої дії умов праці на робітника.

6.5 Виробничі та шкідливі фактори

Основним існуючим джерелом забруднення повітряного середовища є ділянка мийки обладнання. У відділенні миття обладнання, та повітря забруднене парами лугів і кислот. Ці речовини які відносять до класу небезпеки – небезпечні речовини з ГДК = 1 мг/м³.

Для переоснащення дії шкідливих речовин і на організм людини передбачається герметизація здвижок, вентилів, а також інших комунікацій проводів.

Щодо захисту органів дихання від шкідливих речовин і передбачено застосування протигазів щодо респіраторів та щодо захисту організму – спецодяг.

Одним із шкідливих та виробничих факторів є і підвищений рівень шуму внаслідок роботи сепараторів, насосів.

					КРБ.87.ПЗ	Арк..
Зм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		70

7 МОНТАЖ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ МАШИНИ

7.1 Загальні положення для систем

1) Надійна та довговічна робота для машини забезпечується тільки за рахунок суворого дотримання щодо правил експлуатації та своєчасного, якісного та повного проведення технічного обслуговування та ремонтно-профілактичних робіт, які передбачені посібником із експлуатації.

2) Для робіт по монтажу та налагоджуванні і експлуатації та обслуговуванню машини повинні допускатися особи, які вивчили машину і пройшли вже інструктаж із техніки безпеки.

3) Для забезпечення більш якісної підготовки машини до роботи рекомендується проводити і пуско-налагоджувальні роботи, зокрема наладчиками організації-виготовлювача. Для підготовки пуско-налагоджувальних робіт із сторонніми організаціями, виготовлювач несе відповідальність за якість наладки не несе та роботу машини не гарантує.

4) Для виклику наладчиків потрібно замовнику укласти із виготовлювачем договір щодо виробництва пуско-налагоджувальних робіт.

5) До моменту прибуття відповідних наладчиків, вся машина повинна бути повністю змонтована відповідно щодо вимог із експлуатації та підключена до всіх джерел постачання.

6) Запчастини, які поставляються із машиною, призначені для забезпечення пуско-налагоджувальних робіт щодо експлуатації машини протягом гарантійного терміну. Забезпечення запчастинами для середніх та

					КРБ.87.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чернієнко І.А.			МОНТАЖ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ МАШИНИ	Літер.	Арк.	Аркушів.
Перевір.		Деренівська А.В.					71	79
Реценз.						НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.								
Затверд.								

капітальних ремонтів може здійснюватись у фондах, які виділяється в встановленому порядку.

7.2 Розміщення та монтаж машини

1) Зважаючи на значну власну вагу, машина повинна встановлюється на підлогу і без фундаментних болтів.

2) Місце для монтажу повинно повністю відповідати санітарно-технічним вимогам. За умови підготовки площадки щодо установки машини нам необхідно передбачити ухили щодо стоку води в каналізаційну систему. Покриття для підлоги повинно забезпечувати і гарний змив бруду і сміття.

3) Для нормального обслуговування потрібно передбачити вільний простір навколо машини.

4) Висота всього приміщення повинна забезпечувати установку підйомно-транспортуючого устаткування щодо демонтажних робіт при ремонті машини.

5) Для місця монтажу всі машини транспортуються у запакованому виді за допомогою автотранспортувачів та іншими транспортними засобами, та відповідно забезпечують цілісність упаковки.

6) У безпосередній близькості маємо місця для установки машини, та де потрібно ящик розпаковувати та перевірити на вміст упаковок, за супроводжувальними документами. Основу для ящика потрібно лишати під машиною, доки машина та ще не буде доставлена і до місця монтажу.

7) Строповку для нашої машини та без упаковки потрібно робити тільки відповідно до схеми строповки.

8) Встановити машину у проектному положенні на підготовлене місце.

9) Підняти машину із піднімальним механізмом на висоту близько 150мм. Зібрати опорні стінки та установити під ними опори та опустити на них машину.

					КРБ.87.ПЗ	Арк..
Зм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		72

9) Зазор між підлогою та нижньою поверхнею рами він повинен бути біля 150мм.

10) Розконсервувати машину потрібно та від'єднати складні вузли та деталі. Поверхні, які мають технічне мастило, та промити бензином Б70 ДСТУ 1012-72 і уайт-спиртом ДСТУ 3134-78, та насухо протерти.

11) Після регулювання місцеположення машини ми приступити до монтажу від'єднаних на цей час транспортування складальних одиниць та деталей.

12) Зробити монтаж трубопроводів та арматури для повітря промислового та стерильного. Трубопроводи повинні мати всі власні опори, та підводитися до штуцерів та патрубків без перекосів та приєднуватися вільно без виникнення в на них бічних та осьових зусиль.

Підключення для всіх трубопроводів може виконуватись із дотриманням питань герметичності. Тому, для зниження умовного проходу у трубопроводів не припускається.

13) Наступним кроком, потрібно встановити шафу для устаткування. Шафа електроустаткування підвішується до рами. Електропроводку від шафи і до розподільної коробки машини проводити в трубі. Підключення потрібно провести відповідно електричної схеми. Машину та шафу електроустаткування заземлити.

14) Включати електродвигун допускається тільки після витримки машини в помешканні цеху влітку в сухий час не менше доби, а взимку і в сиру погоду – не менше трьох діб для просушки ізоляції обмотки електродвигуна і всієї електричної апаратури. Перевірити правильність підключення електродвигуна можливо шляхом його короткочасного вмикання.

15) Переконавшись щодо цілісності машини та легкості обертання, та включивши її в налагоджувальному режимі. Машина взагалі повинна працювати плавно без ривків та заїдань.

					КРБ.87.ПЗ	Арк..
Зм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		73

Опробувати машину в робочому режимі.

16) Зробити задане пофарбування трубопроводів та нанести умовний знак на шафу електроапаратури щодо ДСТУ14202-69, ДСТУ12.4.026-76.

17) Перевірити та оформити відповідним документом перевірку для захисного заземлення.

18) Оформити акт щодо завершення монтажу і готовність об'єкта до проведення для пуско-налагоджувальних робіт.

7.3 Налагодження машини та загальна підготовка її до роботи

1) Приймаючи машину у наладку потрібно щоб наладчик оцінив зовнішній комплектність та стан машини, правильність складання вузлів та монтажу трубопроводів. Включити та паралельно прокрутити у налагодочному режимі, перевірити правильність роботи вузлів. Після усунення всіх виявлених зауважень приступити щодо проведення пуско-налагодочних робіт.

2) Перевірити затягування у всіх кріплень.

3) Продувка трубопроводу підведення та фільтри-вологовідділювачі, перевірити їх герметичність і при необхідності, усунути витік.

4) Провести змащення машини та відповідно до схеми змащення.

5) Перевірити плавність ходу для транспортера.

6) Перевірити та за при необхідності, від регулювати повільність ходу пневмо-циліндру.

7) Перевірити працездатність всього механізму переорієнтації.

8) Виставити механізм для поздовжнього зварювання по висоті.

9) Зробити мийку та дезінфекцію машини.

10) Після процесу дезінфекції машину потрібно протерти ганчіркою.

11) Випробувати машину за умови навантаження.

					КРБ.87.ПЗ	Арк..
Зм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		74

12) Переконавшись у правильності наладки, потрібно зробити обкатування машини на холостому ході та протягом 4-х годин. Машина повинна працювати і плавно, і без ривків та заїдань. Під час вмикання машин розгін повинен що відбувається плавно та без ривків та заїдань. Не допускається деренчання, наростаючий стукіт, нагрів підшипників вище 700, підтікання мастила з редуктора і масляних ванн.

13) Під час задовільної роботи машини переходити до роботи.

7.4 Діагностика та відмови роботи обладнання

Діагностика щодо несправностей починається із визначення групи, до якої належать дані несправності.

Всі несправності, які поділяються на дві групи:

1) Зовнішні – це ті, які можна побачити візуально або почути (порушення зв'язку між елементами або вихід з ладу елементів системи);

2) Внутрішні – це ті, які що проявляються в системі керування у процесі роботи.

Щодо визначення ступені зношування зубчастих передач передачу розбирають, деталі її ретельно промивають і просушують. Знімати з валів посаджені з натягом зубчасті колеса не обов'язково.

Наявність сколювань і викришування зубців, раковин та тріщин біля корнів зубців та відповідно у ступицях визначають при зовнішньому огляді.

Биття для зубчастих вінців вимірюють вже після установки колеса на зубчастому валу чи контрольному валу.

					КРБ.87.ПЗ	Арк..
Зм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		75

ВИСНОВКИ

У відповідності із завданням до проектування виконано дипломний проект на тему «Модернізація машини для групового пакування полімерних каністр з молоком вагою 2 кг у термоусаджувальну плівку продуктивністю до 280 уп./год.

Проведений аналіз конструкцій машин даної групи виявив загальні проблеми, що характеризуються значними розмірами та масою, складністю конструкції, недостатньою універсальністю та складністю обслуговування, а також присутністю ручної праці у машинах-напівавтоматах.

З метою вирішення цих технічних проблем було успішно розв'язано такі завдання:

1) Здійснено зменшення маси та габаритних розмірів машини для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку у порівнянні з аналогами.

2) Покращено інтенсивність процесу термоусадки плівки у термотунелі.

3) Забезпечено більшу універсальність машин шляхом можливості формування групових пакувань з різних видів та типів споживчих упаковок.

4) Реалізація запропонованих технічних рішень дозволить значно поліпшити існуюче обладнання та досягти позитивного соціального та економічного впливу.

					КРБ.87.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чернієнко І.А.			ВИСНОВКИ	Літер.	Арк.	Аркушів.
Перевір.							76	79
Реценз.						НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.								
Затверд.								

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інтенсифікація массообмінних процесів в харчових і мікробіологічних технологіях [Текст] / А. І. Соколенко [и др.]. - К. : Люксар, 2007. - 443 с. - Бібліогр.: с. 441-443. - ISBN 966-96176-1-8
2. Савченко О. М. Оксо-біорозкладання полімерної упаковки / О. М. Савченко // Квалілогія книги : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2013. — Вип. 1 (23). — С. 65–69.
3. Гавенко, С. Ф. Аналітичні дослідження основних етапів життєвого циклу паковань / С. Ф. Гавенко, О. М. Савченко. - Квалілогія книги 2. - 2013. – с. 22-28.
4. Сірик Т. А. Відходи упаковки та їхня утилізація / Т.А. Сірик. - *Упаковка, № 4.* – 2011. - с. 60-61.
5. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. - 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; з іл., ISBN 978-617-7250-29-5
6. Теорія механізмів і машин : короткий довід. для студентів інж.-техн. спец. / уклад. Я.Т. Кіницький. – вид. 3-тє, випр. і доп. – Хмельницький ХНУ, 2013. – 59 с.,
7. Основи конструювання деталей машин : конспект лекцій з дисципліни «Деталі машин» / В. І. Мороз, В. В. Захарченко, О. В. Надтока, К. В. Астахова, С. В. Бобрицький. – Харків : УкрДАЗТ, 2015. – 154 с.

					КРБ.87.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чернієнко І.А.			СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	Літер.	Арк.	Аркушів.
Перевір.							77	79
Реценз.						НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.								
Затверд.								

8. Автоматизовані потокові лінії [Текст] : метод. вказ. до виконання розрахунково-графічних робіт для студ. спец. 7.090223 "Машини і технологія пакування" і 7.090264 "Машини і технології переробки використаної упаковки" напряму 0902 "Інженерна механіка" денної форми навч. / Національний ун-т харчових технологій ; уклад. А. І. Соколенко [та ін.]. - К. : НУХТ, 2003. - 13 с.: рис. - Бібліогр.: с. 13
9. Розрахунки і проектування деталей машин. Частина 1. Механічні передачі: навчальний посібник / Б.З. Овчаров, А.В. Міняйло, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тіщенко. – Харків: ХНТУСГ, 2006. – 366с.
10. Кукібний О.А. “Курсове проектування транспортуючих машин”.-К.: Вища школа, 1973.-288с.
11. Математичне моделювання процесів пакування [Текст] : метод. вказівки до практ. занять для студ. спец. 7.090223 "Машини і технологія пакування" (спеціалізація "Машини і технологія пакування харчових продуктів") денної форми навчання / Національний ун-т харчових технологій ; уклад. А. І. Соколенко [та ін.]. - К. : НУХТ, 2003. - 14 с.: рис. - Бібліогр.: с. 13
12. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. Пакувальнеобладнання; Підручник-К. ІАЦ «Упаковка». 2010-с,744:іл.
13. Електронний каталог фірми Sew- Eurodrive.- Режим доступу: https://eurodrive.ua/?gclid=CjwKCAjw-b-kBhB-EiwA4fvKrBOtE2j4XsK1s62OGuGmjMI9IC1fqzQ9mF1mP-UwS0ASDuHdhw1jKхоCBhoQAvD_BwE
14. Пакувальне обладнання. Конспект лекцій: Навч. посіб. з курсу для студ. спец. 7.090223 – «Машини і технології пакування»/І.В. Коваленко. – К.: 2014.
1. Ризики праці на харчовому виробництві.
<https://oppb.com.ua/news/ryzyky-praci-na-harchovomu-vyrobnyctvi>

					КРБ.87.ПЗ	Арк..
Зм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		78

15. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин [Електронний ресурс] : підручник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом «Інженерна механіка» / В. С. Бондарєв, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та ін. — Електронні текстові дані (1 файл: 30,8 Мбайт). – Київ : Вища школа, 2009
16. Підйомно-транспортні машини : підручник / [А. С. Кобець, В. І. Дирда, Ю. Г. Козуб, С. В. Ракша, Ю. М. Овчаренко, А. М. Пугач, І. Є. Рижков, О. А. Черній, І. М. Цаніди ; за ред. : А. С. Кобця, В. І. Дирди] ; М-во освіти і науки України, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», Дніпропетр. держ. аграр. ун-т. – Луганськ ; Дніпропетровськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. – 218 с.- Режим доступу: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/598>.
17. Приводи та редуктори. – Режим доступу: <https://ayvaz.kiev.ua/ua/privody-i-reduktory>.
18. Електронний каталог фірми «Camozzi». - Режим доступу: <https://catalog.camozzi.ua/>

					КРБ.87.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79