

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

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

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту  
\_\_\_\_\_ Блаженко С.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Соколенко А.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

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

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ машини і технології пакування  
на тему: Модернізація машини для групового пакування споживчої тари  
у термоусаджувальну плівку продуктивністю до 1800 уп./год.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

\_\_\_\_\_ Тепляков Владислав Олегович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Токарчук Сергій Володимирович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

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

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

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

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2020 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ  
Соколенко А.І.  
"8" 04 2020 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Теплякова Владислава Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація машини для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку продуктивністю до 1800 уп./год.

керівник роботи Токарчук Сергій Володимирович, к.т.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від "08" 04 2020 року №260-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 29.05.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

Продуктивність машини - до 1800 уп./год.

Вид упаковки - групове пакування, 3\*2 одиниці.

Вид пакувального матеріалу - плівка термоусаджувальна.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Анотація. Вступ. Літературний огляд. Техніко-економічне обґрунтування.  
Опис пропозиції. Розробка кінематичної схеми. Розробка циклограми.  
Технологічні, кінематичні, силові розрахунки. Розробка технологічного маршруту. Монтаж, експлуатація та ремонт машини. Опис блоку управління машиною. Охорона праці. Висновки. Список використаної літератури.  
Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1 - загальний вигляд.

Лист 2 - механізм переміщення та укладання споживчої тари.

Лист 3 - механізму подачі плівки.

Лист 4 - термоусаджувальний тунель.

Лист 5 - технологічний маршрут виготовлення деталі типу «Зірочка».

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 08.04.2020 р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	9.04.2020	
2.	Літературний огляд.	11.04.2020	
3.	Техніко-економічне обґрунтування. Опис пропозиції.	14.04.2020	
4.	Розробка кінематичної схеми. Розробка циклограми.	17.04.2020	
5.	Технологічні, кінематичні, силові розрахунки.	20.04.2020	
6.	Лист 1	24.04.2020	
7.	Лист 2	29.04.2020	
8.	Лист 3	3.05.2020	
9.	Лист 4	9.05.2020	
10.	Лист 5	12.05.2020	
11.	Монтаж, експлуатація та ремонт машини.	18.04.2020	
12.	Опис блоку управління машиною.	22.04.2020	
13.	Охорона праці.	24.04.2020	
14.	Висновки.	25.05.2020	
15.	Список використаної літератури. Додатки.	27.05.2020	

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Тепляков В.О.**  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Токарчук С.В.**  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	Анотація	5
	Вступ	6
1.	Літературний огляд за темою та визначення задач для проектування	9
1.1	Види групових паковань	9
1.2	Конструктивні рішення обладнання для групового пакування	11
2.	Техніко-економічне обґрунтування проведеної модернізації машини	24
3.	Опис пропозиції. Принцип роботи і конструкція	25
4.	Розробка кінематичної схеми машини	30
5.	Розробка циклограми роботи машини	31
6.	Суміщення руху робочих органів машини	33
7.	Розрахункова частина	35
7.1	Технологічний розрахунок.	35
7.2	Розрахунок конвеєра термотунелю	36
7.3	Розрахунок на міцність елементів привода	40
7.4	Розрахунок пристрою поперечного зварювання	40
7.5	Тепловий розрахунок термотунелю	42
7.6	Розрахунок пневмоциліндр	44
7.7	Визначення зусилля розмотування рулону пакувального матеріалу	46
7.8	Підбір захоплюючих пристроїв.	47
8.	Розробка технологічного процесу та розрахунок технологічних операцій виготовлення деталі	49

					ДП.22. ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Тепляков В.О.			Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.			1	2	
					НУХТ ПМ-4-1		
Зав. каф.		Соколенко А.І.					

9.	Монтаж, експлуатація, обслуговування, діагностика та ремонт машини	58
10.	Опис блоку керування машиною	65
11.	Охорона праці та техніка безпеки	66
	Висновки	74
	Список використаної літератури	75
	Додатки	77

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: модернізація машини для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку продуктивністю до 1800 уп./год.

Об'єктом проектування є машина, яка призначена для групового пакування споживчих упаковок у термоусаджувальну плівку.

Розрахунково-пояснювальна частина випускової роботи складається із 81 сторінки.

Графічна частина дипломного проекту складається з п'яти листів креслень формату А1.

На першому листі зображено загальний вигляд машини, яка призначена для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку. На другому аркуші зображено механізм переміщення та укладання споживчої тари на приймальний стіл. На третьому аркуші зображено механізму подачі плівки. На четвертому аркуші зображено термоусаджувальний тунель. На п'ятому листі зображено технологічний маршрут виготовлення деталі типу «Зірочка» з ескізами основних операцій її виготовлення.

При проведенні модернізації машини передбачено: встановлення портального робота, що дозволить універсалізувати вузол формування групової упаковки, зменшити габаритні розміри та матеріаломісткість машини; встановлення додаткового вентилятора в термотунель, що дозволить підвищити інтенсивність процесу термоусаджування плівки.

Ключові слова: пакувальна машина, споживча тара, групове пакування, термоусаджувальна плівка, захоплюючий пристрій.

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Тепляков В.О.					1	1
Конс.		Токарчук С.В.						
Зав. каф.		Соколенко А.І.			НУХТ ПМ-4-1			

## Вступ.

За кількістю зайнятих та обсягом валової продукції харчова промисловість належить до одного з найважливіших виробництв у господарстві України. Останнім часом відбуваються позитивні зрушення у технологічному рівні забезпечення виробництв, збільшенні обсягів та урізноманітненні асортименту продукції харчової промисловості, залученні вітчизняного та іноземного капіталу. Для України, як для одного із значних виробників сільгосппродукції, залишається актуальним нарощування потужностей харчової промисловості з метою не лише повного забезпечення населення якісними та різноманітними харчовими продуктами вітчизняного виробництва, а й зростання частки в експорті готових товарів, а не сировини.

Поняття «харчовий продукт» нерозривно пов'язане із поняттям «пакування». Упаковка рухається з товаром на всьому шляху від виробника до споживача і виконує важливі функції: гарантує збереження кількості і якості товару, надає йому компактного вигляду, покращує транспортабельність, зменшує його витрати, інформує споживача про властивості товару і спосіб його використання, захищає продукцію від дії навколишнього середовища, покращує умови складування і реалізації товару. Раціональна і естетична упаковка – важлива передумова кращого розповсюдження товару, створення умов механізації і автоматизації роботи працівників.

Величезна різноманітність видів продукції сільського господарства, харчовій і переробної промисловості, специфічні властивості і високі вимоги, що пред'являються до цієї продукції, зумовили виникнення індустрії пакування продовольчих продуктів, що займає в більшості розвинених країн провідне місце в народному господарстві. Ця галузь включає виробництво пакувальних матеріалів, оформлення і виготовлення споживчої і транспортної тари,

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О.			Вступ	Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.					1	3
					НУХТ ПМ-4-1			
Зав. каф.		Соколенко А.І.						

машинобудування, підрозділи фасування і пакування продукції сільськогосподарських, переробних, харчових і торгових підприємств, а також спеціалізовані фасувально-пакувальні центри і підприємства.

Впровадження нових пакувальних матеріалів і сучасних технологій виробництва стимулює створення нових конструкцій споживчої і транспортної тари, контейнерів і піддонів. У цих умовах виключно важливого значення набуває грамотний вибір пакувань, що відповідає сучасним вимогам для різних харчових продуктів. Одним з таких видів пакувань є групове.

Групове пакування складається з ідентичних пакувальних одиниць. Під цим терміном розуміють також непаковану штучну продукцію, скріплену за допомогою обв'язувальних або пакувальних матеріалів. Таке пакування полегшує процес переміщення вантажів, забезпечує збереження продукції, несе необхідну інформацію про товар і виробника. Зовні воно являє собою блок щільно скомпонованих предметів, що перешкоджає їхньому взаємному переміщенню. Щільна фіксація товару допомагає зберегти привабливий зовнішній вигляд і споживчі характеристики продуктів. При оптовій торгівлі групові упаковки вважаються номінальними одиницями товару.

Вид групової упаковки залежить від виду тари. Пластикові та скляні банки або пляшки часто пакують в картонні коробки з внутрішніми перегородками. Таким же чином пакують вироби циліндричної форми. Їх також укладають в картонні лотки з бортиками різної висоти. Багато виробників пива пакують свій товар в поліетиленові ящики. Це різновид зворотної тари. Зазвичай її випускають в певному колірному рішенні з відповідним маркуванням. При цьому вона стає елементом фірмового стилю конкретної марки.

Останнім часом набуло широкого поширення фіксації групи предметів за допомогою термоусадочної плівки. Це викликано її невисокою вартістю, міцністю, можливістю вторинної переробки. Такий спосіб широко застосовується при фасуванні продукції в скляних, жерстяних і пластикових банках.

										ДП.22. ПЗ	Арк.
											2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							



Для здійснення операції групового пакування використовуються спеціально розроблені машини, як автоматичного так і напівавтоматичного типу. Дана група обладнання є доволі різноманітною, що викликано як значною кількістю видів упаковок так і різними видами пакувального матеріалу. Використання таких пакувальних машини дає можливість автоматизувати заключні операції технологічного процесу і тим самим підвищувати продуктивність в галузі.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. Літературний огляд за темою та визначення задач для проектування

### 1.1. Види групових пакувань.

На сьогоднішній день у промисловості набули найпоширенішого використання наступні види групового пакування [2, 11,16]:

- пакування у полімерні ящики;
- пакування у гофрокартонні ящики, картонні коробки;
- пакування з використанням термоусаджувальних плівок;
- спеціалізовані групові пакування (овіт, камборит, шоу-бокс і інші) .

### Полімерні ящики

Полімерні ящики можуть бути різної форми, розмірів, кольору і оформлення. Їх використовують для пакування від 6 до 24 пляшок різної місткості. Ящики вміщують перегородки, щоб не допустити зіткнень і тертя пляшок одна об іншу. Висота ящиків для захисту пляшок перевищує їх висоту і дозволяє (завдяки відповідному виконанню ящиків) без проблем штабелювати ящики один на інший. Розрізняють так звані фірмові ящики, які завдяки кольору, фірмовим логотипам і іншим особливостям маркування однозначно свідчать про належність конкретному підприємству. У рекламному значенні фірмових ящиків існує той недолік, що їх слід повертати саме на це підприємство, що іноді скрутно і завжди пов'язано з додатковими витратами. Загальноживані ящики не володіють рекламним ефектом, проте його в деякій мірі можна все ж таки забезпечити, якщо в прорізі будуть видні пляшки спеціально встановлені етикеткою назовні. Звичайним видом упаковки для скляних пляшок є полімерні ящики багатократного використання.

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О.			Літературний огляд за темою та визначення задач для проектування	Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.					1	1
						НУХТ ПМ-4-1		
Зав. каф.		Соколенко А.І.						

### Ящики із гофрованого картону.

Гофрований картон використовують в якості разової упаковки. Гофрований картон пропонується в різному виконанні і за допомогою спеціалізованого обладнання може бути склеєний або зшитий металевими скобами в необхідну форму. Пакування з гофрованого картону можуть бути як з перегородками, так і без них. При цьому встановлення перегородок іноді створює проблеми, проте вони оберігають пляшки або банки від тертя одна об одну.

### Пакування з використанням термоусаджувальних плівок.

Даний вид формування групового пакування може здійснюватись як з використанням так і без застосування картонних лотків, на які встановлюють певну кількість споживчих упаковок. Після розміщення тари її обгортають термоусаджувальною плівкою та направляють до термотунелю. Відмінності в конструкції термотунелей зумовлені типом нагрівачів: гаряче повітря може подаватись шляхом газового обігріву або за допомогою електронагрівальних елементів. Пакувальні машини можуть бути як універсального типу, які розраховані на роботу з жорсткими (поліпропілен) та м'якими плівками (поліетилен, його похідні), так і спеціалізованими (для упаковки лотків) які, як правило, працюють з м'якими плівками. Останні забезпечують гарний зовнішній вигляд, щільність упаковки, і продукти не пересуваються в лотку. В жорсткі плівки обтягаються об'ємні пакування з невеликою кількістю індивідуальних упаковок.

### Спеціалізовані групові пакування

Дані пакування призначені для зручного і відповідним чином оформленого пакування певних груп продуктів ( наприклад по 6 невеликих пляшок або банок, 10 яєць тощо).

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						2
Зм .		№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.2. Конструктивні рішення обладнання для групового пакування.

Провівши аналіз літературних та електронних джерел (патентів, науково-дослідних робіт, винаходів, проспектів, каталогів, сайтів виробників) були розглянуті та проаналізовані найбільш характерні конструкції пакувальних машин для групового пакування [19].

#### Автоматичний укладальник SGP-60V



Рис. 1.1 Автоматичний укладальник SGP-60V

Горизонтальний картонатор-укладальник SGP-60V призначений для пакування штучних продуктів у споживчій упаковці в попередньо склеєні картонні коробки з середньою продуктивністю до 60 упаковок в хвилину. Закриття готової картонної коробки здійснюється гарячим клеєм або шляхом механічного закриття клапана з поворотом стулок.

Розміри пачки: стандартний діапазон залежить від основного типу і конфігурації заготовки.

Базова комплектація складається з наступних елементів:

- система перевірки наявності продукту;

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Зм		№ докум.	Підпис	Дата		3

- корпус;
- приводні механізми;
- система завантаження продукту в коробку;
- магазин плоскоскладених коробок;
- конвеєр подачі коробок;
- конвеєр подачі продукту.

### Технічні характеристики

Продуктивність	60 пак/хв.
Вид завантажуємого елемента	конвеєр або ручне завантаження
Тип завантаження	горизонтальний
Розмір блока продукту, мм	40x90x90
Розміри гофрокоробу, мм	100x140x170
Живлення машини	380 В, 3Ф, 50 Гц
Встановлена потужність, кВт	1,8
Споживання стиснутого повітря л/хв.	130
Довжина, мм	2900
Ширина, мм	800
Висота, мм	1600
Маса, кг	980

Основними особливостями даної машини є: можливість стандартизації розмірів упаковки для швидкої зміни форматів, можливість роботи з плоскими заготовками двох типів (бічна складка або дно "конверт"), легкість переналаштовування, керування машиною здійснюється одним оператором, можливість комплектації керуванням - LS, Siemens, Allen-Bradley, може бути виконаний за версією Duplex, тобто під час одного циклу роботи машини наповнюються і закриваються дві упаковки одночасно (опція).

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						4
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

### Роботизований моноблок SPM-V02

Моноблок SPM дозволяє автоматизувати процес укладання продукції в гофроящики різних форматів. Його відмінною рисою є можливість роботи з великою кількістю різних типів продукції на невеликій площі [3, 19].



Рис. 1.2. Роботизований моноблок SPM-V02

Робочі операції:

- формування тари - гофроящик формується з складеної заготовки, яка подається з касети магазину; потім підгинаються нижні клапани, і ящик надходить в зону автоматичної укладання блоку продуктів.
- вкладання продукту - кроковий конвеєр формує блок з заданої кількості споживчих паковань для подальшого автоматичного укладання; сформований блок автоматично переноситься захватами в попередньо сформований гофроящик; у момент початку укладання продукту ящик фіксується вакуумними захватами; нижні клапани ящик а фіксуються під вагою продукту.

										ДП.22. ПЗ	Арк.
											5
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата							

- заклеювання клапанів - заповнений ящик надходить до пристрою підгинання, де закриваються верхні клапани та здійснюється їх заклеювання.

### Технічні характеристики

Продуктивність	10 пак/хв
Тип ящиків	american case
Довжина ящика, мм	200-500
Ширина ящика,а, мм	130-400
Висота ящика, мм	70-400
Місткість магазину, шт.	130
Живлення машини	380 В, 3Ф, 50 Гц
Встановлена потужність, кВт	4
Довжина, мм	3900
Ширина, мм	2200
Висота, мм	2350
Маса, кг	850

Особливості машини: займана площа 4,5 м<sup>2</sup>, робота з відносно дешевою гофротарою та скетчем, робота з різними типами споживчої упаковки, автоматичне відбраковування, можливість роботи з маленькими форматами ящиків висотою від 70 мм.

### Термоусаджувальна машина ТУРБОПАК 254 АМ-15

Термоусаджувальна машина ТУРБОПАК 254 АМ-15 призначена для створення з одиничних виробів блоків для групової транспортної упаковки. Формування блоків відбувається за рахунок їх обгортання плівкою і подальшої термоусадки. Машина може використовуватися як автономно, таки в складі інших ліній. Апарат працює в автоматичному і напівавтоматичному режимі. Термотунель виготовляється відповідно до технічних умов, що

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						6
Зм		№ докум.	Підпис	Дата		



Рис 1.3. Термоусаджувальна машина ТУРБОПАК 254 АМ-15

дозволяють експлуатувати апарат при температурі від  $+10$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості повітря не більше 60% при температурі плюс  $20^{\circ}\text{C}$ . Машину необхідно встановлювати далеко від легкозаймистих матеріалів в добре провітрюваних приміщеннях, внутрішнє оздоблення яких відповідає вимогам діючих санітарних норм і правил для даного виробництва [10].

Принцип роботи автомату ТУРБОПАК 254 АМ-15:

- споживчі упаковки автоматично/вручну надходять на конвеєр;
- система датчиків дозволяє автоматично відстежувати довжину групового пакування, зупинити відповідний транспортер на час роботи зварювальної голівки і перемістити предмет на транспортер термоусадкового модуля;

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		7



- проходячи через тунель плівка усаджується, на виході з нього вона охолоджується вентилятором.

Машина призначена для формування упаковки групових паковань із споживчих, таких як пляшка, Пюр-пак, коробка, пакет-подушка.

Основні складові елементи: подаючий конвеєр, пакувальний модуль, термоусадковий модуль, конвеєр термотунелю, відвідний конвеєр (після термоусадки), вузол завантаження і фіксації рулону плівки, корпус, приводи.

Характерні особливості машини: керування здійснюється контролером; автоматичне розмотування верхнього і нижнього рулонів плівки; можливість налаштування зварювання плівки; наявність на зварювальній голівці блокування від попадання сторонніх предметів; автоматична підтримка заданої температури зварювальної головки і температури в зварювальному модулі; наявність транспортних колісних опор.

#### Технічні характеристики

Продуктивність до	15 цикл/хв.
Розміри групового пакування, мм, до	500*400*280
Товщина плівки, мкм	50-120
Ширина рулону плівки, максимум, мм	700
Діаметр рулону плівки, максимум, мм	300
Маса рулону до, кг	20-25
Розмір термотунелю (Д*Ш*В), мм	1300*680*440
Встановлена потужність, кВт	23,5
Витрати повітря, л/хв.	210
Довжина, мм	3550
Ширина, мм	1300
Висота, мм	1960
Маса, кг	960

						ДП.22. ПЗ	Арк.
							8
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата			

Термоусаджувальна машина ТУРБОПАК 254 АСП-8П



Рис. 1.4. Термоусаджувальна машина ТУРБОПАК 254 АСП-8П

Машина призначена для створення групової транспортної упаковки з виробів циліндричної форми (блоки 3x5, 3x4, 4x5) на картонній підкладці в термоусаджувальну плівку. Подача споживчої тари забезпечується конвеєром, який розташовується уздовж осі машини [10].

Може здійснюватись формування групових пакувань із: скляних пляшок (пиво, горілка, лимонад, дитяче харчування); скляних банок (джеми, маринади, кетчуп, дитяче харчування); алюмінієвих банок (алкогольні, безалкогольні напої, фарба); полімерної тара.

Складається з: пакувального модуля, термоусадкового модуля, пластинчастого транспортера з системою поділу потоку, робочого столу з механізмами формування блоку та установки його на підкладку.

Характерні особливості машини: керування машиною здійснюється контролером; автоматичне розмотування верхнього і нижнього рулонів плівки; налаштування часу зварювання плівки; наявність на зварювальній голівці

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Зм		№ докум.	Підпис	Дата		9

блокування від попадання сторонніх предметів; автоматична підтримка заданої температури зварювальної голівки і температури в зварювальному модулі; наявність транспортних колісних опор; праве / ліве виконання.

#### Технічні характеристики

Продуктивність до	8 цикл/хв.
Розміри групового пакування, мм, до	405*360*280
Товщина плівки, мкм	50-120
Розмір блоку, шт./шт.	3x5; 3x4; 4x5
Ширина рулону плівки, максимум, мм	700
Діаметр рулону, максимум, мм	300
Маса рулону, максимум, кг	20-25
Розмір термотунелю (Д*Ш*В), мм	1300*680*440
Швидкість транспортування, м/хв.	3-9
Встановлена потужність, кВт	23,5
Витрати повітря, л/хв.	400
Довжина, мм	7400
Ширина, мм	2320
Висота, мм	2080
Маса, кг	2310

#### Пакувальна машина-1500АЛ.01

УМТ-1500АЛ.01 - автоматизований пакувальний комплекс лінійного типу для пакування пляшок (банок і т.п.) на картонній підкладці в термоусадковий поліетилен. Може працювати як з картонною підкладкою, так і без неї [10].

Основними вузлами (складальними одиницями) машини УМТ-АЛ є: пристрій формування пакета (формувач); пакувальний пристрій (пакувальник).

Принцип роботи машини УМТ-АЛ заснований на властивості плівки зменшуватися в розмірах під впливом температури.

Усіма механізмами пристрою формування пакета і пакувального пристрою

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						10
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

машини УМТ-АЛ керує контролер відповідно до встановленої в ньому програми.



Рис. 1.5 Пакувальна машина-1500АЛ.01

Споживі упаковки подаються конвеєром, на якому: здійснюється розподіл потоку продукції на ряди, одночасно здійснюється контроль заповнення продукцією наступних механізмів машини (за допомогою датчиків). У подальшому на конвеєрі за допомогою механізмів стопора і відсікача від потоку продукції відділяється пакет необхідного розміру. Одночасно транспортер-живильник подає вертикально розташовану підкладку до механізму перенесення підкладок. Механізм переносу захоплює підкладку за допомогою вакуумних захоплень і переносить на транспортер подачі підкладок. На приводних ланцюгах транспортера подачі підкладки розташовані спеціальні опори для забезпечення пересування підкладки вгору. Усередині основного транспортера подачі підкладки розташовується підйомний транспортер, який подає підкладку в горизонтальній площині. На висунутий край підкладки механізмом штовхача подається сформований блок продукції. Таким чином, блок продукції «наїжджає» на підкладку, що подається підйомним транспортером. Після того, як штовхач укладе готовий блок продукції на підкладку, блок продукції надходить до електроножа. Одночасно відбувається обертання плівкою блоку продукції по периметру.

						ДП.22. ПЗ	Арк.
Зм .		№ докум.	Підпис	Дата			11

Потім відбувається зварювання і розрізання плівки електроножем. Електроніж приводиться в рух автоматично. Відвідний транспортер подає блок продукції до термотунелю. Одночасно відбувається відмотування нової порції плівки.

На транспортері термотунелю обгорнутий блок продукції проходить всю термокамеру. Тут під дією температури відбувається усадка плівки. На виході з термокамери відбувається обдув вентиляторами готового пакету з продукцією для прискорення охолодження і стабілізації пакета. Готовий пакет сходить на рольганг.

#### Технічні характеристики

Продуктивність до	20 бл/хв.
Тип споживчої тари	циліндрична
Розміри групового пакування, мм, до	360*340*280
Розмір блоку до, шт./шт.	6*4
Швидкість транспортування, м/хв..	3-9
Встановлена потужність, кВт	34
Витрати повітря, л/хв.	400
Довжина, мм	9500
Ширина, мм	1100
Висота, мм	1850
Маса, кг	2200

#### Пакувальна машина УМТ-600А-07ПЕТ

Машини серії УМТ призначені для формування групових пакувань з споживчій тарі (продукція харчової промисловості), різного роду порожньої тари (банки, пляшки, коробки).

Пакування продукції відбувається в термоусадочний поліетилен з метою виключення дерев'яної, картонної та іншої тари, а також для захисту продукції від забруднення, вологи та механічних пошкоджень.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						12
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

Даний тип автоматичної машини УМТ-600-07ПЕТ призначена для пакування циліндричної тари, пакет якої містить більше одного ряду продукції.

Основними вузлами автоматичної машини УМТ-600-07ПЕТ є: вузол формування пакета; термотунель; пульт керування (виносної пульт керування).



Рис. 1.6. Пакувальна машина УМТ-600А-07ПЕТ

#### Технічні характеристики

Продуктивність до	12 бл/хв.
Тип споживчої тари	циліндрична
Розміри групового пакування, мм, до	350*240*350
Встановлена потужність, кВт	29
Довжина, мм	4200
Ширина, мм	1200
Висота, мм	2200
Маса, кг	1000

Принцип роботи машин УМТ-600-07ПЕТ заснований на властивості термоусаджувальної плівки зменшуватися в розмірах під впливом температури.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		13

Споживчі упаковки подаються на конвеєр машини де формується масив. За допомогою стопора і відсікача від загального потоку продукції відокремлюється група упаковок . Потім готовий блок продукції потрапляє в накопичувач. З накопичувача група продукції за допомогою штовхача потрапляє в зону дії електроножа, одночасно відбувається обертання плівкою продукції по периметру. Потім проходить зварювання і відрізання плівки електроножем. За рахунок просування чергового блоку продукції відбувається виштовхування пакету, обгорнути плівкою, на транспорт.

Проведений аналіз різноманітних конструктивних виконань машин для групового пакування дає змогу стверджувати, що це сучасне та складне обладнання. Такі машини працюють з різними видами пакувального матеріалу та різними видами споживчої тари.

На сьогоднішній день під час формування групових пакувань все більшого використання набуває термоусадкова плівка та машини, в яких реалізовується процес пакування із її використанням. Процес пакування дозволяє отримати міцне і надійне пакування, зручне для транспортування і використання.

Розглянувши конструкції машин для групового пакування у термоусаджувальну плівку можна стверджувати, що більшість із них володіє відносно високою продуктивністю, автоматичною системою керування та налагодження, високою надійністю. Але, в свою чергу, більшість машин є спеціалізованими та призначеними для роботи із одним конкретним видом споживчої упаковки або однією групою споживчих упаковок; машини, у яких передбачено модуль розділення потоку та формування групи упаковок мають значні габаритні розміри та масу. Присутня значна кількість машин-напівавтоматів, у яких формування блоку упаковок та їх подача до вузла обгортання плівкою здійснюється вручну.

Виходячи із вище наведеного актуальним питанням є модернізація машин для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						14
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

Саме тому і було обрано темою дипломного проекту модернізацію машини для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку продуктивністю до 1800 уп./год.

Основні задачі, які було вибрано для вирішення у проекті:

1. зменшення маси машини для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку;
2. зменшення габаритних розмірів машини для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку;
3. підвищення інтенсивності процесу термоусадки плівки;
4. підвищення універсалізації машин для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку.

Вирішення встановлених технічних задач дозволить одержати позитивний ефект.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						15
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		



## 2. Техніко-економічне обґрунтування проведеної модернізації машини

Дана технічна розробка відноситься до пакувальної техніки і призначена для механізації заключних операцій із готовою продукцією, що обгортається термоусаджувальною полімерною плівкою. Вона призначена для усіх галузей харчової промисловості, де передбачено можливість формування групових паковані із споживчої тари у формі циліндра, куба та паралелепіпеда.

У наш час на багатьох харчових підприємствах продукцію пакують у скляну, картонну, полімерну або жерстяну тару, яку можуть як розміщувати так і не розміщувати на картонні лотки та обгортають термоусаджувальною плівкою. У такому виді продукція поступає на реалізацію. Це зручно та вигідно, тому що нема оборотної тари.

З метою підвищення споживчого попиту, поліпшення обслуговування населення, покращення логістичних операцій було б доцільно встановити на усіх підприємствах обладнання для групового пакування споживчої продукції.

Однак при використанні таких машин виникають деякі проблеми. Серед них такі як: значні розміри та маса, складність конструкції, невисокий рівень універсалізації машин, складність обслуговування та присутність ручної праці.

При проведенні модернізації машини передбачено: встановлення портального робота, що дозволить універсалізувати вузол формування групи споживчих упаковок, зменшити габаритні розміри та матеріаломісткість машини; встановлення додаткового вентилятора в термотунель, що дозволить підвищити інтенсивність процесу термоусаджування плівки.

Всі наведені вище показники підтверджують доцільність впровадження даного проекту.

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О.			Техніко-економічне обґрунтування проведеної модернізації машини	Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.					1	1
					НУХТ ПМ-4-1			
Зав. каф.		Соколенко А.І.						

### 3. Опис пропозиції. Принцип роботи і конструкція.

Устаткування побудовано на єдиній технологічній основі і передбачає узгоджене функціонування складових його компонентів. Компоненти обладнання механічно і електрично з'єднані в єдину конструкцію. Керування обладнанням здійснюється за допомогою блоку керування [10].

Загальний вигляд машини після проведення модернізації наведено на рис. 3.1

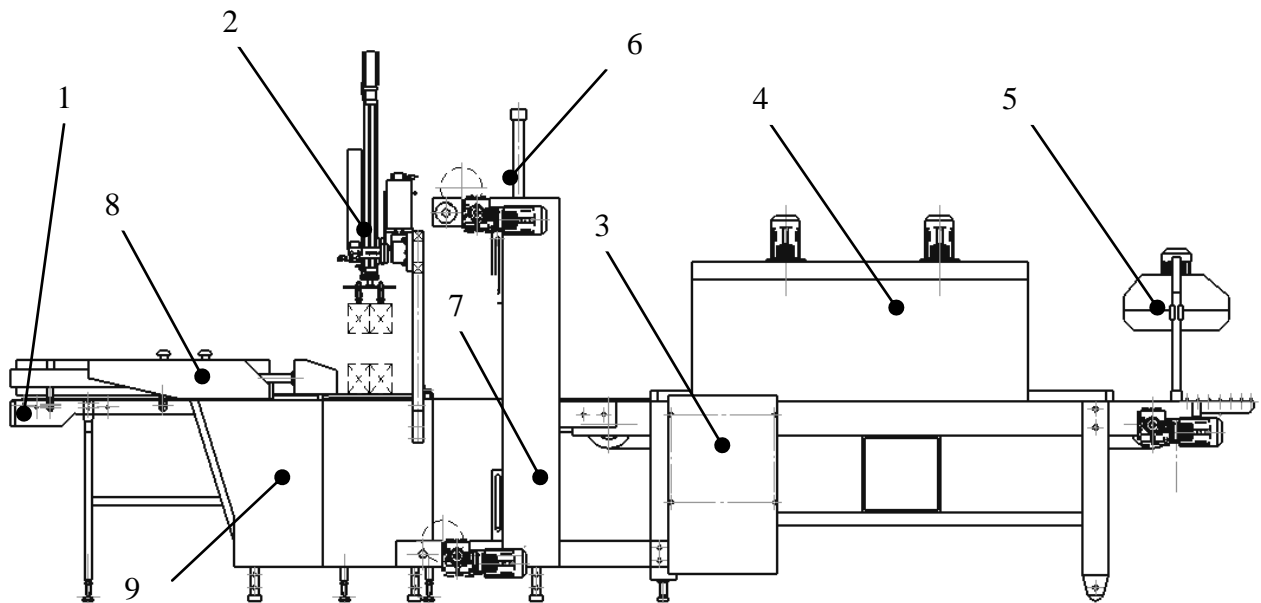


Рис.3.1 Загальний вигляд машини для групового пакування у термоусаджувальну плівку.

#### *Опис пропозиції щодо модернізації машини.*

Модернізація машини складається з таких етапів:

- встановлення портального робота на ділянці формування блоку продукції, що дозволить зменшити розміри та металомісткість даної ділянки; за рахунок використання вакуумних захоплюючих пристроїв машина зможе

					ДП.22. ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Опис пропозиції. Принцип роботи і конструкція		
Розроб.		Гепляков В.О.					
Конс.		Токарчук С.В.					
Зав. каф.		Соколенко А.І.			Літ.	Арк.	Акрушів
						1	5
					НУХТ ПМ-4-1		

формувати групові пакування з різних видів споживчої тари; можливість зміни типу захоплюючого пристрою (наприклад на електромагнітний, вакуумний для пляшок) дозволить працювати з різною за матеріалом споживчою тарою;

- встановлення додаткового вентилятора у конструкції термотунелю дозволить прискорити процес усаджування плівки, прискорити процес проходження тари через тунель і відповідно підвищить продуктивність обладнання.

#### *Конструкція машини*

Термоусаджувальний тунель 4 являє собою металеву раму (каркас), на якій змонтовані:

- кожух, який закриває собою частину простору, утворюючи тунель, при переміщенні через який відбувається усаджування пакувального матеріалу; усередині кожуха розташовані ТЕНи і вентилятори обдуву. Через нижню частину кожуха проходить сітка конвеєра, що переміщає предмети крізь тунель. До отворів кожуха (вхідного і вихідного отвору тунелю) кріпляться шторки;

- конвеєр складається з металевої сітки, натягнутої на валах, мотор-редуктором. Призначений для переміщення предметів крізь тунель до столика охолодження. Безпосередньо на сітці транспортера відбувається усадка пакувального матеріалу;

- ТЕНи - трубчасті електронагрівачі, розташовані всередині кожуха (праворуч і ліворуч від сітки транспортера), використовуються для нагрівання внутрішнього простору тунелю і підтримки заданої температури.

- вентилятори обдуву, які становлені всередині кожуха (у верхній частині тунелю) і призначені для конвекції гарячого повітря в тунелі і обдування предметів, що переміщуються транспортером. В результаті обдування відбувається нагрів і усадка пакувального матеріалу. Приводяться у рух в дію за допомогою електродвигунів, розташованого на кожусі.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						2
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

• шторки виконано з термостійкого матеріалу, кріпляться до вхідного і вихідного отворів тунелю і служать для формування замкнутого простору і підтримки різниці температур всередині і поза кожуха - виключають попадання холодного повітря всередину тунелю і нагрітого повітря за межі тунелю.

Ділянка охолодження 5 знаходиться в кінцевій точці руху продукції і призначена для утримання предметів, переміщених крізь тунель, під вентиляторами охолодження.

Вентилятор охолодження кріпиться до кожуха безпосередньо над столиком охолодження і здійснює обдув повітрям навколишнього середовища предметів. В результаті обдування відбувається охолодження і затвердіння пакувального матеріалу.

Блок керування 3 являє собою металевий ящик, в якому змонтовані органи керування, в тому числі мікроконтролер, регулятор і світлодіоди, а також розташовані електричні ланцюги. Використовується для керування всіма компонентами Обладнання.

Зварювальний пристрій 6 виконаний на окремому каркасі, який складається з зварного елемента, розташованого на притискної планки (одним кінцем закріпленої на пакувальному столику) і підкладки (Гумового амортизатора, покритого ізолятором). Призначений для зварювання пакувального матеріалу з формуванням поздовжнього шва упаковки і одночасним відсіканням упаковки від полотна пакувального матеріалу.

Пристрій подачі пакувального матеріалу 7 являє собою окрему конструкцію у вигляді закріплених на каркасі валів з приводами розмотування і призначений для утримання пакувального матеріалу і його подачі в зварний вузол.

Вузол подачі споживчої тари 1 призначений для багатопотокової подачі споживчої тари до ділянки формування масиву, складається з пластинчастого конвеєра, напрямних площин, рами та корпусу.

Вузол переміщення масиву тари 2 призначений для переміщення масиву

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						3
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

споживчої тари від ділянки його формування до приймального столика машини, складається із порталного робота із елементами захоплення (рис. 3.2).

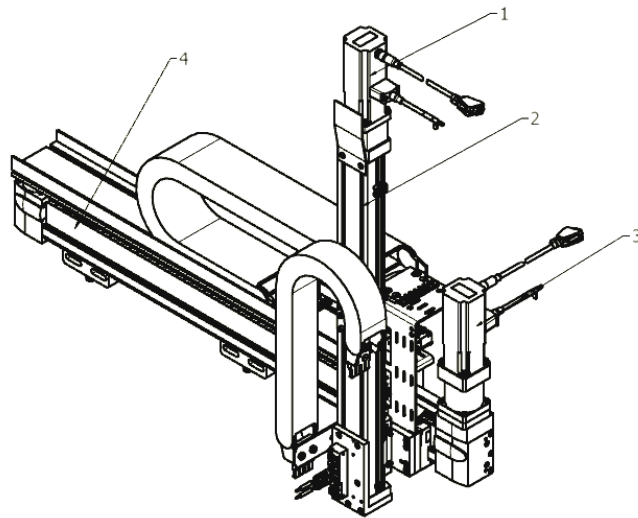


Рис. 3.2. Загальний вигляд лінійного порталного робота: 1-серводвигун EMMS-ST-57-S-SEB-G2; 2-модуль вертикального переміщення EHMZ-EGC-70-BS-KF; 3-серводвигун EMMS-ST-57-S-SE-G2; 4-модуль горизонтального переміщення EHMU-LP-EGC-80-TB-KF;

Механізм проштовхування 8 масиву упаковок призначений для проштовхування масиву тари через полімерну плівку, для обгортання нею, та попадання на конвеєр термотунелю 4.

Всі елементи машини змонтовані на рамі 9.

#### *Принцип роботи машини*

Після проведеної модернізації машина працює наступним:

1. споживчі пакування надходять по конвеєру вузла подачі тари 1, де формується масив 3\*2 виробів; регулювання положення тари забезпечується упорними пластинами; у момент захоплення масиву захватами усі інші споживчі упаковки блокуються;

2. вузол переміщення масиву тари 2 за допомогою вакуумних захватів захоплює споживчі упаковки і переносить їх на приймальний стіл; просторовий

										ДП.22. ПЗ	Арк.
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата							4

рух пристроїв захоплення забезпечується порталним роботом; розрідження у вакуум захватах створює вакуум-насос;

3. механізм проштовхування 8 масиву упаковок проштовхує з приймального столу до ділянки подачі плівки; за рахунок наявності конусної поверхні на упорі споживчі упаковки щільно прилягають одна до одної;

4. пристрій подачі пакувального матеріалу 7 вміщує два рулони (верхній та нижній); з'єднання кінців рулонів забезпечується зварювальним пристроєм 6;

5. масив виробі в проштовхується через суцільне полотно плівки, яка обгортає його з 4 сторін, на проміжний конвеєр, після цього спрацьовує пристрій 6 і формує новий шов за масивом, розрізаючи при цьому пакувальний матеріал;

6. проміжний конвеєр вмикається та передає обгорнутий блок до конвеєру термотунеля 4;

7. масив споживчих упаковок обгорнутий у термоусаджувальну плівку проходить через термотунель 4 де і відбувається усаджування плівки;

8. на виході з термотунелю групова упаковка обдувається повітрям з навколишнього середовища, що прискорює процес охолодження та затвердіння плівки;

9. готове пакування по рольгангу відводиться з машини; рольганг неприводний, переміщення групових пакувань відбувається за рахунок проштовхування кожної попередньої наступною у потоці.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						5
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. Розробка кінематичної схеми машини

Кінематична схема машини – це умовно зображення всіх її механізмів за допомогою спеціальних позначені елементів в їх взаємозв'язку; вона дає уявлення про послідовність приєднання механізмів, розподіл енергії, кінематичні зв'язки елементів машини та їх взаємне розміщення [14].

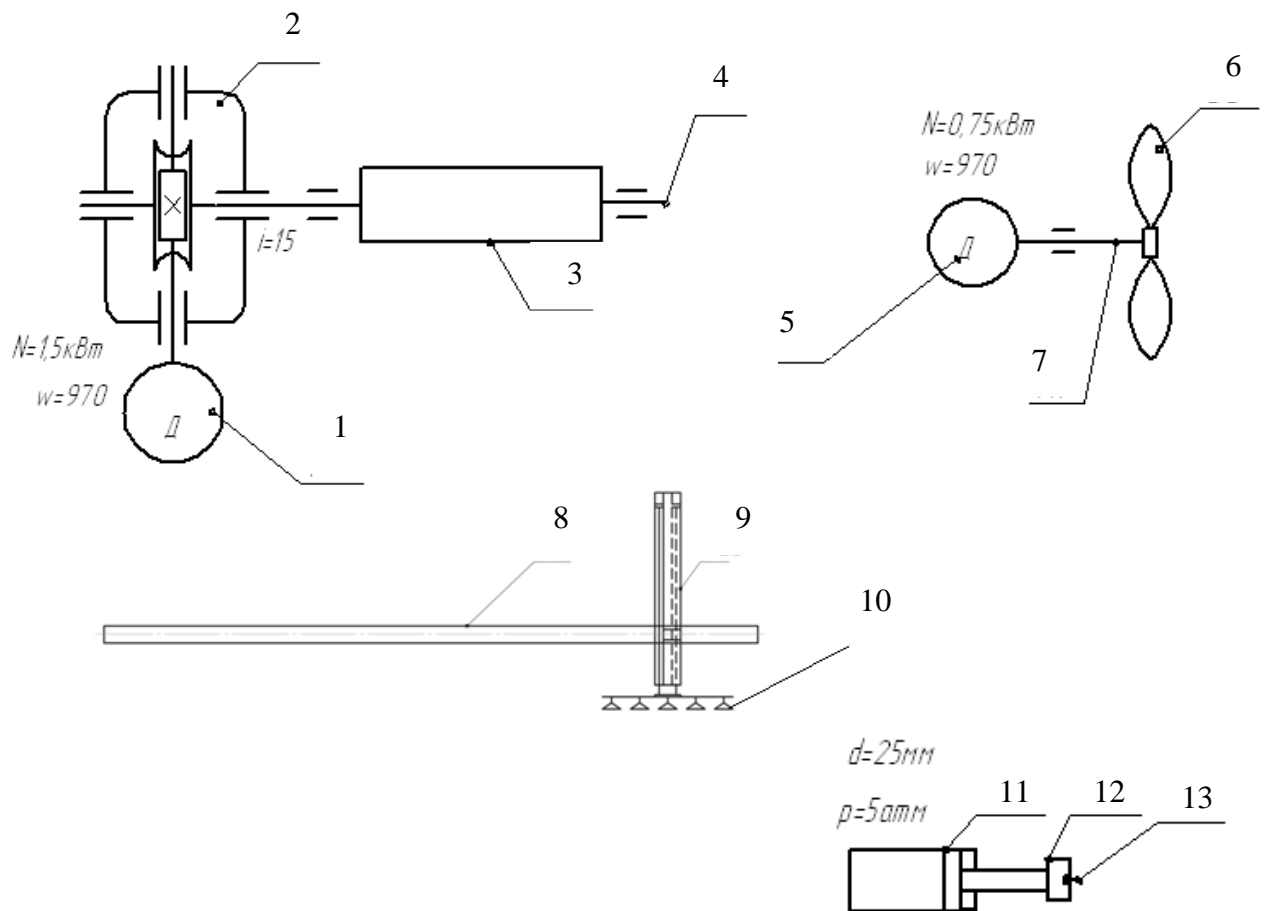


Рис. 4.1 Кінематична схема машини: 1, 5 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – барабан; 4, 7 – вал; 6 – пропелер; 8 – модуль горизонтального переміщення; 9 – модуль вертикального переміщення; 10 – вакуумні захвати; 11 – пневмоциліндр, 12 – шток, 13 – штовхач.

					ДП.22. ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Тепляков В.О.			Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.				1	1
					Розробка кінематичної схеми машини		
					НУХТ ПМ-4-1		
Зав. каф.		Соколенко А.І.					

### 5. Розробка циклограми роботи машини

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

$$T_k = \frac{1}{Z}; \quad (4.1)$$

де  $Z$  – продуктивність машини, уп/год .

Об'єктом пакування є споживча тара - банки «Твіст-офф», місткістю 0,5 л. Групове пакування містить 6 банок, розташованих у 2 ряди.

Тому  $Z=1800$  упаковок/год = 300 групових пакувань/год.

Отже

$$T_k = \frac{1}{300} = 0,003 \text{ гр. пак. /год. або 12 сек.}$$

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].

На рис. 5.1. зображено циклограма роботи машини.

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розроблення циклограми роботи машини	Літер.	Арк.	Аркушів.
Розроб.		Тепляков В.О.					1	2
Перевір.		Токарчук С.В.				НУХТ ПМ-4-1		
.								
Затверд.		Соколенко А.І.						



№	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			
		12 с			

Рис. 5.1. Циклограма роботи машини  $T_k = 12$  сек; Рх – робочий хід; Хх – холостий хід; В – вистій.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## 6. Суміщення руху робочих органів машини

Широкого застосування для виконання основних та допоміжних технологічних операцій набули машини циклічної дії. Одним з головних питань при конструюванні таких машин є питання забезпечення максимально можливої продуктивності. Це питання вирішується як розробкою оптимальної конструкції для виконання необхідних операцій за даною технологією обробки продукту, так і оптимальним вибором законів руху робочих органів, які виконують задані технологічні операції. Сучасні машини циклічної дії одночасно виконують кілька операцій. Це дає можливість збільшити продуктивність машини за рахунок зменшення періоду вистою робочих органів, але призводить до необхідності одночасного переміщення декількох робочих органів в одному робочому просторі. Якщо траєкторії переміщень робочих органів перетинаються, то це може створити умови їх сумісного зіткнення під час виконання технологічних операцій та пошкодження машини. Таким чином, виникає питання створення таких умов одночасної роботи робочих органів, при яких виключена можливість їх зіткнення [8].

Ці умови створюються за рахунок оптимальної організації взаємозв'язків між циклами окремих робочих органів. Циклова діаграма машини розраховується таким чином, щоб втрата часу кінематичного циклу на періоди вистоювання кожного з робочих органів була б мінімальна.

Для аналізу циклограми застосовують поняття повного фазового часу і часткового фазового часу. Це час, що визначає зміщення циклової діаграми кожного із робочих органів відносно початку діаграми основного робочого органу.

Повний фазовий час, це час, що визначає зміщення циклової діаграми кожного із робочих органів відносно початку діаграми основного робочого органу.

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О.			Суміщення руху робочих органів машини	Літер.	Арк.	Аркушів.
Перевір.		Токарчук С.В.					1	2
					НУХТ ПМ-4-1			
Затверд.		Соколенко А.І.						

Частковий фазовий час це час, що визначає зміщення циклової діаграми робочого органу, який виконує наступну операцію по відношенню до циклограми робочого органу, що виконує попередню операцію.

У дипломному проекті суміщення виконання технологічних операцій показано на циклограмі (рис. 5.1).

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. Розрахункова частина

### 7.1. Технологічний розрахунок.

Кількість споживчих упаковок, які будуть розміщені у груповому пакуванні складає :  $n_{\text{л}} = 6$  шт.

Величина продуктивності модернізованого пристрою згідно завдання буде складати до  $Q_{\text{п}} = 1800$  пак/год.

В перерахунку на групові упаковки:

$$Q = Q_{\text{п}}/n = 1800/6 = 300 \text{ пак / год.}$$

Тоді час циклу, або час завантаження і формування однієї транспортної одиниці [10]:

$$T_{\text{циклу}} = \frac{3600}{Q_{\text{л}}} = \frac{3600}{300} = 12\text{с} \quad (7.1)$$

Визначення затрат часу на основні технологічні операції:

Процес обгортання лотка з банками складається з таких основних технологічних операцій:

1. формування масиву виробів  $t_1$ ;
2. подача масиву споживчої тари на приймальний стіл  $t_2$ ;
3. подача плівки на обгортання одного масиву  $t_3$ ;
4. зварювання та відрізання частини плівки  $t_4$ ;
5. проштовхування масиву виробів на проміжний конвеєр  $t_5$ ;
6. подача масиву виробів на конвеєр термотунелю  $t_6$ ;
7. термоусадження плівки в тунелі  $t_7$ ;
8. охолодження сформованого пакету  $t_8$ .

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О.			Розрахункова частина	Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.					1	14
						НУХТ ПМ-4-1		
Зав. каф.		Соколенко А.І.						

Час потрібний на виконання наведених вище операцій визначений дослідним і розрахунковим шляхом [ ]. З урахуванням суміщення операцій в часі деякі з них відбуваються одночасно, а тому враховуються лише найтриваліші з них:

Загальний час циклу створення однієї транспортної одиниці:

$$T_{\text{циклу}} = t_1 + t_2 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 = 1,5 + 3 + 1 + 2 + 1,5 + 3 = 12 \text{ с.} \quad (7.2)$$

### 7.2 Розрахунок конвеєра термотонелю.

Розрахувати стрічковий конвеєр для переміщення групових упаковок кількістю  $z = 300$  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. Привод встановлено в кінці конвеєра.

Ширину стрічки приймаємо  $B = 600$  мм;

Швидкість стрічки приймаємо  $V = 1,5$  м/с.

Розрахункова продуктивність конвеєра з урахуванням нерівномірності завантаження лотків  $K_{\text{л}} = 1,25$ :

$$z_p = z * K_{\text{л}} = 300 * 1,25 = 375 \text{ шт/год.} \quad (7.3)$$

Розрахункова продуктивність у вагових одиницях:

$$Q_B = z_p * G_B = 375 * 60 = 22500 \text{ Н.} \quad (7.4)$$

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

Лінійна зусилля вантажу визначаємо за формулою [17]:

$$Q_B = G_B / a_0 = 60 / 0,3 = 20 \text{ Н/м.} \quad (7.5)$$

Погонна зусилля тяжіння стрічки за каталогом [17]:  $Q_c = 50$  Н/м;

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

$$G_p = G_{p2} = 40 \text{ Н}$$

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						2
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо відстань між опорами на завантаженій ділянці:

$$t_{p2} = 0,2$$

Погонні навантаження обертових деталей роликів опор визначаємо для ділянок:

- робочої:

$$q_{p1} = G_B / t_p = 40 / 0,2 = 200 \text{ Н/м};$$

-зворотньої:

$$q_{p2} = G_B / t_{p2} = 40 / 0,2 = 200 \text{ Н/м};$$

Визначення опору руху і натягу стрічки. Поділимо трасу конвеєра на окремі ділянки, починаючи з точки збігання стрічки з приводного барабана від точки 1 до точки 4 (7.1)

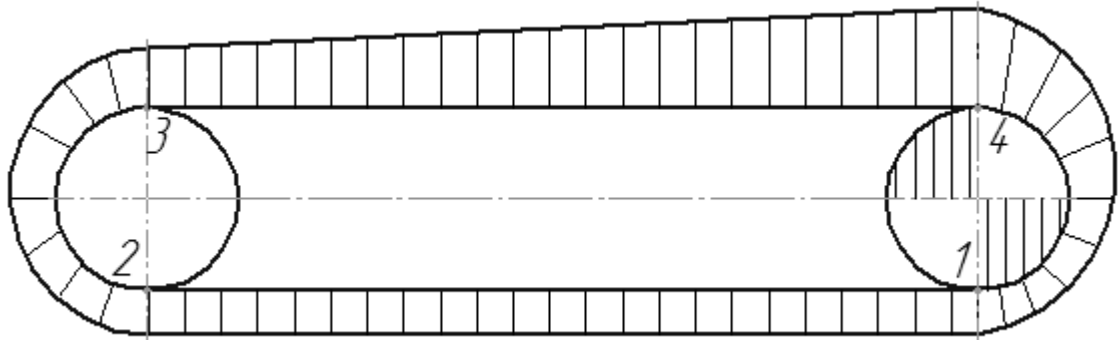


Рис. 7. 1 Схема конвеєра

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

Натяг стрічки в точці 1, збігання стрічки з приводного барабана беремо  $S_1 = S_{36}$

Величина натягу стрічки в точці 2 визначаємо з рівняння:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + (q_c + q_{p2}) * \omega' * L_{1-2} = S_1 + (50 + 200) * 0,035 * 1,9 = S_1 + 16,6 \text{ Н}$$

$$S_2 = S_1 + 16,6 \text{ Н}$$

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		3

Величина натягу стрічки в точці 3 визначається з рівняння:

$$S_3 = 1,07 [S_{3б} + 16,6] = 1,07 * S_{3б} + 17,8 \text{ Н}$$

Величина натягу в точці 4 визначаємо з рівняння:

$$S_4 = S_3 + (q_v + q_c + q_p) * \omega' * L = 1,07 * S_{3б} + 17,8 + (20 + 40 + 200) * 0,035 * 1,9 = 1,07 * S_{3б} + 35,09 \text{ Н};$$

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:

$$S_{пб} = K_i * S_4' = 1,3 * (1,07 * S_{3б} + 35,09) = 1,39 * S_{3б} + 45,6 \text{ Н.} \quad (7.6)$$

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

Беремо однобарабанний привід з сталевим барабаном і кутом охоплення  $\alpha = 3,66$  рад ( $210^\circ$ ) барабана і сухого середовища коефіцієнт тертя  $\mu = 0,2$ ;  $e^{\mu\alpha} = 2,08$ ;

$$S_{наб} = e^{\mu\alpha} * S_{3б} = 2,08 * S_{3б}; \quad (7.7)$$

З рівнянь 7.5 та 7.6 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:

$$S_1 = S_{3б} = 66 \text{ Н};$$

$$S_2 = S_{3б} + 802 = 66 + 16,6 = 82,6 \text{ Н};$$

$$S_3 = 1,07S_{3б} + 82,6 = 1,07 * 82,6 + 17,8 = 106,1 \text{ Н};$$

$$S_{наб} = 1,39 S_{3б} + 45,6 = 1,39 * 106,1 + 32 = 179,5 \text{ Н.}$$

На етапі розгону розгоні конвеєра;

$$W_0 = S_{наб} - S_{3б} = 179,5 - 66 = 113,5 \text{ Н.} \quad (7.8)$$

На етапі установленого руху;

$$W_{0у} = W_0 / K_i = 113,5 / 1,3 = 87,3 \text{ Н.} \quad (7.9)$$

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						4
Зм.		№ доквм.	Підпис	Дата		

Тягове зусилля визначаємо за формулою:

На етапі розгону

$$W_T = S_{\text{наб}} - S_{\text{зб}} + K' * (S_{\text{наб}} - S_{\text{зб}}) = 179,5 - 66 + 0,04 * (179,5 + 66) = 123,32 \text{ Н.} \quad (7.9)$$

$$W_T = 123,32 \text{ Н}$$

На етапі розгону усталеного руху

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

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

Величина потужності на приводному валу конвеєра при встановленому режимі руху:

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

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

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

$$\text{Загальний к.к.д. привода } \eta_{\text{п}} = \eta_{\text{л}} * \eta_p = 0,7 * 0,99 = 0,69$$

Установочну потужність електродвигуна привода конвеєра визначимо за формулою:

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

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 .

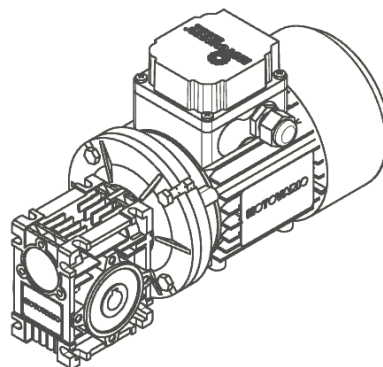


Рис. 7.2. Загальний вигляд мотор-редуктора NMRV

										Арк.
										5
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата						



### 7.3 Розрахунок на міцність елементів привода

Розрахунок шпонкового з'єднання:

Перевірочний розрахунок шпонкового з'єднання приводного валу пластинчастого конвеєра. Робочі грані шпонки працюють в умовах деформацій зминання та зрізу [1, 5].

Умови міцності на зминання:

$$[M_{кр \max}] = 0.5dkl[\sigma_{зм}] . \quad (7.10)$$

$[M_{кр \max}]$  – максимальна величина крутного моменту, Н\*м;

$l$  – робоча довжина шпонки,  $l = 25$ мм;

$d$  – діаметр валу,  $d = 20$ мм ;

$b$  – ширина шпонки  $b = 6$ мм ;

$h$  – висота шпонки  $h = 6$ мм;

$k$  – виступ шпонки з шпонкового пазу  $k = 2,5$ мм:

$[\sigma_{зм}]$  – допустима межа міцності на зминання.

$$[\sigma_{зм}] \approx 20 \div 30 \text{МПа}$$

$$[M_{кр\max}] = 0,5dkl [\sigma_{зм}] = 0.5 * 2 * 0.25 * 2.5 * 250 = 62.5 \text{ Н*м.}$$

Визначимо дійсний крутний момент на приводному валу за формулою;

$$M_{кр} = 9550 * N / n = 9550 * 0.013 / 71 = 1.8 \text{ Н*м}$$

$$[M_{кр\max}] > M_{кр};$$

Відповідно умова міцності на зминання виконується.

Умова міцності шпонки на зріз:

$$[M_{кр\max}] = 0,5(d+k) bl[\tau_{кр}], \text{ де } [\tau_{кр}] = 400 \text{МПа}$$

$$[M_{кр\max}] = 0,5(20 + 2,5) * 6 * 25 * 400 = 675 \text{ Н*м.}$$

Умова міцності перерізу на зріз виконується.

Приймаємо призматичну шпонку з параметрам:  $b = 6$ мм; $h = 6$ мм;  $l = 25$ .

### 7.4. Розрахунок пристрою поперечного зварювання.

Процес зварювання плівки реалізується за допомогою термозварювального ножа, до якого подається постійний струм 10А.

						ДП.22. ПЗ	Арк.
							6
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата			

При контакті зварювальної голівки з полімерним пакувальним матеріалом, останній нагрівається до температури зварювання  $t=160^{\circ}\text{C}$

Складемо рівняння теплового балансу [14]:

$$Q_1=Q_2, \text{ де} \quad (7.11)$$

$Q_1$  – кількість теплоти, яку необхідно підвести до ділянки,

$Q_2$  – кількість теплоти, що підводиться до ділянки.

Кількість теплоти яку необхідно підвести, щоб розплавити плівку можна визначити із закону Джоуля-Ленца за виразом:

$$Q_1 = K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \quad (7.12)$$

де  $K$  – коефіцієнт, що враховує втрати теплоти на нагрівання повітря,

$I$  – зусилля струму, А.

$R$  – опір, який чинить провідник, Ом.

$\tau$  – час за який нагрівається провідник.

Кількість теплоти, що ми підводимо визначається за виразом:

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (7.13)$$

де:  $C$  – коефіцієнт теплоємності ( $C=0,4$ )

$m$  – маса зварювального матеріалу, г.

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

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

Підставимо рівняння (7.12) та (7.13) в (7.11), одержимо вираз:

$$K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = C \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (7.14)$$

З одержаного рівняння можна визначити опір провідника  $R$ :

$$R = \frac{C \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{K \cdot I^2 \cdot \tau} \quad (7.15)$$

Підставивши значення у отриманий вираз:

$$R = \frac{0,4 \cdot 1,782 \cdot (160 - 20)}{1,3 \cdot 10^2 \cdot 0,8} = 0,96 \text{ Ом.}$$

де маса:

$$m = V \cdot \rho = 2 \cdot (b \cdot l \cdot h) \cdot \rho = 2 \cdot (0,6 \cdot 60 \cdot 0,03) \cdot 0,9 = 1,782 \text{ г.} \quad (7.16)$$

						ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			7

Діаметр вольфрамового дроту можна визначити із закону Ома:

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{4 \cdot \rho \cdot l}{\pi \cdot D^2}, \quad (7.17)$$

де:  $\rho$  – питомий опір матеріалу (вольфрам), Ом/м.

$l$  – довжина дроту, мм.

$D$  – діаметр дроту, мм.

Довжину дроту визначимо за виразом:

$$l = l_0 \cdot h, \quad (7.18)$$

де:  $l_0$  – довжина складеного дроту в нагрівачі, мм.

$h$  – висота витка, мм.

$$l = 600 \cdot 15 = 9000 \text{ мм}$$

Отже, діаметр дроту буде:

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

### 7.5. Тепловий розрахунок термотунелю

Визначення вихідних даних для розрахунку, якщо вище раніше визначено продуктивність, яка складає 300 групових пакувань за годину.

Вага однієї упаковки яка обгортається плівкою становить:

$$G_{\text{уп}} = G_{\text{в}} + G_{\text{пл}}. \quad (7.19)$$

Вага полімерної плівки  $\rho_2 = 0,9 \text{ г/м}^3$  при ширині рулону 600 мм, на оберт однієї упаковки потрібно:

- площу однієї плівки:

$$S_1 = 0,6 \cdot (2 \cdot 0,12 + 2 \cdot 0,26) = 0,456 \text{ м}^2,$$

- вага плівки яка обгортається :

$$G_{\text{пл}} = S_1 \cdot \rho_1 = 0,456 \cdot 0,9 = 0,4104 \text{ кг}.$$

Загальна вага упаковки становить

$$G_{\text{уп}} = 6 + 0,4104 = 6,41 \text{ кг}.$$

Розрахунок теплового балансу термоусаджувальної плівки

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В загальному кількість теплоти яка приходить на одиницю продукції [14]:

$$q_n = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5, \quad (7.20)$$

де  $q_1$  – витрати теплоти на нагрівання транспортного пристрою, кДж/кг;

$q_2$  – витрати теплоти зовнішнім поверхням термокамери, кДж/кг;

$q_3$  – витрати теплоти на нагрівання повітря, яке поступає через зовнішні отвори, кДж/кг;

$q_4$  – витрати на нагрівання плівки, кДж/кг;

$q_5$  – витрати теплоти, що витрачаються внаслідок акумуляції стійкості термоусаджувальної камери, кДж/кг.

Витрати теплоти на нагрівання частин конвеєра:

$$q_1 = q_m \cdot C_m \cdot (t_m'' - t_m') \quad (7.21)$$

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

$$q_m = q_m' + q_m''$$

$$q_m' = \frac{q_{\text{ср}}}{q_{\text{ван}}} = \frac{1,7}{18} = 0,09 \text{ кг}$$

силова  $q_m''$  це маси нерухомих частин по яких рухається вантаж:

$$q_m'' = 0,26 \text{ кг тобто}$$

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

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

$t_m'$  - температури часток конвеєра на обході з термокамери,  $^{\circ}\text{C}$ .  $t_m' = 60^{\circ}\text{C}$ ,

$t_m''$  - температура часток конвеєра на виході з термокамери,  $^{\circ}\text{C}$ .  $t_m'' = 80^{\circ}\text{C}$ .

В результаті отримаємо:

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

Визначення теплоти, зовнішніми поверхнями термокамери на одиницю продукції:

$$q_2 = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{н.с}}}{\Pi} \quad (7.22)$$

де,  $Q_{\text{н.с}}$  - витрати теплоти зовнішніми поверхнями в середовище

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

$\Pi$  – продуктивність термокамери,  $z=300$  пак/год.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_2 = \frac{3,6 \cdot 52,87}{0,57} = 333,91 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$$

$$q_3 = C_p \cdot (t_{\text{дх}} - t_n) = 1,005 \cdot (40 - 20) = 20,1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К} , \quad (7.23)$$

де  $C_p$  – гранична масова теплоємність повітря, кДж/кг·К

$t_n$  – температура повітря в цеху,

$t_{\text{дх}}$  – температура повітря на виході.

$$q_4 = C'_p \cdot (t_{\text{дх,пл}} - t_n) = 1,3 \cdot (160 - 20) = 182 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К} \quad (7.24)$$

$C'_p$  – масова теплоємність термоусаджувальної плівки,  $C'_p = 1,3 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$

$$q_{\text{п}} = 9,7 + 333,91 + 20,1 + 182 = 545,71 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К} . \quad (7.25)$$

Переведемо витрати тепла в термоусаджувальній камері в кВт:

$$Q_{\text{п}} = q_{\text{п}} \cdot \Pi_0 = 0,545 \cdot 805,2 = 439 \text{ Вт} = 0,439 \text{ кВт} .$$

З врахуванням отриманого значення  $Q_{\text{п}}$  визначимо кількість ТЕНів та їхню потужність, яку треба встановити в камері для реалізації вище розрахованого теплового процесу.

Встановлена потужність з врахуванням коефіцієнта записується:

$$P = Q_{\text{п}} \cdot k_3 = 2,7 \cdot 0,439 = 1,2 \text{ кВт}$$

Вибираємо трубчасті електричні нагрівачі. Приймаємо 8 ТЕНів типу ТЕМ60А13/1,5 з довжиною активної частини 700 мм та опором  $R=30,26 \text{ Ом}$ .

### 7.6. Розрахунок пневмоциліндр

Виконаємо розрахунок пневмоциліндр проштовхування масиву споживчої тари [12].

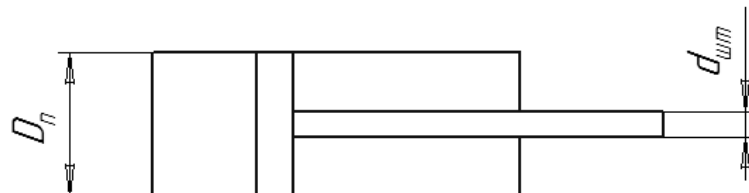


Рис. 7.3 Схема пневмоциліндру двохсторонньої дії.

Для того щоб вірно встановити пневмоциліндр необхідно виконати умову співвідношення моментів важеля і пневмоциліндру, а саме:

$$M_{\text{п.ц}} > M_p \quad (7.26)$$

										ДП.22. ПЗ	Арк.
											10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Знайдемо момент важеля за формулою

$$M_p = F \cdot h, \quad (7.27)$$

де  $F$  – вага важеля

$$F = m_p \cdot g = 5 \cdot 9,81 \approx 50 \text{ Н} \quad (7.28)$$

$h$  – плече прикладення зусилля  $F$ .

Отже тоді  $M_p = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

Даний пневмоциліндр має такі параметри:

1) діаметр поршня  $D_n = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$ ,

2) діаметр штока  $d_{шт} = 0,011 \text{ м}$ .

Знайдемо площу робочої поверхні пневмоциліндру за виразом:

$$F_n = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4}. \quad (7.29)$$

Підставивши значення отримуємо:

$$F_n = \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Знайдемо площу поршня в порожнині вихлопу за виразом:

$$F_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D_n^2 - d_{шт}^2). \quad (7.30)$$

Підставивши у дане рівняння значення:

$$F_2 = \frac{3,14}{4} \cdot (0,032^2 - 0,011^2) = 0,71 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Маса рухомої частини пневмоциліндру  $m_n = 2 \text{ кг}$ .

Приведена до поршня маса вантажу на рухомих частинах приводу

$$m = m_p + m_n, \quad (7.31)$$

$$m = 6 + 2 = 8 \text{ кг}.$$

Результуюча зусилля всіх сил опору руху:

$$P(t) = P_{сп} + m \cdot \rho \cdot g \cdot f + P_a \cdot (F_1 + F_2), \quad (7.32)$$

де  $P_{сп} = 50 \text{ Н}$  – зусилля опору рухомих частин пневмоциліндру,

$f = 0,3$  – коефіцієнт тертя,

Підставивши значення отримуємо:

						ДП.22. ПЗ	Арк.
							11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$P(t) = 50 + 5 \cdot 0,3 \cdot 9,81 + 98100(0,8 + 0,71) \cdot 10^{-3} = 75 \text{ Н}.$$

Момент пневмоциліндру визначаємо так:

$$M_{\text{п.ц}} = P(t) \cdot h \quad (7.33)$$

Підставимо значення:  $M_{\text{п.ц}} = 75 \cdot 100 = 7500 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

Отже маємо  $7500 > 5000$  (Нмм). Умова справджується, тому залишаємо пневмоциліндр в такому положенні, як це зображено на кресленні.

### 7.7 Визначення зусилля розмотування рулону пакувального матеріалу

Момент інерції рулону визначається за виразом [13]:

$$S = m \cdot R^2, \quad (7.34)$$

де:  $m$  – маса, кг,

$R$  – радіус рулону, м,

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

Крутний момент на осі рулону:

$$T_{\text{кр}} = S \cdot \varepsilon, \quad (7.35)$$

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

$\Delta\omega$  - прирощення кутової швидкості,

$\Delta t$  - час розгону,

Продуктивність  $Q$ , пак/год:

Визначаємо колову швидкість розмотування плівки:

- продуктивність  $Q$  пак/сек., визначає кількість циклів подачі плівки  
 $Q = 300 \text{ пак/год} = 0,083 \text{ пак/с}$ .

Довжина шматка плівки, який необхідно подати із одного рулону для формування групового пакування складає 0,3 м тобто,  $0,3 \cdot 0,083 = 0,025 \text{ м/сек}$ .

Таким чином лінійна швидкість переміщення стрічки складає 0,025 м/сек.

Кутова швидкість розмотування рулону:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0,025}{0,1} = 0,25 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

при  $R$ - радіус рулону, 0,1 м.

						ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			12

Отже розгін рулону від  $\omega = 0$  до  $\omega = 0,25$  рад/с

Час розгону  $\Delta t = 1$  с.

$$\text{Кутове прискорення } \varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{0,25}{1} = 0,25 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}.$$

$$T_{\text{кр}} = S \cdot \varepsilon = m_p \cdot R^2 \cdot \varepsilon = 15 \cdot 0,1^2 \cdot 0,25 = 0,375 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Маса рулону  $m_p = 15$  кг.

Колове зусилля на рулоні:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_{\text{кр}}}{D} = \frac{2 \cdot 0,375}{0,2} = 3,75 \text{ Н}.$$

Зусилля опору відхилюючих роликів враховуємо із коефіцієнтом 1,05 на один ролик. Якщо роликів три, необхідна зусилля натягання плівки

$$F_{\text{пл}} = 3,75 \cdot 1,05 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 4,34 \text{ Н}.$$

Отже для розмотування рулону необхідно використати електропривод.

### 7.8 Підбір захоплюючих пристроїв.

Визначення ступеню розрідження повітря та підбір вакуумної системи.

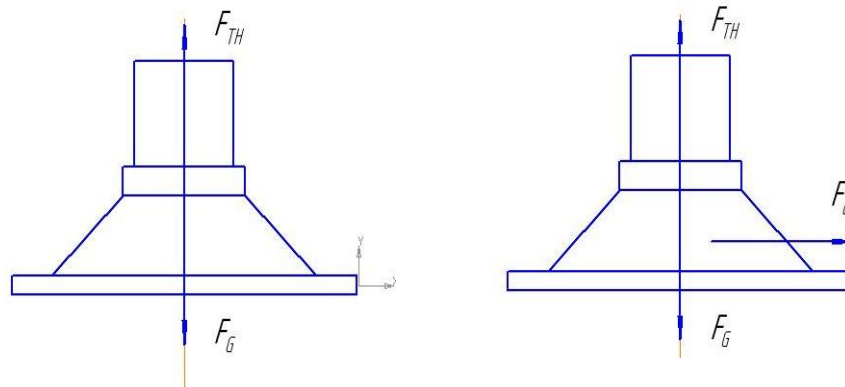


Рис. 7.4. Силкові фактори, які діють при переміщенні захватів:  $F_{\text{ТН}}$  – теоретичне зусилля захвату, Н.

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

$$F_{\text{ТН}} = m \times (g + a) \times S; \quad (7.36)$$

$$F_{\text{ТН}} = 15 \text{ Н}.$$

										Арк.
										13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.22. ПЗ					



Горизонтально розміщена присоска, горизонтальне переміщення.

$$F_{TH} = m \times \left( \frac{g + a}{\mu} \right) \times S; \quad (7.37)$$

$$F_{TH} = 25\text{Н}.$$

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

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. Розробка технологічного процесу та розрахунок технологічних операцій виготовлення деталі

### *Вибір матеріалу*

Для виготовлення деталі зірочка, яка знаходиться в приводі пластинчатого конвеєра подачі тари вибираємо Сталь 35ГЛ [1].

Дана сталь використовується для виготовлення дисків, зірочок, зубчастих вінців, шківів, та інших подібних деталей. З сталі 35ГЛ виготовляють деталі які можуть працювати при великих навантаженнях, деталі виготовлені з даної сталі, як із сталей-замінників (сталі: 40Л, 45Л, 40Г), не зношуються протягом тривалого періоду часу і при досить великих навантаженнях.

Вузол подачі працює безпосередньо зі склянню тарою, тому ймовірність того що вона буде пошкоджена або розбита дуже велика, а отже зупинки будуть відбуватися доволі часто, виходячи з цього та інших параметрів проводимо вибір сталі.

Машина для групового пакування тари в термоусадкову плівку складається з декількох важливих вузлів. Забезпечити надійність та довговічність їх роботи можна на початкових етапах розробки машини за рахунок правильного вибору матеріалу та обробки.

Штовхач виготовляється з сталі 20Л. При захопленні скляної тари штовхачем виникає імпульс щоб його компенсувати поверхню штовхача покривають полівінілхлоридом (ПВХ) (інша назва - поліхлорвінілова смола) шаром до 4мм.

Деталі штовхача не повинні утворювати тріщин, тому, що в момент виникнення імпульсу поверхня деталі може деформуватися, що в ніякому разі неможна допустити, або розкришитися, що також неможна допускати, бо можливе по дряпанню робочих поверхонь або скляної тари.

					ДП.22. ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О.			Технологічний маршрут	Літер.	Арк.	Арк.шіф.
Перевір.							1	9
Затверд.		Соколенко А.І.			НУХТ ПМ-4-1			

Термоніж складається більш ніж в 50 невеличких деталей, кожна з яких виготовлена з різного матеріалу [1].

Кріплення нагрівного елемента виготовляється зі сплаву Х27Ю5Т, який витримує температуру до 1000°, а максимальна температура в разі перегріву 700°-800°.

Сплав ХН70Ю використовується для створення опору в нагрівному елементі, також даний матеріал може витримувати температуру до 700°.

Для виготовлення кріплення притискних елементів використовується сталь 31Х19Н9МВБТ, дана сталь корозійно і жаростійка, та працює при низьких та середніх навантаженнях [1].

Кріплення штоків пневмоциліндра з термоножем, а також внутрішні напрямні виконані зі сплаву ХН70ВМЮТ (старе позначення ЭИ765), який може працювати при температурі до 800°, що являє собою температуру перегріву для термоножа, це потрібно в разі виникнення несправності, щоб термоножем можна було керувати.

Зовнішнє кріплення виконується з сталі ХН80ТБЮ, температура зовні термоножа нижча ніж в середині і знаходиться в межах 200°.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## Технологічний маршрут виготовлення деталі

Номер операції, переходу	Назва операції переходу	Технологічне обладнання, пристрої, оброблювальний інструмент
<b>10</b>	<b>Заготівельна</b>	<b>Лиття по витоплю вальних моделях</b>
10.1	Виготовити заготовку литтям зі сталі 35ГЛ	
<b>20</b>	<b>Токарна Установити, закріпити і зняти деталь (УЗЗ)</b>	<b>Токарно-гвинторізний 16К20 трикулачковий патрон, упор</b>
20.1	Точити поверхню $\varnothing 112$ на $l = 1,5\text{мм}$	Різець прохідний правий, $\alpha = 8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6, ШЦ1
20.2	Точити поверхню $\varnothing 72$ на $l = 1,5\text{мм}$	Різець прохідний правий, $\alpha = 8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6, ШЦ1
20.3	Точити торець дов. 7мм на $l = 1,5\text{мм}$	Різець упорний правий, Т15К6
20.4	Розточити отвір $\varnothing 25$ начорно на $l = 25,5\text{мм}$	Різець розточний, Т15К6, ШЦ1
20.5	Зняти фаску $1 \times 45^\circ$ на отворі $\varnothing 25$	Різець прохідний відігнутий правий, $\alpha = 8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6
20.6	Зняти фаску $1 \times 45^\circ$ на поверхні $\varnothing 72$	Різець прохідний відігнутий правий, $\alpha = 8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6
20.7	Точити скруглення	Різець фасонний, Т15К6
<b>30</b>	<b>Токарна УЗЗ</b>	<b>Токарно-гвинторізний 16К20 трикулачковий патрон</b>
30.1	Точити поверхню $\varnothing 112$ на $l = 1,5\text{мм}$ начорно	Різець прохідний правий, $\alpha = 8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6, ШЦ1
30.2	Точити поверхню $\varnothing 112$ на $l = 1,5\text{мм}$ начисто	Різець прохідний правий, $\alpha = 8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6, ШЦ1
30.3	Точити поверхню $\varnothing 72$ на $l = 1,5\text{мм}$	Різець прохідний правий, $\alpha = 8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6, ШЦ1
30.4	Точити торець дов. 6мм на $l = 1,5\text{мм}$	Різець упорний правий, Т15К6
30.5	Точити торець дов. 11мм на $l = 1,5\text{мм}$	Різець упорний правий, Т15К6
30.6	Розточити отвір $\varnothing 30\text{H8}$ напівчисто на $l = 25,5\text{мм}$	Різець розточний, Т15К6, ШЦ1
30.7	Розвернути поверхню $\varnothing 30\text{H8}$ остаточно	Розвертка $\varnothing 30\text{H8}$ , Р6М5, пробка $\varnothing 30\text{H8}$
30.8	Зняти фаску $1 \times 45^\circ$ на отворі $\varnothing 25$	Різець прохідний відігнутий правий, $\alpha = 8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6

										ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							3

30.9	Зняти фаску 1x45° на поверхні $\varnothing 72$	Різець прохідний відігнутий правий, $\alpha=8^\circ$ , $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6
30.10	Точити скруглення	Різець фасонний, Т15К6
<b>40</b>	<b>СвердлильнаУЗЗ</b>	<b>Свердлильний верстат 2А125 поворотна плита,упор</b>
40.1	Свердлити сферичну внутрішню поверхню R=4мм	Кондуктор, Свердло $\varnothing 8$ , Р6М5, пробка $\varnothing 8$
40.2	Свердлити сферичну внутрішню поверхню R=4мм	Кондуктор, Свердло $\varnothing 8$ , Р6М5, пробка $\varnothing 8$
40.3	Свердлити сферичну внутрішню поверхню R=4мм	Кондуктор, Свердло $\varnothing 8$ , Р6М5, пробка $\varnothing 8$
40.4	Свердлити сферичну внутрішню поверхню R=4мм	Кондуктор, Свердло $\varnothing 8$ , Р6М5, пробка $\varnothing 8$
<b>50</b>	<b>Зубофрезерна УЗЗ</b>	<b>Зубофрезерний верстат Оправка, упор</b>
50.1	Нарізати зубці зірочки, $z = 22$ , методом обкатки	Оправка Фреза черв'ячна, Р6М5, ШЦ1
<b>60</b>	<b>Шевінгувальна УЗЗ</b>	<b>Шевінгувальний верстат Оправка, упор</b>
60.1	Шевінгувати зубці зірочки	Оправка Шевер, Р6М5

*Розрахунок оброблення зірочки*

**Перехід 20.1. Точити поверхню  $\varnothing 112$ .**

Глибина різання у нашому випадку:

$$t = 115 - 112 = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу.

Приймаємо  $s = 0,8$  мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}} = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60$  хв.

Тоді маємо, що:

$$V = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} = 39,09 \text{ м/хв.}$$

										Арк.
										4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.22. ПЗ					

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 39,09}{3,14 \cdot 115} = 108 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 125 \text{ об/хв.}$

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_A = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 125}{1000} = 45,14 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l = 57,5 \text{ мм}; l_1 = 2 \text{ мм}; l_2 = 0; l_3 = 0.$

$$L = 57,5 + 2 + 0 + 0 = 59,5 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{59,5}{0,8 \cdot 125} = 0,595 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{d1} = 0,05 + 0,05 + 0,3 = 0,4 \text{ хв}$$

Час виконання переходу:

$$t_1 = 0,4 + 0,595 = 0,995 \text{ хв}$$

### *Перехід 20.2. Точити поверхню $\varnothing 72$ .*

Глибина різання в даному випадку:

$$t = 75 - 72 = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу.

Приймаємо  $s = 0,8 \text{ мм/об.}$

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60 \text{ хв.}$

Тоді маємо:

$$V = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} = 39,09 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

										Арк.
										5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 39,09}{3,14 \cdot 75} = 166 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 160 \text{ об/хв.}$

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_D = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 160}{1000} = 37,68 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l = 37,5 \text{ мм}; l_1 = 2 \text{ мм}; l_2 = 0; l_3 = 0.$

$$L = 37,5 + 2 + 0 + 0 = 39,5 \text{ мм}$$

$$t_{02} = \frac{39,5}{0,8 \cdot 160} = 0,305 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д2} = 0,05 + 0,05 + 0,3 = 0,4 \text{ хв.}$$

Час виконання переходу:

$$t_2 = 0,4 + 0,305 = 0,705 \text{ хв}$$

### ***Перехід 203. Підрізати торець $\varnothing 72 \text{ дов. } 7 \text{ мм.}$***

Глибина різання в даному випадку:

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу.

Приймаємо  $s = 0,8 \text{ мм/об.}$

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60 \text{ хв.}$

Тоді маємо:

$$V = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} = 39,09 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 39,09}{3,14 \cdot 72} = 163 \text{ об/хв.}$$

										Арк.
										6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Приймаємо  $n_B = 160$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_D = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 160}{1000} = 37,68 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l = 36$  мм;  $l_1 = 2$  мм;  $l_2 = 1,5$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = 37,5 + 2 + 1,5 + 0 = 41 \text{ мм}$$

$$t_{03} = \frac{41}{0,8 \cdot 160} = 0,32 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Дз} = 0,05 + 0,05 + 0,15 = 0,25 \text{ хв}$$

Час виконання переходу

$$t_3 = 0,25 + 0,32 = 0,57 \text{ хв}$$

#### **Перехід 20.4. Розточити отвір $\varnothing 25$ на $l=25,5$ начорно**

Глибина різання в даному випадку:

$$t = 2 \text{ мм}$$

Для чорнового оброблення візьмемо  $t = 1,5$  мм

Вибираємо подачу.

Приймаємо  $s = 0,8$  мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60$  хв.

Тоді маємо?

$$V = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} = 39,09 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 39,09}{3,14 \cdot 25} = 498 \text{ об/хв.}$$

						ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			7



Приймаємо  $n_B = 500$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_d = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 500}{1000} = 39,25 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{04} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l = 12,5$  мм;  $l_1 = 2$  мм;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = 12,5 + 2 + 0 + 0 = 14,5 \text{ мм}$$

$$t_{04} = \frac{14,5}{0,8 \cdot 500} = 0,036 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д4} = 0,05 + 0,05 + 0,1 = 0,2 \text{ хв}$$

Час виконання переходу:

$$t_4 = 0,2 + 0,036 = 0,236 \text{ хв}$$

#### ***Перехід 20.5 Точити фаску $1 \times 45^\circ$***

Основний час на виконання переходу:

$$t_{05} = 0,18 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д5} = 0,1 \text{ хв}$$

Час виконання переходу:

$$t_5 = 0,1 + 0,18 = 0,28 \text{ хв}$$

#### ***Перехід 20.6 Точити фаску $1 \times 45^\circ$***

Основний час на виконання переходу:

$$t_{06} = 0,18 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д6} = 0,1 \text{ хв}$$

Час виконання переходу:

$$t_6 = 0,1 + 0,18 = 0,28 \text{ хв}$$

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Перехід 20.7 Точити скруглення

Основний час на виконання переходу:

$$t_{07} = 0,36 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д7} = 0,2 \text{ хв}$$

Час виконання переходу:

$$t_7 = 0,15 + 0,36 = 0,51 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_0 = \sum t_{0i} = 0,595 + 0,305 + 0,32 + 0,036 + 0,18 + 0,18 + 0,36 = 1,976 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції:

$$T_д = t_y + \sum t_{дi},$$

$$T_д = 0,18 + 0,4 + 0,4 + 0,25 + 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,2 = 1,83 \text{ хв}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_д + T_{оп} = 1,976 + 1,83 + 0,424 = 4,23 \text{ хв}$$

Штучний час становить:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця  $T_{об} = 2\% T_{оп}$  і час на відпочинок і природні потреби  $T_{пп} = 4\% T_{оп}$ .

$$T_{шт} = 4,23 + (0,0846 + 0,1692) \cdot 4,23 = 5,304 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час:

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів  $T_{пз1} = 10 \text{ хв}$ , час на налагодження оброблення в оправці  $T_{пз2} = 8 \text{ хв}$ .

$$T_{пз} = 10 + 8 = 18 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 5,034 + \frac{18}{100} = 5,214 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить:

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{5,214} = 11 \text{ деталей/год.}$$

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 9. Монтаж, експлуатація, обслуговування, діагностика та ремонт машини

### Монтаж обладнання

З огляду на габарити і вагу, устаткування бажано монтувати стаціонарно в виробничих приміщеннях, які відповідають встановленим і обладнані лінією електроживлення [10].

Монтаж і пуско-налагоджувальні роботи можуть проводитися як кваліфікованим персоналом підприємства-виготовлювача, так і самостійно замовником, за умови дотримання наступних послідовних дій:

- устаткування має підлогове розміщення і має бути виставлено на чистій твердій рівній поверхні в горизонтальній площині. Для регулювання горизонтальної площині в конструкції обладнання передбачені регульовані опори.
- після встановлення обладнання на місці експлуатації, необхідно перевірити його на предмет відсутності зовнішніх пошкоджень, перевірити надійність кріплення вузлів і деталей.
- підключити устаткування до лінії електроживлення і контуру заземлення. Щоб уникнути корозії місце заземлення необхідно зачистити і заізолювати (зафарбувати).
- виміряти опір ізоляції обладнання, яке в будь-який незаземленої точці має бути не нижче 1 МОм, а опір ізоляції обмотки електродвигуна - не нижче 0,5 МОм.
- виміряти опір заземлення обладнання. Допустиме значення опору не має перевищувати 40 Ом.
- ввімкнути устаткування і перевірити вірність усіх електричних з'єднань.

					ДП.22. ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О..			Монтаж, експлуатація, обслуговування, діагностика та ремонт машини	Літер.	Арк.	Аркцшів.
Перевір.		Токарчук С.В.					1	7
						НУХТ ПМ-4-1		
Затверд.		Соколенко А.І.						

### *Приймання обладнання і контроль якості роботи*

Приймання обладнання здійснюється замовником в момент його передачі шляхом звірки реальної і заявленої комплектності, а також шляхом візуального огляду відсутності пошкоджень та перевірки якості збірки. Перевірка якості збирання проводиться методом випробування без підключення до електромережі [4, 10].

Контроль якості роботи відбувається замовником після проведення монтажу обладнання шляхом здійснення наступних операцій:

- перевірка працездатності;
- перевірка номінальної потужності;
- перевірка якості зварювання і усаджування пакувального матеріалу.

Перевірка працездатності обладнання проводиться включенням його в електромережу і короткочасною роботою в допустимих режимах. Обладнання повинно функціонувати у всіх заявлених виробником режимах.

Перевірка номінальної потужності здійснюється під час роботи обладнання за допомогою амперметра і вольтметра.

Перевірка якості зварювання (пайки) і усаджування пакувального матеріалу здійснюється шляхом візуального огляду швів і ступеня усадки. Шви повинні бути однаковими, рівномірними і витримувати вагу пакованого предмета (продукції), а пакувальний матеріал при нагріванні в термотунелі повинен стискатися в зазначеному на процентному співвідношенні і щільно облягати продукцію.

### *Експлуатація устаткування. Заходи безпеки*

Експлуатація обладнання здійснюється відповідно до інструкцією з експлуатації і з урахуванням рекомендацій підприємства-виробника.

При експлуатації обладнання необхідно дотримуватися правил техніки безпеки і норми виробничої санітарії.

Робота обладнання повинна здійснюватися тільки при наявності заземлення [4].

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

В неробочому стані обладнання повинно бути відключено від електромережі.

Ремонт, чищення і змащення вузлів і деталей дозволяється проводити тільки при відключеній електромережі із вжиттям заходів обережності від раптового включення.

До роботи з обладнанням допускаються особи, які пройшли відповідний інструктаж і ознайомлені з технічними характеристиками і будовою обладнання.

При роботі обладнання слід враховувати і дотримуватися загальних санітарно-гігієнічних вимог до повітря робочої зони згідно ЗДСТУ.

Освітлення робочої зони, в якій проводиться робота має відповідати СНіП і вимогам безпеки.

При роботі з обладнанням необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки. У разі виникнення пожежі, для її ліквідації, допускається застосування вогнегасників порошкового типу, вогнегасних пін або інертних газів. Для захисту від токсичних продуктів, які утворюються в умовах пожежі, при необхідності, застосовуються протигази згідно ДСТУ.

#### *Транспортування і зберігання обладнання*

Обладнання може транспортуватися будь-яким видом транспорту з дотриманням правил перевезення вантажів, що діють на даному виді транспорту, і забезпеченням захисту від прямого впливу опадів і ударів. Група умов транспортування 3.

Обладнання поставляється підприємством-виробником без консервації. Консервація може бути проведена замовником самостійно за умови тривалого зберігання [1].

Термін зберігання обладнання на консервації - 36 місяців. Після закінчення зазначеного терміну необхідно провести переконасервацію обладнання.

Засіб для консервації - масло консерваційне ТУ 38-1011331-90.

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.22. ПЗ				

Обладнання, в т.ч. і в законсервованому вигляді, необхідно зберігати при температурі від +1 С до +40 С і відносній вологості повітря до 80% (при +25 С).

Для підготовки обладнання до роботи (експлуатації) необхідно виконати наступні дії:

- встановити пакувальний матеріал в рулонотримачі і протягнути край полотна під горизонтальною опорою (призначена для утримування плівки) між притискною планкою зварювального вузла і підкладкою на пакувальний столик;
- ввімкнути живлення устаткування (включити мережевий автомат); при цьому повинна загорітися індикація на дисплеї мікроконтролера, розташованого на блоці керування.
- встановити температуру нагрівання зварного елемента;
- встановити температуру нагрівання термоусадочного тунелю.

*Підготовка до роботи. Включення обладнання*

Почекати поки нагріється зварний елемент. Скласти полотно пакувального матеріалу (під звареним елементом на підкладці) і опустити притискну планку зі звареним елементом до контакту з підкладкою. Щільно притискаючи планку, витримати час, необхідний для зварювання шва, після чого підняти притискну планку [3].

Проконтролювати якість шва. У разі виявлення відхилень змінити значення температури або часу зварювання шва, повторно скласти полотно і опустити притискну планку. Повторити операції до отримання якісного і міцного шва. Для різних плівок температура нагріву зварного елемента і час зварювання шва визначається дослідним шляхом, виходячи з того, що чим товстіше зварювана плівка, більше має бути значення температури або часу зварювання шва.

Встановити предмет (групу предметів) на полотно пакувального матеріалу і обернути їх пакувальним матеріалом таким чином, щоб край полотна, проходячи під притискною планкою, перебував на горизонтальній опорі.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опустити притискну планку, витримати час, необхідний для зварювання шва. Зварний елемент, розташований на притискної планки, зварить поздовжній шов, формуючи упаковку і відсіче її.

Перевірити нагрів термоусадочного тунелю і подати пак на сітку транспортера. Транспортер протягне пак через термоусадочний тунель, де відбудеться усадка пакувального матеріалу, і видасть його на столик охолодження.

Почекати деякий час (поки проводиться охолодження пакувального матеріалу), зняти пак зі столика охолодження і перевірити якість усадки. В разі виявлення відхилень в усадки плівки, відкоригувати параметри і повторно виконати операції.

Після здійснення зазначених дій устаткування готове до роботи і можна приступати до пакування предметів (продукції).

#### *Опис роботи. Виключення обладнання*

Обладнання для забезпечення своєї роботи вимагає участі оператора, а саме контролю: подачі продукції, обгортання її пакувальним матеріалом, зварювання шва, подачі сформованих блоків в термоусадочний тунель і виведення готових упаковок.

Зварний елемент, розташований на притискної планки, має постійний нагрів і зварює плівку контактним способом та відокремлює блок від полотна пакувального матеріалу [14].

Транспортер, маючи власний електропривод, переміщує продукт через вузол термоусадки, виконаний у вигляді тунелю. Висока температура усадки плівки (до 160 градусів) не дозволяє оператору втручатися в процес і коригувати його.

На виході з тунелю у продукт потрапляє на столик охолодження, де відбувається охолодження пакувальної плівки вентилятором охолодження.

Для вимкнення обладнання необхідно дочекатися виходу всіх предметів з термоусадочного тунелю і вимкнути живлення устаткування (вимкнути мережевий автомат).

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### *Обслуговування і чищення обладнання*

Устаткування вимагає регулярного технічного обслуговування, а також очищення від пилу і бруду [9].

Технічне обслуговування полягає в періодичному (не рідше 1 разу на місяць) виконанні наступних дій:

- перевірка стану ізоляції живильної електромережі і замір її опору;
- перевірка наявності заземлення і замір його опору;
- огляд всього обладнання на предмет відсутності пошкоджень і несправностей;
- заміна зношеного фторопластового ізолятора.

Для заміни фторопластового ізолятора необхідно:

- відключити устаткування від мережі (вимкнути мережевий автомат).
- витримати час до повного охолодження зварного вузла.
- відірвати зношену (деформовану, прогорілу) фторопластову стрічку від гуми і наклеїти нову.

Додатково, не рідше 1 разу на тиждень, необхідно змащувати підшипники обладнання, а також інші пари тертя. Для змащення можна використовувати будь-яку термостійку пасту.

Крім проведення технічного обслуговування устаткування необхідно очищати від пилу і бруду. Для чищення використовувати щітки, ганчір'я і щільну тканину. Технічне обслуговування та чистку обладнання дозволяється проводити тільки при відімкненій електромережі і з прийняттям заходів обережності від раптового вмикання.

#### *Несправності. Способи усунення.*

В процесі роботи обладнання можливо виникнення несправностей, усунути які покупець може самостійно без залучення фахівців підприємства-виготовлювача. Нижче наведено перелік таких несправностей і рекомендовані способи їх усунення.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



## Характерні несправності та способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Не нагрівається термотунель	Недостатня величина встановленої температури	Перевірити значення встановленої температури. Встановити необхідну величину температури та витримати. Якщо ситуація не змінилась див. наступну причину.
	Зіпсувався один/декілька ТЕНів	Перевірити стан ТЕНів. Замінити зіпсований ТЕН.
Не відбувається усаджування плівки	Пакувальний матеріал не належить до термоусаджувальних	Вивчити характеристики пакувального матеріалу, у разі невідповідності - замінити
	Недостатній прогрів термоусадочного тунелю	Прогріти термоусадочний тунель протягом 5-10 хвилин і повторити процес усадки
	Пакувальний матеріал вимагає більш високої температури усадки	Збільшити значення температури, прогріти термоусадочний тунель протягом 2-3 хвилин, повторити процес
Пакувальний матеріал не обтискає продукцію	Низький відсоток усадки пакувального матеріалу	Вивчити характеристики усадки пакувального матеріалу. Замінити пакувальний матеріал на матеріал з більш високим відсотком усадки.
Не зварюється шов	Недостатнє значення параметра температури	Збільшити значення параметра температури. Повторно зварити шов.
	Недостатній час зварювання шва	Збільшити значення час зварювання шва (далі утримувати притискну планку).
Під час усаджування плавиться пакувальний матеріал	Завищене значення температури усаджування	Зменшити значення температури і почекати 2-3 хвилини. Повторно провести усадку матеріалу.

## 10. Опис блоку керування машиною

До складу електрообладнання машини входять пульт керування, встановлений на бічній поверхні машини, електроприводи, датчики та виконавчі механізми, встановлені на різних вузлах [10].

Керування обладнанням проводиться оператором за допомогою блоку керування (рис. 10.1). Блок керування містить в собі мережевий автомат і мікроконтролер.

Мікроконтролер має дисплей, що відображає параметри роботи устаткування і їх значення, світлодіодні індикатори та кнопки керування. На дисплеї відображаються параметри роботи. Температура термоусадочного тунелю відображається в градусах Цельсія (немиготливе значення вказує, що на дисплеї мікроконтролера відображається поточна температура, миготливе вказує, що мікроконтролер знаходиться в режимі зміни температури і відображається планована температура)

Вибір параметра і зміна його значення проводиться за допомогою кнопок керування контролера. Світлодіодні індикатори мікроконтролера сигналізують про стан нагрівального елемента та режим його роботи

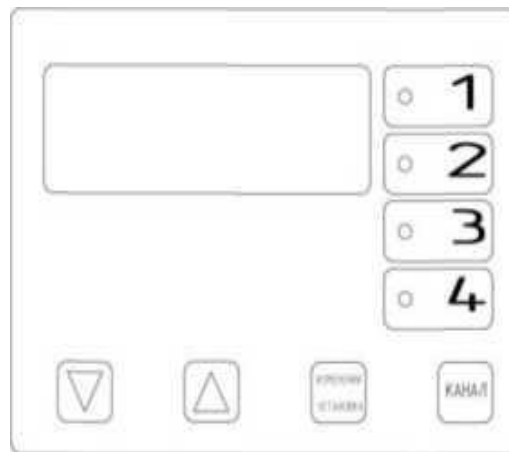


Рис. 10.1. Блок керування

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О.			Опис блоку керування машиною	Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.					1	1
					НУХТ ПМ-4-1			
Зав. каф.		Соколенко А.І.						

## 11. Охорона праці та техніка безпеки

Збереження життя і здоров'я працівників є найважливішим напрямом державної політики у галузі охорони праці. Проблеми забезпечення безпеки людини набувають особливої гостроти у виробничому середовищі, в якому здійснюється трудова діяльність людини і відбувається формування різних небезпечних і шкідливих факторів. Дія факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на працездатність і здоров'я працівника, складають умови праці. Для сучасного виробництва характерні швидка зміна технологій, оновлення обладнання, впровадження нових процесів і матеріалів, які недостатньо вивчені з точки зору негативних наслідків їх застосування. Харчова промисловість не є винятком [9].

### *Класифікація небезпек на підприємствах галузі*

У харчовій промисловості існує підвищений ризик травматизму, зумовлений частим наближенням людини до обладнання, у зв'язку з необхідністю управляти потоком продукту, усувати затори і розсипання його, здійснювати очищення машин, апаратів і трубопроводів.

Відповідно ДСТУ EN 1672-1-2001, обладнання для харчової промисловості може мати наступні види небезпеки [4].

*Технічна небезпека* – зумовлена механічною небезпекою (наявність у зоні роботи оператора обертових деталей, вузлів і продукту, що переміщуються), небезпекою раптового звільнення накопиченої енергії (раптове звільнення енергії пари, гідравлічного або пневматичного тиску, вакууму або стиснутого повітря), небезпекою ковзання (можливість ковзання підошви взуття робітників на поверхнях, покритих вологою, оліями і жирами).

*Електрична небезпека* – ураження електричним струмом (в умовах вогкості, у вологій і/або запиленій атмосфері, внаслідок улучення води та інших речовин в обладнанні при його митті під тиском або паровому очищенні),

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гепляков В.О.			Охорона праці та техніка безпеки	Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.					1	8
						НУХТ ПМ-4-1		
Зав. каф.		Соколенко А.І.						

розряд статичної електрики (електричний потенціал утворюється при переміщенні сипких продуктів, переливанні рідин – діелектриків, перемотуванні поліетиленової плівки, паперу).

*Теплова небезпека* – створюється при наявності перегрітих або холодних поверхонь обладнання (у гарячих цехах або в охолоджуваних камерах).

*Радіаційна небезпека* – небезпека радіоактивного забруднення як для оператора, так і для харчового продукту (може створюватися при обробці зерна на елеваторах для боротьби з комахами).

*Небезпека від контакту з матеріалами і речовинами або від вдихання них* – небезпека від сировини і продуктів: алергійні реакції від пилу або випарів багатьох харчових продуктів, ферментація (процеси в харчових продуктах: бродіння з виділенням діоксида вуглецю, подих зі споживанням кисню, внаслідок чого створюється непридатна для подиху людей атмосфера), запахи (створюють небезпеку для здоров'я людини неприємні запахи від деяких харчових матеріалів), небезпека засипання та удушення (створюється при обваленні зводів у бункерах і силосах з борошном і цукром); небезпека очищення (створюється як процесом очищення, так і використовуваними при цьому речовинами); пожежна небезпека і небезпека вибуху (обумовлені обігом у технологічному процесі здрібнених харчових продуктів органічного походження, використанням схильних до запалення рідин і газів, застосуванням окислювачів для обробки харчових продуктів і процесів очищення); біологічна і мікробіологічна небезпека (зумовлена як використанням мікроорганізмів у технологічному процесі, так і принесенням їх ззовні в харчову сировину і готову продукцію).

*Ергономічна небезпека* (зумовлена часто повторюваними рухами, наприклад при упакуванні продукту).

*Небезпека від накопиченого продукту* (виникає внаслідок накопичення при аварійній зупинці якого-небудь вузла технологічної лінії продукту, що може нагріватися, займатися, виділяти токсичні речовини).

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

### *Вентиляція приміщень*

Параметри повітряного середовища в робочій зоні повинні відповідати вимогам санітарних норм: ДСТ 12.1.005-88, ДСН 3.3.6.042-99 [4].

Улаштування у приміщеннях систем вентиляції, кондиціонування повітря й опалення повинне відповідати СНІП и2.04.05-91.

На підприємствах передбачається примусова, приточно-витяжна, загальобмінна вентиляція. При цьому в приміщеннях зі значними тепло-, вологовиділенням, а також з виділеннями шкідливих речовин повинна бути застосована приточно-витяжна вентиляція з перевагою витяжки над припливом. Місця викиду в атмосферу повітря із систем вентиляції виробничих приміщень і надходження в них зовнішнього повітря повинні бути на відстань не менш 10 м, а при неможливості виконання цієї вимоги – не менш 6 м.

Потрібна кількість повітря для провітрювання приміщень визначають розрахунком за переважною шкідливістю, за кількістю людей, що одночасно знаходяться в приміщенні чи за кратністю повітрообміну.

У замкнутих і невеликих за об'ємом приміщеннях використовують системи кондиціонування з індивідуальним регулюванням.

### *Освітлення виробничих приміщень*

Природне і штучне освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам СНиП II-4-79 [9].

Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості. Залежно від характеру зорової роботи коефіцієнт природної освітленості для будівель у III поясі світлового клімату приймається в межах від 0,1 до 10%. У приміщеннях природне світло повинно проникати через вікна, зорієнтовані, як правило, на північ або північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%. Для непрямой оцінки якості освітлення може бути використаний також коефіцієнт, що враховує співвідношення площі вікон і площі підлоги (приймається в межах 1:6...1:10).

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучне освітлення підрозділяється: за призначенням – на робоче, аварійне, евакуаційне та спеціальне, за конструктивним виконанням – на загальне, місцеве та комбіноване. Норми освітленості знаходяться в межах від 10 до 5000 лк. Освітленість робочих поверхонь у, що створюється робочим (загальним) освітленням, повинна складати не менше 75 лк (не менше 150 лк при використанні люмінесцентних ламп).

Конструкція світильників з лампами розжарювання або люмінесцентними лампами приймається при проектуванні штучного освітлення відповідно до умов їхньої експлуатації. Світильники в приміщеннях, у яких зберігаються відкрито (без пакування) харчові продукти або тара для їх пакування, повинні мати захисні пристрої (ґрати, сітки, розсіювачі, спеціальні патрони та ін.), які виключають можливість випадання ламп або їх осколків при руйнуванні.

В усіх виробничих і складських приміщеннях, що безпосередньо пов'язані з веденням технологічного процесу, світильники повинні мати закрите виконання.

У виробничих приміщеннях висота підвісу світильників з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт складає від 2,5 до 4м, при потужності більше 200 Вт – від 3 до 6 м. Штучне освітлення приміщення з робочими місцями повинне бути забезпечено системою загального рівномірного освітлення.

У виробничих і адміністративно-громадських приміщеннях, де переважно виконуються роботи з документами, допускається застосовувати систему комбінованого освітлення. Загальне освітлення влаштовується у виді суцільних або переривчастих ліній світильників, що розташовуються осторонь від робочих місць (переважно ліворуч) паралельно лінії зору працівників. Як джерела штучного світла використовують, як правило, люмінесцентні лампи типу ЛБ. Допускається застосовувати у світильниках місцевого освітлення також і лампи розжарювання. Для забезпечення рівномірного і якісного освітлення робочих поверхонь необхідне виконання визначених співвідношень відстані (L) між світильниками до висоти (Hр) їх підвісу над ними: L/Hр.

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від виду світильників це співвідношення приймається за довідником: 1,4; 1,5; 2,0. Знаючи вид світильника  $i$ , отже, величину зазначеного співвідношення, а також висоту  $H_p$  підвісу його над робочою поверхнею, знаходять відстань  $L$  між світильниками. Відстань від світильника до стіни приймається:  $v = (0,3...0,5)L$ .

#### *Захист від шуму*

Для зменшення шуму можуть бути використані методи: зменшення шуму в джерелі; зміна напрямку спрямування випромінювання; раціональне планування цехів, акустична обробка приміщень; зменшення шуму на шляху його поширення [4].

Зменшення механічного шуму може бути досягнуто наступними шляхами: заміна ударних процесів і механізмів безударними; заміна зворотно-поступального руху деталей рівномірним обертовим рухом; застосування косозубих і шевронних шестірень (досягається зниження шуму на 10...15 дБ); заміна підшипників кочення на підшипники ковзання (досягається зниження шуму на 10...15 дБ); заміна металевих деталей деталями з полімерів та інших «незвучних» матеріалів; використання полімерів при виготовленні деталей корпусів (заміна сталевих кришок редуктора пластмасовими приводить до зниження шуму на 2...6дБ на середніх частотах і на 7...15 дБ – на високих); застосування примусового змащення поверхонь тертя; балансування обертових елементів машин; застосування пружних вставок у з'єднаннях; встановлення м'яких прокладок; ізоляція гучних агрегатів.

#### *Захист від вібрації*

Основними напрямками забезпечення віробезпечних умов праці є: зменшення вібрації в джерелі виникнення шляхом; недопускання режиму резонансу шляхом раціонального вибору параметрів системи; вібродемпферування – збільшення втрат енергії на тертя при коливаннях поблизу режимів резонансу; динамічне гасіння коливань; віброізоляція (рис. 5–8) [9].

						ДП.22. ПЗ	Арк.
							5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Збільшення втрат енергії вібрації може бути досягнуте шляхом:

- використання в конструкції машин матеріалів з великим внутрішнім тертям (на основі Cu-Ni, Ni-Ti, Ni-Co, твердої гуми, дельта-деревини, капрону, такстолита тощо);
- нанесення на вібруючі елементи устаткування шарів пружно-в'язких матеріалів, що мають великі енергетичні втрати на внутрішнє тертя, м'яких пластмас, пінопласту, мастик, мастильних речовин;
- використання поверхневого тертя (наприклад, при коливаннях вигину двох скріплених, щільно прилягаючих пластин);
- переведення механічної енергії коливань в енергію струмів Фуко або електромагнітного поля.

#### *Вимоги до розміщення обладнання у виробничих приміщеннях*

Виробниче обладнання розміщають у приміщеннях відповідно до вимог технологічного процесу, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки. При розміщенні обладнання повинні виконуватися вимоги безпеки, викладені в стандартах і технічних умовах на обладнання конкретного виду.

При розміщенні обладнання необхідно передбачати ширину проходів не менше: 1,5м – основного при наявності постійних робочих місць; 1,0м – біля вікон, доступних з рівня підлоги або площадки; 0,8м – між обладнанням для обслуговування і ремонту, а також між обладнанням і стінами; 1,4м – при наявності між ними постійних робочих місць; 0,5м – між ємкостями, збірниками, мірниками і стінами.

#### *Забезпечення електробезпеки*

Наслідок дії на людину електричного струму залежить від багатьох факторів, у тому числі від схеми включення обладнання в електричну мережу. Захист людей від ураження електричним струмом при дотику до металевих неструмоведучих частин обладнання, які у нормальних умовах його експлуатації не знаходяться під напругою, але можуть виявитися під ним у результаті ушкодження ізоляції, повинні забезпечити захисне заземлення або

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



занулення. Захисне заземлення слід виконувати навмисним електричним з'єднанням металевих конструкційних частин електроустановок з «землею» або її еквівалентом, занулення – електричним з'єднанням їх з заземленою точкою джерела живлення електроенергією за допомогою нульового захисного проводу[4].

Захисному заземленню або зануленню підлягають металеві частини електроустановок, доступні для дотику людини. До частин, що підлягають заземленню або зануленню, відносяться: корпуси електричних машин, світильників і т.п.; приводи електричних апаратів; каркаси розподільних щитів, а також щитів керування, щитків, шаф і т.п.; металеві конструкції розподільних пристроїв, оболонки і броня контрольних і силових кабелів, рукави і труби електропроводки і т.п.; металеві корпуси пересувних і переносних електро-приймачів; електроустаткування, розміщене на частинах верстатів, що рухаються, машин і механізмів.

В якості заземлюючих і нульових захисних провідників слід використовувати спеціально призначені для цієї мети провідники, а також металеві будівельні, виробничі та електромонтажні конструкції. У приміщеннях сухих, без агресивного середовища, заземлюючі і нульові захисні провідники допускається прокладати безпосередньо по стінах. В вологих, сирих і особливо сирих приміщеннях та в приміщеннях з агресивним середовищем заземлюючі і нульові захисні провідники слід прокладати на відстані від стін не менше 10мм. Кожна частина електроустановки, що підлягає заземленню або зануленню, повинна бути приєднана до мережі заземлення або занулення за допомогою окремого відгалуження.

Сукупність заземлюючих провідників і заземлювача (металевого провідника або групи провідників, що знаходяться в безпосереднім зіткненні з ґрунтом) називається заземлюючим пристроєм. Залежно від розташування заземлювачів відносно заземлюемого обладнання, заземлюючі пристрої бувають виносні (зосереджені) і контурні (розподільні). Заземлювачі контурного заземлення розташовують за периметром та всередині площадки, на якій

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

встановлене заземлююче обладнання, заземлювачі виносного заземлення розташовують зосереджено на деякій відстані від заземлюючого обладнання.

*Техніка безпеки при експлуатації теплового устаткування*

Електронагрівачі термотунелів з електрообігріванням мають суцільні огорожі, які запираються за допомогою спеціального ключа. Вони обладнаються пристроєм, що відключає подачу живлення до ТЕНів при зупинці конвеєра. Температура зовнішньої поверхні не повинна перевищувати 45°C [4].

					ДП.22. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

## Висновки

У відповідності із завданням до проектування було виконано дипломний проект на тему «Модернізація машини для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку продуктивністю до 1800 уп./год.»

Проведений аналіз конструкцій машин даної групи дав змогу визначити, що їм притаманні загальні проблеми: значні розміри та маса, складність конструкції, невисокий рівень універсалізації машин, складність обслуговування та присутність ручної праці у машинах-напівавтоматах.

Було вирішено наступні технічні задачі:

- зменшено у порівнянні із аналогами масу та габаритні розміри машини для групового пакування споживчої тари у термоусаджувальну плівку;
- підвищено інтенсивності процесу термоусадки плівки у термотунелі;
- підвищено універсальність машин за рахунок реалізації можливості формування групових пакувань із споживчих упаковок різного виду та типу.

Реалізація запропонованих технічних рішень дозволить вдосконалити існуюче обладнання та отримати позитивний соціальний та економічний ефект.

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.			Висновки	Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.					1	1
						НУХТ ПМ-4-1		
Зав. каф.		Соколенко А.І.						

### Список використаної літератури

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. / В.И. Анурьев – М.: Машиностроение, 2001.
2. Вода, напитки, продукты питания / А. И. Соколенко, А. И. Украинец, В. Л. Яровой, В. А. Поддубный ; под ред. А. И. Соколенко. – К. : П.П.Люксар, 2006. – 368 с.
3. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2007. – 136 с.
4. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: підручник. 5-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О.; за ред. М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2011. – 384 с.
5. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків / В. О. Малащенко, В. Т. Павлице. – Львів : Новий Світ-2000, 2009. – 136 с.
6. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів: навч. посіб. / Марчевський В.М. – К.: Норіта-плюс, 2006. – 280 с.
7. Моделювання процесів пакування: підручник / А. І. Соколенко, В. Л. Яровий, В. А. Піддубний, К. В. Васильківський ; за ред. А. І. Соколенка ; НУХТ. – Вінниця : Нова книга, 2004. – 272 с.
8. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч. / В. Т. Павлице. – 2-е вид., перероб. – Львів : Афіша, 2003. — 560 с.
9. Охрана труда на предприятиях пищевых производств: учеб. пособие / В. В. Осокин, Ю. А. Селезнева. – Донецьк : ДонГУЭТ, 2005. – 146 с.
10. Пакувальне обладнання: підруч. / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. – Київ : ІАЦ "Упаковка", 2010. – 744 с.

					ДП.22. ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тепляков В.О.			Список використаної літератури	Літ.	Арк.	Акрушів
Конс.		Токарчук С.В.					1	2
						НУХТ ПМ-4-1		
Зав. каф.		Соколенко А.І.						

11. Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості: підручник / А. І. Соколенко, В. С. Костюк, К. В. Васильківський та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. – К. : Кондор, 2015. – 396 с.

12. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (модернізація, проектування, оптимізація): навч. посібник / Пальчевський Б.О. – Львів: Світ, 2009. – 232 с.

13. Справочник спеціаліста пищевых производств. Кн. 1 : Механика / А.И. Соколенко, А.И. Українець, В.Л. Яровой, К. В. Васильковський. – К. : АртЭк, 2001. – 304 с.

14. Справочник спеціаліста пищевых производств. Кн. 2: Теплофизические процессы. Энергосбережение / А.И. Соколенко, А.И. Українець, В.Л. Яровой, К.В. Васильковський; под ред. А. И. Соколенко. – К. : АртЭк, 2003. – 432 с.

15. Теорія тертя у взаємодії твердих тіл: монографія / А. І. Соколенко, С. В. Іванов, В. А. Піддубний та ін. ; НУХТ. – К. : Фенікс, 2012.

16. Термінологічний словник пакувальника / Сторіжко Й.І., Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – Київ: ІАЦ “Упаковка”, 1999. – 80 с.

17. Транспортно-технологічні системи пивзаводів /А.І. Соколенко, А.І. Українець, В.А. Піддубний ; За ред. А.І. Соколенка. – К.: АртЕк, 2002. – 304 с.

18. Функціонально-модульне проектування пакувальних машин: монографія / О.М. Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна, С.В. Токарчук та ін. ; за ред. О. М. Гавви ; Нац. ун-т харч. технол. – К. : Сталь, 2015. – 547 с.

19. Електронний ресурс. - Режим доступу: <https://taurasfenix.com/>

					ДП.22. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ