

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННУТТ ім. акад. І. С. Гілаго  
Кафедра мехатроніки та вакуумної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

(підпис)

Сергій БЛАХЕНКО

(ім'я та прізвище)

«05»

06

2025р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

Тетяна КРИВОМЯС-БОЛОДІНА

(ім'я та прізвище)

«05»

06

2025р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 131 "Прикладна механіка"

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: Проектування машини горизонтального типу з системою  
балансування в полімерну лівку продуктивністю до 10 тис. шт./год

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

Швайценко Єлизавета Іванівна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

(підпис)

Керівник Васильківський Костянтин Вікторович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

(підпис)

Консультанти Юрій БОЙКО

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

Юрій БОЙКО

(ім'я та прізвище)

(підпис)

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

Здобувач

(підпис)

(підпис)

Київ - 2025р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННУТТ ім. о.коф. І.С.Гула  
Кафедра мехатроніки та мехатронської техніки  
Освітній ступінь Бакалавр  
Спеціальність 131 - Прикладна механіка  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма Прикладна механіка  
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ

Марина КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА

« 10 » квітня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Цвайгенко Єлизавета Іванівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування машини горизонтального типу для пошування льодяників в найменшу пливачу продуктивністю до 10 тис. шт./год.

керівник роботи Василь Васильович Костянтин Вікторович, к.т.н., доц.

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 02 червня 2025р

3. Вихідні дані до роботи 1. Тип об'єктування - напівавтоматична машина горизонтального типу. 2. Тип упаковки - флоу пак. 3. Продуктивність об'єктування - до 10 тис. шт./год

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

1. Вступ 2. Огляд літературних джерел 3. Конструкція і механізм дії машини. 4. Розрахункова частинка. 5. Моно ж, електрика та обслуговування машини. 6. Система управління. 7. Технологія виготовлення деталей. 8. Охорона праці. 9. Висновки. 10. Список використаної літератури

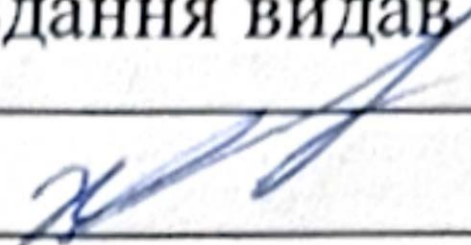
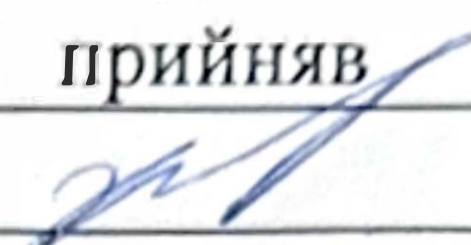
5. Перелік графічного матеріалу

1. Загальний вигляд машини - 1 мкб

2. Креслення вузлів машини - 3 мкб

3. Маршрут виготовлення деталей - 1 мкб

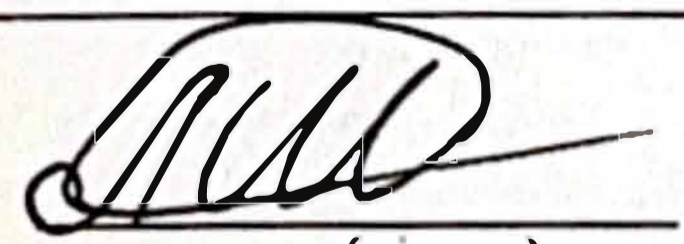
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех. мем	Байко І.І. К.І.Н., рад		

7. Дата видачі завдання 10 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.04.25	
2	Огляд літератури за сферою	20.04.25	
3	Разрешунково розсіяна	24.04.25	
4	Ремонт, монтаж машини	30.04.25	
5	Технологія виготовлення з'єднань	10.05.25	
6	Охорона праці	17.05.25	
7	Вивчення списку літератури	18.05.25	
8	Лист 1	23.05.25	
9	Лист 2	26.05.25	
10	Лист 3	28.05.25	
11	Лист 4	31.05.25	
12	Лист 5	01.06.25	

Здобувач  Елизавета ШВАЙДІЧЕНКО  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи  Костянтин ВАСИЛКІВСЬКИЙ  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 10 » 04 2025 р.

# Зміст

Анотація.....	5
Вступ .....	6
1. Огляд літературних джерел.....	8
2. Конструкція і принцип роботи пакувальної машини.....	16
Стрічковий конвеєр.....	17
Механізм зварювання.....	17
Механізм відрізання.....	17
Відвідний конвеєр.....	18
Рулонотримачі.....	18
Вузол розмотування плівки.....	19
3. Розрахункова частина.....	20
Розрахунок продуктивності.....	20
Розрахунок пристрою зварювання .....	21
Розрахунок живильника стрічкового конвеєра.....	24
Розрахунок пристрою протягування плівки.....	25
Розрахунок зусилля розмотування рулону.....	25
Розрахунок часу на розмотування рулону.....	28
Розрахунок переміщення (протягування) рулонних матеріалів...29	
4. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини.....	32
Загальні положення.....	32
Розміщення і монтаж.....	33
Налагоджування машини і підготовка її до роботи.....	28
Діагностика відмов роботи обладнання.....	29
5. Система управління.....	37

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <i>Васильківський</i>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа		
Власник документа <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	Розробник документа <i>Швайченко Є</i>	Назва, додаткова назва  <b>Зміст</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>		
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова
					<b>UA</b>
					<b>3</b>

6. Технологія виготовлення деталі.....	40
Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалу.....	40
Технологічний маршрут оброблення деталі.....	41
Розрахунок операцій .....	43
6. Охорона праці.....	52
Закон України про охорону праці.....	52
Інструктажі.....	52
Виробничий травматизм.....	53
Фінансування заходів охорони праці.....	54
Повітря робочої зони.....	55
Освітлення.....	56
Шум та вібрація.....	57
Електробезпека.....	59
Пожежна безпека.....	60
Висновки.....	62
Список використаної літератури.....	63
Специфікації.....	66

## Анотація

Метою дипломного проекту є проектування машини горизонтального типу для пакування льодяників в полімерну плівку типу флоу-пак.

У випусковій роботі виконано аналіз літературних джерел інформації щодо запропонованої тематики.

У роботі проведено кінематичні та конструктивні розрахунки. Використовуючи спеціальну літературу та існуючі стандарти було підібрано конструктивні матеріали, враховуючи безпечність споживання вихідної продукції, надійність та довговічність обладнання, а також його економічність.

Виконані розрахунки щодо технологічного процесу виготовлення деталі.

Розроблено заходи з охорони праці.

Диплом складається з пояснювальної записки на 65 сторінках формату А4 і п'яти креслень формату А1.

Ключові слова: упаковка флоу-пак, пакування, обладнання, полімерна плівка, конвеєр.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Васильківський</b>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Швайченко Є</b>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Анотація</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>U</b>	<i>Аркуш</i> <b>5</b>

## Abstract

The purpose of the diploma project is to design a horizontal milling machine. type for packing lollipops in polymer film of the flow-pack type.

The thesis includes an analysis of literary sources of information regarding the proposed topic.

The work includes kinematic and structural calculations. Using special literature and existing standards, it was selected structural materials, taking into account the safety of the initial consumption products, reliability and durability of equipment, as well as its cost-effectiveness.

Calculations have been made regarding the technological process of manufacturing the part.

Occupational safety measures have been developed.

The diploma consists of an explanatory note on 65 pages of format A4 and five A1 drawings.

Keywords: flow-pack packaging, packaging, equipment, polymer film, conveyor.

Responsible organization NUFT	Technical coordination Vasylkivskiyi K V	Document type Explanatory note	Document status			
Document owner Department of MPT PM-4-1	Document developer Shvaichenko E.	Name, additional name Annotation	624.KR. SOFTWARE			
	Document approved		Ind. changes.	Publication date	Language U A	Sheet 5

## Вступ

Змінний стиль життя диктує необхідність в таких харчових продуктах, які були б найзручнішими і ефективними у вживанні. Серед різних матеріалів, вживаних для упаковки їжі, на перше місце в світі почали упевнено входити полімерні плівки. Вони зараз займають лідируючі позиції, оскільки зберігають високу якість харчових продуктів протягом тривалого часу, ефектно представляють товар при продажу, максимально полегшують відкриття, приготування і вживання продукту, мають мінімальну масу і вартість.

Навіть самі високоякісні продукти з часом втрачають свої властивості внаслідок фізичних, хімічних і біологічних процесів, постійно які протікають в продуктах. Для запобігання псуванню і консервації харчових продуктів використовують різні способи обробки: стерилізація, пастеризація, висушування, заморожування, обробка іонізуючим випромінюванням і ін. Кожний з цих способів має свої переваги і переважний для обробок того або іншого виду харчових продуктів. Але жоден вид не дозволяє повністю нівелювати складні біохімічні процеси, що протікають усередині самих продуктів. В тому або іншому ступені ці процеси обумовлені дією навколишнього середовища, що приводить до певних змін в складі і властивостях їжі

Сьогодні важко переоцінити значення таропакувальних засобів для вирішення проблем скорочення витрат і збереження харчової продукції.

За оцінками фахівців одним із пріоритетних напрямків науки і техніки на найближче десятиріччя є технологія тари і упаковки.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Васильківський</b> ---	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Швайченко Є</b>	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Вступ</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>У</b>	<i>Аркуш</i> <b>6</b>

Упаковка – не тільки найважливіша складова виробництва і реалізації товарів, але і спосіб життя, показник розвитку суспільства. Адже хороша упаковка не тільки захищає товар при транспортуванні і зберіганні, але є і важливою частиною просування продукції на ринку, формує її імідж. Інтервенція імпортованих продуктів в наших магазинах наочно демонструє, що упаковка є чинником конкурентоспроможності товару і могутнім засобом стимулювання збуту.

# 1. Огляд літературних джерел

## 1.1. Аналіз обладнання для пакування в упаковку типу Флоу-пак



Горизонтальна пакувальна машина шоколадних цукерок в пакет Флоу-пак з живильником ВМ-В800

Технічні характеристики:

Продуктивність, шт./хв. 100-400

Допустимі розміри цукерки, мм

Довжина 45-70

Ширина 15-40

Висота 6-25

Вживана потужність, кВт 3,5

Використовувальні матеріали – будь-які термозварні плівки.

Габаритні розміри в зібраному вигляді, мм 3400 X 1250 X 1300

Маса, кг 1500

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Васильківський</b> --	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	Розробник документа <b>Швайченко Є</b>	Назва, додаткова назва <b>Огляд літературних джерел</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>U</b>	Аркуш <b>8</b>



## FR-200A FR-300A FR-400A Настільні імпульсні зварювачі серії FR

Зварювачі складаються з корпусу з електронним блоком регулювання режиму зварювання й рухливого притискного важеля із силіконовою вставкою. При роботі з обладнанням режим зварювання встановлюється залежно від виду і товщини матеріалу за допомогою регулятора панелі керування.

Збільшуючи або зменшуючи регулятором час зварювання, встановлюється режим, при якому утворюється шов найкращої якості.

Застосування: запаювання пакетів і мішків з поліетиленової, поліпропіленової плівок і ламінованого паперу в процесі пакування продукції й виготовлення різних виробів з термозварювальних матеріалів.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ			
Параметри	FR-200A	FR-300A	FR-400A
Шов, мм (ВxL)	2,5x200	3x300	3x400
Корпус	пластик	пластик	пластик
Час зварювання, сек	0-1,5	0-1,5	0-1,5
Напруга, В	220	220	220
Потужність, Вт	300	400	500
Маса, кг	2,65	3,3	4,5
Габарити, мм	320x70x130	410x75x130	540x70x165



### **PFS-DD300 PFS-DD400 Підлогові зварювачі постійного нагріву серії PFS**

Зварювачі обладнані регулятором температури нагрівання губок, що зварюють. Губки мають фактурну поверхню у вигляді декількох паралельних ("рубчик") або сітчастих ("Вафелька") рифлень для додання шву міцності й краси.

Застосування: запаювання пакетів і мішків з поліпропіленових плівок і ламінованого паперу, фольги в процесі пакування продукції та виготовлення різних виробів з термозбігових матеріалів.(пакетів, мішків).

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
Модель	PFS-DD300	PFS-DD400
Шов,мм (ВxL)	12x300	12x400
Напруга, В	220	220
Потужність, Вт	175x2	175x2
Маса, кг	21	24
Габарити, мм	345x400x900	445x400x900

## 1.2. Огляд рукавоутворювачів в обладнанні для пакування штучних виробів

Рукавоутворювач - це пристрій для виготовлення рукава стрічки пакувального матеріалу склеюванням, термосклеюванням чи зварюванням.

Основні параметри рукавоутворювача залежать від властивостей пакувального матеріалу, форми упаковки, реологічних властивостей продукції, величини дози продукції і цими факторами пояснюється наявність широкої конструктивної гами рукавоутворювачів

На основі аналізу технологічних схем формування упаковки із рулонних термозварних матеріалів, рукавоутворювачі умовно можна класифікувати на:

- 1) рукавоутворювач комірцевого типу;
- 2) формування плоского тришовного пакету;
- 3) формування розімкненого U-подібного жолобу;
- 4) формування замкненого U-подібного жолобу;
- 5) Формування замкненого жолобу для упаковки типу «флоу-пак»;
- 6) Формування чотиришовного плоского пакета /

Типові конструктивні елементи пристроїв формування упаковки представлені на рис. 1.2.1.

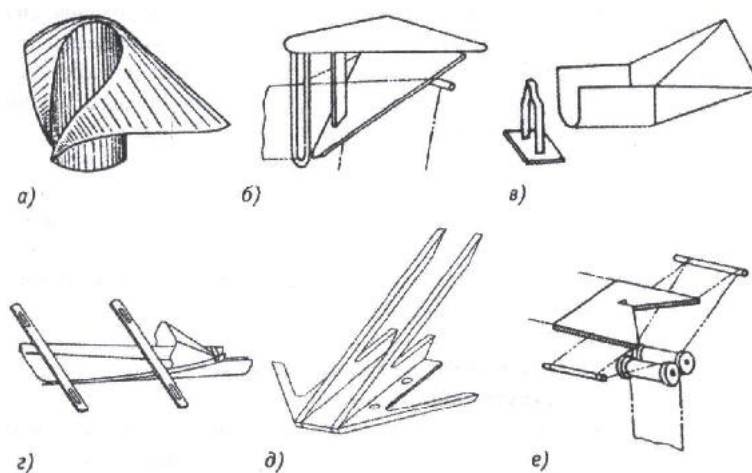


Рис. 1.2.1. Схеми типових конструктивних елементів пристроїв для формування упаковки із термозварних рулонних пакувальних матеріалів:

а)-рукавоутворювач комірцевого типу; б) - формування плоского тришовного пакету; в) - формування розімкненого U-подібного жолобу; г) - формування замкненого U-подібного жолобу; д) - формування замкненого жолобу для упаковки типу «флоу-пак»; е) - формування чотиришовного плоского пакета.

Наведені схеми формування упаковки застосовуються в машинах як вертикального, так і горизонтального типу.

Пристрій формування вертикального рукава може бути виконаний на основі роликівих напрямних і напрямної площини у вигляді комірця. Схема формування вертикального рукава за допомогою напрямних, виконаних у вигляді роликів представлена на рис. 1.2.2. Такий рукавоутворювач потребує значно більшої висоти пристрою формування упаковки. Поряд із цим, це один із вдалих варіантів формування упаковки із жорстких комбінованих матеріалів( на основі картону), які не бажано перегинати. Конструювання таких пристроїв зводиться до пошуку раціональних параметрів, за якими буде мінімізоване зусилля протягування матеріалу.

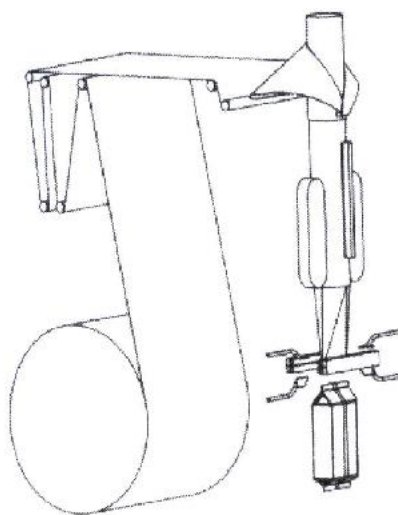


Рис. 1.2.2. Формування пакета з рулонного термозварного матеріалу за допомогою роликівих напрямних.

Дещо складніше вирішується питання конструювання пристроїв з комірцями, схема якого представлена на рис. 1.1.1.,а. Основною їх перевагою є мінімізація висоти пристрою. Конструювання подібних пристроїв здебільшого

здійснюється на основі експерименту, або у рідкісних випадках методами наближених розрахунків, що не забезпечує в повній мірі виконання потрібної форми і правильного поєднання робочих елементів рукавоутворювача, а також є основною причиною нерівномірного натягу плівки, появи на ній згорток і розривів. Це можна пояснити недостатньою інформованістю розробників пакувального обладнання про наявність відповідного теоретичного підґрунтя.

Пристрій формування горизонтального рукава може бути виконаний на основі наявності направляючих плит, які приєднані до рухомих корпусів. Схема формування горизонтального рукава за допомогою направляючих плит представлена на рис. 1.2.3

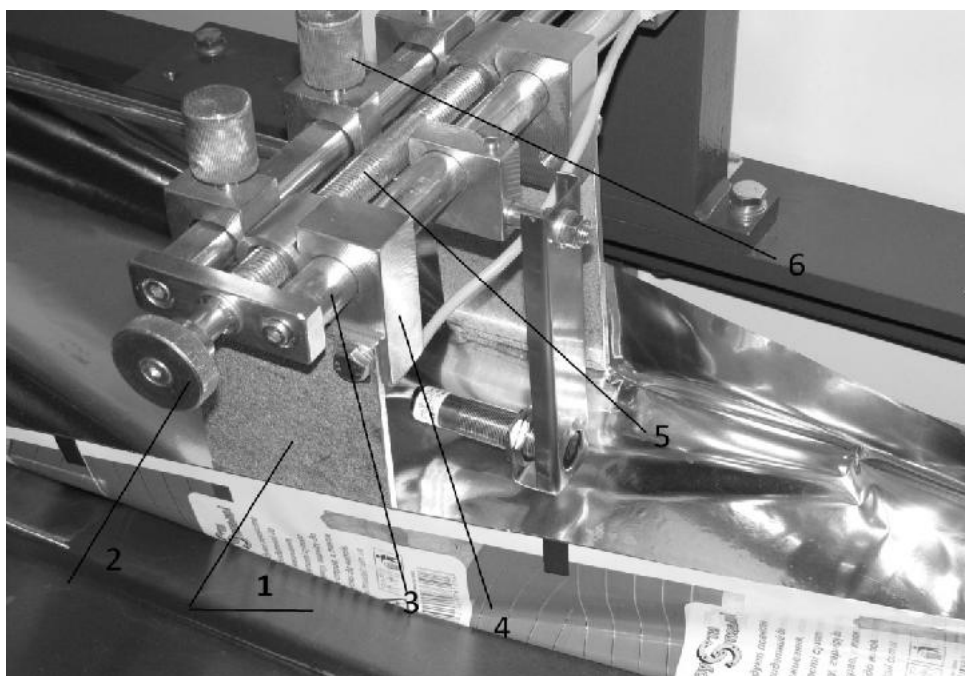


Рис. 1.2.3. Схема формування горизонтального рукава для упаковки типу «флоу-пак»: 1- направляючі плити; 2- ручка регулювання; 3- направляючі корпусів; 4- корпуси плит; 5- гвинт; 6- шарніри

### 1.3. Огляд пакувальних матеріалів

#### Переваги пакування в поліетиленову плівку:

- міцність;
- захист від впливу навколишнього середовища;
- зручність при транспортуванні (мінімальна вага і об'єм);

- естетичний вигляд та можливість контролювати якість товару через прозору поверхню.

По багатьом властивостям поліпропілен вигідно відрізняється від інших матеріалів.

#### **Основні переваги поліпропілену:**

- невисока питома вага;
- підвищена міцність;
- твердість;
- високі бар'єрні властивості при впливі кисню, вуглекислого газу, пар води;
- відсутність запаху й смаку;
- висока газонепроникність (здатність утримувати аромат продукту)

Співекстурована біаксально-орієнтовальна поліпропіленова плівка (БОПП) з одним термозварювальним шаром (прозора, біла, жемчужна) - використовується для зварювання. Одним з важливих параметрів є її стійкість до низьких і високих температур.

Діапазон температур без прояву крихкості коливається від  $-50^{\circ}\text{C}$  (можливо зберігання у морозильних камерах) до  $100^{\circ}\text{C}$  (важливо при стерилізації продуктів харчування). Так само поліпропіленова плівка має відмінну еластичність. Її нерідко використовують для упаковки харчових продуктів.

Стрейч плівка - це сучасний пакувальний матеріал високої якості, що володіє здатністю розтягуватися (подовження - до 250%) і повертатися в початковий стан без будь-яких пошкоджень. У порівнянні з іншими плівковими матеріалами стретч (стрейч) плівка має ряд переваг:

- стретч плівка стійка до проколів, що захищає вантаж від ушкоджень, розкрадання і різного роду забруднень;
- широкий діапазон робочих температур;
- висока прозорість стретч плівки дозволяє контролювати якість продукту;

- можливість попереднього розтягування плівки (пре-стрейч), що дозволяє зменшити витрату матеріалу;
- ефект прилипання стретч плівки дозволяє виключити використання додаткових засобів фіксації і робить упаковку герметичній.

Стрейч-плівка товщиною 17 мкм широко застосовується для кріплення звичайних вантажів вручну, без додаткового обладнання. Володіє відносно невисоким рівнем попереднього розтягування (не більше 100%), товщина 15-20 мкм, ширина 450-500мм.

## 2. Конструкція і принцип роботи пакувальної машини

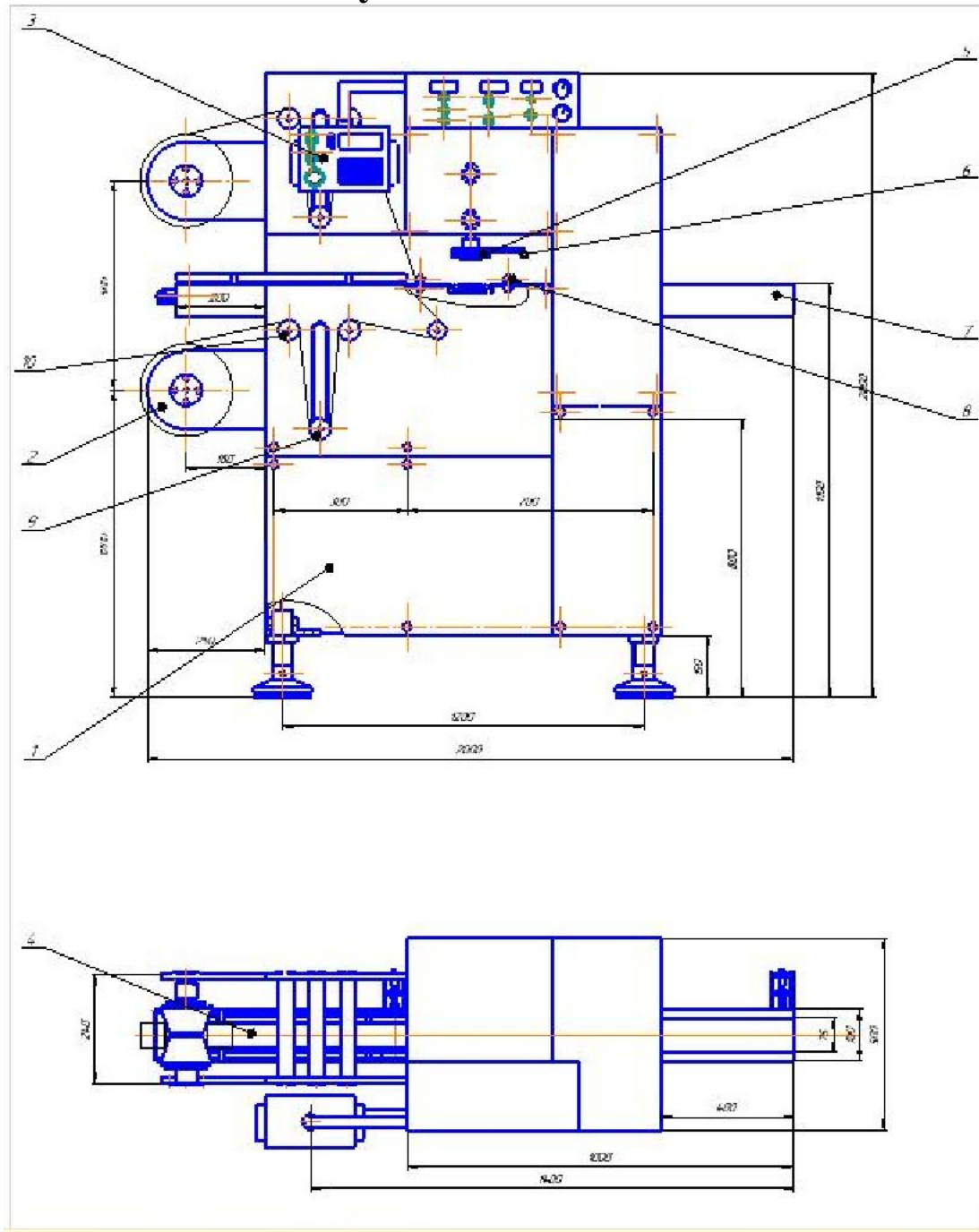


Рис. 2.1. Схема автомату

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Васильківський</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	Розробник документа <b>Швайченко Є</b>	Назва, додаткова назва <b>Конструкція і принцип роботи пакувальної машини</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>U</b>	Аркуш <b>16</b>

Автомат складається:

1. Стрічковий конвеєр;
2. Вузол зварювання;
3. Вузол відрізання;
4. Відвідний конвеєр;
5. Рулонотримачі;
6. Вузол розмотування плівки.

### **Стрічковий конвеєр**

Транспортер складається з литого корпусу, всередині якого монтується стрічка, натяжного пристрою, ведучого і веденого барабанів, направляючих.

### **Механізм зварювання**

Механізм поперечного зварювання складається з двох частин: з нижньої зварювальної плити, та верхньої зварювальної плити.

Нижня зварювальна плита кріпиться до станини і є нерухомою, а верхня до штоку пневмоциліндра, за допомогою якого виконує зворотньо-поступальний рух.

В корпусах зварювальних плит встановлені електронагрівальні елементи, які з'єднані термостійкими проводами через пустотілі вали з колекторами.

Зварювання чотирьох шовного пакету відбувається за рахунок опусканні штоку пневмоциліндра з верхньою зварювальною плитою і притискання її до нижньої зварювальної плити.

### **Механізм відрізання**

Механізм відрізки представляє собою гільйотинний ніж, що має ребристу поверхню для фігурного відрізання одиничних упаковок.

Механізм приводиться в дію за рахунок опускання і піднімання штоку пневмоциліндра, який синхронізований з пневмоциліндром на зварювальному механізмі.

### **Відвідний транспортер**

Відвідний транспортер складається з двох щік, на яких змонтовані натяжний і приводний барабан. Натяг здійснюється болтами. Транспортер кріпиться до плити механізму зварювання і відрізання.

Усі деталі зварювання й відрізання кріпляться на двох плитах, з'єднаних між собою стяжками. Механізм кріпиться до плити станини гайками і болтами. Механізм зварювання й відрізання закривається кожухом.

### **Рулонотримачі**

Рулонотримач із направляючими роликми представляє собою литий корпус, на якому кріпляться рулонотримачі і натяжні ролики. Рулон з плівкою встановлюється і піднімається двома конусами.

Точне встановлення рулону по осі руху продукту здійснюється за рахунок пружини на одному з конусів. Також ця пружина дозволяє здійснювати швидке знімання й одягання рулону.

Натяжний ролик встановлюється в корпусі машини і рухається по направляючій. Якщо збільшується натяг стрічки, то ролик підіймається, у разі зменшення натягу – ролик опускається по направляючій.

Плівку з верхнього і нижнього рулонотримачів протягують між направляючими та натяжним роликми.

### **Механізм розмотування плівки.**

Механізм розмотування плівки являє собою систему рухомих роликів через які проходить плівка. Ці ролики встановлюються після механізму зварювання.

Приводом цього механізму є циліндрична зубчата передача, яка приводиться у дію за допомогою мотор-редуктора. Ця передача має однакові діаметри ведучої і веденої зірочки для того, щоб забезпечити однакову швидкість обертання верхніх та нижніх роликів, які кріпляться на одному валу з зірочками.

### 3. Розрахункова частина

#### Розрахунок продуктивності

а) для пачки розмірами: довжина 50 мм, ширина 50 мм, висота 10мм.

Загальна технічна продуктивність (годинна):

$$Z_{год} = 10000 \text{ шт/год}$$

Секундна продуктивність:

$$Z_c = \frac{Z_{год}}{3600} = \frac{10000}{3600} = 2,78 \text{ шт/с}$$

Час виготовлення однієї упаковки (тривалість кінематичного циклу):

$$T_K = \frac{1}{Z_c} = \frac{1}{2,78} = 0,36 \text{ с}$$

Використовується плівка VIPAN GT 300

Опис:

Двухосноорієнтована прозора поліпропіленова плівка загального призначення з двостороннім термозварювальним шаром.

Товщина 15мкм

Маса 1 м<sup>2</sup> 13,7г

Мінімальна міцність зварного шва 2Н/15мм

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Васильківський</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	Розробник документа <b>Швайченко Є</b>	Назва, додаткова назва <b>Розрахункова частина</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>U</b>	Аркуш <b>20</b>	

## Розрахунок пристрою зварювання

Зварювання поліпропіленової плівки здійснюється методом термодотного зварювання за температури  $t = 160^\circ\text{C}$ .

Нагрівання здійснюється за допомогою електронагрівальних елементів, які з'єднані термостійкими проводами через пустотілі вали з колекторами. Напруга на колектори передається через щіткотримачі і щітки,  $U = 380\text{ В}$ . Нагрівальний елемент являє собою навитий ніхромовий дріт, довжину і діаметр якого ми маємо визначити.

Вихідні дані:

- ширина шва  $b = 10\text{ мм}$ .
- довжина шва зварювання  $l = 160\text{ мм}$ .
- товщина плівки  $\delta = 0.015\text{ мм}$ .
- щільність плівки  $\rho = 1.37\text{ г/см}^3$

Знаходимо розрахункову температуру нагрівача:

$$T_p = T_d \cdot k_M \cdot k_C = 200 \cdot 0.8 \cdot 1 = 160^\circ\text{C}.$$

де  $T_d = 200^\circ\text{C}$  – дійсна температура нагрівача;

$k_M, k_C$  – коефіцієнти монтажу та середовища (для дротової спіралі в нерухомому повітрі  $k_M = 0.8, k_C = 1$ ).

Розраховуємо силу струму нагрівача за формулою:

$$I_H = \frac{P_\phi}{U_\phi \cdot N_C} = \frac{760}{380 \cdot 4} = 0,5\text{ А}$$

де  $P_\phi = 760\text{ Вт}$  – фазова потужність;

$U_\phi = 380\text{ В}$  – фазова напруга мережі;

$N = 4$  – число паралельних нагрівачів на одну фазу.

У відповідності з  $T_p$  та  $I_H$  за таблицею знаходимо площу перерізу і діаметр ніхромового дроту для нагрівача:

$$d = 0.5\text{ мм}, \sigma_A = 0.195\text{ мм}.$$

Необхідну довжину дроту знаходимо за виразом:

$$l = \sqrt[3]{\frac{R \cdot U_{\Phi}^2}{4 \cdot \pi \cdot \rho_T \cdot \Phi_{\text{Агр}}^2}} = \sqrt[3]{\frac{760 \cdot 380^2}{4 \cdot 3.14 \cdot 1.1 \cdot 16^2}} = 2.64 \text{ м} = 2640 \text{ мм},$$

де  $\rho_T = 1.1$  – питомий електричний опір дроту при дійсній температурі, Ом·м. приймаємо  $l = 2340$  мм.

Діаметр дротової спіралі вибираємо з умов механічної міцності.

$$d_{\text{СП}} = 10 \cdot d = 10 \cdot 0.5 = 5 \text{ мм}$$

Крок спіралі:

$$l_{\text{КР}} = 3d = 3 \cdot 0.5 = 1.5 \text{ мм}$$

Довжина спіралі:

$$l_c = n_{\text{BC}} \cdot l_{\text{КР}},$$

де  $n_{\text{BC}}$  - число витків спіралі:

$$n_{\text{BC}} = \frac{l}{\sqrt{(\pi \cdot d_{\text{cn}})^2 + l_{\text{КР}}^2}} = \frac{2340}{\sqrt{(\pi \cdot 5)^2 + 1.5^2}} = 148.6$$

$$l_c = n_{\text{BC}} \cdot l_{\text{КР}} = 148.6 \cdot 1.5 = 223 \text{ мм}.$$

У відповідності з номінальною потужністю та розгорнутою довжиною по табличним даним вибираємо активну поверхню нагрівача і визначаємо питомий поверхневий тепловий потік на зовнішній поверхні нагрівача;

$$\Phi_A = \frac{P}{A_a} = \frac{760}{1600} = 0.475 \text{ Вт/мм}^2$$

де  $A_a = 1600 \text{ мм}^2$  – площа активної поверхні нагрівача.

Попередньо розраховуємо діаметр нагрівачаючого опору:

$$d \geq 0.356 \cdot \sqrt[3]{\frac{P^2}{U_{\Phi}^2 \cdot \Phi_{\text{Доп}}}} = 0.356 \cdot \sqrt[3]{\frac{760^2}{380^2 \cdot 2.2}} = 0.435 \text{ мм}.$$

де  $\Phi_{\text{Доп}} = 2.2$  - допустимий питомий тепловий потік на поверхні дроту.

Приймаємо, в залежності від робочого середовища та характеру нагріву,  $d = 0.45$  мм.

Номинальний опір спіралі при робочій температурі;

$$R_H = \frac{U_{\Phi}^2}{P} = \frac{380^2}{760} = 190 \text{ Ом}$$

Номинальний опір спіралі при температурі 433 К:

$$R_{433} = 0.95 \cdot R_H = 0.95 \cdot 190 = 180.5 \text{ Ом}$$

Опір спіралі для намотки:

$$R = k_{обс} \cdot R_{473} = 1.18 \cdot 180.5 = 213 \text{ Ом},$$

де  $k_{обс} = 1.18$  - коефіцієнт, який враховує опір дроту в результаті опресовки методом обсадки.

Активна довжина нагрівачої проволочки:

$$l_{ан} = \frac{R}{R_1} = \frac{213}{6.54} = 32.6 \text{ мм},$$

де  $R_1 = 6.54 \text{ мм}$  – електричний опір 1 метра дроту (з табл.).

Дійсний питомий тепловий потік на поверхні нагрівачої дроту:

$$\Phi_{Anp} = \frac{P}{A_1 \cdot l_{ан}} = \frac{760}{12.2 \cdot 3260} = 0.0191 \text{ Вт/см}^3$$

де  $A_1 = 12.2$  - поверхня 1 м нагрівачої дроту.

Активне число витків спіралі:

$$n_{AB} = \frac{l_{ан} \cdot 10^3}{l_B} = \frac{3260}{10.45} = 312,$$

де  $l_B = 10.45$  - довжина витка спіралі.

Загальне число витків спіралі з урахуванням необхідності навивки на кінці контактних стержнів з розрахунку 1 виток на один кінець стержня:

$$n_{заг} = n_{AB} + 20 = 312 + 20 = 332$$

Крок спіралі до обсадки:

$$l_{KP} = \frac{l_{ад}}{n_{AB}} = \frac{250}{312} = 0.8 \text{ мм},$$

де  $l_{ад} = 250 \text{ мм}$  – активна довжина нагрівача.

Загальна довжина спіралі:

$$L_C = n_{заг} \cdot l_B = 33 \cdot 10.45 = 345 \text{ мм.}$$

### Розрахунок стрічкового конвеєра

Маса одного виробу  $m_g = 10 \text{ г}$

Штучна продуктивність  $Z = 10000 \text{ шт/год.}$

Масова продуктивність:  $Q_p = Z \cdot m_B \cdot g = 10000 \cdot 0.01 \cdot 9.81 = 981 \text{ Н/год.}$

#### Визначення погонних навантажень

а) від вантажу:

$$q_B = \frac{G_B}{a} = \frac{0.5}{0.05} = 10 \text{ (Н/м)}$$

де  $a$  - відстань між виробами.

б) від стрічки:

Ширина стрічки конвеєра:

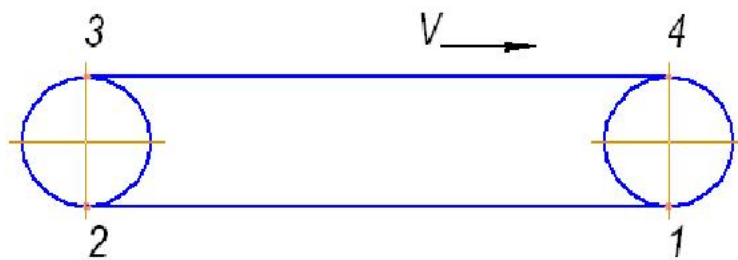
$$B = 75 \text{ мм}$$

Вибираємо стрічку 1М6 ПВХ, з межею міцності  $P=6000 \text{ Н/м}$  і приймаємо попередню кількість прокладок  $i=1$ , з товщиною  $\delta_1 = 1.8 \text{ мм}$ .

Тоді лінійне навантаження від стрічки

$$q_C = 11 \cdot B \cdot (\delta \cdot i) = 11 \cdot 0.075 \cdot (1.8 \cdot 1) = 1.485 \text{ Н/м}$$

#### Тяговий розрахунок



Приймаємо  $S_{\min} = S_1 = S_{зб}$ .

Натяг в точці 2:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + q_C \cdot L = S_1 + 1.485 \cdot 0.5 = S_{зб} + 0.7425 \text{ Н}$$

Натяг в точці 3

$$S_3 = S_2 \cdot \lambda_{бар} = (S_1 + 0,7425) \cdot 1,07 = 1,05S_1 + 0,794475 \text{ Н}$$

$\lambda_{бар}$  - коефіцієнт опору переміщення стрічки при огинанні барабану;  $\lambda_{бар} = 1,05$ .

Натяг в точці 4

$$S_4 = S_{нб} = S_3 + (q_B + q_C)L = 1,07S_1 + 0,794475 + (10 + 1,485) \cdot 0,5 = 1,07S_1 + 6,536975 \text{ Н}$$

Беремо однобарабанный привод з чавунним барабаном і кутом  $\alpha = 3,14$  рад обхвату барабана стрічкою; для сухого середовища:  $\mu = 0,3$ ;  $e = 2,56$ .

$$S_{нб} = e^{\mu\alpha} \cdot S_{зб} = 1,37 \cdot S_{зб};$$

$$1,37S_1 = 1,07S_1 + 6,536975$$

$$S_1 = 21,79 \text{ Н.}$$

Тоді:  $S_2 = S_1 + 0,7425 = 21,79 + 0,7425 = 22,5324 \text{ Н}$ ;

$$S_3 = 24,11 \text{ Н};$$

$$S_4 = 29,85 \text{ Н};$$

Визначаємо колове та тягове зусилля:

Колове зусилля:

$$W_t = S_{нб} - S_{зб} = 29,85 + 21,79 = 8,06 \text{ Н}$$

Тягове зусилля:

$$W_t = S_{нб} - S_{зб} + \kappa(S_{нб} + S_{зб}) = 29,85 - 21,79 + 0,04(29,85 + 21,79) = 10,1256 \text{ Н}$$

Діаметр приводного барабану:

Приймаємо згідно ГОСТ 10624-63  $D = 50 \text{ мм}$ .

Розрахункова потужність на валу електродвигуна

$$N = \frac{K_3 \cdot W_t \cdot v}{(1020 \cdot \eta_{заг})} = \frac{1,2 \cdot 10,1256 \cdot 1,39}{1020 \cdot 0,94} = 13,26 \cdot 10^{-4} \text{ кВт};$$

За каталогом вибираємо мотор-редуктор IG-12GM  $M_{кр} = 780 \text{ Нм}$   $N = 3 \text{ кВт}$

Швидкість приводного барабану:

$$n_{б} = \frac{60v}{\pi D} = \frac{60 \cdot 1,39}{3,14 \cdot 0,05} = 53,1 \text{ об/хв.}$$

**Розрахунок протягу вального пристрою.**

**Розрахунок зусилля розмотування рулону**

Для опису процесу розмотування скористаємося основним рівнянням статички, яке визначає рівновагу тіла з нерухомою віссю обертання:

$$M_{\Gamma} = (I_p + I_B) \varepsilon - Fr;$$

де  $M_{\Gamma}$  – гальмівний момент барабана з плівкою;

$I_p$  – момент інерції рулону з плівкою;

$I_B$  – момент інерції вала рулонотримача;

$r$  – радіус рулону плівки.

Момент інерції рулону з плівкою:

$$I_p = 0,5 m_p r_p^2$$

Момент інерції вала рулонотримача:

$$I_B = 0,5 m_B r_B^2$$

Кутове пришвидшення рулону може бути обумовлене зміною його радіусу протягом розмотування, а також швидкості потоку плівки:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\pi} + \varepsilon_{v_{\pi}}$$

де  $\varepsilon_{\pi}$ ,  $\varepsilon_{v_{\pi}}$  – кутове прискорення рулону, викликане зміною радіуса рулону та швидкості потоку.

Кутове прискорення рулону викликане не зміною радіуса рулону можна визначити за формулою:

$$\varepsilon_{\pi} = \frac{\delta d_p^2}{2 \pi r_p^3}$$

Де  $\delta$  – товщина плівки.

Кутове пришвидшення рулону викликане зміною швидкості потоку:

$$\varepsilon_{v_{\pi}} = \frac{d_p \Pi}{r d_p^2}$$

Гальмівний момент рулону визначаємо із співвідношення:

$$M_{\Gamma} = 0,5 \Gamma_1 d_{11};$$

де  $F_t$  – сила тертя:  $F_t = fN$ ;

де  $f$  – коефіцієнт тертя,  $f=0,03$ ;

$N$  – реакції в опорах підшипників.

При рівномірному розподілі тиску по довжині рулону:

$$N = (m_{\kappa} + m_{\rho})g;$$

Розраховуємо орієнтовану масу вала:

$$m_{\kappa} = \rho V;$$

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) \\ = \pi \cdot 0,05^2 \cdot 0,005 + \frac{1}{3} (0,05^2 + 0,05 \cdot 0,0325 + 0,0325^2) \\ = 3,103 \cdot 10^{-4};$$

$$m_{\kappa} = 7850 \cdot 2 \cdot 3,103 \cdot 10^{-4} = 9,72 \text{ кг};$$

Розраховуємо масу рулону з плівкою:

$$m_{\rho} = \rho B_1 \left( \frac{\pi B^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right); \quad B_1 - \text{ширина рулону}$$

$$m_{\rho} = 950 \cdot 0,05 \left( \frac{3,14 \cdot 0,18^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} \right) = 0,97 \text{ кг};$$

Тоді реакція в опорах підшипниках:

$$N = (m_{\kappa} + m_{\rho})g = (9,72 + 0,97) \cdot 9,81 = 104,87 \text{ Н};$$

Сила тертя:

$$F_{\tau} = fN = 0,3 \cdot 104,87 = 31,46 \text{ Н};$$

Гальмівний момент рулону:

$$M_{\tau} = 0,5 F_{\tau} d_{\text{ш}}; \quad d_{\text{ш}} = 0,08$$

$$M_{\tau} = 0,5 \cdot 31,46 \cdot 0,08 = 1,26 \text{ Нм}$$

Розрахуємо швидкість розмотування рулону. При заданій продуктивності 10000 упаковок за цілбує та при довжині розгортки упаковки 50 мм довжина плівки на хвилину:

$$L = N l_0 k_2;$$

Де  $k_2$  – коефіцієнт запасу

$$L = 10000 \cdot 0,05 \cdot 1,05 = 525 \text{ м};$$

Отже швидкість розмотування повинна становити 525 м/год., або 8,75 м/хв.

З попередньо отриманих виразів записуємо рівняння для визначення натягу плівки:

$$F = \frac{M}{r} + \frac{0.5(m_p r_p^2 + m_b r_b^2) \frac{\delta v_r^2}{2\pi r^3}}{r};$$

Враховуючи мінімальний радіус рулону 0,064 м, отримаємо:

$$F = \frac{1,26}{0,04} + \frac{0.5 \cdot (0.97 \cdot 0,09^2 + 9.72 \cdot 0,04^2) \cdot \frac{0,015 \cdot 8.75^2}{2\pi \cdot 0,04^3}}{0,04} = 812 \text{ Н};$$

Оскільки максимальний натяг буде при мініальному радіусі рулону, то за умови  $F=812 \text{ Н}$

### Розрахунок часу на розмотування рулону

Розміри розгортки – 154x80мм; зовнішній діаметр рулону –  $D=300\text{мм}$ ; внутрішній діаметр втулки рулону – 40мм; ширина рулону –  $B=800\text{мм}$ ; продуктивність – 30 упак./хв..

Знайдемо масу рулону:

$$m_p = \rho l \left( \frac{\pi d_1^2}{4} + \frac{\pi d_2^2}{4} \right);$$

$$m_p = 950 \cdot 0,05 \left( \frac{3,14 \cdot 0,18^2}{4} + \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} \right) = 0,97 \text{ кг};$$

Знаходимо довжину плівки в рулоні:

$$L = \frac{m_p}{m_1 \cdot B};$$

$$L = \frac{0,97}{0,0137 \cdot 0,05} = 1416 \text{ м};$$

Знайдемо товщину плівки:

$$\delta = 0,015 \text{ мм};$$

Знайдемо час, за який рулон витрачається:

$$T = \frac{L_p}{\theta \cdot \alpha_1};$$

де  $\alpha_1$  – довжина розгортки з припуском 5 мм.

Тоді:

$$T = \frac{1416}{10000 \cdot 0,05} = 2,832 \text{ год}$$

Отже, рулон треба буде замінювати на новий через кожні 2.832 год.

## Розрахунок переміщення (протягування) рулонних матеріалів

Диференціальне рівняння руху в даному механізмі має вигляд:

$$m\ddot{x} = F_p - F_w + F$$

де  $m$  – маса рухомої частини полотна плівки;

$x$  – координата переміщення полотна по вісі  $ox$ ;

$\dot{x}$  – швидкість;

$\ddot{x}$  – прискорення;

$F_p$  – величина рушійної сили, яка приводить до руху полотна;

$F_w$  – опір переміщення плівки на опорних роликах механізму;

$F$  – сила натягу плівки в точці набігання.

$$F_p = F_{тр} = Nf = 2qlbf;$$

$$F_p = 2 \cdot 9,81 \cdot 0,1545 \cdot 0,05 \cdot 0,03 = 4,55 \cdot 10^{-3} \text{ Н};$$

$N$  – сумарна нормальна сила тиску валиків на полотно плівки;

$f$  – коефіцієнт тертя кочення між полотном плівки і поверхнею валика;

$q$  – питомий тиск механізму на полотно;

$l$  – довжина контактної лінії валиків;

$b$  – ширина робочої поверхні валиків.

$$F_w = Nw = 2qlb \frac{\mu d_{ц} + 2k}{D_n};$$

$$F_w = 2 \cdot 9,81 \cdot 0,1545 \cdot 0,05 \cdot \frac{0,16 \cdot 0,024 + 2 \cdot 0,03}{0,03} = 0,32 \text{ Н};$$

$w$  – сумарний коефіцієнт опору переміщення плівки по опорних роликах;

$\mu=0,16$  – коефіцієнт обертання роликів у цапфах;

$d_{ц}$  – діаметр цапфи роликів;

$k$  – коефіцієнт тертя кочення полімерної плівки по роликах.

Із диференціального рівняння знайдемо рівняння руху:

$$m\ddot{x} - 2qlbf - 2qlb \frac{\mu d_u + 2k}{D_p} + F;$$

$$m\ddot{x} = 2qlb \left( f - \frac{\mu d_u + 2k}{D_p} \right) + F;$$

Якщо відомий закон руху плівки, то можна встановити умову виконання такого закону вказаним фрикційним механізмом.

$$x = x(t);$$

$$F_{\tau} = -F + m\ddot{x} + F_w;$$

Для забезпечення необхідного закону руху сили тертя повинні бути не меншими необхідної рушійної сили:

$$F_{\tau} \geq F_w;$$

Враховуючи останній вираз диференційного рівняння необхідний коефіцієнт тертя (зчеплення) приводного валика з поверхнею полотна плівки визначається:

$$f = \frac{m\ddot{x} - F}{2qlb} + \frac{\mu d_u + 2k}{D_p};$$

Для визначення кінематичних і динамічних параметрів процесу розгону полотна плівки вирішимо диференційне рівняння (5), при :

$$\ddot{x} = \frac{d\dot{x}}{dt};$$

$$0 \leq t \leq \tau_{pi}; \quad 0 \leq \dot{x} \leq V_{max}; \quad 0 \leq x \leq l_{pi}$$

$$m \frac{d\dot{x}}{dt} - 2qlb \left( f - \frac{\mu d_u + 2k}{D_p} \right) + F;$$

$$d\dot{x} = \frac{2qlb \left( f - \frac{\mu d_u + 2k}{D_p} \right) + F}{m} dt;$$

$$\int d\dot{x} = \frac{2qlb \left( f - \frac{\mu d_u + 2k}{D_p} \right) + F}{m} \int dt + C_1;$$

$$\dot{x} = \frac{2qlb \left( f - \frac{\mu d_u + 2k}{D_p} \right) + F}{m} t + C_1;$$

Враховуючи початкові умови:  $f=0$ ;  $\dot{x}=0 \rightarrow C_1=0$ , – тоді швидкість визначається:

$$\dot{x} = \frac{2qlb \left( f - \frac{\mu d_u + 2k}{D_p} \right) + F}{m} t;$$

Підставивши кінематичну умову  $\dot{x} = V_{\max}$ ;  $t = t_p$  можна визначити мінімальний час розгону полотна плівки до максимальної швидкості плівки.

$$t_p = \frac{mV_{\max}}{2qlb \left( f - \frac{\mu d_u + 2k}{D_p} \right) + F};$$

$$t_p = \frac{0,01 \cdot 0,154}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,1545 \cdot 0,05 \cdot \left( 0,03 - \frac{0,16 \cdot 0,024 + 2 \cdot 0,02}{0,03} \right) + 812} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с};$$

## 4. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини

### Загальні положення

Надійна і довговічна робота машини забезпечується тільки за умови суворого дотримання правил експлуатації, своєчасного, якісного і повного проведення технічного обслуговування і ремонтно-профілактичних робіт, передбачених посібником з експлуатації.

До робіт по монтажу, наладці, експлуатації й обслуговуванню машини допускаються особи, що вивчили машину і пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Для забезпечення більш якісної підготовки машини до роботи рекомендується проводити пуско-наладні роботи наладчиками організації-виготовлювача. При підготовці пуско-налагоджувальних робіт сторонніми організаціями виготовлювач відповідальність за якість наладки не несе і роботу машини не гарантує.

Для виклику наладчиків необхідно замовнику укласти з виготовлювачем договір на виробництво пуско-налагоджувальних робіт.

До моменту прибуття наладчиків машина повинна бути повністю змонтована відповідно до вимог з експлуатації і підключена до всіх джерел постачання.

Запчастини, що поставляються з машиною, призначені для забезпечення пуско-налагоджувальних робіт до експлуатації машини протягом гарантійного терміну. Забезпечення запчастинами для середніх і капітальних ремонтів здійснюється по фондах, що виділяється у встановленому порядку.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Васильківський</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	Розробник документа <b>Швайченко Є</b>	Назва, додаткова назва <b>Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>У</b>	Аркуш <b>32</b>

## Розміщення і монтаж машини

Через не дуже значну власну вагу машина встановлюється на підлогу без фундаментних болтів.

Місце монтажу повинно відповідати санітарно-технічним вимогам. При підготовці площадки для установки машини необхідно передбачити ухили для стоку води в каналізаційну систему. Покриття підлоги повинно забезпечувати гарний змив бруду і сміття.

Для нормального обслуговування передбачити вільний простір навколо машини.

Висота помешкання повинна забезпечувати установку підйомно-транспортуючого устаткування для демонтажних робіт при ремонті машини.

До місця монтажу машина транспортується в упакованому виді, автотранспортом або іншими транспортними засобами, що забезпечують цілісність упаковки.

У безпосередній близькості від місця установки машини ящик розпакувати, перевірити вміст ящиків по товаросупроводжувальних документах. Основу ящика варто лишати під машиною, поки машина не буде доставлена до місця монтажу.

Строповку машини без упаковки робити тільки відповідно до схеми строповки.

Встановити машину в проектне положення на підготовлене місце.

Підняти машину піднімальним механізмом на висоту біля 150мм. Зібрати опорні стінки, установити під ними опори й опустити на них машину. Зазор між підлогою і нижньою поверхнею рами повинен бути біля 150мм.

Розконсервувати машину, від'єднати складні вузли і деталі. Поверхні, що мають консерваційне мастило, промити бензином Б70 ДСТУ 1012-72 або уайт-спиртом ДСТУ 3134-78, насухо протерти.

Після регулювання положення машини приступити до монтажу від'єднаних на час транспортування складальних одиниць і деталей.

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

Підключення всіх трубопроводів повинно бути виконане з дотриманням герметичності. При цьому заниження умовного проходу трубопроводів не припускається.

Встановити шафу устаткування. Шафа електроустаткування підвішується на раму. Електропроводку від шафи до розподільної коробки машини проводити в трубі. Підключення провести відповідно електричної схеми. Машину і шафу електроустаткування заземлити

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

Переконавшись у цілісності машини і легкості обертання, включити її в налагоджувальному режимі. Машина повинна працювати плавно без ривків і заїдань.

Прокрутити машину в робочому режимі.

Зробити відповідне пофарбування трубопроводів і нанести умовний знак на шафу електроапаратури по ДСТУ 14202-69, ДСТУ 12.4.026-76.

Перевірити й оформити відповідним документом перевірку захисного заземлення.

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

## Налагодження машини і підготовка її до роботи.

Приймаючи машину в наладку, наладчик зобов'язаний зовнішнім оглядом визначити комплектність і стан машини, правильність складання вузлів і монтажу трубопроводів. Включити машину і прокрутити в налагодочному режимі, перевірити правильність роботи вузлів. Після усунення виявлених зауважень приступити до проведення пуско-налагодочних робіт.

Перевірити затягування всіх кріплень.

Продути трубопроводи підведення і фільтри-вологовідділювачі, перевірити їх герметичність і, при необхідності, усунути витік.

Провести змащення машини відповідно до схеми змащення.

Перевірити плавність ходу транспортера.

Перевірити і, при необхідності, відрегулювати повільність ходу пневмоциліндру.

Перевірити працездатність механізму переорієнтації.

Виставити напрямні рукавоутворювача, витримавши розмір.

Виставити механізм поздовжнього зварювання по висоті.

Зробити мийку і дезинфекцію машини.

Після дезинфекції машину протерти ганчіркою.

Встановити рулони і заправити плівку. При заправленні плівки слідкувати за тим, щоб зварювальні пластини були повністю розведені.

Випробувати машину під навантаженням.

Переконавшись у правильності наладки, зробити обкатування машини на холостому ході протягом 4-х годин. Машина повинна працювати плавно, без ривків і заїдань. При вмиканні машини розгін повинен ні вбуватися плавно, без ривків і заїдань. Не допускається деренчання, наростаючий стукіт, нагрів підшипників вище 70<sup>0</sup>, підтікання мастила з редуктора і масляних ванн.

При задовільній роботі машини переходити до роботи.

## Діагностика відмов роботи обладнання

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

Всі несправності поділяються на дві групи:

1. Зовнішні – ті, що можна побачити візуально або почути (порушення зв'язку між елементами або вихід з ладу елементів системи) ;
2. Внутрішні – ті, що проявляються в системі керування в процесі роботи.

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

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

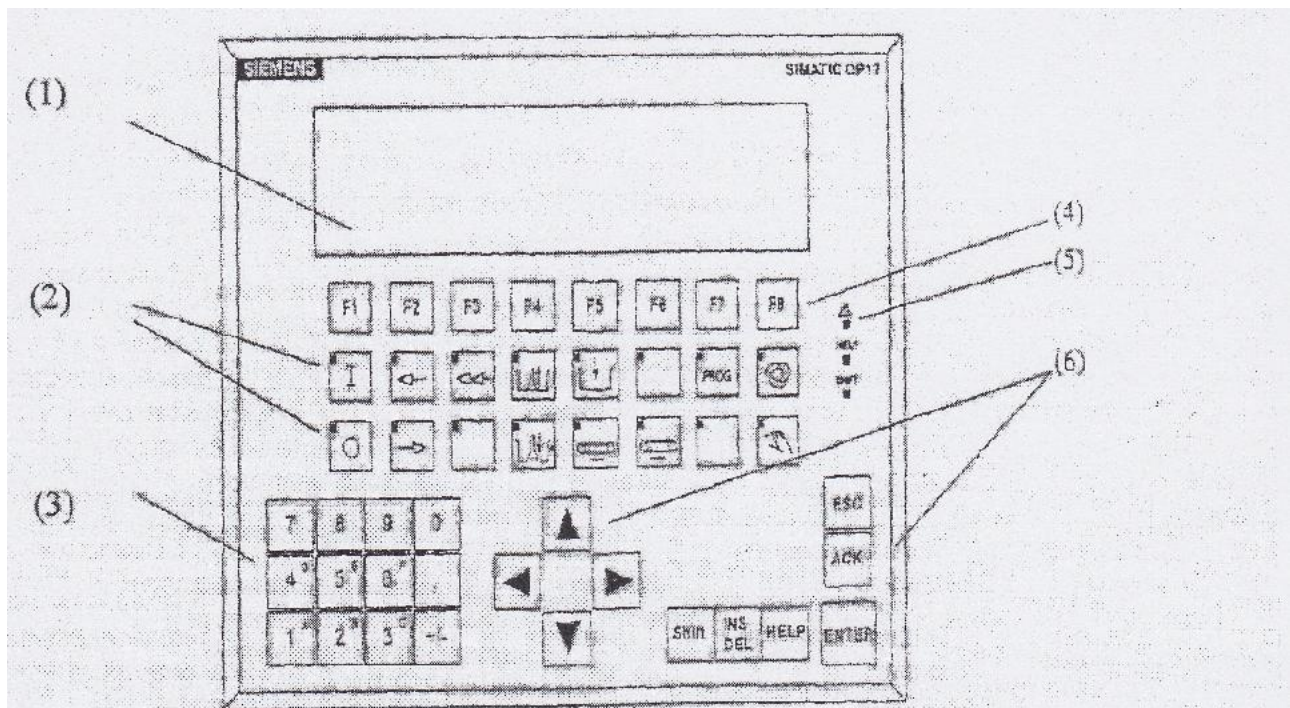
Биття зубчастих вінців вимірюють після установки колеса на зубчастому валу чи контрольному валу.

## 5. Система управління машини

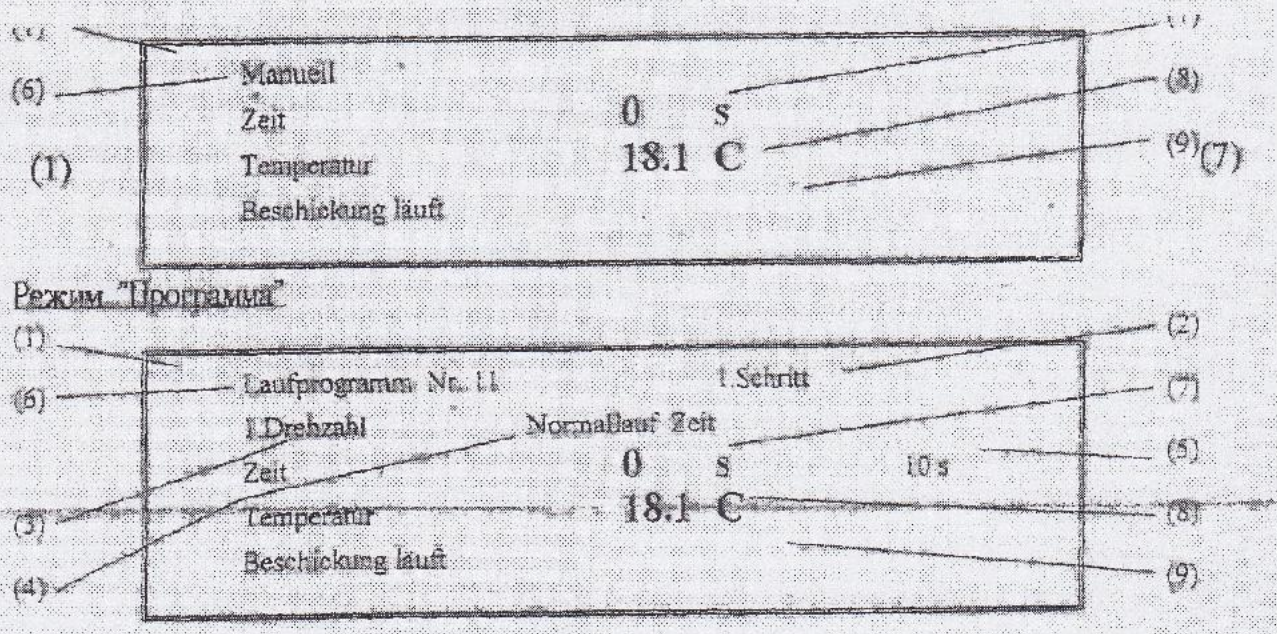
Доцільність автоматизації виробничого процесу важко переоцінити. В сучасних умовах процес виробництва стає дедалі більш складним, з кожним днем пред'являє все більше вимог до техніки, її наявності на підприємствах та до інших моментів, що суттєво прискорюють виробничу діяльність. Недостатні можливості людських ресурсів, їх низька швидкість роботи змушують шукати більш якісні способи підвищення ефективності діяльності підприємств самих різноманітних галузей.

На допомогу людині прийшла автоматизація виробництва. Це процес, при якому функції управління та контролю за роботою на підприємствах були передані в руки автоматичним пристроям та приладам. Завдяки цьому підвищилась не лише ефективність праці, але й суттєво підвищилась якість продукції та створились оптимальні умови для всіх ресурсів виробництва.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Василькієвський</b> --	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Швайченко Є</b>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Система управління машини</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>У</b>	<i>Аркуш</i> <b>37</b>



- (1) LCD дисплей  
 (2) 16 функціональні клавіші з світлодіодами (СД)  
 (3) Числова клавіатура  
 (4) 8 клавіші меню  
 (5) Аск-світлодіод (сигналізація помилок)  
 (6) Додаткові клавіші





Функція клавіші:

F1...F8-клавіші: підтвердження вибору певної підпрограми

Пуск роботи із програми

"

стоп" ручної роботи або роботи за програмою

1-а швидкість - нормальний напрямок руху

2-а швидкість - нормальний напрямок руху

Закрити вивантажувальний отвір

Автоматична подача в програмуванні

Випуск тесту вліво

Випуск тесту вправо

Вільне місце (для спеціальні функції)

Уведення програм

Робота із програми (автоматична робота)

Ручний режим

0...9 клавіша: Уведення значень, прямий вибір програм

ESC - клавіша: вихід з будь-якої підпрограми (крім рівня програмування)

клавіша квітірування QUIT: сигналізація помилок - якщо горить СД, скидання сигналізації

ENTER- клавіша: підтвердження після уведення значень 1 сек. тримати, щоб покинути рівень „введення програм”

Help – клавіша: показує допоміжний текст (якщо існує)

Клавіші з особливої функції для програмування:



## 7. Технологія виготовлення деталі

### Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів

На основі аналізу функціонального призначення та умов експлуатації машини горизонтального типу для пакування льодяників у полімерну плівку для розробки технологічного процесу виготовлення була вибрана деталь типу «вісь». Дана деталь служить для утримання та фіксації рулону полімерної плівки.

Для виготовлення деталі призначаємо матеріал Сталь 45 ДСТУ 7809-2015. Дана сталь призначена для виготовлення деталей, що працюють на зношування в мало агресивних окислювальних середовищах.

Заготовки із сталі 45 отримуємо відрізанням від стандартного прокату круглого перерізу 0125мм ДСТУ 4738-2007.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Васильківський</b>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Швайченко Є</b>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Технологія виготовлення деталі</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>U</b>	<i>Аркуш</i> <b>40</b>

### Технологічний маршрут оброблення деталі типу «вісь»

Номер операції переходу	Назва операції переходу	Технологічне обладнання, оснащення, різальний і вимірювальний інструмент
10	Заготівельна УЗЗ	Прокат О60 сталь45 відрізний верстат
10.1	Відрізати заготовку L=75мм	Дискова відрізна фреза О200, Р6М5, ШЦ-1
20	Токарна УЗЗ	Токарногвинто-різальний верстат 16К20, трикулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.1 Z=2,5мм	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, $\varphi=45$ , $\gamma=10$ , $\alpha=8$ , В×Н×L=16×25×140 ШЦ-1
20.2	Точити пов.2 L=45мм начорно О56	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, $\varphi=4$ , $\gamma=10$ , $\alpha=8$ , В×Н×L=16×25×140 ШЦ-1
20.3	Точити пов.2 L=45мм начисто О56	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, $\varphi=45$ , $\gamma=10$ , $\alpha=8$ , В×Н×L=16×25×140 ШЦ-1
30	Токарна УЗЗ	Токарногвинто-різальний верстат 16К20, трикулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.1 Z=2,5мм витримавши L=70мм	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, $\varphi=45$ , $\gamma=10$ , $\alpha=8$ , В×Н×L=16×25×140 ШЦ-1
30.2	Точити пов.2 L=30мм начорно О30к6	Різець прохідний, упорний, правий, Т15К6, $\varphi=90$ , $\gamma=120$ , $\alpha=8$ , В×Н×L=16×24×140 ШЦ-1
30.3	Точити пов.2 L=30мм начисто О30,3 з припуском під шліфування	Різець прохідний, упорний, правий, Т15К6, $\varphi=90$ , $\gamma=120$ , $\alpha=8$ , В×Н×L=16×24×140 ШЦ-1
30.4	Зняти фаску 1,6×45 пов.3	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, $\varphi=30$ , $\gamma=10$ , $\alpha=8$ , В×Н×L=16×25×140 ШЦ-1

30.5	Точити канавку на O28 b=2мм пов.4	Різець канавочний T15K6, b=2мм, φ=95 , φ <sub>1</sub> =95
40	Свердлильна УЗЗ	Свердлильний верстат 2A125, кондуктор, лещата, упор
40.1	Свердлити отвір під O5 пов.1	Свердло O5, P6M5
40.2	Нарізати різьбу M6	Метчик 2612-1153, P6M5
50	Фрезерна УЗЗ	Вертикально фрезерний верстат, ділильна головка
50.1	Фрезерувати квадрат пов.1 v=40мм начорно	Набір з двох фрез, дискових, P6M5, кількість зубів 20, діаметр фрези 100мм
50.2	Фрезерувати квадрат пов.2 v=40мм начисто	Набір з двох фрез, дискових, P6M5, кількість зубів 20, діаметр фрези 100мм
60	Термічна УЗЗ	Установка термопіч
60.1	Гартувати HRC 44...48	
70	Шліфувальна УЗЗ	Круглошліфувальний верстат 3A110B центри, поводок
70.1	Шліфувати начорно O30k6 пов.1	Круг 1 250×25×32 14A F40-50 C2 6 K 35 A 2 2424-83, скоба 30k6
70.2	Шліфувати начисто O30k6 пов.1	Круг 1 250×25×32 F40-50 C2 6 K 35 A 2 2424- 83, скоба 30k6

## Розрахунок операцій

### 20 ТОКАРНА

**Перехід 20.1.** На токарно-гвинторізальному верстаті 16К20 підрізаємо торець заготовки  $\varnothing 60$ . Припуск на обробку (на сторону)  $z=2,5$ мм. Матеріал заготовки сталь Сталь45.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6 ; матеріал державки – сталь 45; переріз державки  $16 \times 25$ мм; довжина різця 140мм; радіус при вершині різця  $r=0,8$ мм.

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід . Глибина різання  $t = z = 2,5$ мм.

3. За нормативними таблицями призначаємо подачу в залежності від діаметра заготовки, прийнятої глибини різання, розмірів тіла різця, характеристик оброблюваного матеріалу.

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 60мм з глибиною різання до 3мм та перетином тіла різця  $16 \times 25$ мм подача повинна бути в інтервалі  $S=0,5 \dots 0,9$  мм/об . Корегуючи за паспортними даними токарно-гвинторізального верстата, приймаємо подачу  $S_{\phi}=0,5$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_g^y};$$

де  $T = 120$ хв– середнє значення періоду стійкості різця;

$C_v$  – постійний коефіцієнт швидкості різання для зовнішнього торцевого точіння сталі 45 при  $S=0,5 \dots 0,9$ мм/об різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6 .

$$V = \frac{175}{120^{0,2} 2,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 74,6 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 74,6}{\pi 60} = 396 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

6. Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата та вибираємо ближче менше значення  $n_6=315$  об/хв

7. За прийнятим значенням  $n_6$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{\pi 60 \cdot 315}{1000} = 59,4 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_\delta = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{60}{2} = 30 \text{ мм} \text{ – довжина оброблюваної поверхні заготовки;}$$

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 2,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 2,5$  мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2$ мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 30 + 2 + 2,5 + 2 = 36,5 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу  $t_{01} = \frac{L_p}{n_6 S_g} = \frac{36,5}{315 \cdot 0,5} = 0,23$ хв.

Допоміжний час на виконання переходу

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

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

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.  $t_3 = 0$  хв – заміна різця.

## Перехід 20.2. Точити пов.2 $\varnothing 56$ L=45 начорно

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6 ; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16×25мм; довжина різця 140мм; радіус при вершині різця  $r=0,8$ мм.

2. Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні  $t = \frac{60-56}{2} = 2$ . Для

чорнового оброблення поверхні глибину різання беремо  $t=1,75$ . На чистове оброблення залишається  $t=0,25$  з умови що 10-й квалітет точності відповідає шорсткості  $Ra2,5$  оскільки рекомендована глибина різання на чистове оброблення  $t=0,1 \dots 0,4$ мм

3.Вибираємо подачу  $S_g=0,5$ мм/об.

4.Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_g^y} = \frac{175}{120^{0,2} 1,75^{0,15} 0,5^{0,35}} = 81,9$$

5.Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 81,9}{\pi 56} = 457$$

6.Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_g=400$  об/хв.

7.За прийнятним значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\partial = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 60 \cdot 400}{1000} = 75,4 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_\partial + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_\partial = 45$  мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2$  мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 2,75 \operatorname{ctg} 45^\circ = 2,75$  мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 45 + 2 + 2,75 + 0 = 49,75 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{49,75}{400 \cdot 0,5} = 0,25$  хв

Допоміжний час на виконання переходу

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

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

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.  $T_3 = 0$  хв – заміна різця.

### Перехід 20.3. Точити пов.2 Ø56 L=45 начисто

1.Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6 ; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16×25мм; довжина різця 140мм; радіус при вершині різця  $r=0,8$ мм.

2.Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні  $t=0,25$ .

3.Вибираємо подачу  $S_v=0,2$ мм/об.

4.Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_v^y} = \frac{243}{120^{0,2} 0,25^{0,15} 0,2^{0,35}} = 202$$

5.Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 202}{\pi 57,25} = 1123$$

6.Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_6=1000$  об/хв.

7.За прийнятим значенням  $n_6$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{\pi 57,25 \cdot 1000}{1000} = 180 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_0 = 45$  мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2$  мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25$  мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 45 + 2 + 0,25 + 0 = 47,25 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{47,25}{1000 \cdot 0,2} = 0,24 \text{ хв.}$

Допоміжний час на виконання переходу

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

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

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}$  – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.  $T_3 = 0 \text{ хв}$  – заміна різця.

### 30 ТОКАРНА

**Перехід 30.1.** На токарно-гвинторізальному верстаті 16К20 підрізаємо торець заготовки  $\varnothing 60$ , витримавши  $L=70 \text{ мм}$ . Матеріал заготовки сталь 45.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6 ; матеріал державки – сталь 45; переріз державки  $16 \times 25 \text{ мм}$ ; довжина різця  $140 \text{ мм}$ ; радіус при вершині різця  $r=0,8 \text{ мм}$ .

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід . Глибина різання  $t = z = 2,5 \text{ мм}$ .

3. За нормативними таблицями призначаємо подачу в залежності від діаметра заготовки, прийнятої глибини різання, розмірів тіла різця, характеристик оброблюваного матеріалу.

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до  $60 \text{ мм}$  з глибиною різання до  $3 \text{ мм}$  та перетином тіла різця  $16 \times 25 \text{ мм}$  подача повинна бути в інтервалі  $S=0,5 \dots 0,9 \text{ мм/об}$  . Корегуючи за паспортними даними токарно-гвинторізального верстата, приймаємо подачу  $S_v=0,5 \text{ мм/об}$ .

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_g^y};$$

де  $T = 120 \text{ хв}$  – середнє значення періоду стійкості різця;

$C_v$  – постійний коефіцієнт швидкості різання для зовнішнього торцевого точіння сталі 45 при  $S=0,5\dots0,9$ мм/об різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6 .

$$V = \frac{175}{120^{0,2} 2,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 74,6 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 74,6}{\pi 60} = 396 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

6. Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_6=315$  об/хв

7. За прийнятим значенням  $n_6$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\partial} = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{\pi 60 \cdot 315}{1000} = 59,4 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\partial} + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_{\partial} = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{60}{2} = 30 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні заготовки};$$

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 2,5 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 2,5$  мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2$ мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 30 + 2 + 2,5 + 2 = 36,5 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу  $t_{01} = \frac{L_p}{n_6 S_g} = \frac{36,5}{315 \cdot 0,5} = 0,23$ хв.

Допоміжний час на виконання переходу

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

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.  $T_3 = 0$  хв – заміна різця.

## Перехід 30.2. Точити пов.2 Ø30к6 L=30 начорно

1.Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний упорний правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6 ; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16×25мм; довжина різця 140мм; радіус при вершині різця  $r=0,8$ мм.

2.Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні  $t = \frac{60-30,3}{2} = 14,85$ .

Для чорнового оброблення поверхні глибину різання беремо  $t=14,5$ . На чистове оброблення залишається  $t=0,35$  з умови що 10-й квалітет точності відповідає шорсткості Ra2,5 оскільки рекомендована глибина різання на чистове оброблення  $t=0,1 \dots 0,4$ мм

3.Вибираємо подачу  $S_e=0,4$ мм/об.

4.Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_e^y} = \frac{134}{120^{0,2} 14,5^{0,15} 0,4^{0,35}} = 47,5$$

5.Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 47,8}{\pi 60} = 254$$

6.Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_e=250$  об/хв.

7.За прийнятим значенням  $n_e$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000} = \frac{\pi 60 \cdot 250}{1000} = 42,1 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_d = 30$  мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2$  мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 4 \operatorname{ctg} 45^\circ = 4$  мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 30 + 2 + 4 + 0 = 36 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{36}{250 \cdot 0,4} = 0,36 \text{ хв}$

Допоміжний час на виконання переходу

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

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

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$  – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.  $T_3 = 0,7 \text{ хв}$  – заміна різця.

### Перехід 30.3. Точити пов.3 Ø30,3 L=30 р припуском під шліфування

1.Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний упорний правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6 ; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16×25мм; довжина різця 140мм; радіус при вершині різця  $r = 0,8 \text{ мм}$ .

2.Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні  $t = 0,35$ .

3.Вибираємо подачу  $S_g = 0,2 \text{ мм/об}$ .

4.Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_g^y} = \frac{187}{120^{0,2} 0,35^{0,15} 0,2^{0,35}} = 147,58$$

5.Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 147,58}{\pi 30,65} = 1532$$

6.Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток А) вибираємо ближче менше значення  $n_g = 1250 \text{ об/хв}$ .

7.За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 30,65 \cdot 1250}{1000} = 120,4 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_0 = 30$  мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2$  мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,35 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,35$  мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 30 + 2 + 0,35 + 0 = 32,35 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{32,35}{1250 \cdot 0,2} = 0,13$  хв

Допоміжний час на виконання переходу

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

$t_1 = 0,11$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.  $T_3 = 0,7$  хв – заміна різця.

### **Перехід 30.7. Точити фаску $4 \times 30^\circ$**

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як під час зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Витрачений час на точіння галтелей та зняття фасок визначають за таблицею, та приймають основний час  $t_{05} = 0,3$  хв.

### **Перехід 30.6. Точити канавку пов.5 $\varnothing 15$ $b=4$**

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як під час зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Витрачений час на точіння канавок визначають за таблицею, та приймають основний час  $t_{07} = 0,2$  хв.

## 7. Заходи з охорони праці

### Закон України про охорону праці.

Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

### Інструктажі.

Види інструктажів:

За характером і часом проведення інструктажі, з питань охорони праці і протипожежної безпеки поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

**Вступний інструктаж.** Проводиться керівником закладу освіти за програмою, розробленою службою охорони праці, з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади.

**Первинний інструктаж.** Проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху до початку роботи безпосередньо на робочому місці.

**Повторний інструктаж.** Проводиться з працівниками на робочому місці за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу: на роботах з підвищеною небезпекою – 1 раз на 3 місяці; для решти робіт – 1 раз на 6 місяців.

**Позаплановий інструктаж.** Проводиться при виявленні порушень вимог безпеки, що можуть привести або привели до травм, аварій, пожеж тощо; при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Василькієвський</b> --	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	Розробник документа <b>Швайченко Є</b>	Назва, додаткова назва <b>Заходи з охорони праці</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>У</b>	Аркуш <b>52</b>	

Цільовий інструктаж. Проводиться при виконанні разових робіт не передбачених трудовою угодою, при ліквідації аварій, стихійного лиха; з вихованцями і учнями – в разі організації масових заходів (екскурсії, походи, спортивні заходи тощо).

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та про допуск до роботи особою, якою проводився інструктаж, вноситься запис до Журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, журнали прошнуровані і скріплені печаткою.

### Виробничий травматизм.

Як показує світовий досвід безпека праці є основною гарантією стабільності та якості будь-якого виробництва. До того ж відсутність нещасних випадків позначається на професійній активності працюючих, на моральному кліматі в колективі, а отже і на ефективності та продуктивності праці, скорочує витрати на пільги та компенсації за роботу в шкідливих та небезпечних для здоров'я умовах.

Травма, яку отримав працюючий на виробництві і яка викликана недотриманням вимог безпеки праці, називається виробничою, а обставини, за які людина травмована в результаті впливу на нього небезпечного виробничого фактора, називаються нещасним випадком.

Виробничі травми, які можна отримати на машині горизонтального типу для пакування льодяників у полімерну плівку, діляться на:

- механічні
- термічні
- електричні
- комбіновані

Причинами нещасних випадків можуть бути організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та психофізіологічні проблеми.

Організаційні: незадовільна організація робіт; відсутність або недоброякісна

проведення інструктажу і навчання; недостатній контроль охорони праці, порушення та недотримання інструкцій з техніки безпеки; відсутність або незадовільний стан засобів індивідуального захисту.

Технічні: недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки виробничого обладнання; відсутність або недостатня надійність захисних пристроїв; несправність технологічного обладнання, оснащення, підйомно-транспортних засобів, ручного механізованого інструменту.

Санітарно-гігієнічні: несприятливі метеорологічні умови; висока концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони; незадовільні умови освітлення; високий рівень шуму і вібрації; шкідливі випромінювання.

Психофізіологічні: помилкові дії внаслідок високої тяжкості і напруги роботи, підвищеної стомлюваності, зниження уваги; монотонні умови роботи; недостатня професійна підготовка; невідповідність психофізіологічних даних працюючого виконуваний роботі або його хворобливий стан.

При правильній організації праці, дотриманні технологічної і трудової дисципліни процес виробничої діяльності відбувається без випадків травматизму, а при відхиленні від затвердженої технології робіт, порушенні режимів експлуатації обладнання, техніки безпеки та виробничої санітарії можуть виникати ситуації, що спричиняють травмування.

## Фінансування заходів з охорони праці

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах.

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

На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 відсотка від фонду оплати праці.

Також фінансування здійснюється за рахунок штрафів та спонсорської допомоги.

## Повітря робочої зони

*Вимоги до параметрів мікроклімату (ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень)*

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками:

- температура повітря,
- відносна вологість повітря,
- швидкість руху повітря,
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення,
- температура поверхні.

За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі.

Для робочої зони виробничих приміщень встановлюються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року. При одночасному виконанні в робочій зоні робіт різної категорії важкості рівні показників мікроклімату повинні встановлюватись з урахуванням найбільш чисельної групи працівників.

Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху

повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек.
	Легка Іа	22...24	60...40	0,1
	Легка Іб	21...23	60...40	0,1

Холодний період року	Середньої важкості			
	Па	19...21	60...40	0,2
	Середньої важкості			
	Пб	17...19	60...40	0,2
	Важка III	16...18	60...40	0,3
	Легка Ia	23...25	60...40	0,1
Теплий період року	Середньої важкості			
	Па	21...23	60...40	0,3
	Середньої важкості			
	Пб	20...22	60...40	0,3
	Важка III	18...20	60...40	0,4
	Легка Ib	22...24	60...40	0,2

Вентиляція виробничого приміщення.

Для машини горизонтального типу для пакування льодяників у полімерну плівку достатньо природньої вентиляції.

**Природна вентиляція** відбувається внаслідок різниці температури повітря в приміщенні і ззовні, а також у результаті дії вітру. Різниця температур обумовлює надходження холодного повітря у приміщення й видалення з нього теплого повітря. Під дією вітру з навітряного боку будівлі виникає, підвищений тиск, а з підвітряного – розріджений. Розрідження зумовлює витяжку теплого й забрудненого повітря з приміщення, а на його заміну надлишок тиску зумовлює надходження свіжого повітря.

### Освітлення.

Освітлення – це отримання, розподіл та використання світлової енергії для забезпе-чення нормальних умов праці. Світло впливає на діяльність людини. При недостатньому освітленні людина працює менше продуктивно, швидко втомлюється, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних

випадків. Погане освітлення може призвести до порушення функції зорового аналізатора, розвитку професійних захворювань.

Освітлення буває:

- природне (освітлення приміщень прямим або відбитим денним світлом)
- штучне (освітлення приміщень з використанням штучних джерел світла)
- суміщене

Нормування освітлення для на машини горизонтального типу для

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-ряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк при системі загального освітлення	сукупність нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта пульсації	КПО, е <sub>n</sub> %			
								Р	Кп, %	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
Груба (дуже малої точності)	Більше 5	VI		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	200	40	20	3	1	1.8	0,6

пакування льодяників у полімерну плівку

ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення

### Шум та вібрація.

Основна мета нормування шуму на робочих місцях – встановлення допустимих рівнів шуму, які при щоденному впливі, протягом всього робочого дня і протягом багатьох років не можуть викликати суттєвих захворювань організму людини і не заважають його нормальній трудовій діяльності.

Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються за ДСН 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньогометричними частотами вГц								Рівні звуку у і еквівале н-тні рівні звук у
Постійні робочі місця та робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємств, постійні робочі місця стаціонарних машин	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Гігієнічне нормування вібрації передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкості в м/с. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної і локальної вібрації.

„Вибрационная безопасность. Общие требования” є основним документом, який визначає гігієнічні норми вібрації.

Вібрація може викликати відносні зміщення сполучених поверхонь в з'єднаннях конструктивних елементів, і призводить до порушення функціонування машини (виходу з ладу). Для зниження рівня вібрації використовують різні засоби боротьби.

Загальні методи боротьби з вібрацією

- зниження вібрацій в джерелі виникнення шляхом зниження або усунення збуджуючих сил;
- регулювання резонансних режимів шляхом раціонального вибору приведеної маси або жорсткості системи, яка коливається;
- вібродемпферування – зниження вібрації за рахунок сили тертя демпферного пристрою, перехід коливальної енергії в теплову;
- динамічне гасіння – введення в коливальну систему додаткової маси або збільшення жорсткості системи;

- віброізоляція – введення в коливальну систему додаткового пружного зв'язку з метою послаблення передачі вібрацій суміжному елементу , конструкції або робочому місцю;

- застосування індивідуальних засобів захисту.

Індивідуальні засоби захисту

До роботи на вібронебезпечному обладнанні допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичне обстеження, мають відповідну кваліфікацію і які здали технічний мінімум по безпечному виконанню робіт.

В якості засобів індивідуального захисту використовують антивібраційні рукавиці, взуття.

## Електробезпека.

По умовам надійності електрозабезпечення , електроприймачі заводу відносяться до другої категорії, згідно з ДСТУ 7237:2011. Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. Розподілення електроенергії здійснюється напругою: 380 В- для силового електрообладнання; 220 В- для робочого та аварійного освітлення.

Надходження електроенергії до електродвигунів здійснюється гнучкими вводами в полімерних рукавах.

Зазвичай машини горизонтального типу для пакування льодяників у полімерну плівку встановлюються у приміщеннях які відповідають категорії приміщення без підвищеної небезпеки.

Можливі способи захисту:

- електрична ізоляція
- захист від випадкового дотику до струмоведучих частин
- захисне заземлення, занулення, захисне відключення
- контроль і профілактика пошкодження ізоляції
- захист від небезпеки при переході з вищої сторони на нижчу
- електричне розділення мереж
- застосування індивідуальних захисних засобів

## Пожежна безпека.

Система запобіганням пожежам на виробництві являє собою комплекс організаційних та технічних засобів, спрямованих на виключення можливості виникнення пожежі, на запобігання утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища шляхом регламентації вмісту горючих газів , парів та пилу у повітрі, а також виключення можливості виникнення джерел запалювання або вибуху ; забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів, обладнання, електроустаткування, систем вентиляції, зберігання сировини та інших матеріалів.

Система пожежного захисту забезпечується застосуванням вогневідсічних пристроїв на технологічних комунікаціях , в системах вентиляції , повітряного опалення і кондиціонування повітря.

Зазвичай машини горизонтального типу для пакування льодяників у полімерну плівку встановлюються у приміщеннях які відповідають категорії Г.

Заходи пожежної безпеки на підприємствах регламентуються згідно ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення». За призначенням заходи поділяються на чотири групи :

1. Заходи, які забезпечують пожежну безпеку технологічного процесу і обладнання, зберігання сировини і готової продукції.

2. Будівельно-технічні заходи, які направлені на виключення причин виникнення пожеж і на створення стійкості огорожуючих конструкцій та будівель ; на запобігання можливості поширення пожеж і вибуху.

3. Організаційні заходи, які забезпечують організацію пожежної охорони, навчання працюючих методам щодо запобігання пожежам і щодо первинних засобів гасіння пожеж.

4. Заходи для ефективного вибору засобів гасіння пожеж, обладнання пожежного водопостачання, пожежної сигналізації, створення запасу засобів гасіння.

Також, на кожному підприємстві мають бути первинні засоби захисту, такі як:  
вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати) та пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

## Висновки

Спроектувавши машину горизонтального типу для пакування льодяників у полімерну плівку ми отримали бажані результати, а саме продуктивність машини 10 000 штук за годину, а також бажану форму упаковки.

Дана машина є високопродуктивна, а також виконує всі вимоги сучасного життя, такі як зручність у використанні, швидкість та легкість монтажу та демонтажу машини, відповідність вимог техніки безпеки та санітарним нормам.

Горизонтальна машина для пакування льодяників у полімерну плівку дає гарну форму упаковки на яку дуже зручно наносити необхідні написи чи картинки, яких не було нанесено під час виготовлення плівки.

Отже ми домоглися поставленої задачі та отримали сучасну та зручну машину для пакування льодяників.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Васильківський</b> ---	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Швайченко Є</b>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>У</b>	<i>Аркуш</i> <b>62</b>

## Список використаної літератури

1. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: у 3-х част.: навч. посіб. для ВНЗ / під заг. ред. Ю.М. Кузнєцова. Кіровоград, 2003. Частина 1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. 422 с.
2. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: у 3-х част.: навч. посіб. для ВНЗ / під заг. ред. Ю.М. Кузнєцова Кіровоград, 2003. Частина II. Проектування та дослідження вузлів агрегатно-модульного технологічного обладнання. 286 с.
3. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: у 3-х част.: навч. посіб. для ВНЗ / під ред. Ю.М. Кузнєцова. Кіровоград, 2003. Частина III. 4 Агрегатно-модульне технологічне обладнання нового покоління, його оснащення та інструментальне забезпечення. 507 с.
4. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. К.: ІАЦ “Упаковка”, 2008. 436 с.
5. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. Пакувальне обладнання: підручник. Київ : ІАЦ "Упаковка", 2010. 744 с.
6. Гавва О.М., Беспалько А.П., Токарчук С. В. Сертифікація, гігієнічне забезпечення та метрологічна атестація пакувального обладнання: навчальний посібник. К. : НУХТ, 2014. 268 с.
7. Деталі машин : навч. посібник / Г. М. Борозенець та ін. Київ : Кондор, 2021. 220 с.
8. Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці. Безпека життєдіяльності : понятійно-термінолог. слов. К. : НУХТ, 2018. 123 с.
9. Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці. Безпека життєдіяльності: підручник. Київ : Видавництво НУХТ, 2021. 495 с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Василькієський</b> --	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>Кафедра МПТ ПМ-4-1</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Швайченко Є</b>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>	<b>624.КР. ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>У</b>	<i>Аркуш</i> <b>63</b>	

10. Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці. К.:НУХТ, 2020. 378 с.
11. Козяр М. М. Інженерна графіка. Машинобудівне креслення : підручник. Херсон : Олді-плюс, 2022. 476 с.
12. Костюк В.С., Валіулін Г. Р. Прикладна механіка та основи конструювання : навч. посіб. Київ : Кондор, 2018. 226 с.
13. Малащенко В.О, Павлище В.Т. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків. Львів : Новий Світ-2000, 2009. 136 с.
14. Моделювання процесів пакування: підручник / А.І. Соколенко, та ін.; за ред. А. І. Соколенка ; НУХТ. Вінниця: Нова книга, 2004. 272 с.
15. Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості: підручник / А. І. Соколенко та ін. К. : Кондор, 2015. 396 с.
16. Пальчевський Б.О. Автоматизація технологічних процесів (виготовлення і пакування виробів): навч. посіб. Львів: Світ, 2007. 392 с.
17. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (модернізація, проектування, оптимізація): навч. посібник. Львів: Світ, 2009. 232 с.
18. Проектування пакувального обладнання із мехатронних модулів : монографія / М. В. Якимчук та ін. Київ : Сталь, 2017. 515 с.
19. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: підручник для студентів Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
20. Теорія тертя у взаємодії твердих тіл: монографія / А.І. Соколенко та ін; НУХТ. К. : Фенікс, 2012. 254 с.
21. Термінологічний словник пакувальника / Сторіжко Й.І., Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Київ: ІАЦ “Упаковка”, 1999. 80 с.
22. Фізико-хімічні методи обробки сировини і харчових продуктів: підруч. для студ. ВНЗ / А.І. Соколенко та ін. К. : Кондор-Видавництво, 2015. 324 с.
23. Функціонально-модульне проектування пакувальних машин: монографія / О.М. Гавва та ін. ; за ред. О. М. Гавви. К. : Сталь, 2015. 547 с.

24. Халайджі В.В., Кривошей В. М. Упаковка для харчових продуктів та напоїв .Київ : ІАЦ "Упаковка", 2018. 216 с.
25. Чепелюк О.О., Єщенко О.А., Доломакі Ю.Ю. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв : підручник. Київ : НУХТ, 2017. 311 с
26. Шредер В.Л., Кривошей В.М., Кулик Н.В. Полімерна упаковка: монографія. Київ : ІАЦ "Упаковка", 2021. 580 с.
27. Журнал «Упаковка» URL: <https://upakjour.com.ua/>
28. Компанія «Пакувальні Технології» URL: <https://packtech.com.ua/uk/khto-my>
29. Компанія ДП «Фесто» URL: [https://www.festo.com/ua/uk/c/produkti-id\\_pim1/](https://www.festo.com/ua/uk/c/produkti-id_pim1/)
30. Компанія ТОВ "ПАК-ОМ" URL: <https://packall.com.ua/index.php/uk/>
31. Компанія ТОВ “Завод пакувального обладнання “Термо-Пак” URL: <https://tp-eu.com/uk/>
32. Компанія ТОВ «ВП «БАЗИС» URL: <https://basispack.com/>
33. Компанія ТОВ «Ело Пак» URL: <https://elo-pack.net/>
34. Компанія ТОВ «КАМОЦЦІ» URL: <https://www.camozzi.ua/catalog>
35. Компанія ТОВ «НВП ІНТА» URL: <https://inta.org.ua/>
36. Компанія ТОВ «НВП Ітермаш» URL: <https://www.intermash.kiev.ua/ukrayins-ka-versiia/>