

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

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

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2021р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Соколенко А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2021р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 131 Прикладна механіка _____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____ Прикладна механіка _____

на тему: Модернізація машини для пакування сипкої харчової продукції в полімерну плівку місткістю 1кг, продуктивністю 70 упак.хв. _____

Виконав: здобувач 4 курсу, групи бск

_____ Дригайло Дмитро Олегович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Валіулін Геннадій Романович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2021р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Прикладна механіка

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ

Соколенко А.І

“30” 03 2021 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Дригайло Дмитро Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація машини для пакування сипкої харчової продукції в полімерну плівку місткістю 1кг, продуктивністю 70 упак.хв.

керівник роботи Валіулін Генадій Романович,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “30” 03 2021 року №227-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 28.05.2021

3. Вихідні дані до роботи Продуктивність машини – 70 пакетів/хв. Вид упаковки – Зіп пакети масою 1кг. Вид матеріалу – полімерна плівка. Розміри упаковки-100x60x150мм.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Анотація. Вступ. Літературний огляд. Техніко-економічне обґрунтування. Опис пропозиції. Розрахунки машини. Технологічний процес. Монтаж. Охорона праці. Висновок. Список літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1- Загальний вигляд агрегату для пакування манної крупи.

Лист 2-Дозатор.

Лист 3-Механізм нанесення Зір-застібки.

Лист 4-Установка протягування плівки.

Лист 5-Маршрутний лист виготовлення деталі.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 30.03.2021 _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація	09.04.2021	
2	Вступ	11.04.2021	
3	Літературний огляд	14.04.2021	
4	Техніко-економічне обґрунтування	17.04.2021	
5	Принцип роботи і конструювання	20.04.2021	
6	Розрахунки машини	24.04.2021	
7	Лист 1	29.04.2021	
8	Лист 2	03.05.2021	
9	Лист 3	09.05.2021	
10	Лист 4	12.05.2021	
11	Лист 5	18.05.2021	
12	Розробка технологічного процесу	22.05.2021	
13	Монтаж та експлуатація	24.05.2021	
14	Охорона праці	25.05.2021	
15	Висновки	27.05.2021	
16	Список використаної літератури та Додатки	27.05.2021	

Здобувач

_____ (підпис)

Дригайло Д.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Валіулін Г.Р.

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

Анотація.....	5
Вступ.....	6
1. Стан питання, літературний огляд джерел інформації і постановка задач проектування.....	8
1.1. Огляд конструкцій устаткування	8
1.2. Опис конструкції упаковки.....	16
1.3.Характеристика зварювання плівки.....	17
2. Техніко-економічне обґрунтування.....	23
2.1.Недоліки існуючих конструкцій	23
2.2.Опис проектованої конструкції	24
3.Опис пропозиції. Принцип роботи і конструкція.....	25
4. Розрахунки машини, окремих її механізмів і елементів.....	34
5. Розробка технологічного процесу та розрахунок технологічних операцій виготовлення деталі машини.....	63
6. Монтаж, експлуатація, обслуговування, діагностика та ремонт машини.....	80
7. Охорона праці.....	86

					<i>ДП 60 ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Дригайло Д.О.			<i>Зміст</i>		Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Валіулін Г.Р.						1	1	
Реценз.							<i>НУХТ ПМ 4-бск</i>			
Н. контр.										
Затверд.										

Висновки.....	104
Список використаних джерел.....	105
Додатки.....	107

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						2
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Анотація

Аналіз пакувальних матеріалів, які сьогодні широко використовуються виробниками харчових продуктів показав, що найбільш вживаним є упаковка з полімерних плівок. Тому завданням є розробка машини, де використовується саме цей спосіб упаковки.

В даному дипломному проекті об'єктом проектування є агрегат для упаковки манної крупи в полімерну плівку ємністю 1 кг і продуктивністю 70 пак / хв.

Проектування агрегату відбувалася з модернізацією об'ємного дозатора стаканчиків типу, встановленням механізму для формування стоячих пакетів з полімерної плівки та модернізації процесу відведення готової продукції і проектування механізму розмотування і нанесення ZIP-застібки.

Запропоноване проектування забезпечує поліпшення роботи і збільшення продуктивності - машини для упаковки манної крупи в полімерну плівку.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з 106 сторінок, графічна частина містить 5 аркушів з кресленнями формату А3.

Ключові слова: полімерна плівка, дозатор, конвеєр, продуктова лійка, що стоїть пакет, ZIP-застібка, ZIP-пакети, рама, продуктивність, манна крупа.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Дригайло Д.О.			Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Валівлін Г.Р.				1	1		
Реценз.					<i>Анотація</i>				
Н. контр.				<i>НУХТ ПМ- 4-бск</i>					
Затверд.									

Вступ

Згідно численних досліджень в усьому світі ринок упаковки є найбільш важливим сектором в сфері споживання полімерів.

Устаткування для виготовлення упаковки мають найрізноманітніші конструкції. У дипломному проекті ми привертаємо увагу машинам вертикального типу, фасують і дозують сипучу продукцію.

Сипуча продукція - це складна система, що змінює свої залежності від щільності укладання твердих частинок, а також залежить від зовнішнього впливу і зовнішніх умов (вологість, температура).

Одне з властивостей сипучого продукту є здатність утворювати стійкі склеп структури і під дією робочих органів машини може ущільнюватися, розрихлюватися.

Процес виготовлення упаковки з полімерної плівки безпосередньо пов'язаний зі зварювання, а отже продуктивність і ефективність пакувальної машини залежить НЕ лише від якості Дозування, тривалості, а й від процесу зварювання плівки.

Представляючи собою упаковку з пластику з багаторазової засувкою і трьома міцними швами, пакети zip-lock в сучасних умовах знайомі кожному. Вони широко поширені не тільки в сегменті промислової упаковки виробів, але і в побуті. По-справжньому видають властивостями зіп пакетів є можливість їх багаторазового використання і гарантована герметичність упаковки.

Пакети з замком zip-lock ще називають гриппери, зіп лок пакети, зіп пакети, зіплки, пакети з замком, пакети застібка, пакети на зіп локу, пакети-замок, пакети з замком, пакети зіп лок зі струною, пакети із застібкою зіп лок і т. п. Не дивлячись на велику кількість назв, все їх об'єднує засувка zip-lock, що дає можливість відкривати і закривати пакет сотні разів і що являє собою надійну і перевірену часом конструкцію.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Дригайло Д.О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Валіулін Г.Р.				1	2
Реценз.					<i>Вступ</i> <i>НУХТ ПМ- 4-бск</i>		
Н. контр.							
Затверд.							

Засувка сконструйована таким чином, що забезпечує відмінну герметичність і може багаторазово відкриватися і закриватися. Причому ні для того, щоб її відкрити, ні для того, щоб закрити, не треба докладати особливих зусиль. Активне використання не псує застібку, а забезпечується нею щільне з'єднання не пропускає навіть повітря.

Крім застібки, ще одним загальним для пакетів зіп-лок властивістю, є матеріал виготовлення - всі гриппери виробляються з поліетилену високого тиску, який відрізняється високою надійністю і міцністю. Зіп пакети, що мають додаткові спеціальні сертифікати, можуть використовуватися для харчових продуктів без всяких обмежень.

Таким чином, пакети з замком zip-lock універсальні і підходять як для промислових товарів, так і для продуктів харчування. Величезний асортимент розмірів цієї надійної і привабливою упаковки дозволяє розміщувати в них зовсім різні товари - від шпильок до кави. Пакет зіп лок надійно оберігає поміщені всередину товари і продукти харчування від попадання бруду і пилу, при цьому повністю прозорий щільний поліетилен дозволяє добре розглянути високу якість поміщених усередину товарів, що позбавляє від необхідності замовляти дорогу рекламну кампанію.

Метою даного дипломного проекту є проектування агрегату для упаковки дрібно-дисперсних сипучих харчових продуктів в полімерну плівку з плоским дном і ZIP-застібкою, для конкурентно-здатності цієї машини і використання українськими виробниками харчової продукції та зручної упаковки для клієнтів.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

1. Стан питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задач проектування

1.1.Огляд конструкцій обладнання

На сьогоднішній день товаровиробник має пакувати свою продукцію у відносно недорогу, привабливу, легку і зручну упаковку, використовуючи для цього наявні термозварні полімерні плівки.

Процес виготовлення упаковки з полімерної плівки безпосередньо пов'язаний зі зварюванням, а отже продуктивність і ефективність пакувальної машини залежить не тільки від якості дозування, тривалості, а й від процесу зварювання плівки.

Основні матеріали, використовувані для упаковки для формування упаковки методом зварювання наступні: ПЕВТ, ПЕНД, ПВХ, поліпропілен, ламінати, поліаміди, комбіновані (ПП з ламінатом, ПП з ПЕ, плівка на основі картону, металізована плівка, триплекс), парафинированим папір і тощо. На основі аналізу існуючих конструктивних схем упаковки виділені наступні основні види машин зі зварними пристроями машини вертикального і горизонтального типу. Для легкопліної продукції в основному застосовують машини вертикального типу.

1.1.1.Опис машин вертикального типу.

1) Машина з комірцем періодичної дії типу АРЖ, формує упаковку типу «подушечка» (рис.1.). Призначений для упаковки як рідких, в'язких так і сипучих продуктів. Відмінність від попередньої схеми і, що поперечні губки не здійснюють поворотного руху.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Дригайло Д.О.			Стан питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задач проектування	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Валіулін Г.Р.					1	15
Реценз.						<i>НУХТ ПМ-4-бск</i>		
Н. контр.								
Затверд.								

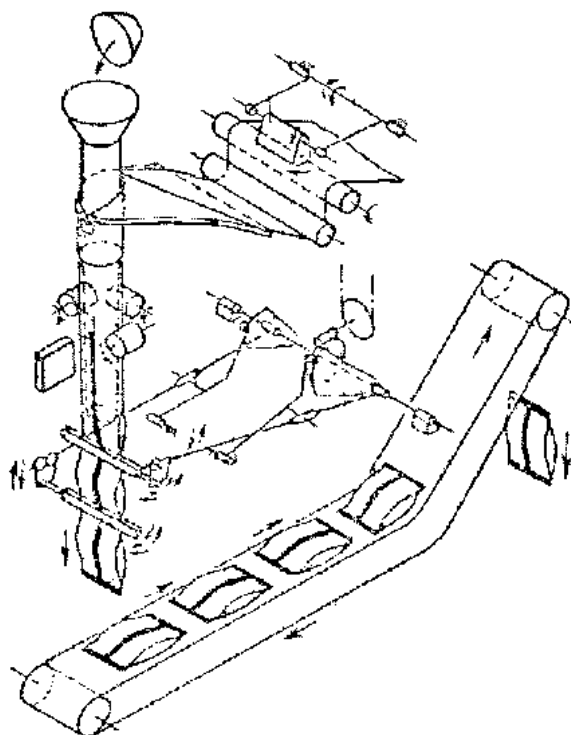


Рис.1. Схема агрегату з комірцем періодичної дії типу АРЖ, формує вигляд упоковки типу «подушечка»

Призначена для виготовлення широкого асортименту пакетів різних форм і розміру з термозварювальних рулонних матеріалів і упаковки в них різних харчових і нехарчових продуктів. Примітка: Номінальна продуктивність залежить від довжини пакету, фізичних властивостей продукту і якості плівки. 2) Двох потокова машина з комірцем періодичної дії,

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

з протягуючими транспортерами (рис.2)

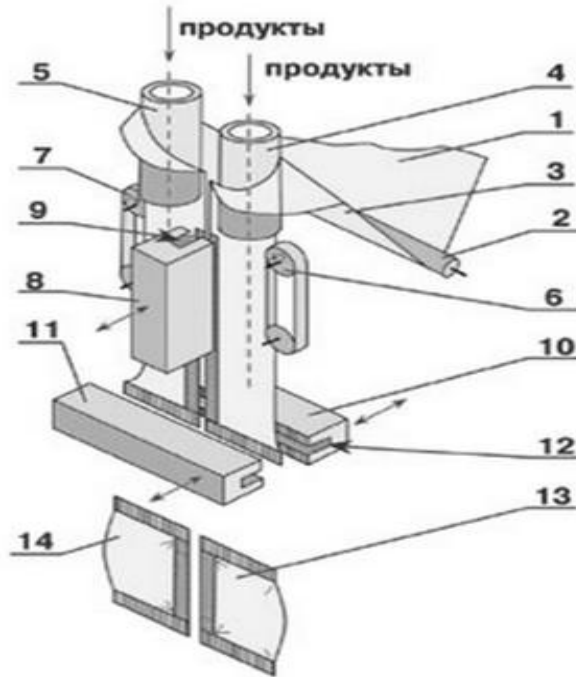


Рис.2. Схема двохпотокова машина із комірцем періодичної дії, з протягуючими транспортерами: 1 - пакувальний матеріал; 2 - направляючий ролик; 3 - комірць; 4, 5 - продуктопровід; 6, 7 - механізм протяжки; 8 - повздовжнє зварювання; 9, 12 - ніж; 10,11 - поперечно-зварювальні головки; 13,14 - споживча упаковка

3) Машина з коміром періодичної дії, яка утворює «стоячий» пакет з отворами для зручного перенесення (рис. 3). Пакувальний матеріал металізований поліпропілен - поліетилен * (або сополімер поліетилену та поліпропілену). Застосування коміра у формі рукава значно зменшує висоту пакувальної машини. Упаковка стабільна у вертикальному положенні, якщо вона містить сипучий продукт. І якщо в ньому є рідина, вона все одно буде стабільнішою за "подушку".

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

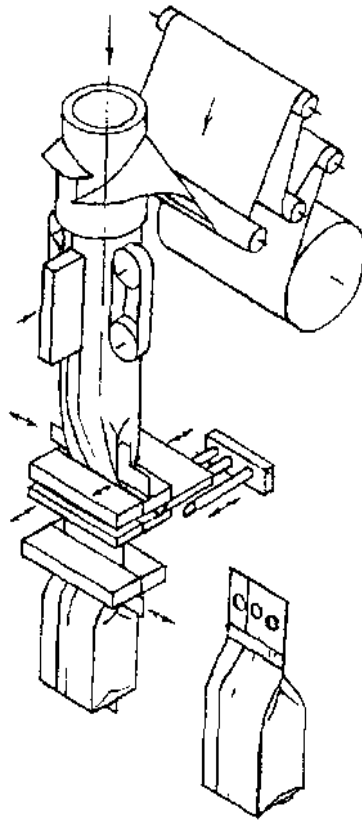


Рис.2.Машина з комірцем періодичної дії, що формує пакет із плоским дном та з отворами для зручності перенесення

Жорсткість стоячого мішка для рідини може бути додатково збільшена. Сьогодні жоден з наших виробників обладнання, на відміну від своїх західних аналогів, не виробляє машин з комірцями, в яких вертикальні ребра "стоячого" пакету будуть прокатуватися або зварюватися. Кип'ятіння ребер значно підвищує стійкість упаковки. Цей пакет називається "стабільно працює".

Між затискачами поперечного зварювання влаштований не лише ніж для відрізування сформованих упаковок, але і затискачі, і пробійники для утворення отворів розташованих вище верхнього поперечного шва для зручності перенесення пакета.

4) Машинна схема комірцем періодичної дії з протягуючими губками поздовжнього шва зварювання (рис.4).

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

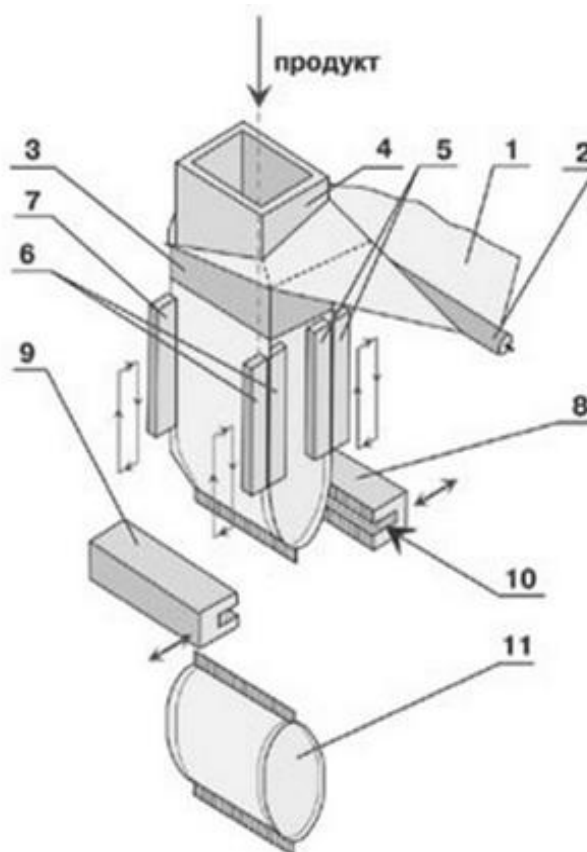


Рис.4. Схема машини із комірцем періодичної дії з протягуючими губками поздовжнього шва зварювання: 1 - пакувальний матеріал; 2 - напрямний ролик; 3 - комірець; 4 - прямокутного перерізу трубопровід; 5, 6, 7 - поздовжні губки зварювання; 8, 9 - поперечно-зварні головки; 10 - ніж; 11 - споживча упаковка.

1.1.2. Характеристика дозування сипкої продукції.

Однією з основних операцій, що визначає якість упаковки, є операція дозування. Дозування - це вимірювання необхідної кількості продукту на вагу, об'єм або шматок. Вимірювана продукція переміщується в контейнери або пакувальний матеріал. Ця операція називається пакуванням.

Найбільш широко використовувані методи вимірювання такі: вага, об'єм, комбінація, корекція заданих параметрів.

									Арк.
									5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

При використанні об'ємного методу маса дозованого матеріалу визначається його об'ємом. Дозувальні пристрої, що реалізують цей спосіб дозування, включають: бункер-сховище продуктів; живильник, який створює рівномірний потік продуктів з бункера до дозуючого механізму; власне механізм дозування; вихідний пристрій або пакувальний механізм, який призначений для переміщення продуктів в контейнери або у сформовану упаковку.

Застосування об'ємного методу значно спрощує процес введення, але його характеристика полягає в тому, що існує значна похибка у розмірі дози. Для того, щоб отримати результат з найменшою похибкою, необхідно переконатися, що швидкість потоку та швидкість наповнення вимірювального контейнера є постійними.

Об'ємний метод дозування потрібно застосовувати для дозування дешевих матеріалів невеликими дозами, де сумарна похибка дозування дуже мала. Крім того, важливо зазначити, що продуктивність об'ємних дозаторів на порядок перевищує вагу. До об'ємних дозаторів також належать потокові та часові дозатори та дозатори для штучних виробів. У дозаторах часу величина дози вимірюваного продукту пропорційна часу його вимірювання. У дозаторах потоку величина виробничої дози пропорційна величині її витрати заздалегідь встановлений час. У дозаторах штучних виробів підраховується і виділяється задана кількість продуктів із загального потоку і подається на упаковку.

Метод дозування ваги забезпечує найбільш точне формування ваги за вагою. Дозування ваги засноване на тому, що зважувальний бак подається подавачем спочатку так званої "грубої дози", спочатку менше необхідної, а потім виникає тонкий потік продуктів (тонке дозування). Коли в контейнері

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

утворюється необхідна маса продукту, тонке дозування завершується і продукт переміщується в контейнер.

Процес зважування складається з трьох етапів: вплив продукту на чутливий елемент зважувального пристрою, його перетворення в сигнал і порівняння із запрограмованим; надання команди на управління системою подачі продукції та відкриття заслінки зважувального бака.

Комбінований метод дозування використовується для активізації операції дозування ваги. Згідно з цим методом, «груба» і «точна» дозування поділяється на простір і час, що дозволяє поєднувати ці операції. Залежно від послідовності застосування методів формування дози, комбінований метод називається: "об'єм-вага" або "маса подвійної дії".

Всі дозуючі пристрої можна розділити за такими класифікаційними ознаками: структурою технологічного процесу дозування; спосіб дозування (принцип дії); конструктивні особливості.

За структурою технологічного процесу дозатори можна розділити на три основні групи:

- дозатори безперервної дії, що створюють безперервний і рівномірний потік продукції;
- дозатори дискретної (періодичної) дії, які вимірюють продукти дискретними дозами; дози можуть вимірюватися одна за одною з різними інтервалами часу або видаватися за командою інших пристроїв пакувальної машини;
- дозатори безперервної циклічної дії, які створюють безперервний і рівномірний потік продукції, який переривається для виконання машинної дії з виміряною дозою продукції; Відповідно до способу дозування або

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

принципу дії, все різноманіття конструкцій дозаторів можна звести до трьох основних груп:

1. Об'ємні дозатори.
2. Диспенсери вагового типу.
3. Диспенсери комбінованого типу.

За конструктивними особливостями дозуючий пристрій поділяється в залежності від:

- типу приводу;
- розташування дозувальної ємності;
- виду руху робочих органів, їх типу;
- системи керування і та. ін.

Дозуючі пристрої для сипучих продуктів залежно від продуктивності машини, способу дозування, структурно-механічних характеристик продукту використовують дуже широкий асортимент, який за класифікацією буває: дискретним, безперервним, безперервно-циклічним; об'єм, вага, комбінована; гвинт, чашка, ворота, маятник, камера тощо.

Найбільш широко використовувані для дозування сипучих продуктів є дозатори чашкового, камерного, розсувного, маятникового, гвинтового типів.

Дозатори чашкового типу в основному використовуються для в'язких продуктів з низьким потоком.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

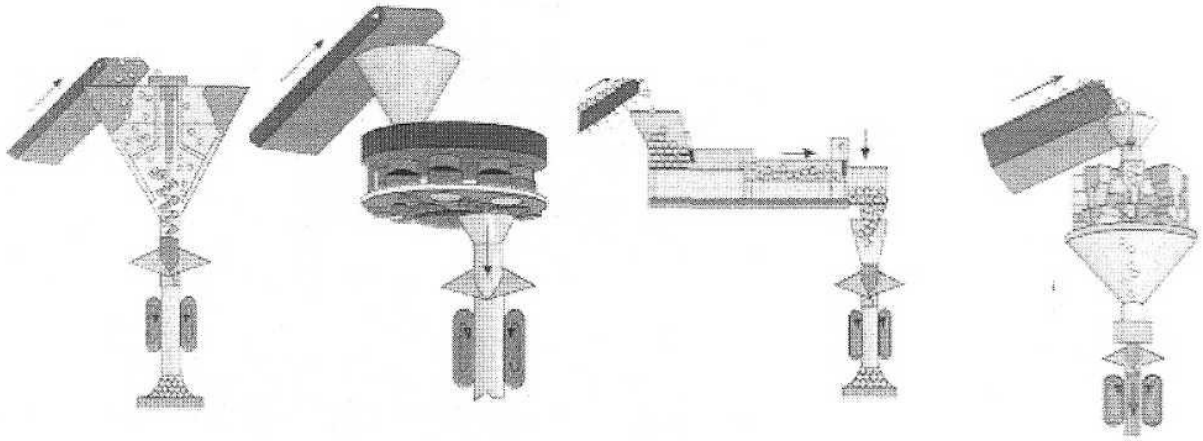


Рис.1.5. Основні типи дозувальних пристроїв: 1. Об'ємні (шнековий, стаканчиковий). 2.Вагові (вібраційний живильник-дозатор). 3.Комбіновані (мультиголовочні ваги).

1.2. Опис конструкції упаковки.

Щоб успішно вивести товар на ринок, вам потрібна приваблива та зручна, яскрава упаковка. Основним завданням при розробці упаковки або етикетки є створення оригінального вибору для вашого товару, який вигідно відрізняє його від конкурентів.

Роль упаковки особливо важлива при невеликих розмірах рекламного бюджету та падінні продажів. Це пов'язано з тим, що упаковка та етикетки суттєво впливають на вибір споживача, тому успішна упаковка - ще один аргумент високого продажу вашої продукції. При розробці упаковки необхідно враховувати всі технологічні процеси її виготовлення: пакувальний матеріал, конструкцію, спосіб зварювання тощо.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

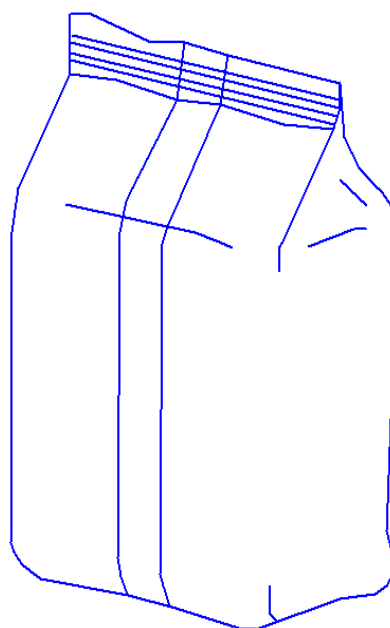


Рис.7. Загальний вигляд упаковки типу С.

Основними матеріалами, які використовуються в пакувальних машинах для формування упаковки зварюванням, є: ПВД, ПЕНТ, ПП, ПВХ, ламінати, поліаміди, комбіновані (ПП з ламінатом, ПП з ПЕ, картонна плівка, металізована плівка, триплекс), вощений папір тощо.

1.3. Характеристика зварювання плівки

Зварювання - технологічний процес з'єднання деталей (матеріалів), який здійснюється шляхом локального нагрівання стику деталей (матеріалів) до їх розплавленого або пластичного стану з подальшою взаємною деформацією. Формування цього типу з'єднання засноване на використанні молекулярних сил адгезії.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

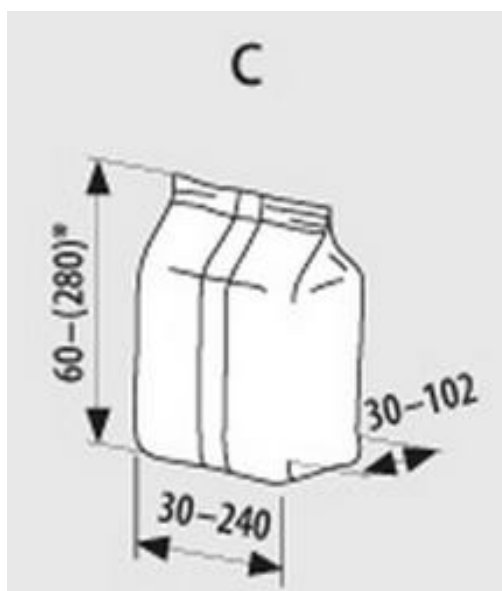


Рис.8. Ескіз упаковки.

Кількість зварюваності полімерів оцінюється за енергією активації в'язкого стану (табл. 1.3.1), яка характеризує розподіл молекулярної маси, розгалуження молекулярних ланцюгів та полярність молекулярних одиниць.

Зварювання відбувається за певних умов: підвищена температура (її величина на поверхні зварюваного полімеру повинна відповідати температурі в'язко-рідинного стану), щільний контакт зварюваних поверхонь, а також оптимальна тривалість зварювання або витримки.

Таблиця 1.3.1 – Здатність полімерів до зварювання

Матеріал	Енергія активації в'язкого стану, кДж/моль	Здатність до зварювання
Поліетилен	46...53	Добре зварюються
Поліпропілен	56...62	
Полістирол	92...96	
Полівінілхлорид	146	
Каучук	235	Не здатні дозварювання
Ацетат целюлози	292	

У табл. 1.3.2 наведено здатність полімерних плівок до зварювання різними методами.

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

розрізати зварений виріб уздовж шва. Технологічні параметри термічного контактного зварювання зі звисом при односторонньому нагріванні наведені в табл. 3.

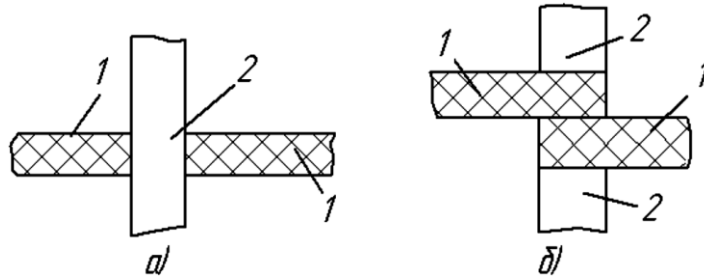


Рис. 9 – Термоконтактне зварювання

Переваги технології: недорогий, надійний, легко керований і регульований, дозволяє зварювати майже всі полімерні плівки.

Термоімпульсне зварювання здійснюється шляхом непрямого нагрівання з однієї або обох сторін, подаючи тепло імпульсами від низькоінерційного резистивного нагрівального інструменту, через який пропускається електричний струм (рис. 10, таблиці 1, 2,3). Після відключення живлення шов охолоджується під тиском.

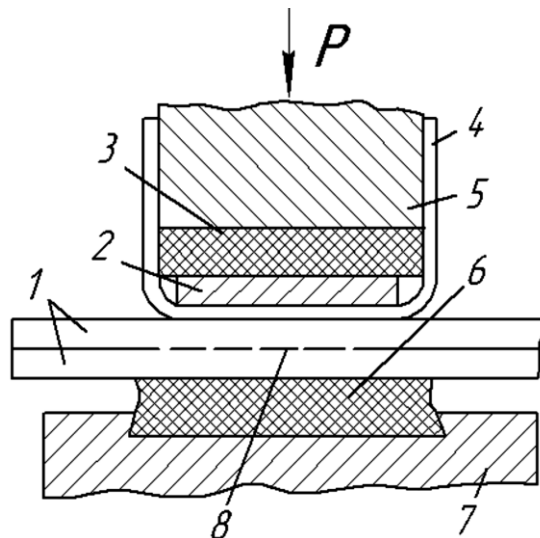


Рис.10. – Термоімпульсне зварювання: 1 – зварювані плівки; 2 – нагрівальний інструмент; 3 – тепло електроізоляційна прокладка; 4 – антиадгезійна прокладка; 5 – рухома частина зварювального пристрою; 6

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

– антиадгезійна підкладка; 7 – нерухома частина зварювального пристрою; 8 – зварний шов.

Таблиця 1.3.3 – Режими термоконтактного зварювання внапусток нагріванням з одного боку

Матеріал плівки	Товщина, мкм	Температура плити, °С	Тиск контакту, МПа	Тривалість контакту, с
ПЕНТ	25	240	0,2	0,55
	50			0,60
	100			0,67
ПЕВТ	25	210	0,2	0,53
	50			0,56
	100			0,60
ПП	25	240	3,2	0,60
	50			0,65
	100			0,75

Термоімпульсним зварюванням з'єднують плівки товщиною до 0,5 мм.

Переваги технології: сталість, відтворюваність, простота регулювання теплового режиму, невеликі втрати тепла, відсутність нагрівання зовнішніх частин пристрою, можливість зварювання термоусадочних плівок. Недоліком є тривалий цикл, циклічна робота, часті руйнування зварювальних елементів.

Ультразвукове зварювання (УЗД) засноване на перетворенні в тепло енергії коливань УЗ-частоти, що вводиться в матеріал. Ультразвук застосовується для зварювання пластмас, зокрема поліетилену, а також для термічної обробки термопластичних матеріалів, тобто для формування їх мікроструктури, регулювання залишкових внутрішніх напружень (макро-, мікро- та субмікроскопічних), а також для підвищення міцності деформації та експлуатаційні характеристики.

Ультразвукове виробництво теплової енергії виробників термопластів сприяє повноцінним процесам релаксації (за рахунок підвищення енергетичної еластичності вихідних ланцюгів у далеких зонах фібрили), завдяки розслабленню залишкових внутрішніх напружень при розтягуванні на 70%; покращує механічні характеристики на 40%; збільшує ресурс

									Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

вартість і низька продуктивність установок.

2. Техніко-економічне обґрунтування

Конструкція машини для упаковки сипучих продуктів в полімерну плівку залежить від розташування рулону (зверху, знизу), їх кількості, способу формування втулки, зварювання або склеювання поздовжніх і поперечних швів, способів нарізки пакетів, способу перенесення готового продукту в коробку. Основним елементом, що містить будь-яке обладнання, в якому використовується полімерна плівка, є гільза, яка забезпечує формування гільзи плівки з подальшим надходженням виробу, механізм волочіння та зварювання, механізм розмотування та нанесення ZIP- застібка. В процесі аналізу було висвітлено переваги та недоліки кожної конструкції.

2.1. Недоліки існуючих конструкцій.

До основних недоліків існуючих конструкцій обладнання можна віднести:

1. Великі енерговитрати на процес пакування.
2. Несинхронізована робота механізмів, що призводить до часткової деформації упаковки.

Для усунення цих недоліків було модернізовано механізм протягування, дозатор, механізм зварювання плівки та розробка механізму розмотування і нанесення ZIP-застібки.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Дригайло Д.О.</i>					1	2
<i>Перевір.</i>		<i>Валіулін Г.Р.</i>				<i>НУХТ ПМ- 4-бск</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

2.2.Опис проектованої конструкції

Було поставлено за задачу удосконалення дозатора шляхом введення нової конструкції механізму формування дози, розроблена оптимальна конструкція продуктової лійки, встановлено механізм для формування стоячих пакетів з полімерної плівки, також механізм розмотування і нанесення ZIP-застібки.

В зоні регулювання дози встановлено мотор-редуктор, який під'єднано до зважувального приладу, що дозволяє в автоматичному режимі регулювати дозу, встановлено два стрічкових конвеєри, один з яких переміщує готовий виріб, а інший переміщує ящик з 20-ма готовими виробами.

Впровадивши дану модернізацію ми отримаємо:

Майже повністю автоматичний процес пакування манної крупи, можливість у процесі роботи регулювати дозу без зупинки автомата, простоту та надійну роботу дозатора, зменшення затрат на матеріали, зменшити витрати на основну зарплату працівникам, зменшити виплати у фонд соціального страхування та зменшити витрати на охорону праці.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

3. Опис пропозиції. Принцип роботи і конструкція агрегату.

3.1. Опис агрегату для пакування сипкої дисперсної продукції

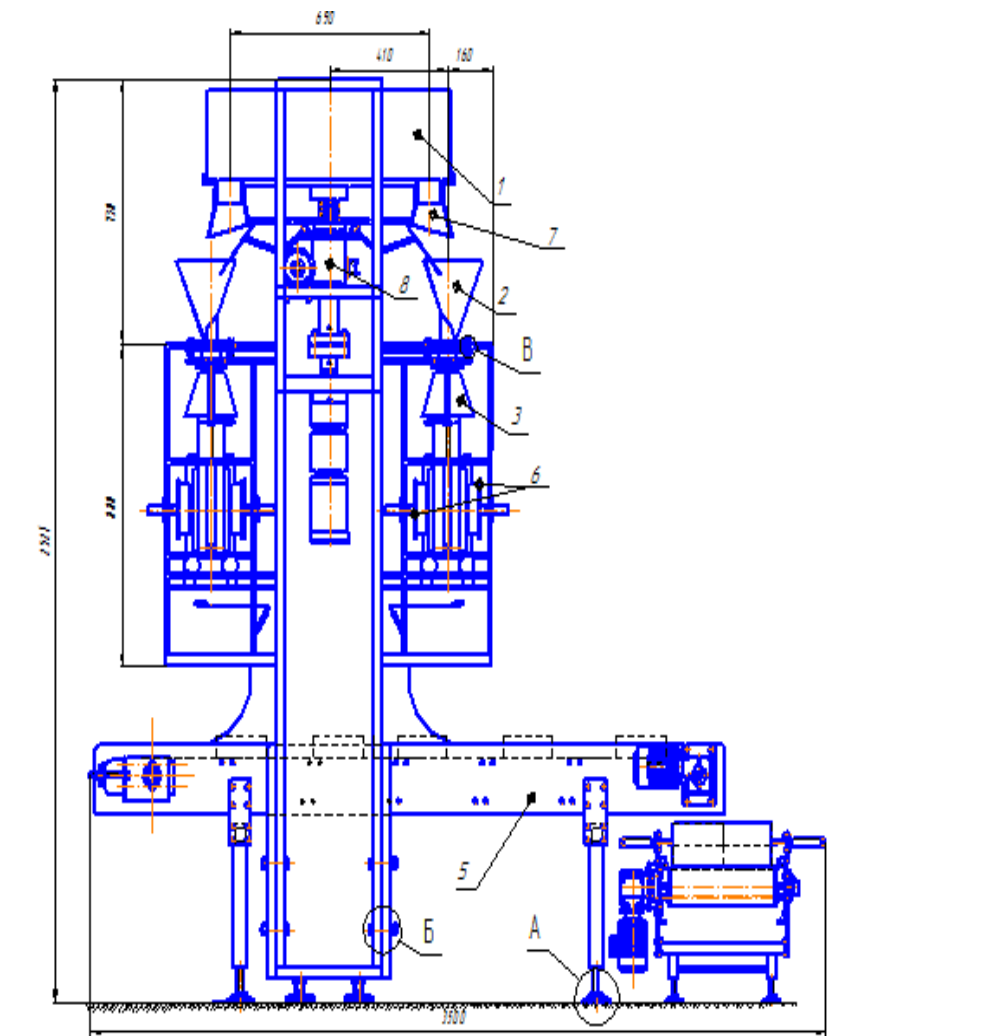


Рис 3.1. Схема агрегату для пакування дрібно-дисперсних сипких харчових продуктів у полімерну упаковку: 1 – стаканчиків дозатор з бункером, 2 – продуктова лійка, 3 – рукавоутворювач, 4 – механізм повздовжнього зварювання, 5 – конвеєр, 6 – механізм поперечного зварювання, 7 – верхній і нижній стаканчик, 8 – привод заслінки.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Лригайло Л.О.			<i>Опис пропозиції. Принцип роботи і конструкція агрегату</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Валіулін Г.Р.					1	9
Реценз.						<i>НУХТ ПМ-4-6ск</i>		
Н. контр.								
Затверд.								

Принцип роботи агрегату

Стрічка з полімерного матеріалу з використанням втулки 3 створює втулку навколо формувальної трубки. За допомогою системи розмотування плівки з валка (крокового двигуна та зубчастих ременів) плівка натягується на довжину, яка відповідає довжині упаковки. Плівка розмотується з рулону через систему стійких до натягу роликів, які запобігають зминанню, зморщуванню та нахилу плівки. Потім наклеюється ZIP-застібка. За компенсатором встановлений фотодетектор, який після розтягування плівки необхідної довжини подає сигнал про зупинку крокового двигуна та приведення в дію поздовжнього та поперечного зварювальних механізмів пневматичних циліндрів.

У бункері дозатора чашок 1 є датчик наявності продукту. Дозатор чашок 1 являє собою 4 телескопічні чашки, що складаються з верхньої та нижньої чашок, які встановлюються парами у двох діаметрально протилежних відносно зон розвантаження бункера, між якими встановлена пружина для регулювання дози. Виріб після заливки в харчову лійку 2, за межами якої рукав напівфабрикат, разом з останнім за допомогою витяжного механізму надходить у поперечно-зварювальний механізм 5, а ріжучий ніж - у верхній поперечний шов цього пакета і нижній для подальшої упаковки. Далі готовий продукт падає на ваги і передає сигнал на мотор-редуктор, який при необхідності за допомогою черв'ячно-гвинтової передачі регулює дозу, потім готовий продукт переміщується на розвантажувальний конвеєр 10, після чого надходить ящик, який натискається затискачем до тих пір, поки туди не потрапить 20 упаковок, тоді ящик з готовою продукцією транспортується транспортером.

Технічні характеристики машини для пакування тонкодисперсних сипучих продуктів в упаковку з плівкового матеріалу

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

продуктивність - 70 пачок / хв;

точність дозування - 2%;

вага агрегату - 800 кг;

габаритні розміри блоку (LxVxH); 3500x2521x2340 мм

обслуговуючий персонал - 1 оператор;

тип упаковки - стоячий пакет з термоусадочної полімерної плівки, з одним поздовжнім, двома поперечними швами та ZIP-клапаном.

температура зварювання поздовжнього та поперечного шва – 120°C;

точність підтримання температури - $\pm 1^\circ \text{C}$;

максимальний діаметр рулону - 400 мм (внутрішній 40 мм);

товщина плівки - 40 мкм (35 ... 80);

розміри упаковки (ДxВxН) 60x100x150 мм;

вага упаковки - 1 кг;

тип робочих органів - захвати, активні та пасивні напрямні; тип приводів - електромеханічний, пневмомеханічний;

встановлена потужність - не більше 0,2 кВт;

параметри джерела живлення - напруга 380 В, частота 50 Гц, 3-фазна;

тиск повітря в трасі - 5 бар; витрата повітря - не більше 300 л / хв;

тип автоматизації - програмний, із зворотним зв'язком.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

3.2. Конструкція складових частин машин.

Модулі агрегату, що контактують із сипкою продукцією:

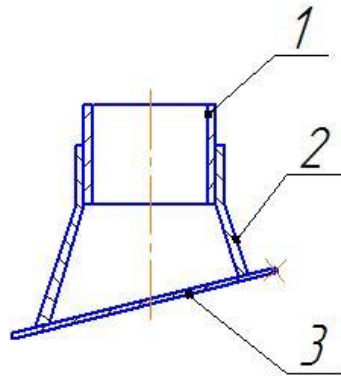


Рис. 3.3 *Стаканчик.*

Форма стакану(рис. 3.3), використовуючи цю форму, ми зменшуємо помилку дозування за рахунок кращого наповнення стакану, а завдяки нахилу спорожнення стакану займає набагато менше часу, що дозволяє збільшити продуктивність.

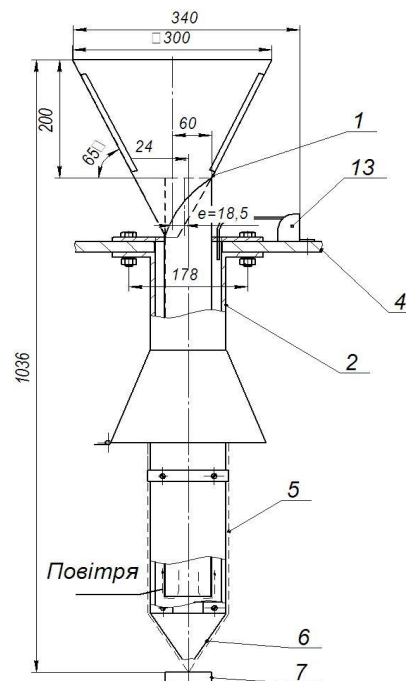


Рис 3.2. *Продуктова лійка: 1 – внутрішній тубус з бункером; 2 – зовнішній тубус; 3 – конус; 4 – опора; 5- рулон пакувального матеріалу; 6- механізм відводу пилу.*

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Внутрішня і зовнішня труби розміщені так, щоб між ними був зазор. Виріб переміщується через внутрішню трубку уздовж конуса, який встановлений для зменшення дефекту під час поперечного зварювання, у попередньо сформованій упаковці. Проходячи в зоні трубки, виріб витісняє пил, що утворюється під час руху, в зазорі між трубами, де частина пилу викидається в атмосферу, а більша частина поглинається механізмом видалення пилу, який обладнаний змінний мішок для пилу.

Процес регулювання дози змінюється від ручного регулювання до повністю автоматичного таким чином: сформований пакет переміщується до приймального столу, на якому розміщені електронні ваги, зважуючи ваги готового продукту, передають сигнал на мотор-редуктор, який підключений до дозатора за допомогою черв'ячно-гвинтової передачі, при цьому в процесі роботи він регулює дозу без необхідності зупинки агрегату.

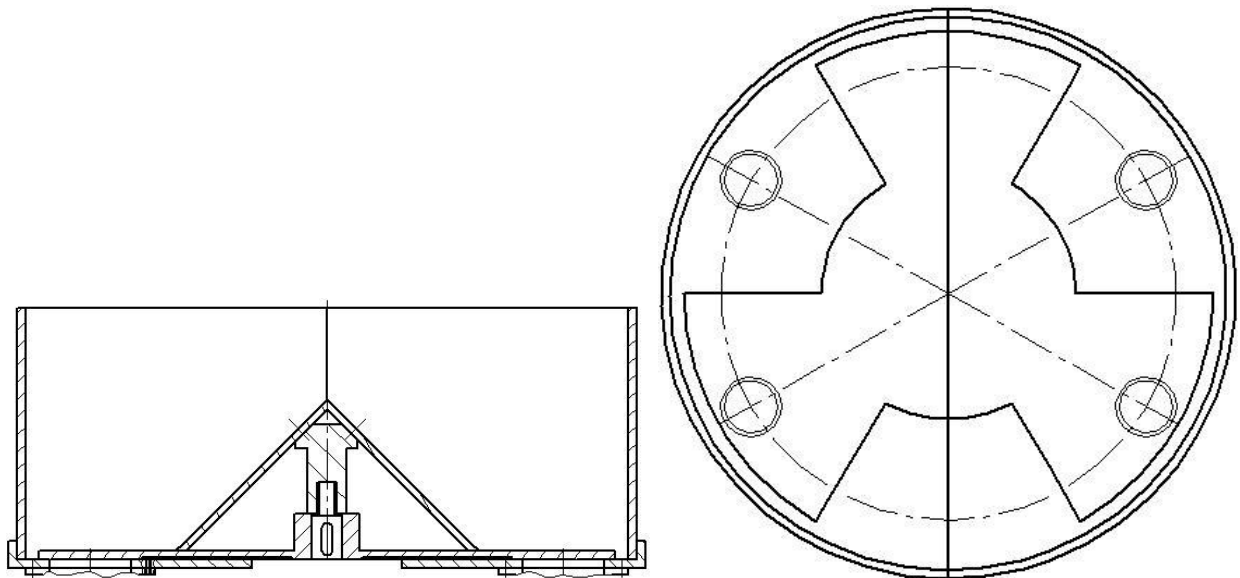


Рис. 3.4 *Бункер*

Робота бункера (рис. 3.4) полягає в установці стаціонарних мірних чашок в зоні вивантаження і розміщення в бункері приводного диска, виконаних у вигляді секторів. Вимірювальні чашки розташовані попарно в двох діаметрально протилежних по відношенню до бункеру, зонах

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

розвантаження і в бункері розміщений приводний диск, виконаний у вигляді секторів, при всьому кут α між осями чашок визначається як $2\pi / z$, а кількість секторів диска як $z / 2$, де z - парне ціле число від 4 до 10.

Така конструкція бункера значно спростить його конструкцію, зменшить споживання енергії за рахунок зменшення обертової маси пристрою та підвищить надійність його роботи. Встановлення мірних склянок попарно в двох діаметрально протилежних зонах вивантаження по відношенню до бункера дає можливість отримати дві зони вивантаження та упакувати вироби у дві, різні за обсягом та типом упаковки.

Пристрій складається з бункера, приводного вала, з рухомим секторним диском і конічним живильником, встановленим на ньому. У нижній частині бункера встановлені мірні склянки, при яких неможливо рухатися відносно один одного.

Пристрій працює наступним чином: основний продукт подається в бункер. За допомогою конічної годівниці виріб потрапляє у мірні склянки. Привідний диск обертається від вала і по черзі відсікає своїм сектором дозу продукту в чашках. У той момент, коли диск закриває отвір над відповідними чашками, спрацьовує пневматичний циліндр, який відхиляє клапан і виріб заливається в нижню упаковку. Одночасно з вивантаженням однієї порції продукту, друга порція формується в сусідньому положенні. Одночасно з цим відбувається розвантаження і, відповідно, формування частин продукту на діаметрально протилежній стороні бункера.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

3.3. Технологія нанесення ZIP-застібки на рулонний матеріал

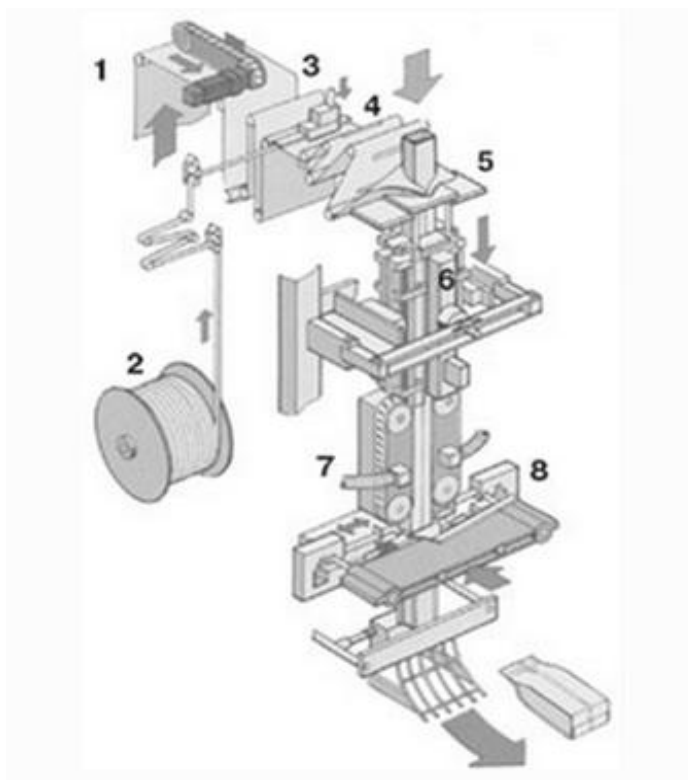


Рис.11. Принцип роботи вертикальної шлангової машини ROBERT BOSCH періодичної дії з натягуванням вакуумних ременів, зварюванням країв і вставкою ZIP-застібки (GMBH): 1 - подача пакувального матеріалу; 2 - рулон з ZIP-застібкою; 3 - зварювальний вузол (склеюючий) ZIP-кріплення; 4 - зварювання (склеювання) ZIP-застібки; 5 - формуючий комір; 6 - поздовжня термоущільнювальна накладка; 7 - вакуумні всмоктувальні ремені; 8 - поперечні блоки ущільнення.

Частина обладнання, що постачається нашою компанією, може використовувати пластикову застібку ZIP як сучасну додаткову опцію для збереження смаку та аромату продукту. У зв'язку з цим їх використовують для багаторазового відкривання та закриття гнучкої упаковки (готових упаковок).

Існують наступні типи застібок-ZIP-застібок шириною від 7 до 40 мм: - "Стандартний ZIP LOCK";

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

- «Легке запаювання» ;
- «Мульти запаювання» ;
- «Зіпер струнного типу» ;
- «Пилонепроникному» ;
- «Герметичний , водонепроникний» ;
- «Термостійкий» ;
- «Зіпер особливої конструкції».

Пластикові шнурові замки ZIP LOCK («захоплювач») широко відомі найбільшим виробникам харчової промисловості, фармацевтиці, виробникам м'яких і чистячих засобів, виробникам кормів для тварин, добрив, косметики та багатьом іншим.

Багаторазові ZIP-застібки приварюються під час пакування та пакування товару безпосередньо до полімерної упаковки, що дозволяє після відкриття упаковки щільно закрити її, забезпечуючи при цьому захист продукту від навколишнього середовища. Замки на нитки виглядають естетично, не псують зовнішній вигляд упаковки і роблять її верхню частину жорсткішою після відкриття.

Пластикова застібка ZIP виготовлена з поліетилену високого тиску і підходить для контакту з харчовими продуктами, що підтверджено необхідними сертифікатами якості.

- Переваги використання гнучкої застібки ZIP-LOCK:
- використання оригінальної упаковки для збереження свіжості та якості продукту;
- можливість багаторазово відкривати і закривати упаковку після відкриття;

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- захист від висипу та вологи;
- поліпшення зовнішнього вигляду упаковки.

Властивості якісної застібки ZIP-LOCK, гарантії:

1. найвища якість матеріалу;
2. висока точність виготовлення ZIP-застібки;
3. не висока ціна.

Ці кріплення підходять для будь-якого виробника, який використовує багаторазовий замок ZIP-LOCK на своїх вертикальних та горизонтальних лініях упаковки. Ми обираємо специфікацію пластикового замку типу "ZIP-LOCK" багаторазового відкриття, виробництва "SANZIP" (Японія, для ширини замку = 10 мм):

Ширина на блискавках 10,0 мм

Питома вага ZIP-застібок становить 5,85 г / м

Кількість на одній катушці 4600 метрів

Кількість катушок на піддоні 20 шт.

Кількість на піддоні - 92000 метрів

Зовнішній діаметр рулону становить 520 мм

Внутрішній діаметр рулону 215 мм

Ширина рулону 400 мм

Діаметр посадкового отвору - 41 мм LDPE матеріал

Діапазон температур зварювання: 125-195 ° C

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розрахунки машини і її окремих елементів:

4.1. Технологічний розрахунок :

Продукція - манна крупа;

Маса дози - $m = 1\text{кг}$;

Щільність манної крупи - $\gamma = 820\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

Сумарний час на виконання операції дозування:

$$T_{\Sigma} = t_1 + t_2;$$

де t_1 та t_2 - тривалість спорожнення мірної ємності та тривалість передачі керуючих сигналів при включенні (виключенні) етапів операцій дозування відповідно $t_2 = 0,3...0,5\text{с}$.

Розраховуємо час спорожнення стаканчика:

$$t_1 = \frac{W}{\Pi};$$

де W - об'єм дози стаканчика:

$$W = \frac{m}{\gamma} = \frac{1}{820} = 1,22 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

Π - пропускна здатність клапана стаканчика: $\Pi = \mu_0 \cdot f_{ef} \cdot v$;

μ_0 - коефіцієнт втрати швидкості частинки порівняно із вільним гравітаційним падінням: $\mu_0 = 0,7...0,9$;

					<i>ДП 60 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Дригайло Д.О.			<i>Розрахунок машини і її окремих елементів</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Валіулін Г.Р.					1	29
Реценз.						<i>НУХТ ПМ-4-бск</i>		
Н. контр.								
Затверд.								

f_{ef} - ефективна площа перерізу вихідного каналу мірної місткості, для циліндричної ємності: $f_{ef} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$;

D - внутрішній діаметр мірного стаканчика;

v - швидкість вільного падіння частинки: $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$;

H - висота стаканчика.

Із емпіричних розрахунків для важкоплинної продукції маємо:

$$\frac{H}{D} = 0,8 \dots 1,0; \Rightarrow H = 0,9 \cdot D$$

Визначаємо діаметр мірної ємності:

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H = \frac{\pi \cdot 0,9 \cdot D^3}{4} \Rightarrow$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot 0,9}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,22 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,9}} = 0,12 \text{ м}$$

$$H = 0,9 \cdot D = 0,9 \cdot 0,12 = 0,108 \text{ м}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,108} = 1,46 \text{ м/с}$$

$$\Pi = \mu_0 \cdot f_{ef} \cdot v = 0,8 \cdot \frac{\pi \cdot 0,12^2}{4} \cdot 1,46 = 0,013 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$t_1 = \frac{W}{\Pi} = \frac{1,22 \cdot 10^{-3}}{0,013} = 0,094 \text{ с}$$

$$T_{\Sigma} = t_1 + t_2; = 0,094 + 0,3 = 0,394 \text{ с}$$

Кутова швидкість приводного диску:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 12}{30} = 1,26 \text{ 1/с};$$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

n - частота обертання каруселі.

Розрахунок потужності привода дозатора:

Розрахунок втрати енергії:

$$N = \frac{T \cdot \omega_k}{1000 \cdot \eta};$$

T - крутний момент на приводному валу каруселі, $H \cdot м$;

Для визначення крутного моменту на приводному валу потрібно скористатися формулою Клосса:

$$I_{np} \cdot \ddot{\varphi} = T - \sum M_i;$$

I_{np} - приведений момент інерції всіх деталей, що обертаються разом із валом: $I_{np} = 60,2 \frac{кг \cdot м^2}{м^2}$;

$\ddot{\varphi}$ - прискорення центра мас:

$$\ddot{\varphi} = \frac{\omega_k}{t_{розг}} = \frac{1,26}{0,3} = 4,2 \frac{1}{с^2}$$

ω_k - кутова швидкість каруселі:

$$\omega_k = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 12}{30} = 1,26 \frac{1}{с}$$

Сумарний момент інерції: $\sum M_i = M_1 + M_2 + M_3$;

M_1 - момент опору руху валу по вертикальній опорі:

$$M_1 = G_{кар} \cdot \frac{d_0}{2} \cdot f_{np} = 4200 \cdot \frac{0,22}{2} \cdot 0,2 = 92,4 H \cdot м$$

M_2 - момент опору переміщення ролика по копіру:

$$M_2 = k_1 \cdot M_1 = 0,15 \cdot 92,4 = 13,86 H \cdot м; \quad k_1 = 0,1 \dots 0,15;$$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

M_3 - момент опору переміщення по нерухомому диску:

$$M_3 = k_2 \cdot M_2 = 0,05 \cdot 92,4 = 4,62 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad k_1 = 0,05 \dots 0,1;$$

Отже, маємо:

$$\sum M_i = M_1 + M_2 + M_3 = 92,4 + 13,86 + 4,62 = 110,88 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Тоді із формули Клоса визначаємо крутний момент:

$$T = I_{np} \cdot \ddot{\phi} + \sum M_i = 60,2 \cdot 4,2 + 110,88 = 363,72 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Отже,

$$N = \frac{T \cdot w_k}{\eta \cdot 1000} = \frac{363,72 \cdot 0,83}{0,6 \cdot 1000} = 0,29 \text{ кВт}$$

Отже, в нашому випадку підбираємо мотор-варіатор-редуктор Фірми *NORD* на $0,3 \text{ кВт}$.

4.2. Розрахунок механізму протягування плівки

Механізм волочіння призначений для рівномірного нанесення та уникнення закриття плівкового полімерного матеріалу.

Приймаємо зубчастий поліуретан пас *Ammeraal Beltech PU Moulded*, з шириною $B=30 \text{ мм}$.

Визначаємо лінійну масу паса: $q_c = 11 \cdot B \cdot \delta = 11 \cdot 0,03 \cdot 1,5 = 0,495 \text{ кг/м}$.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

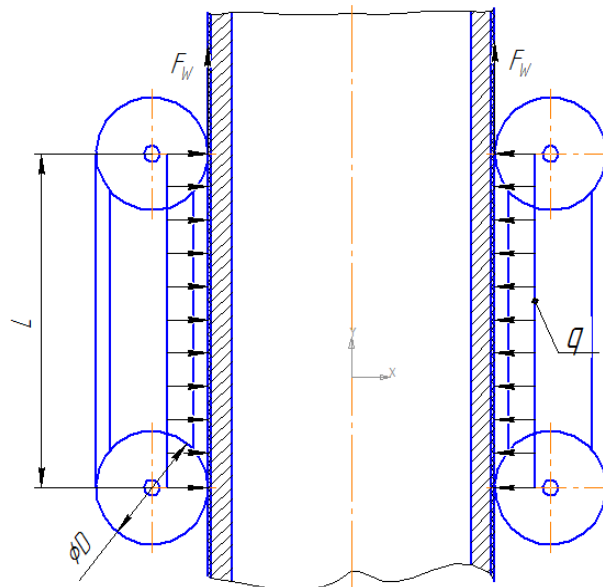


Рис 7. Схема протягування плівки

За допомогою тягового розрахунку конвеєра ми проведемо метод обходу по контуру маршруту. Суть методу полягає в тому, що по всій довжині траси діляться на характерні ділянки і послідовно знаходять натяг стрічки в кожній точці маршруту конвеєра. Розрахунок починається з точки мінімального натягу, як правило, з точки збігу приводного барабана.

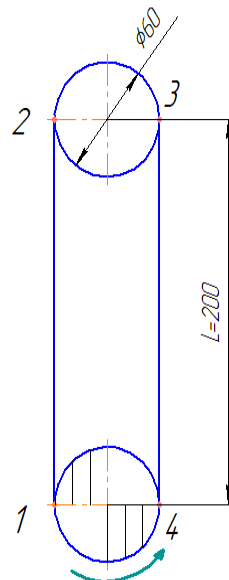


Рис.8. Кінематична схема паса з характерними точками

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 60 ПЗ

Арк.

5

Згідно з таблицею для середніх умов роботи конвеєра беремо коефіцієнти опору: для прямолінійних ділянок з прямими опорами $\omega' = 0,03$ і $\omega'' = 0,025$; коефіцієнт опору зсуву на криволінійних ділянках ($\alpha = 180^\circ$) $\Rightarrow k = 1,05$.

$$S_1 = S_{зб};$$

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + q_{cmp} \cdot g \cdot L \cdot \omega' + S_{cmp} = S_1 + 0,495 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot 0,03 + 46,52 = \\ = S_1 + 46,55$$

$$S_3 = k \cdot S_2 = 1,05 \cdot (S_1 + 46,55) = 1,05 \cdot S_1 + 48,88$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = S_3 + (q_{cmp} + q_p) \cdot g \cdot L \cdot \omega'' + q \cdot g \cdot \omega \cdot tg\beta = \\ = 1,05 \cdot S_1 + 48,88 + (0,496 + 0,47) \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot 0,025 + 0,496 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot tg5^\circ = \\ = 1,05 \cdot S_1 + 49,01$$

$$S_4 = S_{нб}$$

Ми приймаємо однобарабанний привід з накладкою та куточком $\alpha = 3,14(180^\circ)$ обхват барабанної стрічки, значення коефіцієнта тертя $\mu = 0,4$ $\Rightarrow e^{\alpha \cdot \mu} = 3,51$ оскільки тягова передача через сили тертя за відсутності ковзання стрічки і не враховує її жорсткості буде справедливою формулою Ейлера:

$$S_{нб} = e^{\alpha \cdot \mu} \cdot S_{зб}$$

Маємо:

$$\begin{cases} S_{нб} = 1,05 \cdot S_{зб} + 49,01 \\ S_{нб} = 3,51 \cdot S_{зб} \end{cases}$$

$$S_{зб} = \frac{49,01}{3,51 - 1,05} = 19,92H$$

$$S_{нб} = 3,51 \cdot S_{зб} = 69,93H$$

Визначте силу тяги на приводному барабані:

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_T = S_{нб} - S_{зб} + (k - 1) \cdot (S_{нб} + S_{зб}) = 69,93 - 19,92 + 0,05 \cdot (69,93 + 19,92) = 54,5H$$

Визначаємо необхідну швидкість плівки:

$$v = \frac{l}{t_{прот}} = \frac{0,27}{1,0} = 0,27 \text{ м/с}, \text{ де}$$

l - довжина упаковки, м;

$t_{прот}$ - час її протягування, с.

Знаходимо крутний момент на валу привода механізму протягування плівки:

$$T = \frac{N}{\omega} = \frac{F_T \cdot v}{2 \cdot \frac{v}{D}} = \frac{54,5 \cdot 0,27}{2 \cdot \frac{0,27}{0,06}} = 1,64H \cdot \text{м}, \text{ де}$$

D - діаметр приводного барабана механізму протягування плівки, м.

Отже, підрахувавши і визначивши, що необхідно подолати всі сили опору рівними $T = 1,64H \cdot \text{м}$, тому вибираємо серводвигун *EMMS-AS-70-M* фірми *Festo*.

4.3. Тепловий розрахунок повздовжнього зварювання.

Кількість тепла, необхідна для зварювання плівки, подається через поверхню накладки. Нагрівання здійснюється за допомогою електричних нагрівальних елементів.

Зварювання здійснюється нагріванням поліетиленової плівки до температури зварювання. Підберемо електричний нагрівальний елемент: Запишіть умову тепловіддачі від електронагрівального елемента до плівки:

$$Q_2 = K_3 \cdot Q_1,$$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_3 – коефіцієнт запасу $K_3=0,7...0,8$;

Q_1 – кількість теплоти, що виділяється від електричного нагрівального елемента;

Q_2 – кількість тепла, необхідного для зварювання ПЕ-плівки;

Визначте кількість тепла, необхідного для зварювання ПЕ-плівки:

$$Q_2 = m_{шва} \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

де $m_{шва}$ – маса зварювального шва в зоні контакту плівки зі зварювальною колодкою;

c – теплоємність матеріалу зварювальної накладки сталі $40 \times 10^8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$;

t_1 – температура навколишнього середовища $t_1=20^\circ$;

t_2 – температура зварювання ПЕ плівки $t_2=120^\circ$.

Знайдіть масу шва в зоні контакту плівки зі зварювальним майданчиком:

$$m_{шва} = V_{шва} \cdot \rho,$$

де $V_{шва}$ – об'єм шва в зоні контакту плівки з зварювальною колодкою:

$$V_{шва} = 2 \cdot \delta \cdot h_{шва} \cdot b_{шва} = 2 \cdot 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 0,14 \cdot 0,005 = 70 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3,$$

де δ – товщина плівки, м;

$h_{шва}$ – висота шва, м;

$b_{шва}$ – довжина контакту плівки з зварювальною колодкою, м.

$$m_{шва} = V_{шва} \cdot \rho = 70 \cdot 10^{-9} \cdot 0,96 \cdot 10^{-3} = 0,067 \cdot 10^{-9} \text{ кг}$$

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_2 = m_{\text{ува}} \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 0,067 \cdot 10^{-9} \cdot 0,8 \cdot (120 - 20) = 5,36 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

Знаходимо кількість теплоти, що виділяється від електричного нагрівального елемента:

$$Q_1 = \frac{Q_2}{K_3} = \frac{5,36 \cdot 10^{-3}}{0,8} = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

Знаходимо опір електричного нагрівального елемента за формулою Джоуля-Ленца:

$$Q_1 = I^2 \cdot R \cdot t \Rightarrow R = \frac{Q_1}{I^2 \cdot t} = \frac{6,7 \cdot 10^{-3}}{0,5^2 \cdot 1} = 0,027 \text{ Ом}$$

Для нагрівання роликів візьмемо ніхромову пластинку:

Марки 15,6/8,5(0,8)Т24(2,0) ТКФ «Електронагрівач»

Знаходимо довжину пластинки:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{0,027 \cdot 5,7 \cdot 10^{-6}}{0,98 \cdot 10^{-6}} = 0,156 \text{ м.}$$

4.4. Тепловий розрахунок поперечного зварювання.

Зварювання здійснюється нагріванням поліетиленової плівки до температури зварювання $t = 120^\circ \text{C}$.

Підберасмо електронагрівачий елемент:

$$Q_2 = K_3 \cdot Q_1,$$

Q_1 – кількість теплоти, що виділяється від електричного нагрівального елемента.

					ДП 60 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Q_2 – кількість тепла, необхідного для зварювання ПЕ-плівки.

Визначте кількість тепла, необхідного для зварювання ПЕ-плівки:

$$Q_2 = m_{шва} \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

Знайдіть масу шва в зоні контакту плівки зі зварювальним майданчиком:

$$m_{шва} = V_{шва} \cdot \rho,$$

де $V_{шва}$ – об'єм шва в зоні контакту плівки зі зварювальним майданчиком:

$$V_{шва} = 2\delta \cdot h_{шва} \cdot b_{шва} = 2 \cdot 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 0,029 \cdot 0,023 = 66,7 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3,$$

де δ – товщина плівки,

$h_{шва}$ – висота шва,

$b_{шва}$ – довжина контакту плівки зі зварювальною подушкою.

$$m_{шва} = 66,7 \cdot 10^{-9} \cdot 0,96 \cdot 10^{-3} = 0,064 \cdot 10^{-9} \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 0,064 \cdot 10^{-9} \cdot 0,8 \cdot (120 - 20) = 5,12 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

Визначте кількість теплоти, що виділяється від електричного нагрівального елемента:

$$Q_1 = Q_2 / K_3 = 5,12 \cdot 10^{-3} / 0,8 = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

Визначте опір електричного нагрівального елемента за формулою Джоуля-Ленца:

$$Q_1 = I^2 \cdot R \cdot t \Rightarrow R = Q_1 / I^2 \cdot t = 6,4 \cdot 10^{-3} / 0,5^2 \cdot 1 = 0,0256 \text{ Ом.}$$

Для нагрівання роликів візьмемо ніхромову пластинку:

Марки 15,6/8,5(0,8)Т24(2,0) ТКФ «Електронагрівач»

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Визначимо довжину пластинки:

$$R = \rho \cdot l / S \Rightarrow l = R \cdot S / \rho = 0,0256 \cdot 5,7 \cdot 10^{-6} / 0,98 \cdot 10^{-6} = 0,15 \text{ м}$$

4.5. Тяговий розрахунок конвеєра

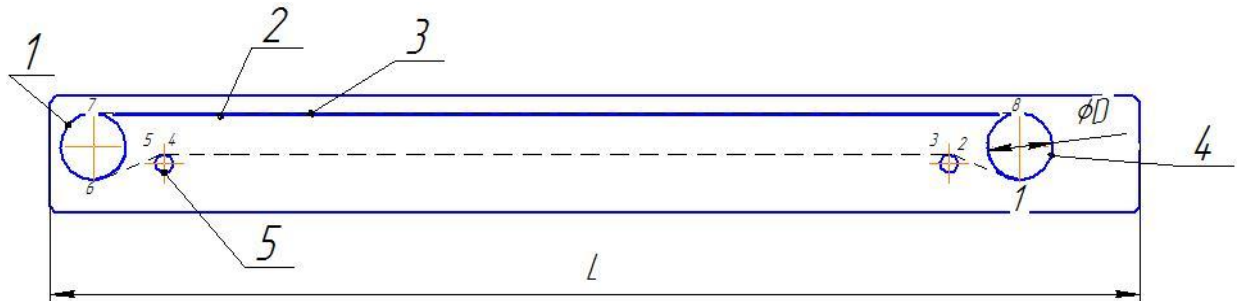


Рис.9. Розрахункова схема стрічкового конвеєра

Визначають ширину стрічки для штучного вантажу, вона визначається геометричними розмірами вантажу:

$$B = b + 2 \cdot \Delta = 100 + 2 \cdot 25 = 150 \text{ мм}$$

Приймаємо $B = 150 \text{ мм}$.

Знаходимо швидкість руху стрічки.

Крок між вантажами приймаємо $A = 0,4 \text{ м}$

$$v = \frac{z \cdot A}{3600} = \frac{3600 \cdot 0,4}{3600} = 0,4 \text{ м/с};$$

де z – штучна продуктивність.

Приймаємо швидкість руху стрічки $0,4 \text{ м/с}$

Лінійна маса вантажу:

$$q_e = \frac{m}{A} = \frac{1}{0,4} = 2,5 \text{ кг/м};$$

Лінійна маса стрічки:

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$q_{cm} = 1,1 \cdot B(\delta_i \cdot z_{np} + \delta_1 + \delta_2) = 1,1 \cdot 0,15(1,5 \cdot 3 + 3 + 1) = 1,4 \text{ кг/м};$$

де δ_i , δ_1 , δ_2 – товщина прокладки, верхньої та нижньої кришки відповідно;

z_{np} – кількість прокладок.

Лінійна вага роликів: Оскільки вантаж штучний, для нижніх ділянок конвеєра ми вибираємо однакові ролики.

$$V = \pi \cdot d \cdot \delta_p \cdot l_p = 3,14 \cdot 0,03 \cdot 0,016 \cdot 0,15 = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3;$$

$$m_p = V \cdot \rho_{cm} = 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 7800 = 1,76 \text{ кг};$$

де ρ_{cm} – густина сталі.

Згідно з таблицею для середніх умов роботи конвеєра беремо коефіцієнти опору: для прямолінійних ділянок з прямими опорами $\omega' = 0,03$ і $\omega'' = 0,025$; коефіцієнт опору зсуву на криволінійних ділянках ($\alpha = 180^\circ$) $\Rightarrow k = 1,05$.

$$S_1 = S_{зб};$$

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + q_{cmp} \cdot g \cdot L \cdot \omega' = S_1 + 1,4 \cdot 9,81 \cdot 0,05 \cdot 0,03 = S_1 + 0,02$$

$$S_3 = k_{\delta am} \cdot S_2 = 1,04 \cdot (S_1 + 0,02) = 1,04 \cdot S_1 + 0,022$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = S_3 + (q_{cmp} + q_p) \cdot g \cdot L \cdot \omega'' = 1,04 \cdot S_1 + 0,022 + (1,4 + 3,2) \cdot 9,81 \cdot 2 \cdot 0,03 = 1,04 \cdot S_1 + 2,73$$

$$S_5 = S_4 \cdot k_{\delta am} = 1,04 \cdot (1,04 \cdot S_1 + 2,73) = 1,082 \cdot S_1 + 2,84$$

$$S_6 = S_5 + (q_{cmp} + q_p) \cdot g \cdot l \cdot \omega = 1,082 \cdot S_1 + 2,84 + (1,4 + 3,2) \cdot 9,81 \cdot 0,05 \cdot 0,03 = 1,082 \cdot S_1 + 2,91$$

$$S_7 = S_6 \cdot k_{\delta ap} = (1,082 \cdot S_1 + 2,91) \cdot 1,06 = 1,15 \cdot S_1 + 3,082$$

$$S_8 = S_7 + (q_{cmp} + q_e) \cdot g \cdot L \cdot \omega = 1,15 \cdot S_1 + 3,082 + (1,4 + 2,5) \cdot 9,81 \cdot 2 \cdot 0,03 = 1,15 \cdot S_1 + 5,38$$

										Арк.
										12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ					

Ми приймаємо однобарабанний привід з накладкою та кутом $\alpha = 3,14(180^\circ)$ обхват барабанної стрічки, значення коефіцієнта тертя $\mu = 0,4$
 $\Rightarrow e^{\alpha \cdot \mu} = 3,51$ оскільки тягова передача через сили тертя за відсутності ковзання стрічки і не враховує її жорсткості буде справедливою формулою Ейлера:

$$S_{н\bar{o}} = e^{\alpha \cdot \mu} \cdot S_{з\bar{o}}$$

Отримуємо:

$$\begin{cases} S_{н\bar{o}} = 1,15 \cdot S_{з\bar{o}} + 5,38 \\ S_{н\bar{o}} = 3,51 \cdot S_{з\bar{o}} \end{cases}$$

$$S_{з\bar{o}} = \frac{5,38}{3,51 - 1,15} = 2,3H$$

$$S_{н\bar{o}} = 3,51 \cdot S_{з\bar{o}} = 8H$$

Знаходимо тягу на привідному барабані:

$$F_T = S_{н\bar{o}} - S_{з\bar{o}} + (k - 1) \cdot (S_{н\bar{o}} + S_{з\bar{o}}) = 8 - 2,3 + 0,05 \cdot (8 + 2,3) = 6,22H$$

Розрахункова потужність двигуна

$$N_{\text{дв.розр.}} = \frac{F_T \cdot v}{\eta_{\text{прив}}} = \frac{6,22 \cdot 0,4}{0,99} = 2,51Bm'$$

$$\omega_{\text{бараб}} = \frac{2 \cdot v}{D} = \frac{2 \cdot 0,4}{0,1} = 8c^{-1},$$

$$n_{\bar{o}} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 0,1} = 76,4 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

В якості приводу обираємо мотор-редуктор

SKISM31-63S/4 фірми *NORD* з пустотілим валом.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$N=0,12 \text{ кВт};$

$n=80 \text{ об/хв.};$

$m=12 \text{ кг.}$

Підберемо полімерну стрічку для конвеєра

Тип ленты	Материал верхнего слоя	Материал нижнего слоя	Толщина, мм	Растяжение 1%, N/мм	Мин диаметр огибания, мм	Пищевой Сертификат	Назначение
F-2EQWT 0,7 mm White	полиуретан	полиэстер	0,7	4	2	Да	Охлаждающий тоннель, разное
F 3/1 EU02N/U0 0,9mm White	полиуретан	полиэстер	0,9	4	3	Да	Охлаждающий тоннель, разное
T-04BR	полиуретан коричневая вафля	полиэстер	1,0	4	2	Да	Охлаждающий тоннель, разное
F-3/1EU05N-UOWF	полиуретан вафля	полиэстер	1,2	4	2	Да	Охлаждающий тоннель, разное
F 5/2 EU05N/U0 1,4mm White	полиуретан	полиэстер	1,4	5	15	Да	Охлаждающий тоннель, разное
F 8/2 EV04A/U0 LP 2mm White	поливинилхлорид	полиэстер	2,0	8	24	Да	Пищевое разное
F 8/2 EV05A/U0 2mm White	поливинилхлорид	полиэстер	2,0	8	24	Да	Пищевое разное
F 8/2 EV12A/U0 LP 3mm White	поливинилхлорид	полиэстер	3,0	8	48	Да	Пищевое разное
F 10/2 EPE05A/PE01 LP 3mm Transp.		полиэстер	3,0	10	80	Да	Пищевое разное, гематоген
F 12/3 EV12A/U0 LP 4mm White	поливинилхлорид	полиэстер	4,0	12	75	Да	Пищевое разное
S 8/2 EV04A/U0 LP 2mm Green	поливинилхлорид	полиэстер	2,0	8	24	Нет	Не пищевое разное
S 8/2 EV05N/U0 LP 2mm Schwarz	поливинилхлорид	полиэстер	2,0	8	24	Нет	Не пищевое разное
S 8/2 EV12A/U0 LP 3mm Green	поливинилхлорид	полиэстер	3,0	8	48	Нет	Не пищевое разное
PVC-10SG	поливинилхлорид	полиэстер	5,3	8	60	Нет	Наклонный транспортер, не пищевое разное

Характеристики конвеєра:

Діаметр найменшого барабана - 100 мм

Навантаження на 1 мм. ширина стрічки - 5,9 Н / мм

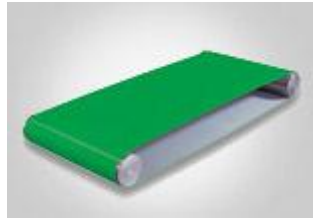
Товщина конвеєрної стрічки 3 мм

Довжина конвеєрної стрічки - 1600 мм

Ширина конвеєрної стрічки 160 мм

Тому за характеристиками підбираємо полімерну стрічку *F 8/2 EVI2A/U0 LP 3mm White* фірми *e-zip*.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Переваги полімерної стрічки: відрізняються легкістю, довговічністю, стійкістю до порізів і зносу. Діапазон робочих температур від -50 до $+260$ °С.

4.6. Тяговий розрахунок відвідного конвеєра

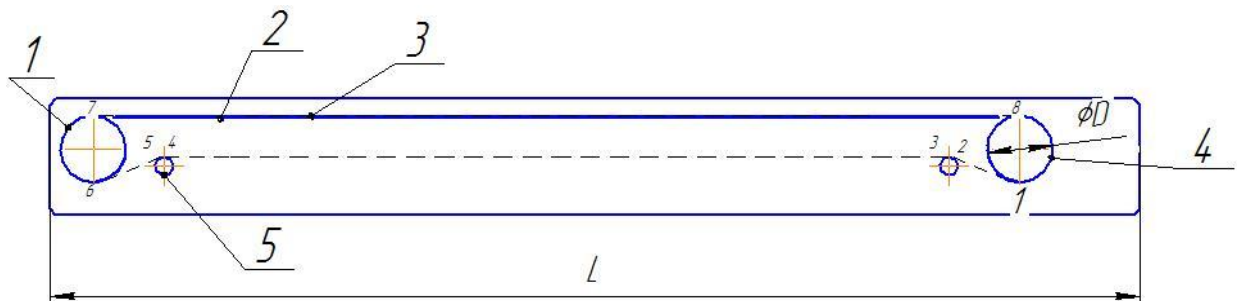


Рис.10. Розрахункова схема стрічкового конвеєра

Визначте ширину стрічки для штучного вантажу, геометричні розміри вантажу:

$$B = b + 2 \cdot \Delta = 320 + 2 \cdot 25 = 370 \text{ мм}$$

Приймаємо $B = 370 \text{ мм}$.

Визначаємо швидкість руху стрічки:

Обираємо крок між вантажами $A = 0,5 \text{ м}$

$$v = \frac{z \cdot A}{3600} = \frac{3600 \cdot 0,5}{3600} = 0,5 \text{ м/с};$$

де z – штучна продуктивність.

Обираємо швидкість руху стрічки $0,5 \text{ м/с}$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо однобарабанный привод з футеровкою і кутом $\alpha = 3,14(180^\circ)$ обхвату барабана стрічкою, значення коефіцієнта тертя $\mu = 0,4 \Rightarrow e^{\alpha \cdot \mu} = 3,51$ так як тягова передача за рахунок сил тертя при цьому при відсутності ковзання стрічки і не враховується її жорсткість буде справедлива формула Ейлера:

$$S_{нб} = e^{\alpha \cdot \mu} \cdot S_{зб}$$

Маємо:

$$\begin{cases} S_{нб} = 1,15 \cdot S_{зб} + 35,95 \\ S_{нб} = 3,51 \cdot S_{зб} \end{cases}$$

$$S_{зб} = \frac{35,95}{3,51 - 1,15} = 15,23H$$

$$S_{нб} = 3,51 \cdot S_{зб} = 53,5H$$

Знаходимо тягове зусилля на приводному барабані:

$$F_T = S_{нб} - S_{зб} + (k - 1) \cdot (S_{нб} + S_{зб}) = 53,5 - 15,23 + 0,05 \cdot (53,5 + 15,23) = 41,7H$$

Розрахункова потужність двигуна

$$N_{дв.розр.} = \frac{F_T \cdot v}{\eta_{прив}} = \frac{41,7 \cdot 0,5}{0,99} = 21,1Bm'$$

$$\omega_{бараб} = \frac{2 \cdot v}{D} = \frac{2 \cdot 0,5}{0,1} = 10c^{-1},$$

$$n_{б} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,1} = 95 \frac{об}{хв}$$

В якості приводу обираємо мотор-редуктор

SK1SM31-63S/4 фірми *NORD* з пустотілим валом.

$$N = 0,5 \text{ кВт};$$

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$n=95$ об/хв.;

$m=14$ кг.

Знайдемо полімерну стрічку для конвеєра

Тип ленты	Материал верхнего слоя	Материал нижнего слоя	Толщина, мм	Растяжение 1%, N/мм	Мин диаметр огибания, мм	Пищевой Сертификат	Назначение
F-2EQWT 0,7 mm White	полиуретан	полиэстер	0,7	4	2	Да	Охлаждающий тоннель, разное
F 3/1 EU02N/U0 0,9mm White	полиуретан	полиэстер	0,9	4	3	Да	Охлаждающий тоннель, разное
T-04BR	полиуретан коричневая вафля	полиэстер	1,0	4	2	Да	Охлаждающий тоннель, разное
F-3/1EU05N-UOWF	полиуретан вафля	полиэстер	1,2	4	2	Да	Охлаждающий тоннель, разное
F 5/2 EU05N/U0 1,4mm White	полиуретан	полиэстер	1,4	5	15	Да	Охлаждающий тоннель, разное
F 8/2 EV04A/U0 LP 2mm White	поливинилхлорид	полиэстер	2,0	8	24	Да	Пищевое разное
F 8/2 EV05A/U0 2mm White	поливинилхлорид	полиэстер	2,0	8	24	Да	Пищевое разное
F 8/2 EV12A/U0 LP 3mm White	поливинилхлорид	полиэстер	3,0	8	48	Да	Пищевое разное
F 10/2 EPE05A/PE01 LP 3mm Transp.		полиэстер	3,0	10	80	Да	Пищевое разное, гематоген
F 12/3 EV12A/U0 LP 4mm White	поливинилхлорид	полиэстер	4,0	12	75	Да	Пищевое разное
S 8/2 EV04A/U0 LP 2mm Green	поливинилхлорид	полиэстер	2,0	8	24	Нет	Не пищевое разное
S 8/2 EV05N/U0 LP 2mm Schwarz	поливинилхлорид	полиэстер	2,0	8	24	Нет	Не пищевое разное
S 8/2 EV12A/U0 LP 3mm Green	поливинилхлорид	полиэстер	3,0	8	48	Нет	Не пищевое разное
PVC-10SG	поливинилхлорид	полиэстер	5,3	8	60	Нет	Наклонный транспортер, не пищевое разное

Характеристики конвеєра:

Діаметр найбільшого барабана - 100 мм

Навантаження на 1 мм. ширина стрічки - 7,2 Н / мм

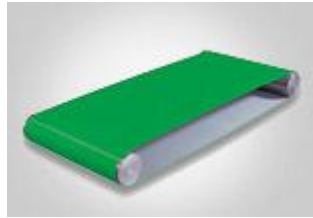
Товщина конвеєрної стрічки 3 мм

Довжина конвеєрної стрічки становить 2800 мм

Ширина конвеєрної стрічки становить 370 мм

Отже, за характеристиками підбираємо полімерну стрічку *F 8/2 EV12A/U0 LP 3mm White* фірми *e-zip*.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



Переваги полімерної стрічки: відрізняються легкістю, довговічністю, стійкістю до порізів і зносу. Діапазон робочих температур від -50 до $+260$ °С.

4.7. Розрахунок приводного вала

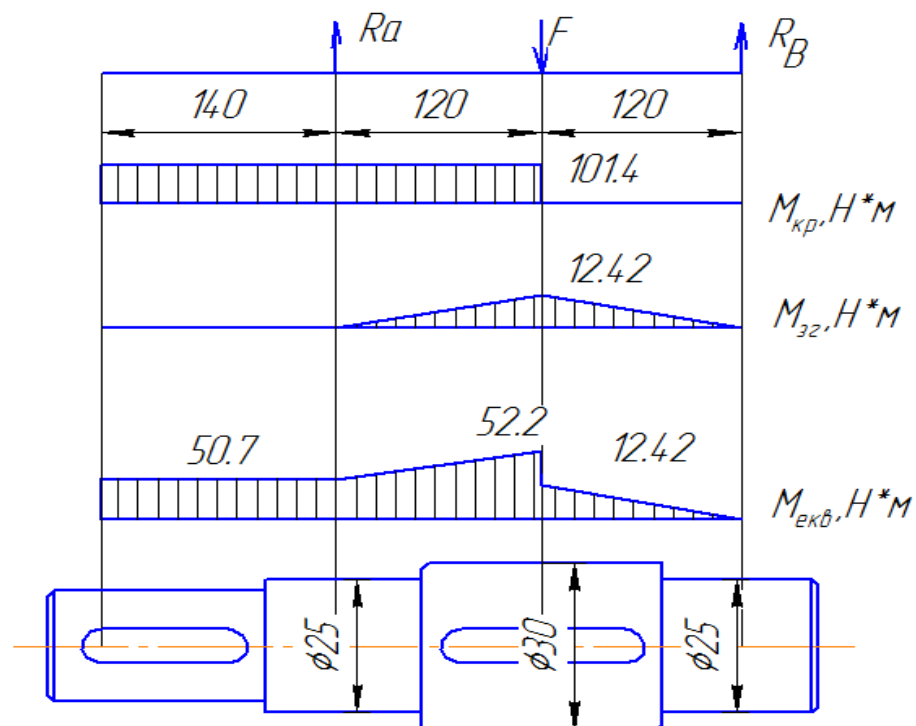


Рис. 11. Епюри напружень, що діють на вал

Вертикальна площина :

Для початку визначимо реакції опор :

$$\sum M_A = 0;$$

$$\sum M_A = R_b \cdot (a + b) - F \cdot a = 0;$$

$$R_b = \frac{F \cdot a}{a + b} = \frac{207 \cdot 0,12}{0,12 + 0,12} = 103,5 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0;$$

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

$$\sum M_B = Ra \cdot (a+b) - F \cdot b = 0$$

$$R_a = \frac{F \cdot b}{a+b} = \frac{207 \cdot 0,12}{0,24} = 103,5H$$

Перевірка:

$$\sum Y = 0;$$

$$\sum Y = R_a + R_b - F = 0$$

$$103,5 + 103,5 - 207 = 0.$$

Епюра згинальних моментів горизонтальної площини.

$$M1) 0 < x_1 < 0,12;$$

$$M(x_1) = Ra \cdot x_1;$$

$$M(0) = Ra \cdot 0 = 0;$$

$$M(0,12) = Ra \cdot 0,12 = 12,42H \cdot m$$

$$M2) 0,12 < x_2 < 0,24;$$

$$M(x_2) = Ra \cdot x_2 - F \cdot (x_2 - a);$$

$$M(0,12) = 12,42H \cdot m;$$

$$M(0,24) = 103,5 \cdot 0,24 - 207(0,24 - 0,12) = 0;$$

$$0,24 < x_3 < 0,38;$$

$$M(x_3) = Ra \cdot x_3 - F \cdot (x_3 - a) + Rb(x_3 - 0,24);$$

$$M(0,24) = 0;$$

$$M(0,38) = 103,5 \cdot 0,38 - 207 \cdot 0,24 + 103,5 \cdot 0,12 = 0;$$

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Для побудови епюри еквівалентного моменту користуємось формулою:

$$M_{екв} = \sqrt{M_{зг}^2 + (\alpha \cdot T)^2}$$

де α – коефіцієнт, що враховує відмінність в характеристиках циклів напруження згину та кручення. Приймаємо $\alpha = 0,5$.

$$M_{екв1} = 0;$$

$$M_{екв2} = \sqrt{12,42^2 + (0,5 \cdot 101,4)^2} = 52,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{екв3} = \sqrt{0^2 + (0,5 \cdot 101,4)^2} = 50,7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{екв4} = \sqrt{12,42^2 + (0,5 \cdot 0)^2} = 12,42 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Розрахунок діаметрів вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1 \cdot [\tau]}}, \text{ де } [\tau] = 65 \text{ МПа};$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{50,7 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 65}} = 19,8 \text{ (мм)};$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{52,2 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 65}} = 20,3 \text{ (мм)};$$

Приймаємо:

$$d_1 = 25 \text{ мм};$$

$$d_2 = 30 \text{ мм};$$

Графічне зображення напружень, що діють на вал на рис. 11

4.8. Розрахунок зусилля розмотування плівки

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Плівка розмотується, проходячи через систему роликів, які встановлені на нерухомій рамі. Рух фільму відбувається відповідно до закону $a_\tau = 0,28\text{м/с}^2 = \text{const.}$

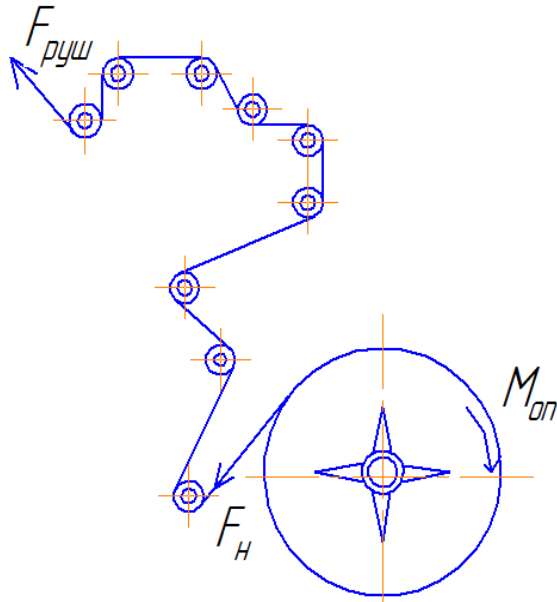


Рис.12. Схема прикладених сил до рулона

Запишемо принцип Д'Аламбера для рулона: $I \cdot \varepsilon = M_{руш} - M_{оп}$,

де I – момент інерції рулона, ε – кутове прискорення рулона,

$M_{руш}$ – момент рушійних сил, $M_{оп}$ – момент сил опору.

Звідси, $M_{руш} = M_{оп} + I \cdot \varepsilon$, тоді рушійна сила розраховується за формулою

$$F_{руш} = \frac{M_{руш}}{D_{рул}/2} = \frac{2 \cdot (M_{оп} + I \cdot \varepsilon)}{D_{рул}}$$

З рис.9.2 виходить, що $M_{оп} = 2 \cdot W \cdot \frac{d}{2}$, де $W = N \cdot \frac{w \cdot d + 2 \cdot k}{d}$, при цьому $k=0,01$, $w=0,022$.

Для знаходження сили N необхідно спроектувати сили на вертикальну вісь:

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$m \cdot g = 2 \cdot N \cdot \cos 35^\circ \Rightarrow N = \frac{m \cdot g}{2 \cdot \cos 35^\circ}.$$

Запишемо моменти інерції рулону і шпулі та порівняємо їх:

$$I_{рул} = \frac{m_{рул} \cdot R_{рул}^2}{2}, I_k = \frac{m_k \cdot R_k^2}{2}, I_{рул} > I_k.$$

Напишіть формулу для визначення кутових прискорень валка та катушки:

$$\varepsilon_{рул} = \frac{a}{R_{рул}}, \varepsilon_{рул} > \varepsilon_k, \varepsilon_k = \frac{a}{R_k}.$$

Знаходимо зусилля розмотування рулону:

а) діаметр рулону $D_{рул} = 0,4\text{м}$, ширина рулону $h = 0,38\text{м}$, товщина плівки $\delta = 40\text{мкм}$.

$$V_{рул} = \frac{\pi \cdot h}{4} (D_{рул}^2 - d_k^2) = \frac{3,14 \cdot 0,38}{4} (0,4^2 - 0,0381^2) = 0,0473\text{м}^3$$

$$m_{рул} = V_{рул} \cdot \rho_{рул} = 0,0473 \cdot 905 = 42,80\text{кг}$$

$$m_{\Sigma} = m_{рул} + m_{дет} = 42,80 + 2,81 = 45,61\text{кг}$$

$$N = \frac{m_{\Sigma} \cdot g}{2 \cdot \cos 35^\circ} = \frac{45,61 \cdot 9,81}{2 \cdot \cos 35^\circ} = 273,11\text{Н}$$

$$W = N \cdot \frac{w \cdot d_c + 2 \cdot k}{d} = 273,11 \cdot \frac{0,022 \cdot 0,016 + 2 \cdot 0,01}{0,022} = 252,65\text{Н}$$

$$M_{он} = 2 \cdot W \cdot \frac{d_1}{2} = 2 \cdot 252,65 \cdot \frac{0,024}{2} = 6,064\text{Н} \cdot \text{м}$$

$$I_{рул} = \frac{m_{рул} \cdot R_{рул}^2}{2} = \frac{46 \cdot 0,2^2}{2} = 0,92\text{кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\varepsilon_{рул} = \frac{a}{R_{рул}} = \frac{0,28}{0,2} = 1,4\text{с}^{-2}$$

$$F_{руш} = \frac{2 \cdot (M_{он} + I \cdot \varepsilon)}{D_{рул}} = \frac{2 \cdot (6,064 + 0,92 \cdot 1,4)}{0,4} = 36,76\text{Н}$$

									ДП 60 ПЗ	Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

б) діаметр рулону $D_{рул} = 0,039\text{м}$, ширина рулону $h = 0,38\text{м}$, товщина плівки $\delta = 40\text{мкм}$.

$$V_{рул} = \frac{\pi \cdot h}{4} (D_{рул}^2 - d_k^2) = \frac{3,14 \cdot 0,38}{4} (0,039^2 - 0,0381^2) = 20,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$m_{рул} = V_{рул} \cdot \rho_{рул} = 20,7 \cdot 10^{-6} \cdot 905 = 0,0187 \text{ кг}$$

$$m_{\Sigma} = m_{рул} + m_{дет} = 0,0187 + 2,81 = 2,83 \text{ кг}$$

$$N = \frac{m_{\Sigma} \cdot g}{2 \cdot \cos 35^{\circ}} = \frac{2,83 \cdot 9,81}{2 \cdot \cos 35^{\circ}} = 16,95 \text{ Н}$$

$$W = N \cdot \frac{w \cdot d_c + 2 \cdot k}{d} = 16,95 \cdot \frac{0,022 \cdot 0,016 + 2 \cdot 0,01}{0,022} = 15,68 \text{ Н}$$

$$M_{он} = 2 \cdot W \cdot \frac{d}{2} = 2 \cdot 15,68 \cdot \frac{0,024}{2} = 0,376 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$I_{рул} = \frac{m_{рул} \cdot R_{рул}^2}{2} = \frac{2,83 \cdot 0,0195^2}{2} = 0,00054 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\varepsilon_{рул} = \frac{a_{\tau}}{R_{рул}} = \frac{0,28}{0,0195} = 14,36 \text{ с}^{-2}$$

$$F_{руш} = \frac{2 \cdot (M_{он} + I \cdot \varepsilon)}{D_{рул}} = \frac{2 \cdot (0,376 + 0,00054 \cdot 14,36)}{0,039} = 19,68 \text{ Н}$$

Тому ми використовуємо для подальших розрахунків $F_{руш} = 36,76 \text{ Н}$.

4.9. Розрахунок зусилля розмотування ZIP-застібки

Плівка розмотується, проходячи через систему роликів, які встановлені на нерухомій рамі. Рух плівки відбувається відповідно до закону $a_{\tau} = 0,28 \text{ м/с}^2 = \text{const}$.

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

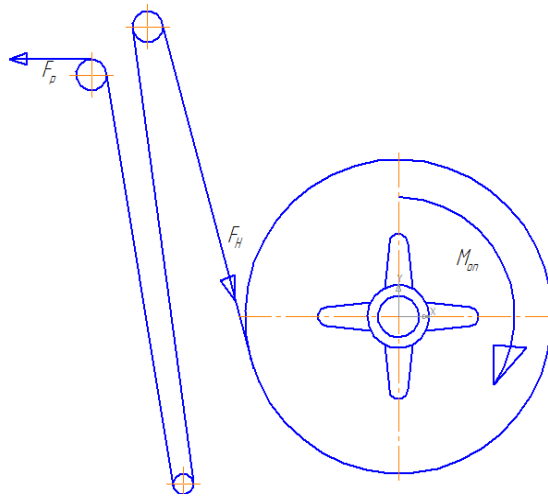


Рис.13. Схема прикладених сил до рулона із ZIP-застібкою

Запишемо принцип Д'Аламбера для рулона: $I \cdot \ddot{\varepsilon} = M_{руш} - M_{он}$,

де I – момент інерції рулона, $\ddot{\varepsilon}$ – кутове прискорення рулона,

$M_{руш}$ – момент рушійних сил, $M_{он}$ – момент сил опору.

Звідси, $M_{руш} = M_{он} + I \cdot \ddot{\varepsilon}$, тоді рушійна сила розраховується за формулою

$$F_{руш} = \frac{M_{руш}}{D_{рул}/2} = \frac{2 \cdot (M_{он} + I \cdot \ddot{\varepsilon})}{D_{рул}}$$

З рис.13 виходить, що $M_{он} = 2 \cdot W \cdot \frac{d}{2}$, де $W = N \cdot \frac{w \cdot d + 2 \cdot k}{d}$, при цьому $k=0,01$, $w=0,022$.

Для знаходження сили N необхідно спроектувати сили на вертикальну вісь:

$$m \cdot g = 2 \cdot N \cdot \cos 35^\circ \Rightarrow N = \frac{m \cdot g}{2 \cdot \cos 35^\circ}$$

Запишіть моменти інерції рулону і котушки і порівняйте їх:

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

$$I_{рул} = \frac{m_{рул} \cdot R_{рул}^2}{2}, I_k = \frac{m_k \cdot R_k^2}{2}, I_{рул} > I_k$$

Напишіть формулу для визначення кутових прискорень валка та котушки:

$$\varepsilon_{рул} = \frac{a}{R_{рул}}, \varepsilon_{рул} > \varepsilon_k, \varepsilon_k = \frac{a}{R_k}$$

Знаходимо зусилля розмотування рулону:

а) діаметр рулону $D_{рул} = 0,52\text{м}$, ширина рулону $h = 0,4\text{м}$, товщина плівки $\delta = 50\text{мм}$.

$$V_{рул} = \frac{\pi \cdot h}{4} (D_{рул}^2 - d_k^2) = \frac{3,14 \cdot 0,4}{4} (0,52^2 - 0,041^2) = 0,0844\text{м}^3$$

$$m_{рул} = V_{рул} \cdot \rho_{рул} = 5,85 \cdot 92 = 538,2\text{г} = 0,5382\text{кг}$$

$$m_{\Sigma} = m_{рул} + m_{дет} = 0,5382 + 0,28 = 0,81\text{кг}$$

$$N = \frac{m_{\Sigma} \cdot g}{2 \cdot \cos 35^\circ} = \frac{0,81 \cdot 9,81}{2 \cdot \cos 35^\circ} = 4,87\text{Н}$$

$$W = N \cdot \frac{w \cdot d_c + 2 \cdot k}{d} = 4,87 \cdot \frac{0,022 \cdot 0,016 + 2 \cdot 0,01}{0,022} = 4,51\text{Н}$$

$$M_{он} = 2 \cdot W \cdot \frac{d_1}{2} = 2 \cdot 4,51 \cdot \frac{0,024}{2} = 0,11\text{Н} \cdot \text{м}$$

$$I_{рул} = \frac{m_{рул} \cdot R_{рул}^2}{2} = \frac{0,5382 \cdot 0,26^2}{2} = 0,0182\text{кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\varepsilon_{рул} = \frac{a}{R_{рул}} = \frac{0,28}{0,25} = 1,08\text{с}^{-2}$$

$$F_{руш} = \frac{2 \cdot (M_{он} + I \cdot \varepsilon)}{D_{рул}} = \frac{2 \cdot (0,11 + 0,0182 \cdot 1,08)}{0,52} = 0,52\text{Н}$$

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

б) діаметр рулону $D_{рул} = 0,1\text{м}$, ширина рулону $h = 0,4\text{м}$, товщина плівки $\delta = 50\text{мкм}$.

$$V_{рул} = \frac{\pi \cdot h}{4} (D_{рул}^2 - d_k^2) = \frac{3,14 \cdot 0,4}{4} (0,1^2 - 0,041^2) = 0,00261\text{м}^3$$

$$m_{рул} = 5,85 \cdot 17,69 = 103,5\text{г} = 0,1035\text{кг}$$

$$m_{\Sigma} = m_{рул} + m_{дет} = 0,1035 + 0,28 = 0,3855\text{кг}$$

$$N = \frac{m_{\Sigma} \cdot g}{2 \cdot \cos 35^{\circ}} = \frac{0,3855 \cdot 9,81}{2 \cdot \cos 35^{\circ}} = 2,3\text{Н}$$

$$W = N \cdot \frac{w \cdot d_c + 2 \cdot k}{d} = 2,3 \cdot \frac{0,022 \cdot 0,016 + 2 \cdot 0,01}{0,022} = 6,05\text{Н}$$

$$M_{он} = 2 \cdot W \cdot \frac{d_1}{2} = 2 \cdot 6,05 \cdot \frac{0,024}{2} = 0,145\text{Н} \cdot \text{м}$$

$$I_{рул} = \frac{m_{рул} \cdot R_{рул}^2}{2} = \frac{0,1035 \cdot 0,05^2}{2} = 0,00013\text{кг} \cdot \text{м}^2$$

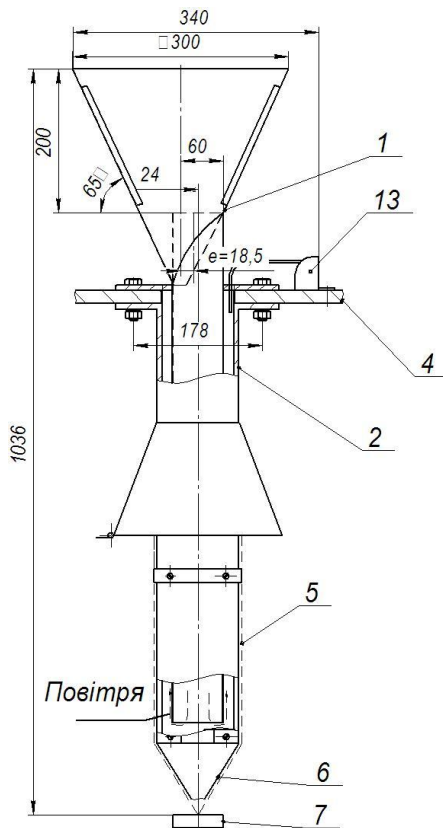
$$\ddot{\varepsilon}_{рул} = \frac{a_{\tau}}{R_{рул}} = \frac{0,28}{0,05} = 5,6\text{с}^{-2}$$

$$F_{руш} = \frac{2 \cdot (M_{он} + I \cdot \ddot{\varepsilon})}{D_{рул}} = \frac{2 \cdot (0,145 + 0,00013 \cdot 5,6)}{0,1} = 2,92\text{Н}$$

Тому ми використовуємо для подальших розрахунків $F_{руш} = 2,92\text{Н}$.4

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

4.10. Розрахунок ексцентриситету продуктової лійки



Вихідні дані:

$$D=300\text{мм}$$

$$H=200\text{мм}$$

$$d=71\text{мм}$$

$$\alpha = 65^\circ$$

При заданій висоті h максимальне значення ефективної площі каналу $S_{\text{еф}}$, буде пропорційне величині ексцентриситету e , максимальне значення якого визначається за формулою:

$$e = \frac{D - d - 2 \cdot h \cdot \text{tg}(90^\circ - \alpha)}{2} = \frac{300 - 71 - 2 \cdot 200 \cdot \text{tg}(25^\circ)}{2} = 18,5 \text{ мм.}$$

Отже, встановлена висота h - це величина ексцентриситету $e = 18,5$ мм.

4.11. Розрахунок і підбір пневмоциліндра.

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (P_{\text{маг}} - P_{\text{атм}}) \Rightarrow$$

$P_{\text{маг}}$ - магістральний тиск, приймають $P_{\text{маг}} = 0,5 \text{ МПа}$

$P_{\text{атм}}$ - атмосферний тиск, приймають $P_{\text{атм}} = 0,1 \text{ МПа}$

Знаходимо діаметр пневмо-циліндра:

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (P_{\text{маг}} + P_{\text{атм}})}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 50}{\pi \cdot (0,4 - 0,1)}} = 14,57 \text{ мм}$$

Приймаємо пневмо-циліндр $d = 20 \text{ мм}$ фірми Festo двохсторонньої дії

Витрата стисненого повітря пневматичним циліндром обчислюється за формулою

$$q = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot S \cdot p \cdot a \cdot b, \text{ де}$$

q - витрата стисненого повітря [л/хв]

d - діаметр поршня [дм]

S - хід поршня [дм]

p - робочий тиск [бар абс.]

a - число циклів [хв-1]

b - коефіцієнт 1 для одноходових циліндрів, 2 для двохходові

$$q = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot S \cdot p \cdot a \cdot b = \frac{2^2 \cdot \pi}{4} \cdot 2 \cdot 5 \cdot 70 \cdot 2 = 4398,23 \text{ л/хв}$$

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

5. Розробка технологічного маршруту та розрахунок технологічних операцій виготовлення деталі стакан

5.1. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі верхнього стаканчика

При розробці технологічного маршруту вибирають методи обробки кріплення та основи заготовок, що забезпечують надійність їх монтажу та точність виготовлення.

При базуванні необробленої поверхні керуються наступними міркуваннями:

- поверхня повинна мати просту форму і розміри, достатні для стабільного положення під час обробки;
- заготовка не повинна деформуватися кріпленнями;
- бажано вибирати поверхню з чорними основами, які не обробляються далі.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписП	Дата				
Розробив		Дригайло Д.О.			<i>Розробка технологічного маршруту і розрахунок технологічних операцій виготовлення стакан</i>	Літ.Літ.	Арк.Арк	АркушівАрку
Перевір.		Валіулін Г.Р.					1	17
Реценз.Реце						<i>НУХТ ПМ-4-бск</i>		
Н. контр.Н.								
Затверд.За								

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ

№	Назва операції, переходу	Технологічний маршрут, оснащення, інструмент, різець і вимірвальний інструмент
10	Заготівельна Установити, закріпити, зняти (УЗЗ)	Заготовка виготовляється методом штампування, матеріал сталь 12Х18Н9Т
10.1	Відлити заготовку	Штампування. За технічною документацією.
20	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізальний верстат 16К20, трикулачковий патрон
20.1	Торцювати Пов.1 $z = 1,5\text{мм}$	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$, штангенциркуль (ШЦ-1).
20.2	Точити начорно $\phi 126_{-0,16}$ на $l = 7\text{мм}$ пов. 2	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$, ШЦ-1.
20.3	Точити начисто $\phi 126_{-0,16}$ на $l = 7\text{мм}$ пов. 2	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$, ШЦ-1.
30	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізальний верстат 16К20, трикулачковий патрон
30.1	Торцювати Пов.3 $z = 1,5\text{мм}$	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$, ШЦ-1.
30.2	Точити на чорно $\phi 92_{-0,14}$ на $l = 55\text{мм}$ пов. 4	Різець прохідний упорний, ШЦ-1.
30.3	Точити начисто $\phi 80_{-0,1}$ на $l = 31\text{мм}$ Пов. 4	Різець прохідний упорний, ШЦ-1.
30.4	Зняти фаску $2 \times 45^\circ$ Пов.5	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$, ШЦ-1.
30.5	Точити начорно $\phi 45^{+0,1}$ на $l = 95\text{мм}$ пов. 6	Різець розточний, Т15К6, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$, ШЦ-1.
30.6	Точити начисто $\phi 80^{+0,062}$ на $l = 62\text{мм}$ пов. 6	Розточити за припуском для розвертання, Т15К6, ШЦ-1.
30.7	Розвернути начорно $\phi 80^{+0,038}$ на $l = 62\text{мм}$ пов. 6	Розвернути отвір на чорно, Р6М5, ШЦ-1.
30.8	Розвернути начисто $\phi 80^{+0,025}$ на $l = 62\text{мм}$ пов. 6	Розвернути отвір начисто, Р6М5, Т15К6, ШЦ-1, калібр-пробка $\phi 45\text{Н7}$

										Арк.
										2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ					

30.9	Зняти фаску 2×45° пов.7	Розточувальний різцем, Т15К6, ШЦ-1.
40.	Свердлильна УЗЗ	Свердлильний верстат 2А125, кондуктор, упор.
40.1	Свердлити отвір φ10 Пов. 8	Свердло φ10; Р6М5, ШЦ-1.
50.	Термічна УЗЗ	Установка в піч
50.1	Відпал	
60.	Шліфувальна УЗЗ	Внутрішньошліфувальний верстат 3А110В, трикулачковий патрон
60.1	Шліфувати начорно φ80 ^{+0,025} на l = 62мм пов.6	Круг ІІІ – 25×25×32 14А F40 – 50 С2 6 К 35 А 2 2424 – 83, скоба φ80Н7
60.2	Шліфувати начисто φ80 ^{+0,025} на l = 62мм пов.6	Круг ІІІ – 25×25×32 14А F40 – 50 С2 6 К 35 А 2 2424 – 83, скоба φ80Н7
70.	Мийна	Мийна машина
70.1	Промити деталь	
80.	Слюсарна	Верстак
80.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
90.	Контрольна	Стіл контролера

5.2. Розрахунок припусків

Мінімальний припуск на оброблення поверхні розраховується

$$\text{одностороннього} - Z_{I\min} = Rz_{I-1} + D_{I-1} + Tnp_{I-1} + \varepsilon_{y_i}$$

Rz_{I-1}, D_{I-1}, Tnp - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблюваної поверхні на попередньому ступені її оброблення;

E_{y_i} - похибка установки заготовки на даному ступені оброблення.

Максимальний припуск на оброблення

$$2Zi_{\max} = 2Zi_{\min} + T_{I-1} - T_I$$

T_{I-1} - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення

T_I - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

Номінальний припуск на оброблення поверхонь

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\text{max}} + 2Zi_{\text{min}}}{2}$$

Максимальні припуски служать для визначення зусиль різання під час оброблення, номінальні – для визначення сумарного припуску на оброблення поверхні.

Розрахунок загального припуску вилитої заготовки ведемо за найточнішим розміром $\varnothing 80H7$.

Розточити начорно $\varnothing 80H10$

$$2Z_{I\text{min}} = 2(Rz_{I-1} + D_{I-1} + Tnp_{I-1} + \varepsilon_{y_i}) = 40 + 160 + 100 + 100 = 400 \text{ мкм}$$

$$2Zi_{\text{max}} = 2Zi_{\text{min}} + T_{I-1} - T_I = 400 + 250 - 160 = 490 \text{ мкм}$$

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\text{max}} + 2Zi_{\text{min}}}{2} = \frac{400 + 490}{2} = 445 \text{ мкм}$$

Розточити начисто $\varnothing 80H10$

$$2Z_{I\text{min}} = 2(Rz_{I-1} + D_{I-1} + Tnp_{I-1} + \varepsilon_{y_i}) = 62 + 62 + 100 + 100 = 324 \text{ мкм}$$

$$2Zi_{\text{max}} = 2Zi_{\text{min}} + T_{I-1} - T_I = 324 + 160 - 62 = 422 \text{ мкм}$$

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\text{max}} + 2Zi_{\text{min}}}{2} = \frac{324 + 422}{2} = 372 \text{ мкм} \cong 375 \text{ мкм}$$

Розвернути отвір на чорно $\varnothing 80H9$:

$$2Z_{I\text{min}} = 2(Rz_{I-1} + D_{I-1} + Tnp_{I-1} + \varepsilon_{y_i}) = 39 + 39 + 100 + 100 = 278 \text{ мкм}$$

$$2Zi_{\text{max}} = 2Zi_{\text{min}} + T_{I-1} - T_I = 278 + 62 - 39 = 301 \text{ мкм}$$

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\text{max}} + 2Zi_{\text{min}}}{2} = \frac{278 + 301}{2} = 289,5 \text{ мкм} \cong 290 \text{ мкм}$$

Розвернути отвір начисто $\varnothing 80H7$:

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{I_{\min}} = 2(Rz_{I-1} + D_{I-1} + Tnp_{I-1} + \varepsilon_{y_i}) = 25 + 30 + 100 + 100 = 255_{\text{мкм}}$$

$$2Zi_{\max} = 2Zi_{\min} + T_{I-1} - T_I = 255 + 39 - 25 = 269_{\text{мкм}}$$

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\max} + 2Zi_{\min}}{2} = \frac{255 + 269}{2} = 269_{\text{мкм}} \cong 270_{\text{мкм}}$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 445 + 372 + 290 + 270 = 1377_{\text{мкм}}$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}} = 4 \text{ мм}$.

5.3. Розрахунок технологічних операцій

Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1 $z = 1,5_{\text{мм}}$

1) Глибина різання: $t = z = 1,5_{\text{мм}}$

2) Вибираємо подачу $S = 0,6 \dots 1,2 \text{ мм/об}$, приймаємо $S = 0,6 \text{ мм/об}$

3) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.35}} = \frac{175}{120^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.6^{0.35}} = 75,6 \text{ м/хв}$$

4) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 75,6}{3.14 \cdot 130} = 185,2 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче менше: $n_e = 160 \text{ об/хв}$

5) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 130 \cdot 160}{1000} = 65,3 \text{ м/хв}$$

6) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

$L_0 = \frac{D_3}{2} = \frac{130}{2} = 65_{\text{мм}}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2_{\text{мм}}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

									Арк.
									5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

$L_2 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5 \text{ мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 2 \text{ мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_4 = 65 + 2 + 1,5 + 2 = 70,5 \text{ мм}$

7) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{70,5}{160 \cdot 0,6} = 0,73 \text{ хв}$$

Перехід 20.2 Точити пов2. $\varnothing 126h10$ начорно, $L=7 \text{ мм}$

1) Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні:

$$t = \frac{130 - 126}{2} = 2 \text{ мм}$$

2) Вибираємо подачу $S = 0,6 \dots 1,2 \text{ мм/об}$, приймаємо $S = 0,6 \text{ мм/об}$

3) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 63,31 \text{ м/хв}$$

4) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 63,31}{3,14 \cdot 130} = 155,1 \text{ об/хв}$$

5) Підводимо до справжніх обертів: $n_e = 125 \text{ об/хв}$

6) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 126 \cdot 125}{1000} = 49,48 \text{ м/хв}$$

7) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

$L_\delta = 7 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

$L_2 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi = 1,75 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,75 \text{ мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 0 \text{ мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_4 = 7 + 2 + 1,75 + 0 = 9,75 \text{ мм}$$

8) Визначаємо основний час на виконання переходу:

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{03} = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{9,75}{125 \cdot 0,6} = 0,3 \text{ хв}$$

Перехід 20.3 Точити пов. 2 Ø126h10 начисто, $L=7\text{мм}$

1) Вибираємо подачу $S = 0,18 \dots 0,22 \text{ мм/об}$, приймаємо $S = 0,2 \text{ мм/об}$

2) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,25}} = \frac{220}{120^{0,3} \cdot 0,25^{0,1} \cdot 0,2^{0,25}} = 89,87 \text{ м/хв}$$

3) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 89,87}{3,14 \cdot 129,25} = 220,2 \text{ об/хв}$$

4) Підводимо до справжніх обертів: $n_e = 200 \text{ об/хв}$

5) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 126 \cdot 200}{1000} = 79,17 \text{ м/хв}$$

6) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

$L_0 = 7\text{мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2\text{мм}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 0,25 \cdot \text{tg } 45^\circ = 0,25\text{мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 0\text{мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4 = 7 + 2 + 0,25 + 0 = 9,25\text{мм}$$

7) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{9,25}{200 \cdot 0,2} = 0,24 \text{ хв}$$

Перехід 30.1. Торцювати $z = 1,5\text{мм}$ пов.3

1) Глибина різання: $t = z = 1,5\text{мм}$

2) Вибираємо подачу $S = 0,6 \dots 1,2 \text{ мм/об}$, приймаємо $S = 0,6 \text{ мм/об}$

3) Визначаємо швидкість різання:

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

$$V = \frac{C_V}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.35}} = \frac{175}{120^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.6^{0.35}} = 75,6 \text{ м/хв}$$

4) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 75,6}{3.14 \cdot 64,5} = 370,41 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче менше: $n_e = 315 \text{ об/хв}$

5) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 63 \cdot 315}{1000} = 62,3 \text{ м/хв}$$

6) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

$$L_0 = \frac{D_3}{2} = \frac{64,5}{2} = 32,25 \text{ мм} - \text{ довжина оброблюваної поверхні заготовки};$$

$L_1 = 2 \text{ мм} - \text{ відстань для підведення різця до робочою поверхнею};$

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 1,5 \cdot \text{ctg } 45^\circ = 1,5 \text{ мм} - \text{ врізання різця в заготовку};$

$L_3 = 2 \text{ мм} - \text{ перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.}$

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4 = 32,25 + 2 + 1,5 + 2 = 37,75 \text{ мм}$$

7) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{37,75}{315 \cdot 0.6} = 0,35 \text{ хв}$$

Перехід 30.2 Точити начорно $\varnothing 92h10$ начорно, $L=55 \text{ мм}$ пов.4

1) Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні:

$$t = \frac{96 - 92}{2} = 2 \text{ мм}$$

2) Вибираємо подачу $S = 0,6 \dots 1,2 \text{ мм/об}$, приймаємо $S = 0,6 \text{ мм/об}$

3) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.35}} = \frac{150}{120^{0.2} \cdot 1,75^{0.15} \cdot 0,6^{0.35}} = 63,31 \text{ м/хв}$$

4) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 63,31}{3.14 \cdot 96} = 210 \text{ об/хв}$$

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

5) Підводимо до справжніх обертів: $n_e = 200 \text{ об/хв}$

6) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 92,25 \cdot 200}{1000} = 57,93 \text{ м/хв}$$

7) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

$L_0 = 55 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 1,75 \cdot \text{ctg } 45^\circ = 1,75 \text{ мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 0 \text{ мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4 = 55 + 2 + 1,75 + 0 = 59,75 \text{ мм}$$

8) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{59,75}{200 \cdot 0,6} = 0,5 \text{ хв}$$

Перехід 30.3 Точити $\varnothing 92h10$ начисто, $L=55 \text{ мм}$ пов.4

1) Глибина різання $t = 0,25 \text{ мм}$

2) Вибираємо подачу $S = 0,18 \dots 0,22 \text{ мм/об}$, приймаємо $S = 0,2 \text{ мм/об}$

3) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,25}} = \frac{220}{120^{0,3} \cdot 0,25^{0,1} \cdot 0,2^{0,25}} = 89,87 \text{ м/хв}$$

4) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 89,87}{3.14 \cdot 92,25} = 310,3 \text{ об/хв}$$

5) Підводимо до справжніх обертів: $n_e = 250 \text{ об/хв}$

6) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 92 \cdot 250}{1000} = 72,22 \text{ м/хв}$$

7) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$L_0 = 55\text{мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2\text{мм}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 1,75 \cdot \text{ctg } 45^\circ = 1,75\text{мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 0\text{мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4 = 55 + 2 + 1,75 + 0 = 59,75\text{мм}$

8) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{n_g \cdot S} = \frac{59,75}{250 \cdot 0,2} = 1,195\text{хв}$$

Перехід 30.4 Зняти фаску $1,6 \times 45^\circ$ пов.5

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як і під час зовнішнього точіння з тим, щоб не втрачати час на перемикання швидкості. Витрачений час на точіння галтелей і зняття фасок визначають за табл.Д.1.6, дод.1 і приймають як основний час $t_{04} = 0,18\text{хв}$.

Перехід 30.5 Точити на чорно $\varnothing 80\text{H}10$ начорно, $L=62\text{мм}$ пов.6

1) Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні:

$$t = \frac{80 - 76}{2} = 2\text{мм}. \text{ Вибираємо } t = 0,75\text{мм}$$

2) Вибираємо подачу $S = 0,5 \dots 0,9 \text{мм/об}$, приймаємо $S = 0,6 \text{мм/об}$

3) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 71,89 \text{м/хв}$$

4) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_g = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 71,89}{3,14 \cdot 76} = 301,23 \text{об/хв}$$

5) Підводимо до справжніх обертів: $n_g = 250 \text{об/хв}$

6) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 77,25 \cdot 250}{1000} = 60,84 \text{м/хв}$$

7) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

$L_0 = 62\text{мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2\text{мм}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg} \varphi = 1 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 1\text{мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 0\text{мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4 = 62 + 2 + 1 + 0 = 65\text{мм}$$

8) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{n_s \cdot S} = \frac{65}{250 \cdot 0.6} = 0,43\text{хв}$$

Перехід 30.6 Точити $\varnothing 80\text{H9}$ начисто, $L=62\text{мм}$ пов.6

1) Вибираємо подачу $S = 0,18 \dots 0,22 \text{мм/об}$, приймаємо $S = 0,2 \text{мм/об}$. Глибина різання $t = 0,25\text{мм}$

2) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0.3} \cdot t^{0.1} \cdot S^{0.25}} = \frac{220}{120^{0.3} \cdot 0,25^{0.1} \cdot 0,2^{0.25}} = 89,87 \text{м/хв}$$

3) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_s = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 89,87}{3,14 \cdot 77} = 371,7 \text{об/хв}$$

4) Підводимо до справжніх обертів: $n_s = 315 \text{об/хв}$

5) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 77,25 \cdot 315}{1000} = 76,66 \text{м/хв}$$

6) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{де}$$

$L_0 = 62\text{мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2\text{мм}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg} \varphi = 0,25 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 0\text{мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4 = 62 + 2 + 0,25 + 0 = 64,25\text{мм}$$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{64,25}{315 \cdot 0,2} = 1,02 \text{ хв}$$

Перехід 30.7 Розвернути начорно $\phi 80H8$ на $l = 62 \text{ мм}$ пов. 6

1) Глибина різання при обробленні заданої поверхні: $t = 0,5 \text{ мм}$

2) Вибираємо подачу $S = 0,5 \dots 0,9 \text{ мм/об}$, приймаємо $S = 0,6 \text{ мм/об}$

3) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 63,31 \text{ м/хв}$$

4) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 63,31}{3,14 \cdot 77} = 260,2 \text{ об/хв}$$

5) Підводимо до справжніх обертів: $n_e = 250 \text{ об/хв}$

6) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 77,5 \cdot 250}{1000} = 61,6 \text{ м/хв}$$

7) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

$L_0 = 62 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 0,5 \cdot \text{ctg } 45^\circ = 0,5 \text{ мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 0 \text{ мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4 = 62 + 2 + 0,5 + 0 = 64,5 \text{ мм}$$

8) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{64,5}{250 \cdot 0,6} = 0,43 \text{ хв}$$

Перехід 30.8 Розвернути $\phi 80H7$ начисто, $L = 62 \text{ мм}$ пов. 6

1) Глибина різання при обробленні заданої поверхні: $t = 0,25 \text{ мм}$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2) Вибираємо подачу $S = 0,18 \dots 0,22 \text{ мм/об}$, приймаємо $S = 0,2 \text{ мм/об}$

3) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.3} \cdot f^{0.1} \cdot S^{0.25}} = \frac{220}{120^{0.3} \cdot 0,25^{0.1} \cdot 0,2^{0.25}} = 89,87 \text{ м/хв}$$

3) Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_g = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 89,87}{3,14 \cdot 79,5} = 360,01 \text{ об/хв}$$

4) Підводимо до справжніх обертів: $n_g = 315 \text{ об/хв}$

5) Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 79,75 \cdot 315}{1000} = 88,6 \text{ м/хв}$$

6) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4, \text{ де}$$

$L_0 = 62 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ - відстань для підведення різця до робочою поверхнею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 0,25 \cdot \text{ctg } 45^\circ = 0,25 \text{ мм}$ - врізання різця в заготовку;

$L_3 = 0 \text{ мм}$ - перебіг різця для завершення процесу обробленої поверхні.

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_4 = 62 + 2 + 0,25 + 0 = 64,25 \text{ мм}$$

7) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{n_g \cdot S} = \frac{64,25}{315 \cdot 0,2} = 1,02 \text{ хв}$$

Перехід 30.9 Зняти фаску $1,6 \times 45^\circ$ пов.7

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як і під час зовнішнього точіння з тим, щоб не втрачати час на перемикання швидкості. Витрачений час на точіння галтелей і зняття фасок визначають за табл.Д.1.6, дод.1 і приймають як основний час $t_{04} = 0,18 \text{ хв}$.

Основний час для виконання всієї токарної операції становить:

$$T_0 = \sum_{i=1}^n t_{0i} = t_{01} + t_{02} =$$

$$= (0,73 + 0,3 + 0,24) + (0,35 + 0,5 + 1,195 + 0,18 + 0,43 + 1,02 + 0,13 + 1,02 + 0,18) = 6,58 \text{ хв}$$

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 60 ПЗ				

Допоміжний час для виконання всієї токарної операції становить:

$$T_{\partial} = \sum_{i=1}^n t_{0i} = 3 \cdot 0,24 + 0,05 \cdot 11 = 1,27 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_0 + T_{\partial} = 6,58 + 1,27 = 7,85 \text{ хв}$$

Штучний час визначається:

$$T_{шт} = T_{on} + T_{об} + T_{пер} = 7,85 + 0,045 \cdot 7,85 + 0,06 \cdot 7,85 = 8,67 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час:

$$T_{nz} = T_{nz1} + T_{nz2} = 9 + 7 = 16 \text{ хв}$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{nz}}{n} = 8,67 + \frac{16}{500} = 8,71 \text{ хв}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{8,71} \cong 6 \text{ деталей}$$

Свердлильна операція

Перехід 40.1 Свердлити отвір $\varnothing 8$ на $l = 7 \text{ мм}$ 6 штук при 60° пов.8

1) Рекомендована подачі $S = 0,16 \dots 0,20 \text{ мм/об}$ (табл.44), приймаємо

$$S = 0,18 \text{ мм/об}$$

2) Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{8 \cdot D_{св}^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S_z^{0,7}} = \frac{8 \cdot 8^{0,4}}{120^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} = 25,62 \text{ м/хв}$$

5) Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{св}} = \frac{1000 \cdot 25,62}{3,14 \cdot 8} = 815,92 \text{ об/хв}$$

6) Розрахункову частоту обертання n_e коригуємо $n_p = 710 \text{ об/хв}$, яке використовуємо у подальших розрахунках.

7) Реальна швидкість різання:

$$V_{дійсн} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 710}{1000} = 22,29 \text{ м/хв}$$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

8) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{\pi \cdot L}{n_g \cdot S} = \frac{3,14 \cdot 7}{710 \cdot 0,18} = 0,147 \text{ хв}$$

$$t_{01} = 0,147 \cdot 6 = 0,88 \text{ хв}$$

Основний час для виконання всієї свердлильної операції становить:

$$T_0 = \sum_{i=1}^n t_{0i} = t_{01} = 0,88 + 0,08 = 0,96 \text{ хв}$$

Допоміжний час для виконання всієї токарної операції становить:

$$T_{\partial} = \sum_{i=1}^n t_{\partial i} = t_{\partial 1} + t_{\partial 2} = 0,08 + 0,08 = 0,16 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_0 + T_{\partial} = 0,96 + 0,16 = 1,12 \text{ хв}$$

Штучний час визначається:

$$T_{шт} = T_{on} + T_{об} + T_{nn} = 1,12 + \frac{1,5 + 6}{100} \cdot 1,12 = 1,204 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час:

$$T_{нз} = T_{нз1} + T_{нз2} = 6 + 5 = 11 \text{ хв}$$

Калькуляційний час:

$$T_{\kappa} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n} = 1,204 + \frac{11}{500} = 1,226 \text{ хв}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = \frac{60}{T_{\kappa}} = \frac{60}{1,226} = 48 \text{ деталей}$$

Шліфувальна операція

Перехід 90.1 Шліфувати $\varnothing 80H7$ на $l = 62 \text{ мм}$ пов. 6

1) Глибина шліфування $t = 0,015 \text{ мм}$ (табл. Д.4.2, дод.4)

2) Розраховуємо поздовжню подачу:

$$S_{позд} = \beta \cdot B = 0,45 \cdot 25 = 11,25 \text{ мм/об}$$

$\beta = 0,45$ - розрахунковий коефіцієнт (табл. Д.4.4, дод.4);

$B = 25 \text{ мм}$ - ширина шліфованого круга.

3) Розрахункова швидкість переміщення деталі:

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{C_v \cdot D_{\text{омс}}^K}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,24 \cdot 80^{0,3}}{30^{0,5} \cdot 0,015^1 \cdot 0,45} = 24,17 \text{ м/хв}$$

4) Розраховуємо частоту обертання деталі:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_o} = \frac{1000 \cdot 24,17}{3,14 \cdot 80} = 96,22 \text{ об/хв}$$

5) Розрахункову частоту обертання n_e коригуємо $n_p = 150 \text{ об/хв}$, яке використовуємо у подальших розрахунках.

6) Реальна швидкість різання:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 150}{1000} = 21,2 \text{ м/хв}$$

7) Визначаємо швидкість переміщення стола за формулою:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{S_{\text{нозд}} \cdot n}{1000} = \frac{11,25 \cdot 150}{1000} = 1,69 \text{ м/хв}$$

8) Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

$$L_p = L_o + L_1 + B + L_3, \text{ де}$$

$L_o = 62 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 7,5 \text{ мм}$ - відстань для підведення круга до робочою поверхнею;

$L_3 = 7,5 \text{ мм}$ - перебіг круга для завершення процесу обробленої поверхні.

$$L_p = L_o + L_1 + B + L_3 = 62 + 0,3 \cdot 25 + 25 + 0,3 \cdot 25 = 102 \text{ мм}$$

9) Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{\pi \cdot L_p \cdot h}{n_e \cdot S} = \frac{3,14 \cdot 102 \cdot 0,1}{150 \cdot 0,18} = 0,64 \text{ хв}$$

Основний час для виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_{i=1}^n t_{0i} = t_{01} = 0,64 \text{ хв}$$

Допоміжний час для виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_{i=1}^n t_{0i} = t_{01} = 0,08 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_o + T_o = 0,64 + 0,08 = 0,72 \text{ хв}$$

					ДП 60 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучний час визначається:

$$T_{ум} = T_{он} + T_{об} + T_{ни} = 0,72 + \frac{1,5 + 6}{100} \cdot 0,72 = 0,77 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час:

$$T_{нз} = T_{нз1} + T_{нз2} = 6 + 5 = 11 \text{ хв}$$

Калькуляційний час:

$$T_{к} = T_{ум} + \frac{T_{нз}}{n} = 0,77 + \frac{11}{500} = 0,79 \text{ хв}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = \frac{60}{T_{к}} = \frac{60}{0,79} \approx 75 \text{ деталі}$$

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

6.Монтаж, експлуатація, обслуговування, діагностика та ремонт машини

1. Загальні положення:

1.1 Надійна та тривала робота машини забезпечується лише при суворому дотриманні правил експлуатації, своєчасному, якісному та повному виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту, передбачених інструкцією з експлуатації.

1.2 Особам, які вивчали пристрій та проходили інструктаж з техніки безпеки, дозволяється виконувати монтаж, налаштування, експлуатацію та обслуговування приладу.

1.3 Щоб забезпечити кращу підготовку пристрою до роботи, рекомендується виконувати пусконаладжувальні роботи регулювальниками виробника. Готуючи введення в експлуатацію сторонніми організаціями, виробник не несе відповідальності за якість регулювання та не гарантує роботу пристрою.

1.4 Щоб викликати регулювальників, замовник повинен укласти контракт з виробником на виготовлення пусконаладжувальних робіт.

1.5 До моменту прибуття регуляторів пристрій повинен бути повністю встановлений відповідно до експлуатаційних вимог і підключений до всіх джерел живлення.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		<i>Дригайло Л.О.</i>			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Валіулін Г.Р.</i>				1	6
Реценз.					<i>НУХТ ПМ 4-бск</i>		
Н. контр.							
Затверд.							
<i>Монтаж, експлуатація, обслуговування, діагностика та ремонт машини</i>							

1.6 Запчастини, що йдуть в комплекті з пристроєм, розроблені для забезпечення вдосконаленої роботи до початку перевірки гарантованого терміну служби. Забезпечення запасними частинами середніх та капітальних ремонтів здійснюється за рахунок коштів, які виділяються у встановленому порядку.

2. Розміщення і монтаж:

2.1 Пристрій встановлюється на підлозі. Місце установки повинно відповідати санітарним вимогам. Забезпечте вільний простір навколо пристрою для нормального обслуговування. Висота приміщення повинна забезпечувати встановлення підйомного та транспортного обладнання для демонтажних робіт при ремонті машини.

2.2 Пристрій транспортується до місця установки в упакованому вигляді навантажувачем або іншими транспортними засобами, що забезпечують цілісність упаковки.

2.3 У безпосередній близькості від місця встановлення коробки для розпакування перевірте вміст коробок у товарно-транспортних документах. Основу коробки слід залишати під пристроєм, доки пристрій не буде доставлений на місце встановлення.

2.4 Стропування пристрою без упаковки слід виконувати лише відповідно до схеми стропування.

2.5 Встановіть пристрій у проектному положенні у підготовленому місці.

2.6 Підніміть пристрій, піднявши шестерню на висоту приблизно 150 мм. Зберіть опорні стійки, встановіть опори під ними і опустіть на них пристрій. Зазор між підлогою і нижньою поверхнею рами повинен становити близько 100 мм.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

2.7 Деконструйте пристрій, відключені складальні вузли та деталі. Поверхні з консервантом, промити бензином В70 DSTU 1012-72 або уайт-спіритом DSTU 3134-78, витерти насухо, видалити сліди корозії, спричиненої несприятливими умовами зберігання.

2.8 Після налаштування положення пристрою розпочати встановлення зібраних блоків та деталей, від'єднаних під час транспортування.

2.9 Виконайте монтаж трубопроводів та фітингів із стерильного повітря. Трубопроводи повинні мати власні опори, бути з'єднаними з фітингами та форсунками без спотворень і вільно підключатися без поперечних та осьових зусиль. З'єднання всіх трубопроводів повинно бути виконано з урахуванням герметичності. При цьому заниження умовного проходу трубопроводів не допускається.

2.10 Встановіть електричну шафу. Шафа електрообладнання підвішена на рамі. Електропроводка від шафи до розподільної коробки пристрою повинна проводитися в трубі. Підключіть відповідно до електричної схеми. Заземліть пристрій і шафу електрообладнання.

2.11 Увімкнення електродвигуна дозволяється лише після утримання пристрою в магазині влітку в суху погоду не менше 24 годин, а взимку та у сиру погоду - не менше трьох днів для висихання ізоляції обмотки двигуна та всіх електричних обладнання. Переконайтесь, що двигун підключений правильно, короткочасно вмикаючи його.

2.12 Переконавшись у цілісності пристрою та простоті обертання, увімкніть його в режимі налагодження. Пристрій повинен працювати безперебійно, без ривків і заклинювань. Прокрутіть пристрій у робочому режимі.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.13 Зробіть відповідне фарбування трубопроводів та нанесіть на шафу електрообладнання символ згідно з ДСТУ 14202-69, ДСТУ 12.4.026-76.

2.14 Перевірити та задокументувати захисне заземлення.

2.15 Скласти акт завершення монтажу та готовності об'єкта до проведення пусконаладжувальних робіт.

3. Підналагодження пристрою і підготовка його до роботи:

3.1 Приймаючи пристрій для регулювання, регулювальник зобов'язаний шляхом зовнішнього огляду визначити комплектність та стан приладу, правильність складання та монтажу трубопроводів. Увімкніть пристрій і прокрутіть у режимі налагодження, перевірте безперебійну роботу вузлів. Після усунення виявлених зауважень розпочати проведення пусконаладжувальних робіт.

3.2 Перевірте затягування всіх кріплень.

3.3 Продуйте подаючі труби та фільтри-осушувачі, перевірте їх герметичність і при необхідності усуньте витік.

3.4 Змастіть пристрій відповідно до схеми змащення.

3.5 Перевірити плавність переходу лотка з продуктом на приймальному столі за допомогою пневматичних циліндрів-штовхачів і конвеєра.

3.6 Перевірте та, якщо потрібно, відрегулюйте повільність (плавність) штриха.

3.7 Перевірте точність позиціонування.

3.8 Плівка повинна вставлятися позаду напрямних рівномірно і без згинів.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 Усі поверхні, по яких рухається плівка, повинні бути чистими.

3.10 Стежити за чистотою захоплених елементів плівки.

3.11 Перевірте якість ріжучої кромки ножа.

3.12 Перевірте пристрій під навантаженням.

3.13 Переконавшись, що він правильно встановлений, запустіть пристрій в режимі очікування. Пристрій повинен працювати плавно, без ривків і заклинювань. Стіл з штовхаючими циліндрами та хомутами повинен працювати спокійно, без натягу. При увімкненні пристрою прискорення повинно відбуватися плавно, без ривків та заклинювання. Відсутність стукотів, посилення стуку, нагрівання підшипників вище 70 °, витік масла з редуктора та масляних ванн.

3.14 Якщо пристрій працює задовільно, продовжуйте роботу під навантаженням.

4. Причини і наслідки несправностей:

Причини несправностей елементів пневматичної системи можна розділити на наступні категорії;

1. Знос або розрив елементів або пневматичних проводів.

2. Низька якість підготовки стисненого повітря.

3. Неприпустиме навантаження на елементи.

4. Відносний рух пневматичних елементів у процесі.

5. Неправильний монтаж та підключення трубопроводів.

6. Некваліфіковане обслуговування.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можуть виникнути такі несправності:

1. Глушення елементів.
2. Механічна несправність елементів.
3. Зниження тиску повітря в системі в результаті її пошкодження або зменшення повітропроводу.
4. Неправильне з'єднання елементів. Несправності також виникають через погане прибирання та зміну тиску повітря. Зменшення або збільшення надлишкового тиску призводить до зменшення або збільшення швидкості руху штоків пневматичного циліндра, або до зменшення або збільшення зусилля, що докладається штоками пневматичного циліндра. Також часто використовуються неякісні мастила.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

1. Вступ

В Україні - в першій із країн СНД - Верховна Рада прийняла закон "Про охорону праці" 14 жовтня 1992 року. Нова редакція закону від 21 листопада 2002 року набрала чинності. Цей закон, а також «Закон про охорону праці України» становлять найважливішу правову основу охорони праці. Вони доповнені державними галузевими та міжгалузевими положеннями про охорону праці - це норми, правила, положення, розпорядження, закони, інструкції та інші документи, що реалізують правові норми, які є обов'язковими для виконання всіма установами та працівниками України.

2. Інструктажі з питань охорони праці

Відповідно до ст. 15 Закону "Про охорону праці" така служба повинна бути створена на підприємстві з 50 і більше працівників відповідно до Типового положення про службу охорони праці. Слід також розробити Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначити структуру такої служби, її кількість, основні завдання, функції та права її працівників. На підприємствах, де менше 50 працівників, функції служби охорони праці можуть виконувати неповний робочий день особи, які мають відповідну підготовку. А на підприємствах з чисельністю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці сторонні фахівці, які мають не менше трьох років виробничого досвіду та пройшли навчання з охорони праці, можуть бути залучені на контрактній основі. Положення, інструкції та інші акти з охорони праці.

Відповідальність роботодавця - затвердити документи, передбачені ст. 13 Закону "Про охорону праці". Вони повинні встановити правила виконання робіт та поведінки працівників на території компанії, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках та робочих місцях. Інструкції та інша документація з охорони праці розробляються на підставі нормативно-правових актів.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Охорона праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Дригайло Д.О.</i>						1	18
<i>Перевір.</i>	<i>Валулін Г.Р.</i>					<i>НУХТ ПМ-4-бск</i>		
<i>Керівник</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

законодавства про охорону праці, типових інструкцій та технологічних документація підприємства з урахуванням виду діяльності підприємства та конкретних умов праці на ньому, керівники структурних підрозділів.

Інструктажі з питань охорони праці.

Перед початком роботи для нового працівника роботодавець відповідно до статті 29 КЗпП зобов'язаний повідомити вас про отримання умов праці, доступних для вашого робочого місця. Сюди входять усі небезпечні або шкідливі виробничі фактори, які не сприймаються, і можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівників, а також можливі переваги та компенсація за роботу в таких умовах. Крім того, під час працевлаштування всі працівники повинні мати доступ до навчання, освіти, тестування, початкового навчання на виробництві, стажування та навчання безпечним навичкам за рахунок роботодавців. Тільки тоді працівникам дозволяється працювати самостійно. Вступне навчання проводить фахівець з охорони праці, а початкове - керівник управління та праці. Надалі працівники повинні проходити повторний інструктаж (раз на квартал при виконанні робіт з високим рівнем ризику або на півночі) решти позапланових (зміни в правилах охорони праці, зміна обладнання або правил охорони праці згвалтовані) та цільових інструментів (включаючи роботу на перервах, не пов'язану зі спеціальністю). Інформацію про інструменти слід вносити до відповідного журналу, завірена підписом як викладача, так і викладача.

Навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Відповідно до ст. 18 Закону "Про охорону праці" працівники, які займаються роботою з високим ризиком або там, де є потреба у професійному відборі, повинні щорічно проходити навчання та перевіряти знання з питань охорони праці. Навчання з питань охорони праці для таких працівників може проводитись як безпосередньо на підприємстві, так і іншими суб'єктами господарювання, які беруть участь у такому навчанні. Перевірка знань працівників з охорони праці повинна проводитись відповідною комісією підприємства, склад якої затверджується керівником підприємства.

Медичний огляд

Відповідно до ст. 169 КЗпП роботодавець зобов'язаний організувати за власний рахунок попередні медичні огляди (під час прийняття на роботу) та періодичні (під час працевлаштування) працівників, які виконують важку роботу, працюють у шкідливих умовах праці або небезпечні в якому це необхідно для професійного відбору. Також зобов'язані щорічно проводити медичний огляд людей віком до 21 року.

Результати професійного медичного огляду працівників у формі висновку спеціалістів на можливість допуску працівника до роботи заносяться до їх медичних довідок, які повинен зберігати роботодавець.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Засобами індивідуального захисту.

Для роботи зі шкідливими та небезпечними умовами праці, а також для робіт, пов'язаних із забрудненням чи несприятливими температурними умовами, працівники відповідно до ст. 164 КЗпП спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) повинні видаватися безкоштовно.

Атестація робочих місць.

На підприємствах, де технологічний процес, відпрацьоване обладнання, сировина та матеріали є джерелами небезпечних виробничими факторів, які можуть негативно вплинути на здоров'я робітників, повинна проводитися сертифікація робочих місць за умовами праці.

Така атестація повинна проводитись атестаційною комісією, склад та повноваження якої визначаються наказом по підприємству у строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Порядок проведення такої атестації передбачений постановою Кабінету Міністрів від 01.08.1992 р. № 442. Інформація про результати атестації заноситься до картки умов праці.

Нещасні випадки.

Відповідно до ст. 22 Закону "Про охорону праці" роботодавець зобов'язаний організувати розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань та нещасних випадків у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів від 30.11.2011 № 1232. За результатами такого Розслідування, роботодавець повинен затвердити акт Н-5 та Н-1 (якщо він визнаний виробничим).

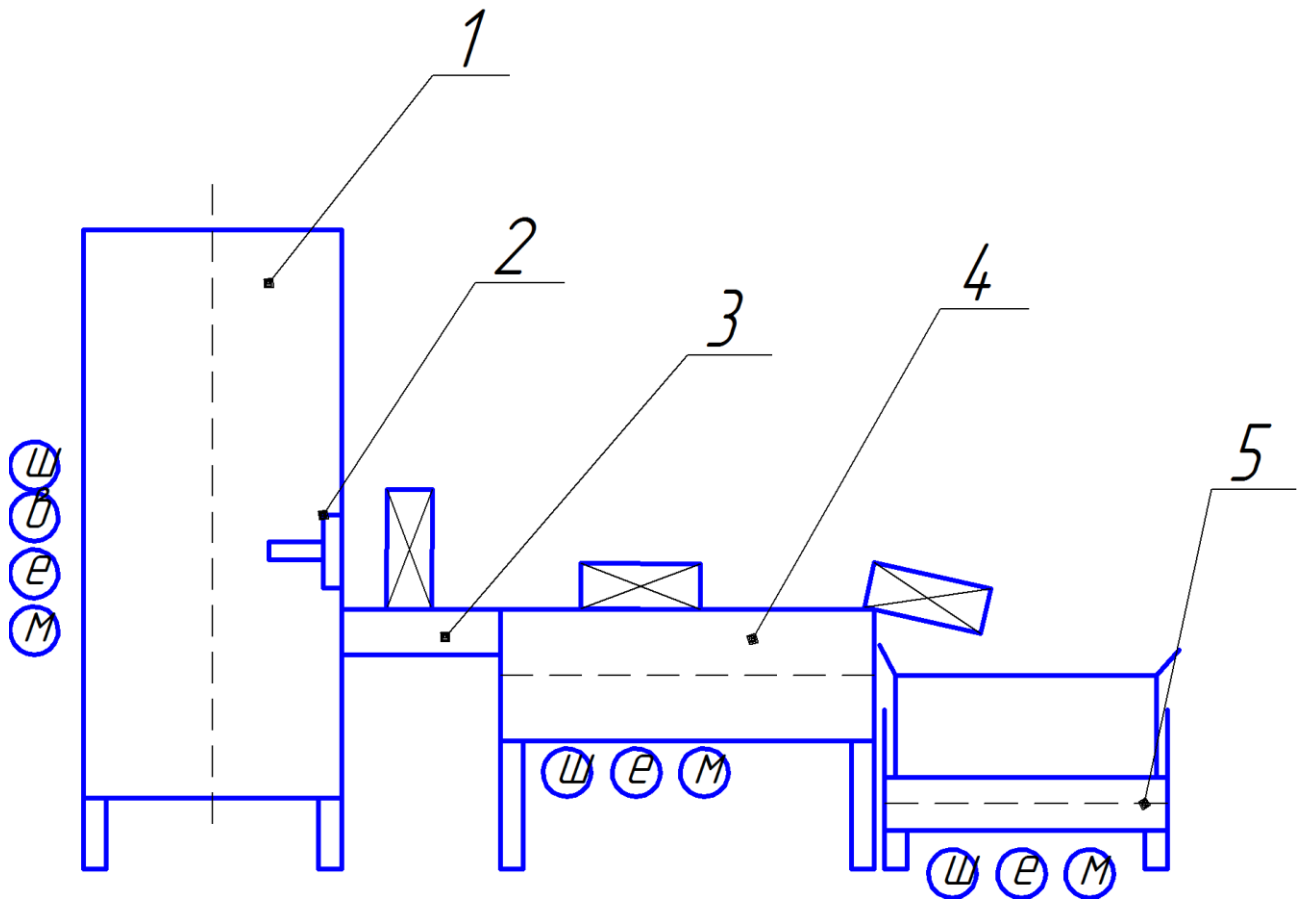
3. Виробничі шкідливі та небезпечні фактори при експлуатації машини-автомату для фасування манної крупи в полімерну плівку

Під час роботи агрегату виникають такі шкідливі та небезпечні фактори:

- запиленість;
- шум; - вібрація;
- механічні травми;
- Збільшена або зменшена швидкість повітря, вологість та барометричний тиск. Нестача або відсутність природного освітлення.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Схема агрегату:



1 - пакувальний блок; 2 - пневматичний циліндр; 3 - стіл прийому; 4 - розвантажувальний конвеєрний блок готової продукції; 5 - відвідний конвеєр ящиків;



-шум



- вібрація



- електробезпека



- механічні ураження

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 60 ПЗ

Арк.

4

4. Повітря робочої зони

Повітря робочої зони характеризується мікрокліматичними параметрами навколишнього середовища, які включають температуру повітря, вологість і швидкість руху, а також барометричний тиск і швидкість змін, теплове випромінювання, наявність шкідливих речовин, іонів повітря, пилу, які суттєво впливають на функції людини. добробут та здоров'я. А у виробничих умовах характерна сукупна дія зазначених параметрів. При несприятливому поєднанні окремих факторів у працюючої людини можуть змінюватися частота серцевих скорочень і дихання, артеріальний тиск, напруга нервової системи та ін.

Метрологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температура повітря в приміщенні, С; відносна вологість,%; швидкість повітря, м / с; теплове випромінювання, Вт / м²; пил, мг / м³ ГОСТ 12.1.005-88.

Відповідні оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості повітря в робочій зоні виробничого приміщення оператора, який обслуговує блок для упаковки в полімерну плівку, представлені у вигляді таблиці 1.

Таблиця 7.1.

Оптимальні і допустимі норми виробничого приміщення

Професія	Період року	Температура, С				Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
		допустима					
		верхня границя		нижня границя			
		на робочому місці					
		постійно му	непостійно му	постійно му	непостійно му	робочому місці, не більше	робочому місці постійно му і

ДП 60 ПЗ

Арк.

5

							непостійному, не більше
Опера-тор	холодний	25	26	20	17	75	Не більше 0,2
	теплий	28	30	22	20	60 (при 27 С)	0,1...0,3

5. Оптимальні мікрокліматичні умови

Оптимальні мікрокліматичні умови - це поєднання кількісних показників мікроклімату, які із систематичним впливом на людину забезпечують підтримку нормального теплового стану організму без тиску механізмів терморегуляції. Вони передають відчуття теплового комфорту і створюють умови для високого рівня ефективності.

При оцінці мікрокліматичних умов житла першочергове значення має його температурний режим. Так, взимку оптимальна температура в приміщенні повинна становити 18 ° С-19 ° С. У майстернях 16 ° С-18 ° С, у спортзалі 15 ° С-17 ° С, у актовій залі 17 ° С-20 ° С, у бібліотеці 16 ° С-18 ° С, у спальнях 18 ° С-20 ° С; у вестибюлі, гардероб 16 ° С-19 ° С.

6. Запиленість

У промислових зонах, де розташовані великі промислові підприємства, концентрація промислового пилу не нижче - 0,5 мг / м³, а на робочому місці пил в повітрі іноді досягає 100 мг / м³.

7. Вентиляція

Повітряна вентиляція повинна відповідати ГОСТ 12.4.021-75 "Системи вентиляції. Загальні вимоги".

Під час роботи агрегату забезпечується загальнообмінна припливно-втяжна вентиляція з механічним та природним рухом повітря.

							Арк.
							6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДП 60 ПЗ</i>		

Витяжна вентиляція використовується для захоплення шкідливих речовин безпосередньо в зоні їх викиду, а припливна вентиляція призначена для закачування свіжого повітря в робочі зони. Таким чином, згідно з чинними нормами, одній людині, яка постійно перебуває в приміщенні та виконує легкі роботи, потрібно щонайменше 60 м³ свіжого повітря на годину, тоді як у більшості країн цей показник не перевищує 30 м³ / год. Норма повітрообміну на людину також залежить від вимог до комфорту в приміщенні та характеру діяльності.

8. Шум і вібрація, методи боротьби.

Шум.

Шум поділяється на механічний та аеродинамічний. Механічний виникає внаслідок тертя та удару деталей та деталей машин та механізмів. Аеродинамічний шум виникає в агрегаті від подачі стисненого повітря від компресорної станції до пневматичних циліндрів. Допустимі рівні звукового тиску в робочій зоні встановлюються відповідно до ГОСТ12. 1003-83. "Шум. Загальні вимоги безпеки". Найбільш раціональним методом боротьби з шумом є зменшення його у джерела. Джерела шуму в блоці: - підшипникові вузли; - протяжний пристрій - пневматичні циліндри - редукторні двигуни Вживаються такі заходи безпеки: - по можливості ударні взаємодії деталей замінюються неударними; - звукоізоляція огорожувальних конструкцій; - своєчасна заміна підшипників; - засоби індивідуального захисту (навушники).

9. Вібрація.

Збільшення обсягу виробництва та швидкість виробництва призводять до таких небажаних явищ, як вібрація. Допустимі значення вібрацій встановлюються вимогами ГОСТ для відповідних автомобілів та санітарних норм. Агрегат повністю відповідає всім вимогам ГОСТу. Він встановлений на

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окремій платформі, немає деталей, які працюють на дуже високих швидкостях, деталі, що виконують зворотно-поступальний рух - пружинні. У місцях викиду стисненого повітря в атмосферу встановлюються демпфери шуму, які гасять аеродинамічні шуми. Пристрій не вимагає постійного ручного контролю або безпосереднього контакту з людиною. Він стоїть на фундаменті, створює загальну технологічну вібрацію, яка передається на основу або землю і діє на людину через землю.

Еквівалентні рівні звуку та рівні звукового тиску на робочих місцях в активних діапазонах частот повинні бути в допустимих межах (згідно з ГОСТ 12.1.003 - 86) наведені в таблиці 7.2.

10. Освітленість

Одним з найважливіших елементів умов праці є освітлення. Правильно виконана система освітлення має важливе значення у зменшенні виробничого травматизму, зменшенні потенційної небезпеки багатьох виробничих факторів, створює нормальні умови праці, підвищує продуктивність. Правильно виконане раціональне освітлення промислових підприємств важливо для всіх видів робіт. Для людини день і ніч світло і темрява визначають біологічний ритм - бадьорість та відпочинок. Таким чином, недостатня кількість світла або його надмірна кількість знижує рівень збудження центральної нервової системи і, звичайно, активність усіх життєвих процесів. Освітлення, або світло, характеризується кількісними та якісними показниками, використовуючи стандартні одиниці виміру та визначення. Кількісні показники освітленості визначають світловий потік, інтенсивність світла, освітленість та яскравість.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При освітленні виробничих приміщень використовується природне освітлення, яке створюється сонячним світлом (прямим або відбитим). При проектуванні природного освітлення в будівлях та спорудах різного призначення приймаються стандарти освітлення відповідно до СНиП Р-4-79 "Будівельні норми та норми. Норми проектування. Природне та штучне освітлення".

Ось норми коефіцієнта природного освітлення для машини для фасування манної крупи в полімерну плівку.

Таблиця 7.3: Нормовані значення КПО для цехів та приміщень виробництва харчових продуктів

Професія	Характеристика виконуваної зорової роботи	Найменший розмір об'єкту розпізнавання	Розряд зорової роботи	Коефіцієнт природної освітленості $e_{\text{вн}}$, %
				при бічному освітленні
Оператор	Середньої точності	0,5-1,0 мм	IV	0,9

Таблиця 7.3

Таблиця 7.4: Норми освітленості штучним світлом.

Таблиця 7.4

Професія	Точність Зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк
				Лампи розжарювання
Оператор	Середня	IV	б	150

Розрахунок штучного освітлення за методом коефіцієнта використання світлового потоку

Цей метод дозволяє визначити світловий потік, створення ламп і розрахувати освітленість в робочому приміщенні або заданий рівень освітленості - необхідну кількість ламп.

Основне рівняння методу:

					ДП 60 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Індекс кімнати визначається за формулою:

$$i = \frac{a \cdot e}{H \cdot (a + e)} = \frac{15 \cdot 9}{3 \cdot (15 + 9)} = 1,875$$

Визначте передбачувану кількість ламп у цеху:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\eta \cdot F} = \frac{200 \cdot 135 \cdot 1.5 \cdot 1.2}{0.56 \cdot 1520} = 57,095 \text{ шт} \cong 58 \text{ шт}$$

Визначте фактичну горизонтальну освітленість приміщення:

$$E = \frac{F \cdot \eta \cdot n}{S \cdot k \cdot z} = \frac{1520 \cdot 0.56 \cdot 58}{135 \cdot 1.5 \cdot 1.2} = 203.2 \text{ лм}$$

11. Електробезпека

За рівнем небезпеки цей агрегат відноситься до III категорії - без підвищеної небезпеки (відносна вологість не перевищує 60%). Захист від ураження електричним струмом можна розділити на 2 основні групи: колективний та індивідуальний захист. Включити колективне відшкодування належить:

- для забезпечення безпеки робіт виконуються такі технічні заходи: вживаються заходи щодо запобігання подачі напруги на робоче місце; вивішені плакати, що забороняють подачу напруги; встановлюються тимчасові огорожі; переносний заземлювач підключається до заземлювальної шини і перевіряється відсутність напруги на струмоведучих частинах тощо.

- забезпечення електричної безпеки від випадкового контакту з струмоведучими частинами досягається за допомогою таких технічних методів і засобів, що використовуються окремо або в поєднанні один з одним: захисні оболонки, захисні огороження (тимчасові або стаціонарні); безпечне розташування струмоведучих частин; утеплення робочого місця; захисне відключення; попереджувальна сигналізація; блокування; знаки безпеки..

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

-для захисту від контакту з металевими непровідними конструктивними частинами електроустановок використовуються: захисне заземлення, занулення, відключення, низька напруга, електричне розділення мереж, ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна), контроль ізоляції, захисні та захисні пристрої.

Покриття струмопровідних частин або відділення їх від інших частин шаром діелектрика забезпечує протікання струму необхідним способом і безпечну роботу електроустановок. В електроустановках застосовуються такі типи ізоляції (за ГОСТ 12.1.019-79): робоча, додаткова, подвійна та армована.

Для контролю його якості проводяться періодичні та постійні профілактичні огляди у строки, встановлені Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів та Правилами безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.

До окремих засобів проти ураження електричним струмом можна розділити: а) Основним захисним обладнанням є те, ізоляція якого витримує робочу напругу електричної установки.

Основним захисним обладнанням є: діелектричні рукавички; інструмент з ізольованими рукоятками (заводського виготовлення); індикатори, діелектричні калоші, діелектричні мати, ізоляційні стенди. Захисне спорядження також включає: захисні окуляри, захисні шоломи, кріпильні ремені, пазурі, а також захисні пристрої тощо. Усі вироби повинні зберігатися в умовах, що забезпечують їх справність. До обслуговування електроустановок та мереж допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та отримали кваліфікаційну групу з безпеки. Для установок понад 1000В - IV група, а для установок до 1000В III кваліфікаційна група.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Пожежна безпека

Відповідно до НАПБ В.03.002-07 щодо вибуху та пожежної небезпеки приміщення, в якому знаходяться пристрої, відноситься до категорії D.

За класифікацією пожежо-вибухових зон, наведеною в "Правилах облаштування електроустановок" (ПУЕ-84) та ДНАОП 0,00-1,32. 01 "Правила будівництва електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" зона приміщення, де працюють нагрівальні елементи, належить до пожежної зони класу П-III. Вибрана зона також належить до вибухонебезпечної зони класу 2 - простору, в якому за нормальних умов експлуатації немає вибухонебезпечного середовища, і якщо воно трапляється, воно рідко триває довго (зазвичай при аваріях).

Пропонується дотримуватися загальних правил, виконання яких під час роботи агрегату забезпечить пожежну безпеку.

Сюди входять такі: - використання обладнання та установок, що відповідають категорії приміщень, що становлять загрозу пожежі та вибуху;

- суворе дотримання передбачених технологічним регламентом і паспортними даними режимів роботи устаткування (температури, тиску, рівня заповнення тощо), регламенти його експлуатації, перевірок, ремонтів, а також допустимі навантаження; - оснащення обладнання, установок та споруд, в яких можуть виникнути пожежо - та вибухонебезпечні умови або умови самозаймання, контрольно-вимірювальним обладнанням, запобіжними пристроями, включаючи газоаналізатори, теплові реле та інші автоматичні пристрої, що усувають або сигналізують про небезпечну ситуацію;

- надійне ущільнення обладнання, установок, обладнання, резервуарів і трубопроводів речовинами, що виділяють вибухонебезпечні пари, гази та пил;

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- теплоізоляція нагрітих поверхонь обладнання та комунікацій, що забезпечує температуру його зовнішньої поверхні 45 ° С і менше;
- оснащення обладнання та установок обладнанням для періодичного та постійного автоматичного контролю та сигналізації витоків легкозаймистих та вибухонебезпечних парів, газів та рідин, а також відключення обладнання з появою неприпустимих витоків цих речовин;
- оснащення обладнання засобами для запобігання накопиченню статичної електрики та накопиченню його від усіх елементів обладнання;
- встановлення на устаткуванні норм завантаження, швидкості обробки та транспортування, оснащення його обладнанням автоматичного контролю цих норм, засобами сигналізації та зупинкою обладнання при перевантаженнях;
- дотримання режимів змащення, відповідність мастильних матеріалів технічним характеристикам обладнання для запобігання підвищенню температури фрикційних деталей, зокрема підшипників понад 60 ° С.

У виробничих приміщеннях усі двері відчиняються до виходу з приміщення. У разі пожежі існує схема евакуації, на території розміщують пожежні щити, обладнані вогнегасниками.

Цех має евакуаційні виходи, обладнані аварійним освітленням, автоматичною системою пожежної сигналізації.

До основних засобів пожежогасіння належать: -вогнегасники; -пожежні крани, ручні насоси -лопати, ломи, сокири, гачки, пилки, барвники; -ящики з піском, бочки з водою; -азбестові полотна, повстяні килимки тощо.

Первинні вогнегасники розміщують на протипожежних щитах, які встановлюють на ділянці з розрахунку один щит на 5000 м². Їх слід пофарбувати в червоний, інструмент - у чорний. У разі пожежі на підприємстві

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

створюється водопровід.

Розрахуйте запас води, необхідний для 3-годинного гасіння пожежі в цеху, за формулою:

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2)}{1000} \approx 11 \cdot (n_1 + n_2);$$

де 3600 і 1000 – перевідні коефіцієнти відповідно годин в секунди і літрів в м³; n₁ – потреба води на внутрішнє (5 л/с) і n₂ – зовнішнє пожежегасіння (10 л/с, визначається в залежності від ступеня вогнестійкості будівлі, категорії виробництва за вибухопожежонебезпекою і об'єму будівлі, табл.22.2 [20]).

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (5 + 10)}{1000} \approx 11 \cdot (5 + 10) = 165 \text{ м}^3;$$

Отже, запас води повинен складати 165 м³.

12. Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання.

- До обслуговування та експлуатації приладу допускаються лише особи, які досягли 18 років, які пройшли відповідне навчання та вивчили правила техніки безпеки та інструкцію з експлуатації.

- Для обслуговування пристрою оператори та наладчики повинні мати особисті засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг та окуляри

- До роботи та обслуговування обладнання допускаються особи, які пройшли інструктаж з правил безпеки, знають будову, принцип роботи та правила експлуатації установки, а також основні положення та вимоги, викладені в лабораторії.

- Перед початком робіт і ввімкненням електромережі установки необхідно провести зовнішній візуальний огляд електропроводки на предмет

Можливих пошкоджень					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- Особа, яка безпосередньо виконує операції на обладнанні, зобов'язана особисто перевірити наявність заземлення електрообладнання установки.

- Обов'язково перевірте установку установки на наявність сторонніх предметів.

- Під час розбирання, складання та обслуговування обладнання електрообладнання повинно бути повністю відключене від мережі. - Перед увімкненням лабораторного блоку перевірте стан різьбових з'єднань та захисних пристроїв.

Зверніть особливу увагу на кріплення деталей приводу та проміжних шестерень установки.

Не слід:

- експлуатувати пристрій без захисних пристроїв.

- Торкніться обертових або коливальних деталей.

- Експлуатуйте пристрій із вільними різьбовими з'єднаннями та за наявності несправностей.

- Робота з пошкодженим заземленням. На робочому місці повинні бути інструкції з охорони праці, розроблені відповідно до ДНАОП 0.00-4.15-98 "Положення про розробку інструкцій з охорони праці".

- Кришки та кожухи пристрою повинні бути встановлені на місці та надійно закріплені.

- Перед початком роботи перевірте справність захисних пристроїв, роботу електрозамка. Категорично забороняється працювати з відкритою огорожею, пошкодженою електричними кнопками управління агрегату.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Під час роботи агрегату забороняється виправляти, піднімати, переставляти мішки на відводячому конвеєрі.

- Усуваючи неполадки в незначних роботах та чищенні, не забудьте зупинити пристрій та вжити заходів запобігання випадковому пуску.

- Забороняється залишати на агрегаті інструменти та інші предмети під час роботи. - Стежити за справністю захисних пристроїв для автоматичного зупинення агрегату при перевантаженні механізмів. Для аварійної (аварійної) зупинки пристрій має дві кнопки "Стоп".

- Регулярно чистіть фільтри для очищення повітря. В кінці роботи зміни для очищення агрегату, прибирання робочого місця.

- Категорично забороняється продувати пристрій стисненим повітрям зі знятими кришками.

- Під час проведення ремонтних робіт, а також огляду електрообладнання обов'язково вимкніть напругу та переконайтеся, що на корпусі агрегату немає напруги.

- Підтримуйте ізоляційні та металеві шланги в належному стані, щоб захистити електричні дроти від пошкодження. Систематично контролюйте заземлення механічних деталей, які можуть знаходитися під напругою у випадку несправності заземлення.

- Обслуговувальному персоналу забороняється: включати напівавтомат без попередження, а також не переконаючись у його справності; робота з несправними або передчасно заблокованими блокуваннями захисних огорож; робота у вільному одязі.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

13. Пропозиції щодо покращення умов праці.

В сучасних умовах все більшого значення набуває проблема поліпшення умов праці не за рахунок компенсаційних виплат, а шляхом впровадження нової техніки, технологій, оздоровлення виробничого середовища, врахування вимог естетики праці.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Висновок

У результаті дипломного проектування розроблено пояснювальну записку та графічну частину. Пояснювальна записка складається з 106 листів А4, містить у собі аналіз існуючих конструкцій машин, характеристику процесу зварювання плівки, опис пропозиції та розрахункову частину. Також в дипломному проекті міститься 5 листа формату А3 із кресленнями: загального вигляду машини, дозатора, механізм розмотування та нанесення ZIP-застібки, технологія виготовлення деталі стакан.

Таким чином, вдосконалення пакувального обладнання виконується в результаті підвищення технічного рівня, підвищення продуктивності, реалізації новітніх технологій пакування та вдосконалення інноваційних матеріалів і пов'язаних з цим нових конструктивних модифікацій вузлів і агрегатів, впровадження прогресивних енергоощадних можливостей вузлів та агрегатів, відображено способи вдосконалення пакувального обладнання.

ZIP-застібка буде зберігати продукт від висипання та впливу навколишнього середовища після відкриття упаковки, що більш зацікавить споживачів.

Недоліком впровадження є додаткові витрати, складність технологічного процесу виготовлення упаковки.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
<i>Розробив</i>		<i>Лригайло Л.О.</i>			<i>Висновок</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
<i>Перевір.</i>		<i>Валіулін Г.Р.</i>					1	1
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ПМ 4-бск</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

Використана література:

1. Пономарева, В.Т. Использование пластмассовых отходов за рубежом / В.Т. Пономарева, Н.Н. Лихачева, З.А. Ткачик / Пластические массы. – 2002. – № 5. – С. 44 – 48.
2. Аристархов, Г.И. Журавский (и др.) / Инженерно-физический журнал. – 2001. – № 6. – С. 152 – 156.
3. Упаковка. Термины и определения. ГОСТ 17527-86.
4. Электронный ресурс (<https://www.exida.ua/stati/pakety-zip-lok---nadezhnaja-mnogorazovaja-upakovka>)
5. Электронный ресурс (<https://logogroup.com.ua/ru/paket-zip-lock>)
6. О.М.Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О.Кохан: Пакувальне обладнання; Підручник-К.ІАЦ"Упаковка".-2010 - с.744: іл.
7. Электронный ресурс (<https://furniture-ua.com/a364701-osobennosti-proizvodstva-zip.html>)
8. Электронный ресурс (<https://polimer.ltd>)
9. Сварка полимерных материалов. Справочник / Под общ. ред. К.И. Зайцева, Л.И. Моцюк – М Машиностроение, 1988. - 312 с.
10. Машины – автоматы для упаковки пищевых продуктов: Справ./ В.А. Благодарский, Н.С. Колесник, М.С. Зиновьев. – К.: Техника, 1985. – 227 с.
11. Электронный ресурс (<https://te.dsp.gov.ua/ohorona-pratsi-na-pidpryyemstvi-shho-potribno-znaty/>)

					<i>ДП 60 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Дригайло Д.О.			<i>Використана література</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Валіулін Г.Р.					1	2
Реценз.						<i>НУХТ ПМ 4-бск</i>		
Н. контр.								
Затверд.								

12. Електронний ресурс (http://files.prom.ua/116775_af6ob.pdf)
13. Електронний ресурс (<https://p-p.in.ua/polietilenovye-zip-pakety-koroli-mnogorazovosti/>)
14. М.П.Купчик, М.П.Гандзюк, І.Ф.Степанець, В.Н.Вендичанський, А.М.Литвиненко, О.В.Іваненко Охорона праці. Лабораторний практикум. Для студентів вищих закладів освіти України. - К.: Основа, 1998. - 224 с.
15. Сухенко Ю.Г., Бойко Ю.І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум: Навч. посібник / За ред. проф. Ю.Г.Сухенка. - К.: НУХТ, 2009. - 262 с.
16. Кирилук Ю.Е. Допуски и посадки: Справочник. - 2-ое изд., перераб. и доп. - К.: Выща шк. Головное издательство, 1989. - 135с., Зил., 26 табл.
17. Технологічні основи машинобудування: Метод. вказівки до виконання курс. роботи для студентів денної та заочної форм навчання / Укл.: О.І.Слинькою - К.: УДУХТ, 1998. - 84с.
18. Чернов М.Е. Упаковка сипучих : Учебное пособие. -М: Дели, 2000.-163 с.
19. Машины – автоматы для упаковки пищевых продуктов: Справ./ В.А. Благодарский, Н.С. Колесник, М.С. Зиновьев. – К.: Техника, 1985. – 227 с.
20. Харламов С.В. Конструирование технологических машин пищевых производств: Учебное пособие для вузов. – Л.: Машиностроение, 1979. – 224с.

					<i>ДП 60 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2