

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Н.А.Б.З ім. проф. І.С. Гурого
Кафедра Мехатроніки та наукової техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)
Сергій БЛАЖЕНКО
(ім'я та прізвище)

«14» 06 2023р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
Микола Володимир
(ім'я та прізвище)

«14» 06 2023р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: розробка машини для пакування смілих карто-
вих продуктів в упаковку типу „саше“ масою 50 гр. продуктивністю 400 шт/в

Виконав: здобувач ___ курсу, групи ___

Скшоба Віктор Валентинович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Баша Анатолій Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти І Юрій
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Вересунчик Ю.І
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач Скшоба Віктор
(підпис)

Київ - 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННУТІ ім. акад. І. С. Тіроцького
Кафедра металургії та покриттів металів
Освітній ступінь докладер
Спеціальність 131 прикладна механіка
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Прикладна механіка
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МІТТ

Васильченко КРИВОПІЛІСЬКО-ВОЛОДИНА
«14» 04 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Слиба Віктор Валентинович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка машини для пакування різних харчових продуктів в упаковку типу "саше", масою 50 гр. продуктивністю 60 унів/хв

керівник роботи Баша Анатолій Володимирович к.т.н. доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «14» 04 2023 року № 2334/2

2. Строк подання здобувачем роботи 29.05.2023р

3. Вихідні дані до роботи 1. Вид обладнання - для пакування різних продуктів. 2. Тип упаковки - торгового пакет. 3. Продуктивність обладнання - 60 унів/хв

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

1. Вступ, 2. Аналіз літературних джерел з техніко-економічної обґрунтованості, 3. Діє продукції, 4. Розробка частини, 5. Монтаж, ремонт, експлуатація, 6. Технологічний маршрут виготовлення деталі, 7. Діє блоку пакування, 8. Експертна оцінка, 9. Висновки, 10. Вклад літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Ліст - Машина для пакування різних саше масою 50 гр
2. Ліст - Машина для пакування структурованих саше масою 50 гр
3. Ліст - Шнековий двигун
4. Ліст - Виглядний ланцюг
5. Ліст - Тех маршрут виготовлення деталі

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
✓ 7017	гоч. Полюко 902		

7. Дата видачі завдання 14.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Візит	15.04.2023р	
2.	Літературний огляд	16.04.2023р	
3.	Техніко-економічне обґрунтування	20.04.2023	
4.	Опис проєкції	22.04.2023	
5.	Розрахункова таблиця	28.04.2023	
6.	Монтаж, рахунки, експлуатація	30.04.2023	
7.	Розробка маршруту виконання деталей	05.05.2023	
8.	Лист 1	08.05.2023	
9.	Лист 2	13.05.2023	
10.	Лист 3	14.05.2023	
11.	Лист 4	20.05.2023	
12.	Лист 5	23.05.2023	
13.	Охорона праці	25.05.2023	
14.	Висновки	26.05.2023	

Здобувач СВМ (підпис) Віктор СКИБА (ім'я та прізвище)

Керівник роботи (підпис) Анатолій БАШТА (ім'я та прізвище)

«14» 04 2023 р.

Зміст

Анотація	4
Вступ	5
1. Вивчення стану питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задач проектування	7
1.1. Вивчення стану питання	7
1.2. Характеристика об'єкту	11
1.3. Характеристика упаковки для екструдованих продуктів	12
1.4. Постановка задач проектування	13
2. Техніко-економічне обґрунтування	15
3. Опис пропозицій	17
4. Розрахунки машини, окремих її механізмів і елементів	20
4.1. Розрахунок вузла формування упаковки	20
4.2. Тепловий розрахунок повздовжнього зварювання	24
4.3. Тепловий розрахунок поперечного зварювання	25
4.4. Розрахунок ланцюгової передачі	26
4.5. Розрахунок пристрою відведення готових упаковок	29
5. Монтаж, експлуатація, обслуговування, діагностика та ремонт машини	35
6. Розробка технологічного процесу та розрахунок технологічних операцій виготовлення деталі типу вал	39
7. Опис блоку управління	57
8. Охорона праці	59
9. Висновки	72
Список використаної літератури	73

					КРБ 60.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Скиба В.								
Перевір.		Башта А.							3	
Реценз.								НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.										
Затверд.										

Анотація

Метою даного дипломного проекту стала розробка обладнання для пакування сипкої харчової продукції незначними дозами в плоскі полімерні пакети. Аналіз виробництва такого роду обладнання показав, що в Україні воно не виготовляється, його купують за кордоном. Тому, дана машина надасть змогу вітчизняним виробникам зекономити кошти та вкладати їх в розвиток власного підприємства.

Під час створення проекту машини було проведено ряд розрахунків основних функціональних модулів: модуль формування пакета, модуль дозування продукції, модуль відведення готового виробу. Так як машина розроблена за модульним принципом, є можливість заміни модуля дозування продукції, що в свою чергу дозволяє розширити асортимент продукції що пакується.

Дипломний проект має пояснювальну записку та графічну частину. У графічній частині наведено чотири складальні креслення основних функціональних модулів машини та один лист з технологічним маршрутом виготовлення деталі вал формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із 60 сторінок.

На основі техніко-економічного обґрунтування була доведена доцільність впровадження машини для фасування екструдованих сніданків.

Ключові слова: полімерна плівка, пакет, функціональний модуль, машина, пристрій.

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Башта А.				4	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

Вступ

В умовах ринкової економіки діяльність на ринку здійснюється на основі взаємодії вільних приватних товаровиробників і вільних індивідуальних споживачів. Конкуентоспроможність сучасних товарів забезпечується їхньою якістю та оновленням асортименту, що мають попит у споживача і задовольняють потреби суспільства.

Конкуенція на ринку харчових продуктів диктує виробникам необхідність у розробці нових видів упаковки, які були б зручними і ефективними у вживанні. Серед матеріалів, що використовуються для упаковки, на першому місці в світі знаходяться полімерні плівки. Лідируючі позиції плівкам, як пакувальним матеріалам, забезпечуються за рахунок фізико-механічних характеристик, а також дешевизни.

Стрімкий розвиток нової техніки та сучасних технологій супроводжується значними змінами у конструкціях і системах керування машиною у пакувальному обладнанні. У більшості машин даного класу є проблема якісного та точного зварювання пакувальних полімерних плівкових матеріалів, виконання операцій дозування та фасування продуктів.

Екструзійні продукти хороші не тільки тим, що можна змінювати їх склад і смак, але й пористою структурою, завдяки якій вони так само, як і сухарі, легко просочуються травними соками і швидко перетравлюються, не обтяжуючи шлунок. Тому їх зазвичай використовують як легкі сніданки або перекуси, коли хочеться швидше відчутися ситим, але не впасти в сонливість. Так як нинішній стан людей такий, що вони все роблять на ходу, виникає потреба пакувати такого роду вироби незначними дозами у пакети з

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.			Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.		Башта А.				5	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

лакованого целофану, поліпропіленової плівки, поліетиленової плівки, полівінілхлоридної плівки та ін.

Метою дипломного проекту є розробка автоматизованої машини для пакування екструдованих продуктів, а саме сухих сніданків швидкого приготування у плоскі чотирьохшовні пакети. Продукт фасується в пакети з термозварних

полімерних плівок. Упаковка з такого матеріалу має наступні переваги: можливість виготовлення упаковок різної конфігурації та нанесення друку, легкість та швидкість формування, відносно низька вартість. Так харчові продукти, які обгортаються в плівку зберігаються довше, мають привабливий товарний вигляд, а також мінімальну масу та відповідно і вартість.

Вихідні параметри:

продуктивність – 60 пак/хв;

маса продукту фасування – 50 г;

розмір пакету (орієнтовно) – 100×130 (мм)

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

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

1.1. Вивчення стану питання

На сьогоднішній день підприємство, що має пакувати свою продукцію у недорогу, привабливу, легку та зручну упаковку, використовуючи для цього сучасні термозварні полімерні плівки.

Процес виготовлення тари із полімерних плівок безпосередньо пов'язаний із зварюванням останніх, а отже продуктивність та ефективність пакувальної машини залежить не лише від якості та тривалості дозування, а і від можливості зварювання плівки.

Основні матеріали, які використовуються у пакувальних машинах для формування упаковки методом термозварювання такі: ПП, ПЕВТ, ПЕНТ, ПВХ, ламінати, поліаміди, комбіновані (ПП з ламінатом, ПП з ПЕ, плівка на основі картону, металізована плівка).

На основі аналізу існуючих технологічних схем пакувального обладнання виділено такі види машин із зварними пристроями: машини вертикального та горизонтального типів. Для легкоплинної продукції здебільшого застосовують машини вертикального типу.

Машини вертикального типу.

1. Машина без «комірця» безперервної дії формує пакет типу «тетра-пак» (рис.1.1, а). Основним недоліком її є порівняно габаритна висота із-за конструкції пристрою для утворення рукава. Машина призначена для пакування рідких продуктів. Особливість – рукав плівки безперервно протягується. Зварні елементи: поперечне зварювання – типу єврошов, здійснюється періодично; повздовжнє – стрічкове контактне теплове, виконується безперервно.

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.				Літ.	Арк.
Перевір.		Башта А.					7
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

2. Машина з рукавоутворювальним комірцем періодичної дії та

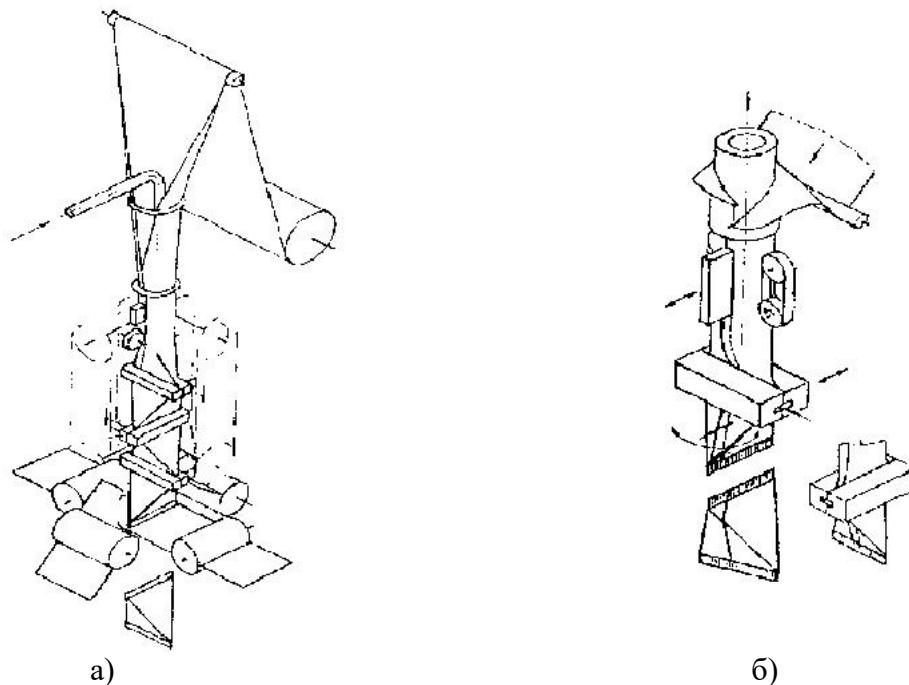


Рис. 1.1. Схеми машин, що формують упаковку типу «тетра-пак»:
а) безкомірцевий; б) комірцевий

протягуючими конвеєрами, що формує пакет типу «тетра-пак» (рис. 1.1, б). Застосування комірця рукавоутворювача значно зменшує висоту пакувальної машини.

Поперечні шви на рукаві плівки, що утворюють тетраедр, отримують під час протягування плівки, повертаючи зварні губки із ножем на 90° після утворення кожного шва. Пристрій призначений для пакування рідких продуктів. Вертикальне зварювання – термоконтатне. Притискання зварної губки суміщене із кроком подачі рукава.

3. Машина з комірцем періодичної дії типу АРЖ, що формує упаковку типу «подушечка» (рис. 1.2.). Призначена для пакування як рідких, в'язких так і сипучих продуктів. Відмінність від попередньої схеми – поперечні губки не здійснюють поворотного руху.

Пакет стійкий у вертикальному розташуванні, якщо в ньому знаходиться сипкий продукт. А якщо в ньому буде рідина, то він все рівно буде стійкішим.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

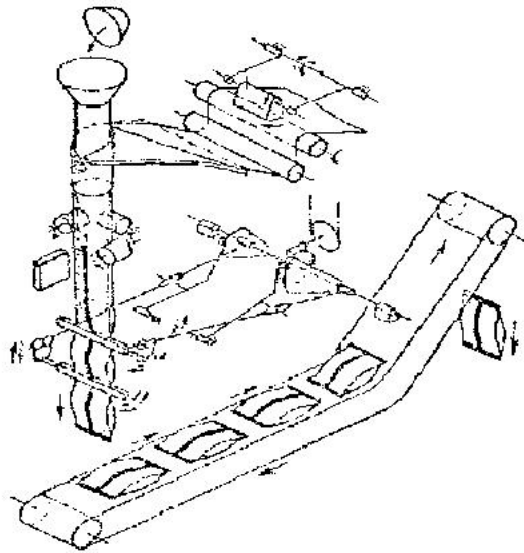


Рис.1.2. Схема машини з комірцем типу АРЖ, для формування
упаковку типу «подушечка»

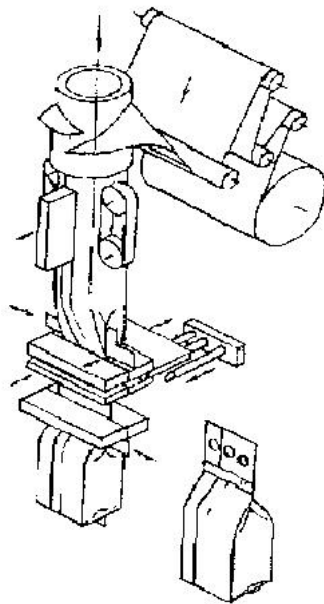


Рис 1.3. Машина з комірцем періодичної дії, що формує „стоячий”
пакет з отворами

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Жорсткість стоячого пакета для рідини можна підвищити. На сьогодні ніхто з наших виробників обладнання, на відміну від їх західних конкурентів, не випускають машин із комірцем, в яких проварювались би вертикальні ребра «стоячого» пакета. Проварювання ребер значно підвищує стійкість пакета. Дана упаковка носить назву «стабіло бег».

Між губками поперечного зварювання знаходиться не лише ніж для відрізування сформованої упаковки, але і притискачі, та пробійники для утворення отворів, що розташовані вище верхнього поперечного шва для зручності перенесення пакета.

Машина вертикального типу, формує плоский пакет, шляхом накладання полос одна на іншу з одного рулону, так званий «плоский пакет з чотирма швами» (рис. 1.4.). Вона призначена для фасування рідких та пастоподібних продуктів малими дозами до 200 см³. Поздовжнє зварювання – безперервне роликів термоконтатне, а поперечне – обертові термоконтатні губки з вмонтованим механічним ножом.

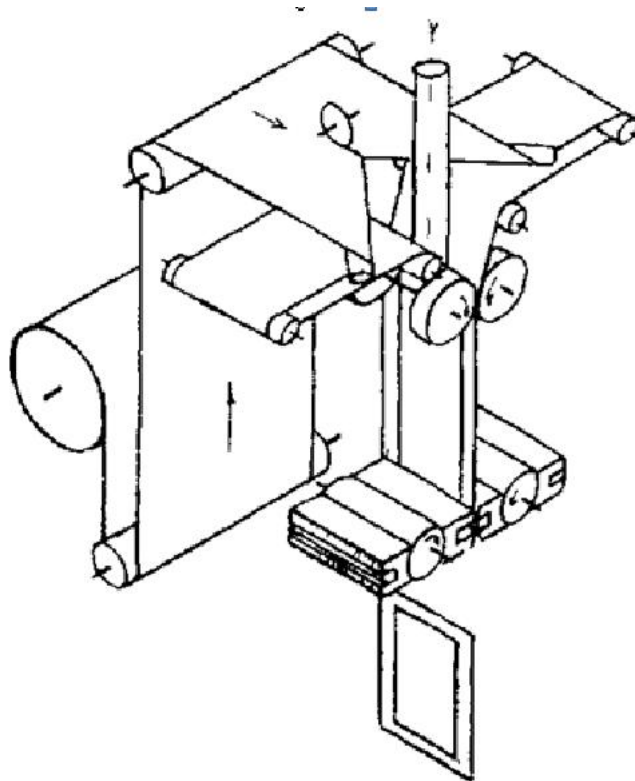


Рис. 1.4. Схема машини для виготовлення чотирьох шовного пакету

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2. Характеристика об'єкту

В процесі екструзійної обробки, під дією високих температур (120-190°C), високого тиску, напруги зсуву, при невеликій вологості сировини (14-20%) знищується вся, навіть спорова мікрофлора, можливі популяції бактерій і грибів. Також зменшується вологовміст вихідної сировини, що забезпечує збільшення терміну зберігання продуктів швидкого приготування. В процесі виробництва продуктів швидкого приготування на екструзійному обладнанні клітковина подрібнюється, що підвищує її засвоюваність організмом людини. Іноді потрібно не підвищити, а знизити засвоюваність їжі, і в цьому теж може допомогти дане обладнання. При правильно підбраному режимі обробки крохмаль набуває структури, що робить його малоуразливим для травних ферментів. Такий крохмаль не засвоюється організмом і не збільшує калорійність їжі, граючи роль харчових волокон. Разом з цим він виступає в ролі сорбенту – зв'язує речовини (наприклад, важкі метали), які потрібно видалити з організму.

Для дозування такої продукції можуть використовуватись дозатори таких типів: об'ємний, ваговий і шнековий. Об'ємний дозатор призначений для дозування об'ємним способом твердих добре сипучих продуктів, таких як крупи, рис, горіхи, насіння, зерно, сіль. Конструктивно, складається з набору ємностей («стаканів»), шляхом заповнення яких і відбувається дозування. Але недоліком таких дозаторів є те, що розмір дози дорівнює внутрішньому об'єму «стакана», що в свою чергу накладає певні обмеження на процес фасування продукції. Ще одним недоліком таких дозаторів є те, що не кожен сипкий продукт здатний швидко і якісно заповнювати об'єм «стакана», особливо у високому темпі автоматичного режиму. Липкі, маслянисті або легкі продукти, такі як родзинки, інжир, курага, екструдовані вироби, практично неможливо дозувати даними дозатором, оскільки їх застосування призводить до суттєвих відхилень в розмірах і вазі доз. Ваговий дозатор призначений для дозування ваговим способом будь-яких сипких харчових продуктів, за винятком пилоподібних. Ваговий дозатор також не має жорстких обмежень у розмірах

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

доз, передбачаючи широкий діапазон дозування. Шнекові дозатори прекрасно підходять для використання у вертикальних фасувально-пакувальних машинах, в яких інколи необхідна заміна дозувального продукту і є необхідність скоротити час на очищення дозатора. Шнекові дозатори можуть дозувати такі продукти: спеції, приправи, харчові добавки, какао, цукрова пудра, глазур, киселі, желе, каші швидкого приготування, дитяче харчування, супові концентрати, сухе молоко, побутова хімія, фармацевтичні препарати і т. д. При цьому установка і контроль дози відбувається вказівкою на блоці управління, задаючи необхідну кількість оборотів шнека (для об'ємного способу дозування).

1.3. Характеристика упаковки для екструдованих продуктів

Найбільш придатний для малої дози є плоский чотирьохшовний пакет типу «саше». «Саше» - це плоский трьох- або чотирьохшовний пакет. Свою назву він отримав від французького слова «sachet», що в перекладі означає «мішечок». У «саше» може пакуватися величезний діапазон товарів – порошкоподібні продукти, швидкорозчинні напої, дріжджі, гранульована кава, крупи (наприклад, гречана, манна), пилоподібні продукти, фармацевтичні суміші, жирні продукти (супи) іт.д. Устаткування для упаковки «саше» може бути як вертикального, так і горизонтального типу. В основному, це високо-продуктивні машини, розраховані на велике виробництво.

Пакет типу «саше» формується з багат шарових полімерних плівок або комбінованих матеріалів, до складу яких можуть входити фольга, папір, тканину. Кількість і властивості шарів (структура матеріалу) визначаються тими особливостями, якими повинен володіти пакувальний матеріал, і можуть бути ідеально підібрані для будь-якого виду продукції. Після того як пакет сформований, відбувається його наповнення. Залежно від властивостей продукту, наповнення може проводитися за допомогою об'ємного або шнекового дозатора, дозатора на основі витратомірів, штучного дозатора і т. Д. Останній етап – запаювання пакета. Існує кілька варіантів запаювання. Це може

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бути просто зварений шов або комбінація зварного шва і багаторазової застібки типу «зіпер».

Зварювання – це технологічний процес з'єднання деталей, який здійснюється за місцевого нагрівання стику деталей до пластичного стану їх із подальшим взаємним деформуванням. Утворення даного типу з'єднання базується на використанні сил міжмолекулярного зчеплення.

Зварюваність полімерів у кількісному відношенні оцінюється енергією активації в'язкого стану матеріалу, що характеризує молекулярно-масовий розподіл, розгалуженість молекулярних ланцюгів та полярність молекулярних ланок.

У табл. 1 наведено здатність полімерних плівок до зварювання для різних методів.

Таблиця 1.1

Здатність полімерних пакувальних плівок до зварювання

Полімерна плівка	Методи зварювання			
	Термоконтактний	Ультразвуковий	Термоімпульсний	Струм високої частоти
ПП	Зварюється	Зварюється	Зварюється	Не зварюється
ПЕВТ, ПЕНТ	Зварюється	Обмежено зварюється	Зварюється	Не зварюється
ПВХ	Зварюється	Обмежено зварюється	Обмежено зварюється	Зварюється
ПЕТФ	Не зварюється	Обмежено зварюється	Обмежено зварюється	Не зварюється

Поширеними технологіями зварювання полімерних матеріалів є термоімпульсна, термоконтактна, зварювання ультразвуком, зварювання струмом високої частоти.

1.4. Постановка задачі проектування

Метою даної роботи є розробка дворядної вертикальної пакувальної машини, що формує чотирьох шовний пакет накладанням полімерної стрічки одна на одну. Для досягнення цієї мети я обрав стрічку з ОПП/ПЕ тому що вона є найбільш поширеним термозварювальним матеріалом в сучасній харчовій

промисловості для пакування сухих сніданків. Орієнтований ПП має ряд переваг, які забезпечують йому переважне використання. До них можна віднести малу щільність, а, отже, знижену вагу упаковки. Високу міцність, яка досягає 150 Мпа. Низьку вологопроникність, дуже суттєву при упаковці сипучих харчових продуктів. Невелика міцність зварного шва, що може виникнути у результаті термічної усадки плівки під час зварювання компенсується використанням термозварювального шару на основі поліетилену, в переважній більшості випадків – етилену з пропіленом.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2. Техніко-економічне обґрунтування

Машина, що розробляється, призначена для пакування екструдованих сніданків швидкого приготування в чотирьохшовний полімерний пакет малими дозами. Екструзійна обробка крохмалевмісної сировини дає можливість отримувати легко засвоювані, із поліпшеними смаковими властивостями харчові продукти, які вимагають незначної кулінарної обробки або повністю готові до вживання. Прикладом екструдованих продуктів можуть бути: крупи швидкого приготування (гречана, рисова, пшоняна) і ін. На сьогоднішній день, машини, які пакують незначними дозами продукти майже не виробляються на вітчизняних підприємствах України, а для пакування сипких харчових продуктів в чотирьохшовні пакети здебільшого використовуються машини закордонного виробництва. Таке обладнання виготовлене за кордоном коштує близько 90 тис. умовних одиниць. Тому виникає необхідність у розробці і впровадженні таких машин у виробництво на вітчизняних заводах.

За конструктивним виконанням машини пакування сипкої продукції у полімерну плівку залежать від розташування рулону (нижнє чи верхнє), їх кількості, способу формування рукава, зварювання або склеювання поздовжніх і поперечних швів, способів відрізання упаковки, способу переміщення готового виробу до ящика. Основним елементом, який містить обладнання для фасування продукції в полімерні пакети, є механізм формування пакета, який забезпечує утворення пакета з плівки із подальшою подачею виробу, механізм протягування та зварювання.

Основним техніко-економічним результатом розробки буде нижча собівартість у порівнянні із закордонними аналогами, що у свою чергу сприятиме задоволенню потреб підприємств України, що займаються пакуванням сипких харчових продуктів.

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Башта А.				15	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

Машина побудована на основі модульного принципу і має ряд переваг перед існуючими аналогами:

- можливість збільшення продуктивності, за рахунок збільшення кількості доріжок;
- можливість регулювання дози під час роботи машини;
- можливість використання різних типів дозаторів дозволяє фасувати порошкоподібні, гранульовані, рідкі та пастоподібні продукти (кава, чай, трави, цукор тощо)
- машина автоматизована, простіша в управлінні та конструкції, що не вимагає високої кваліфікації персоналу, завдяки чому чисельність обслуговуючого персоналу складає лише одну особу;
- машина використовує один рулон з термозварного пакувального матеріалу.

Таким чином економічна доцільність, технічна і організаційна можливість розробки та впровадження нової машини є очевидною.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Опис пропозицій.

Машина для пакування екструдованих сніданків призначена для фасування сипких харчових продуктів в плоскі полімерні пакети з чотирма швами.

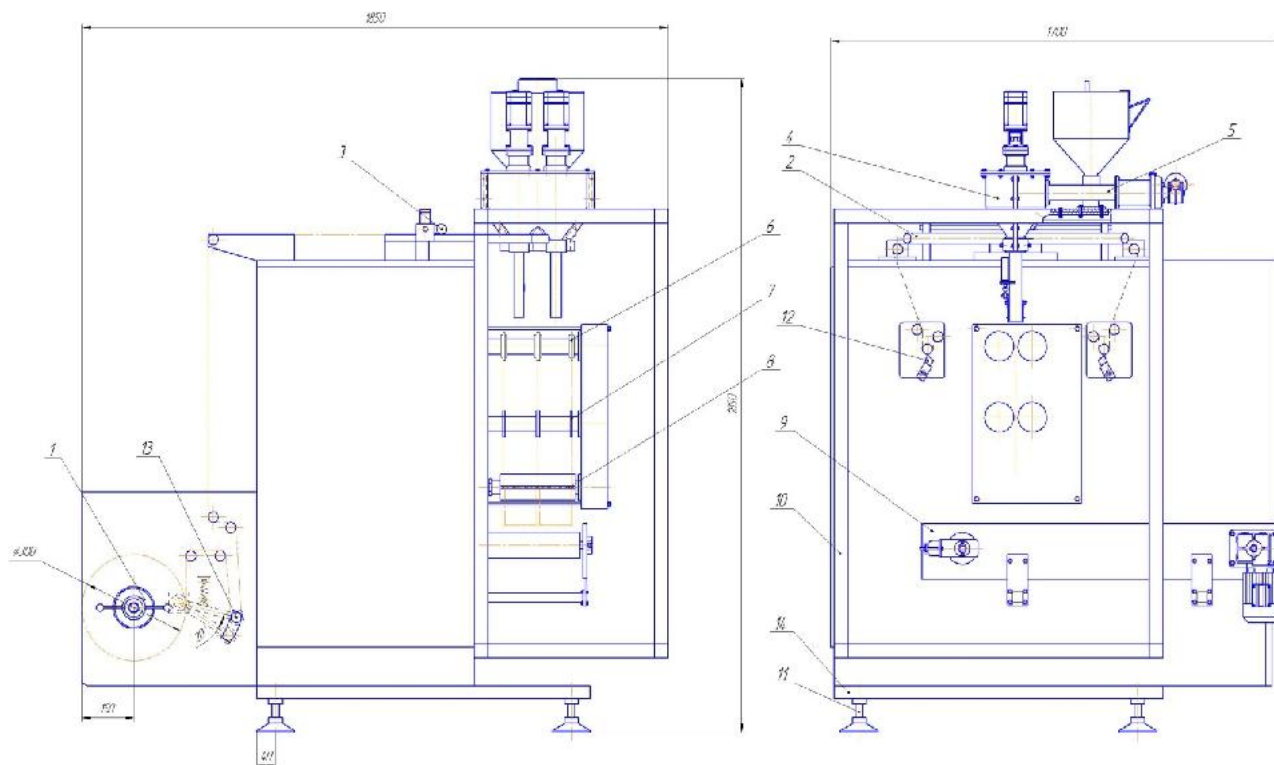


Рис. 3.1 Схема машини.

1- рулонорозмотуючий пристрій; 2-пристрій переорієнтації плівки; 3,12- ніж; 4-шнековий дозатор; 5- шнековий живильник; 6-ролики поздовжнього зварювання шва; 7-механізм протягування плівки; 8-ротор поперечного зварювання і відсікання одиничних упаковок; 9-відвідний конвеєр; 10- рама; 11-опорна ніжка; 13-акумуляуючий пристрій; 14-станина.

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Скиба В.				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Башта А.					17	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

До складу машини входять такі пристрої та вузли:

- рулонорозмотувач;
- акумулюючий пристрій;
- тени зварювання поздовжніх і поперечних швів;
- механізм протягування і відсікання пакетів;
- дозатор;
- живильник;
- відвідний конвеєр;

Принцип роботи машини:

Рулонорозмотуючий пристрій 1 розмотує рулон і плівка через акумулюючий пристрій 13 за рахунок механізму протягування 7 просувається до механізму переорієнтації плівки 2, де попередньо розрізається ножем 3і відповідно формується два ряди плівки. Після цього ролики з теном поперечного зварювання зварюють пакет формуючи поздовжні шви. Так як робота всіх робочих органів суміщена в часі задля більшої продуктивності, процес дозування відбувається під час просування плівки від роликів 6 до ротора 8, де відповідно здійснюється зварювання поперечних швів і одночасне відсікання пакета. Пакет за рахунок гравітаційних сил потрапляє на відвідний конвеєр. Далі цикл повторюється. Живильник 5 наповнює бункер дозатора 4 лише після випорожнення до певного рівня.

Технічна характеристика:

- продукт, що дозується – екструдовані сухі сніданки;
- розмір пакета та матеріал - $a \times b$ 130×100мм;
- пакувальний матеріал – ОПП/ПЕ-плівка;
- маса пакованого продукту 45г.
- тип привода: механічний, електричний і пневматичний;

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- параметри мережі живлення: 220В, 50Гц.
- потужність до 1 кВт.
- тиск повітря в магістралі 5 бар.
- габаритні розміри машини (L×B×H) ; 1850×1700×1850 мм;
- обслуговуючий персонал – 1 чол.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

4. Розрахунки машини, окремих її механізмів і елементів

4.1 Розрахунок вузла формування упаковки

Розрахунок рулонотримача

Визначення зусилля прикладеного для розмотування плівки:

Вихідні дані:

Ширина плівки.....400 мм;

Діаметр рулонна.....300 мм;

Густина плівки.....920кг/м³;

Кутова швидкість рулонна..... $\omega = \text{const}$

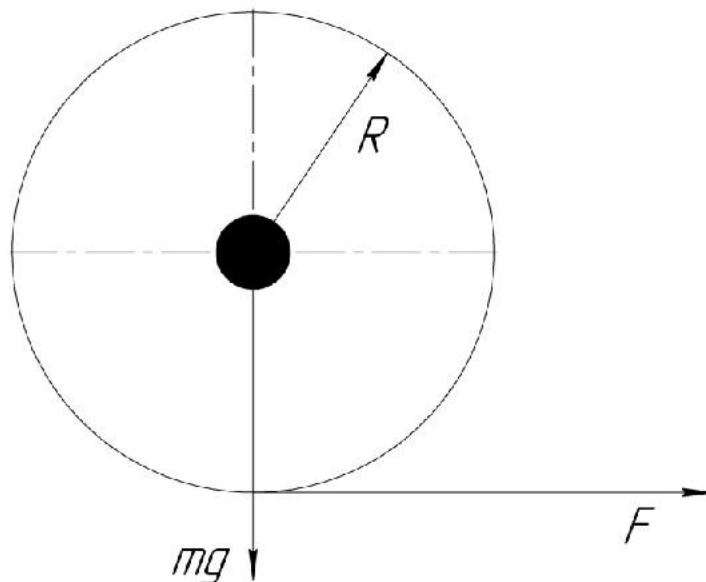


Рис. 4.1. Схема дії сил

Визначимо масу рулонна

$$m_p = \rho V, \quad (4.1)$$

де V – це об'єм рулона, визначається як:

$$V = \frac{\pi D_p^2}{4} l - \frac{\pi d^2}{4} l = \frac{\pi 0,3^2}{4} 0,4 - \frac{\pi 0,03^2}{4} 0,4 = 0,028 \text{ м}^3$$

Тоді маса рулонна $m_p = 920 \cdot 0,028 = 25,76 \text{ кг}$

Диференціальне рівняння руху рулонна можна записати

$$I \cdot \ddot{\phi} = M_F - M_W, \quad (4.2)$$

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Башта А.				20	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

де I-момент інерції рулона, визначається як: $I = \frac{m_p R^2}{2}$

$\ddot{\phi}$ - кутове прискорення

M_F - момент рушійних сил

$$M_F = FR; \quad (4.3)$$

F-зусилля що прикладається до полотна плівки.

M_W - момент сил опору обертання рулона.

$$M_W = 2W \frac{d}{2}, \quad (4.4)$$

$$\text{де } W = wN; \quad (4.5)$$

w-коефіцієнт опору кочення осі рулоноутримача по опорних роликах;

$$N = \frac{mg}{2 \cos \alpha}; \quad (4.6)$$

де α -кут установки опорних роликів;

$$N = \frac{25.76 \cdot 9,81}{2 \cdot 1} = 126.35 \text{ Н}$$

$$\text{Тоді } W = 0.9 \cdot 154.23 = 113.7 \text{ Н}$$

Переписавши диференціальне рівняння 2 ми отримаємо:

$$\frac{m_p R^2}{2} \ddot{\phi} = FR - \frac{mgwd}{2 \cos \alpha};$$

Переписавши вираз отримаємо

$$2FR = m \left(R^2 \ddot{\phi} + \frac{gwd}{\cos 35} \right)$$

Знаючи що $\omega = \text{const}$ тоді $\ddot{\phi} = 0$, можемо записати що зусилля що прикладається до полотна плівки буде дорівнювати:

$$F = \frac{mgwd}{D \cos \alpha} = \frac{25.76 \cdot 9,81 \cdot 0,9 \cdot 0,03}{0,3 \cdot 1} = 22.7 \text{ Н}$$

Отже зусилля яке потрібно прикласти до полотна плівки для його розмотування буде становити 23 Н.

Для фіксування рулон повинен бути затиснутий конусами для запобігання неспівосності рулону і утримувача, що може призвести до пульсації натягу в розмотувальній плівці. Осьове зусилля повинно долати вагу рулону G і зусилля натягу плівки P, прикладене до рулону і направлене, в загальному випадку, під кутом β до вертикалі. Здебільшого рулон гальмують гальмуванням рулоноутримувача.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Розрахунок зусилля притискних конусів:

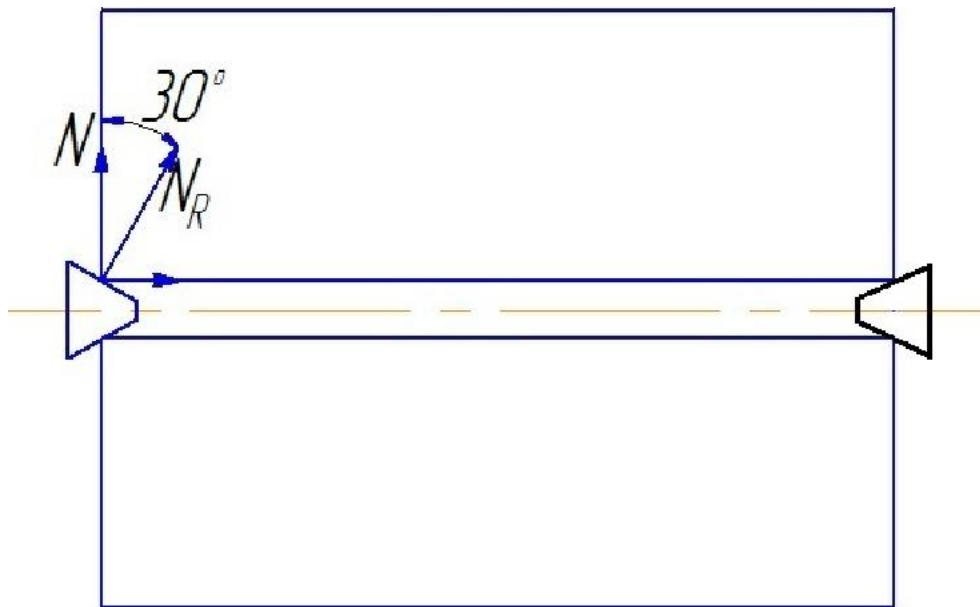


Рис. 4.2. Розрахункова схема

Так як $N=126.35\text{H}$, то

$$N=N_R \cdot \cos 30^\circ$$
$$126.35= N_R \cdot \cos 30^\circ$$
$$N_R = \frac{126.35}{0.866} = 145.9\text{H}$$

Знаючи параметр N_R ми можемо знайти N_0

$$N_0=N_R \cdot \sin 30^\circ=146 \cdot 0.5=72,95\text{H}$$

Отже зусилля притискання конусів буде становити 73Н.

Розрахунок зусилля притискання роликів і швидкості протягування плівки.

Рушійні сили долають сумарний опір натягу полотна плівки. Тоді диференціальне рівняння руху полотна плівки матиме вигляд

$$m\ddot{x} = F_{np} - F_p; \tag{4.7}$$

де m - маса рухомої частини полотна плівки;

$$g = \frac{79}{2 \cdot 4 \cdot 14 \cdot 0,1} = 1,97 \text{ Н/мм}$$

Отже тиск роликів на полотно плівки повинен бути не менше ніж 2 Н/мм що буде забезпечувати нормальну роботу машини.

Кутова швидкість роликів протягування плівки при цьому:

$$\omega = \frac{\varphi}{t}, \quad (4.9)$$

$$\omega = \frac{0,06981}{0,07} = 1 \text{ рад/с}$$

4.2. Тепловий розрахунок повздовжнього зварювання.

Кількість теплоти, яка потрібна для зварювання плівки подається через поверхню колодки. Нагрівання здійснюється за допомогою нагрівальних елементів.

Зварювання здійснюється за рахунок нагрівання поліетиленової плівки до температури зварювання

$$t = 120 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Підберемо електронагрівальний елемент:

Запишемо умову передачі теплоти від електронагрівального елемента до плівки:

$$Q_1 \cdot K_3 = Q_2, \quad (4.10)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу 0,7...0,8.

Q_1 – кількість теплоти, яка виділяється з електронагрівального елемента.

Q_2 – кількість теплоти, яка потрібна для зварювання ПЕ плівки.

Визначимо кількість теплоти, яка потрібна для зварювання ПЕ плівки:

$$Q_2 = m_{\text{шва}} \cdot c \cdot (t_2 - t_1), \quad (4.11)$$

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

c – теплоємність матеріалу зварювальної колодки сталь 40x10 0,8 кДж/кг·К;

t_1 – температура зовнішнього середовища 20°;

t_2 – температура зварювання ПЕ плівки 120°.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знайдемо масу шва в зоні контакту плівки зі зварювальною колодкою:

$$m_{\text{шва}} = V_{\text{шва}} \cdot \rho, \quad (4.12)$$

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

$$V_{\text{шва}} = 2\delta \cdot h_{\text{шва}} \cdot b_{\text{шва}} = 2 \cdot 0.05 \cdot 10^{-3} \cdot 0.004 \cdot 0.005 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3,$$

де δ – товщина плівки,

$h_{\text{шва}}$ – висота шва,

$$m_{\text{шва}} = 2 \cdot 10^{-9} \cdot 0,92 \cdot 10^{-3} = 0,018 \cdot 10^{-9} \text{ кг.}$$

$b_{\text{шва}}$ – довжина контакту плівки з зварювальною колодкою.

$$Q_2 = 0,018 \cdot 10^{-9} \cdot 0,8 \cdot (120 - 20) = 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

Визначимо кількість теплоти, яка виділяється з електронагрівача:

$$Q_1 = Q_2 / K_3 = 1,44 \cdot 10^{-3} / 0,8 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

Визначимо опір електронагрівача за допомогою формули Джоуля-Ленца:

$$Q_1 = I^2 \cdot R \cdot t, \quad (4.13)$$

$$R = Q_1 / I^2 \cdot t = 1,8 \cdot 10^{-3} / 0,5^2 \cdot 1 = 0,072 \text{ Ом.}$$

Для нагрівання роликів візьмемо ніхромову пластинку фірми Value-Twin Pack:

H222106-RTP-E71T-11.

4.3. Тепловий розрахунок поперечного зварювання.

Розрахунок аналогічний попередньому.

Зварювання здійснюється за рахунок нагрівання поліетиленової плівки до температури зварювання $t = 120$ °С.

$$Q_1 \cdot K_3 = Q_2,$$

Q_1 – кількість теплоти, яка виділяється з електронагрівача.

Q_2 – кількість теплоти, яка потрібна для зварювання ПЕ плівки.

Визначимо кількість теплоти, яка потрібна для зварювання ПЕ плівки:

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

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Вихідні дані:

кількість об/хв. ротора $n_1=18$,

Кількість об/хв. роликів $n_2=9$,

Потужність привода $P=0.18 \text{ кВт}$,

Головний параметр передачі - крок ланцюга(мм) визначають з умови:

$$t \geq 2.83 \sqrt{\frac{T_1 K_f}{z_1 [\rho] m}} \quad (4.14)$$

для цього розрахуємо деякі величини:

Крутний момент на валу веденої зірочки:

$$T = \frac{F}{a} = \frac{30 K_y}{K_h} = \frac{0.18 \cdot 10^3 \cdot 30}{18} = 95 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

K_y - коефіцієнт, що враховує умови монтажу та експлуатації ланцюгової передачі; він дорівнює добутку шести коефіцієнтів:

K_d - динамічний коефіцієнт: при спокійному навантаженні $k_d = 1$,

K_a - враховує вплив міжосьової відстані: при $a = (30 - 50) t$ приймають $k_a = 1$,

K_H - враховує вплив нахилу ланцюга: при катанні до $600 \text{ кн} = 1$; при нахилі понад $600 \text{ кн} = 1.25$, але при автоматичному регулюванні натягу ланцюга приймають $k_H = 1$ при будь-якому нахилі;

K_p - приймають залежно від способу регулювання натягу ланцюга: при автоматичному регулюванні $k_p = 1$; при періодичному $k_p = 1.25$,

K_{CM} - приймають залежно від від способу змащування ланцюга: при періодичній $k_{CM} = 1.3 - 1.5$;

K_{II} - враховує періодичність роботи передачі: $k_{II} = 1$ при роботі в одну зміну.

$$K_y = K_d \cdot K_a \cdot K_H \cdot K_p \cdot K_{CM} \cdot K_{II}$$

$$K_y = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1.5 = 1.875$$

Визначимо кількість зубців ведучої зірочки:

$$z_1 = 31 - 2 \cdot y = 31 - 2 \cdot \frac{18}{9} = 27$$

Визначимо кількість зубців веденої зірочки:

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$z_2 = z_1 \cdot K = 27 \cdot 1.93 = 52$$

Тепер знаходимо крок ланцюга:

$$t = 2.8 \sqrt[3]{\frac{95 \cdot 10^3 \cdot 1.875}{27 \cdot 20 \cdot 1}} = 8.5$$

По ГОСТ 13568-75 вибираємо ланцюг приводний роликів однорядного типу ПР з кроком 9,525.

Знаходимо сумарну кількість зубців:

$$\sum z = z_1 + z_2 = 27 + 52 = 79$$

Визначаємо діаметри ділительних кіл зірочок:

Ведучої:

$$d_1 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_1}} = \frac{9.525}{\sin \frac{180}{27}} = 82 \text{ мм}$$

Веденої:

$$d_2 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_2}} = \frac{9.525}{\sin \frac{180}{52}} = 157 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметри зовнішніх кіл зірочок:

Ведучої:

$$\begin{aligned} D_{B1} &= t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_1} + 0.70 \right) - 0.31d_1 = \\ &= 9.525 \cdot \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{27} + 0.70 \right) - 0.31 \cdot 82 = 110 \text{ мм} \end{aligned}$$

Веденої:

$$\begin{aligned} D_{B2} &= t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_2} + 0.70 \right) - 0.31d_1 = \\ &= 9.525 \cdot \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{52} + 0.70 \right) - 0.31 \cdot 157 = 190 \text{ мм} \end{aligned}$$

Визначаємо сили, що діють на ланцюг:

Колова сила:

$$F_t = P/t = 180/9.525 = 18 \text{ Н}$$

Зусилля від провисання ланцюга:

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Визначаємо ширину стрічки, для штучних вантажів, вона визначається геометричними розмірами вантажу:

$$B = b + 2 \cdot \Delta = 200 + 2 \cdot 20 = 240 \text{ мм}$$

Приймаємо $B = 240 \text{ мм}$.

Визначаємо швидкість руху стрічки.

Крок між вантажами приймаємо $A = 0,25 \text{ м}$

$$v = \frac{z \cdot A}{3600} = \frac{3600 \cdot 0,25}{3600} = 0,25 \text{ м/с};$$

де z – штучна продуктивність.

Приймаємо швидкість руху стрічки $0,25 \text{ м/с}$

Визначення лінійних мас

Лінійна маса вантажу:

$$q_v = \frac{m}{A} = \frac{0,045}{0,25} = 0,18 \text{ кг/м};$$

Лінійна маса стрічки:

$$q_{cm} = 1,1 \cdot B (\delta_i \cdot z_{np} + \delta_1 + \delta_2) = 1,1 \cdot 0,24 \cdot (1,5 \cdot 3 + 3 + 1) = 3,46 \text{ кг/м};$$

де δ_i , δ_1 , δ_2 – відповідно товщина прокладки, верхньої та нижньої обкладки; z_{np} – кількість прокладок.

Лінійна маса роликів: Так як вантаж штучний, то для нижньої ділянок конвеєра обираємо 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.

$$S_{зб} \geq K_i \cdot (q_v + q_c) g \cdot l_p = 5(50 + 3,56) 9,81 \cdot 0,3 = 740 \text{ Н};$$

де K_i – коефіцієнт кроку розташування роликів $K_i = (5.. .6)$

Тяговий розрахунок

$$S_1 = S_{зб} = 740 \text{ Н};$$

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$S_2 = S_1 + w'(q_c + q_{p_2}) \cdot g \cdot L = 740 + 0.018 \cdot (50 + 3,56) \cdot 9.81 \cdot 2 = 752,8H;$$

$$S_3 = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} \cdot S_2 = 1,06 \cdot 808,9 = 797,6H;$$

$$S_4 = S_{3б} = S_1 + w'(q_c + q_{p_2}) \cdot g \cdot L = 797,6 + 0.018 \cdot (50 + 3,56) \cdot 9.81 \cdot 2 = 810,4H;$$

$$S_5 = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} \cdot S_2 = 1,06 \cdot 810,4 = 859H;$$

$$S_6 = S_{3б} = S_1 + w'(q_c + q_{p_2}) \cdot g \cdot L = 859 + 0.018 \cdot (50 + 3,56) \cdot 9.81 \cdot 2 = 871,8H;$$

$$S_7 = K_3 \cdot S_2 = 1,06 \cdot 871,8 = 924,1H;$$

$$S_8 = S_{нб} = S_3 + w(q_c + q_B + q_p) \cdot g \cdot L = 924,1 + 0,018 \cdot (50 + 3,56 + 4,2) \cdot 9.81 \times 2 = 936,9H;$$

Визначаємо тягове зусилля на приводному барабані:

$$F_T = S_{нб} - S_{3б} + K(S_{нб} + S_{3б}) = 936,9 - 740 + 0,05(936,9 - 740) = 207H;$$

Розрахункова потужність двигуна

$$N_{дв.розр.} = \frac{F_T \cdot v}{\eta_{прив}} = \frac{207 \cdot 0,5}{0,99} = 104Bm,$$

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

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

Конструктивно в якості приводу обираємо мотор-редуктор

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

N=0,5 кВт; n=95 об/хв.;

m=14 кг.

Підберемо полімерну стрічку для конвеєра за його характеристиками.

Характеристики конвеєра:

Діаметр найбільшого барабана - 100 мм

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

Товщина транспортуючої стрічки - 3мм

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Довжина транспортної стрічки - 2800мм

Ширина транспортної стрічки - 370мм

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

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

Розрахунок приводного вала

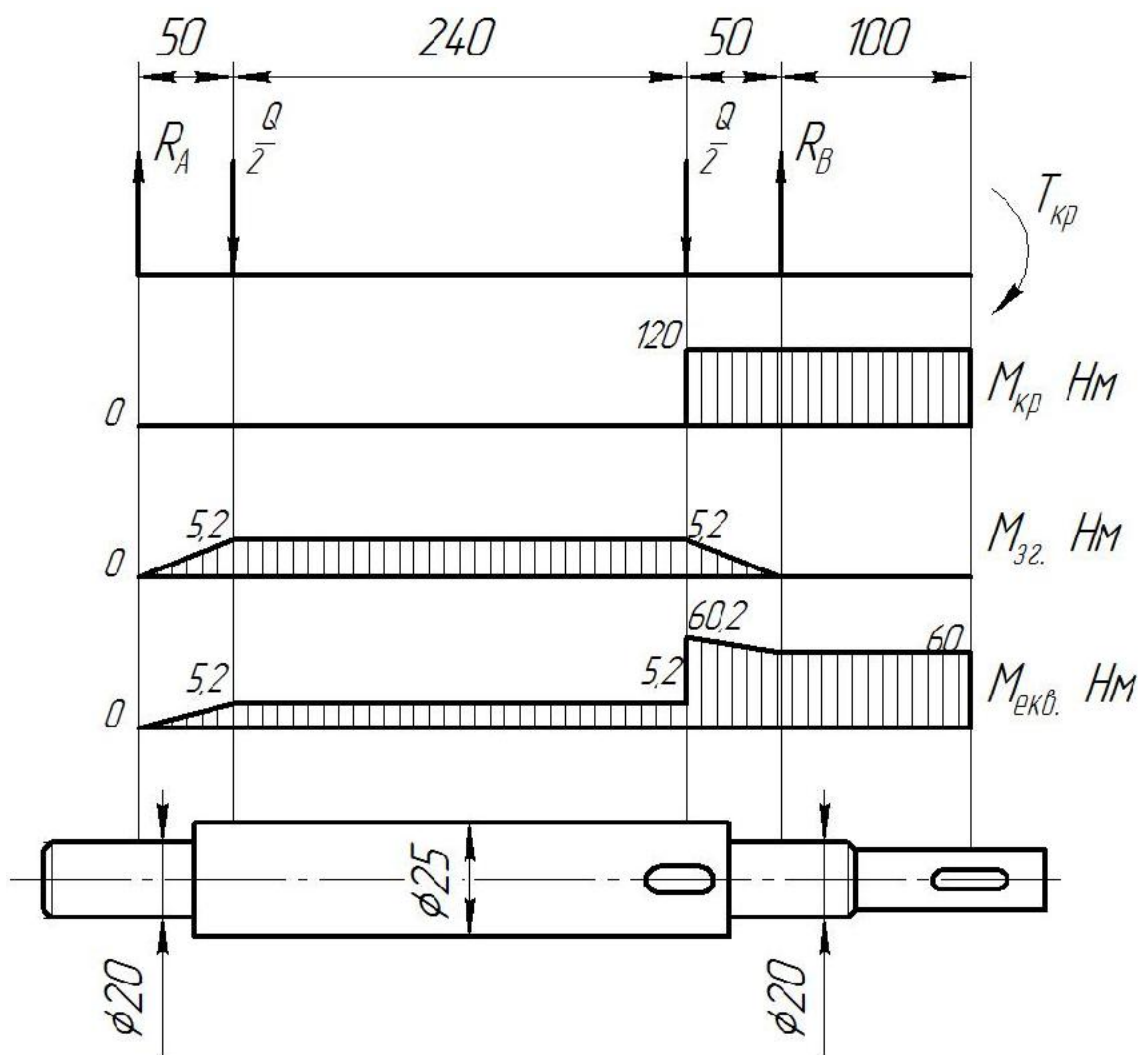


Рис.4.7. Епюри напружень, що діють на вал

Вертикальна площина :

Для початку визначимо реакції опор :

										КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							32

$$\sum M_A F = 0; -\frac{Q}{2} \cdot 0,05 - \frac{Q}{2} \cdot 0,29 + R_B \cdot 0,34 = 0;$$

$$R_b = \frac{\frac{Q}{2} \cdot 0,05 + \frac{Q}{2} \cdot 0,29}{0,34} = \frac{\frac{207}{2} \cdot 0,05 - \frac{207}{2} \cdot 0,29}{0,34} = 103,5 H$$

Так як схема навантажень симетрична, то $R_B = R_A = 103,5 H$

Перевірка:

$$\Sigma Y = 0;$$

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

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

Епюра згинальних моментів горизонтальної площини.

$$1) 0 < x_1 < 0,1;$$

$$M(x_1) = 0;$$

$$2) 0,1 < x_2 < 0,15;$$

$$M(x_2) = R_B \cdot (x_2 - 0,1);$$

$$M(0,1) = 103,5 \cdot 0 = 0 H \cdot m;$$

$$M(0,1) = 103,5 \cdot 0,05 = 5,2 H \cdot m$$

$$3) 0,15 < x_3 < 0,39;$$

$$M(x_3) = R_B \cdot (x_3 - 0,1) - \frac{Q}{2} \cdot (x_3 - 0,15);$$

$$M(0,15) = 103,5 \cdot (0,15 - 0,1) - \frac{207}{2} \cdot (0,15 - 0,15) = 5,2 H \cdot m;$$

$$M(0,39) = 103,5 \cdot (0,39 - 0,1) - \frac{207}{2} \cdot (0,39 - 0,15) = 5,2 H \cdot m;$$

$$4) 0 < x_4 < 0,05;$$

$$M(x_4) = R_A \cdot x_4;$$

$$M(0) = 0;$$

$$M(0,05) = 5,2 H \cdot m;$$

Для побудови епюри еквівалентного моменту користуємось формулою:

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

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

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

$$M_{екв1} = \sqrt{0^2 + (0,5 \cdot 120)^2} = 60 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{екв2} = \sqrt{0^2 + (0,5 \cdot 120)^2} = 60 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{екв3} = \sqrt{5,2^2 + (0,5 \cdot 120)^2} = 60,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

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

$$M_{екв5} = \sqrt{5,2^2 + (0,5 \cdot 0)^2} = 5,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{екв6} = \sqrt{0^2 + (0,5 \cdot 0)^2} = 0 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Розрахунок діаметрів вала

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

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 65}} = 19,97 (\text{мм});$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{60,2 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 65}} = 21,2 (\text{мм});$$

Приймаємо:

$$d_1 = 20 \text{ мм};$$

$$d_2 = 25 \text{ мм};$$

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Питання експлуатації і технічного обслуговування обладнання впливає не тільки на роботоздатність і довговічність, а і на роботу підприємства в цілому.

Монтаж та налагодження обладнання здійснюється у відповідності із технічним описом та інструкцією з експлуатації.

Перед здійсненням монтажу, після огляду машини, її розконсервують. Оброблені поверхні деталей, що були покриті на підприємстві-виробнику захисним змащенням, обмити гасом, ретельно обтерти та змастити машинним мастилом. Поверхні, що дотикаються із продуктом ретельно промивають содовим розчином, обполіскують гарячою водою.

Монтаж машини починається із встановлення його на підготовлене місце у цеху у відповідності з габаритним кресленням. Машину встановлюють на жорстку підлогу приміщення. Базова поверхня станини машини повинна бути виставлена у чітко горизонтальному положенні за допомогою регульованих опор.

Машина встановлюється таким чином, щоб місце для оператора було зручним (ніщо не заважало огляду та не обмежувало рухів). При монтажу, слід дотримуватися вимог щодо горизонтальності опорної поверхні, на яку встановлюється сама машина.

Готуючи машину до роботи, оглядають її зовнішній стан і перевіряють наявність змащення за схемою.

Перед пуском машини частини, що обертаються, перевіряють уручну, щоб переконатися у відсутності заклинювання та биття.

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Башта А.				35	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

При налагодженні машини здійснюють пробний пуск на холостому режимі шляхом короткочасного вмикання. При цьому перевіряють правильність підключення та роботи електрообладнання, чіткість роботи механізмів зупинки і блокування, а також правильність роботи.

Експлуатація машини:

Перед початком роботи необхідно перевірити, щоб штоки пневмоциліндрів знаходилися у втягнутих положеннях, протерти гвинтові напрямні.

При експлуатації машини необхідно слідкувати за відповідністю параметрів пневмосистеми (значеннями магістрального тиску системи, роботою пневмоциліндрів). Також контролю підлягають вологість зовнішнього середовища (перевищення допустимого значення вологості може призвести до склепоутворення продукції) та температура.

Обслуговування машини:

Обслуговування машини зводиться до спостереження оператором за наявністю плівки в рулонотримачі (за необхідності, за наявністю продукту у бункері живильника), усіх механізмів машини.

Втручання оператора при обслуговуванні вимагається лише при відхиленнях від нормальної роботи.

Зупинка машини здійснюється натисканням кнопки «Стоп» на пульті управління.

Технічне обслуговування машини зводиться до нагляду за її станом, дотримання графіка змащування у відповідності зі схемою змащування, спостереження за технічним станом машини, в тому числі і за зовнішнім виглядом.

Технічний стан машини впливає на експлуатаційні показники, а саме на коефіцієнти використання потужності та часу, допустимий відсоток браку тощо.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Ремонт машини:

Ремонт машини здійснюють у відповідності до плану попереджувальних робіт, які розробляються на кожний плановий рік. Проведення заходів згідно плану дозволяє запобігти передчасному зносу деталей і вузлів, випадковим неполадкам тощо.

При проведенні профілактичних робіт виявляють та усувають виявлені несправності для забезпечення нормальної роботи обладнання. Профілактичні роботи передбачають: перевірку роботи системи керування, роботи всіх пневмоциліндрів, конвеєра.

Так, при технічному обслуговуванні оглядають машину та перевіряють справність огорожень і запобіжних засобів; перевіряють та регулюють всі механізми машини; перевіряють ущільнення вузлів, справність роботи датчиків, точність дозування у процесі роботи.

Поточний ремонт передбачає виконання операцій технічного огляду, а також заміну зношених підшипників кочення у вузлах; заміну зношених деталей; розбирання та ремонт основних вузлів машини; регулювання усіх механізмів машини.

Під час середнього ремонту виконують всі операції поточного ремонту, а також часткове розбирання машини; також замінюють зношені деталі. Ремонту підлягають елементи всіх механізмів та приводи.

При капітальному ремонті виконують всі операції середнього ремонту, а також повне розбирання машини; ремонт та регулювання усіх механізмів і датчиків; ремонт базових конструкцій; потім складання та випробовування.

При технічному обслуговуванні комунікацій (магістралі стисненого повітря вакууму, рідин) перевіряють щільність і регулювання усіх фланцевих з'єднань; визначають ділянки трубопроводів, що потребують заміни або підлягають ремонту.

Для перевірки якості ремонту машина піддається пробному пуску, при якому налагоджують та регулюють роботу її частин на холостому ході. Потім машину випробовують із навантаженням, одночасно перевіряючи відповідність

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

фактичних параметрів нормативним даним, що вказані в паспорті, технічним вимогам або стандартам.

Для забезпечення безпечності праці необхідно дотримуватись вимог із охорони праці. До роботи з обслуговування машини повинні допускатися особи, які пройшли навчання (мають певну кваліфікацію), пройшли відповідний інструктаж з охорони праці.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

6. Розробка технологічного процесу та розрахунок технологічних операцій виготовлення деталі типу вал

У сучасних умовах ринкової економіки провідну роль у прискоренні науково-технічного прогресу покликане зіграти машинобудування.

Розвиток технології механічної обробки і збірки і її спрямованість обумовлюється стоячим перед машинобудівним комплексом завдань:

- 1) створення нових методів обробки;
- 2) впровадження механізації та автоматизації;
- 3) забезпечення високої продуктивності та належної якості ;
- 4) зниження собівартості продукції, що виготовляється .

Вимога сучасності - випуск конкурентоспроможних виробів , що користуватимуться попитом на внутрішньому і зовнішньому ринку. У зв'язку з цим, основними напрямками розвитку сучасної технології є: перехід від переривчастих , дискретних технологічних процесів до безперервних автоматизованих , що забезпечує збільшення масштабів виробництва і якості продукції; впровадження безвідходної технології для найбільш повного використання сировини , матеріалів , енергії , палива і підвищення продуктивності праці; створення гнучких виробничих систем , широке використання роботів і роботизованих технологічних комплексів у машинобудуванні та приладобудуванні.

Аналіз технологічності деталі

Деталь вал відноситься до класу валів і призначений для передачі крутного моменту. Заготовка деталі виготовлена з прокату. Обробка валу ведеться прохідними різцями з одного боку. Вал має центрові отвори, що дозволяють встановлювати його в центрах на більшості операцій, крім свердлильної та фрезерної, що забезпечує необхідну точність розмірів

					КРБ 60.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Скиба В.				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Башта А.					39	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1			
Н. Контр.								
Затверд.								

оброблюваних поверхонь і їх взаємне розташування. Це забезпечує принцип сталості баз в технологічному процесі.

Деталь має зручні базові поверхні, що дозволяє на всіх операціях використовувати стандартні пристосування. Для правильного вибору технологічних баз я користувався такими положеннями:

1) для досягнення найбільшої точності кутового положення поверхні деталі відносно іншої, стійкості заготовок, необхідно в якості технологічних баз використовувати поверхні найбільшої протяжності;

2) у якості технологічних баз необхідно вибрати ті поверхні або осі деталі, відносно яких необхідно забезпечити задане положення поверхні на даному переході або операції;

3) необхідно по можливості виконувати принцип постійності баз та в ході обробки на всіх основних технологічних операціях використовувати в якості установчих баз одні й ті ж поверхні;

4) слід домагатися обробки можливо більшої кількості поверхонь з одного встановлення заготовки;

5) у разі необхідності слід штучно збільшити розміри технологічних баз, або створити спеціальні технологічні бази;

6) на перших одній або двох операціях повинні створюватися постійні бази для наступної обробки;

7) у якості чорнових баз при виконанні перших операцій можуть використовуватися поверхні, які не оброблюються, або оброблюються далі. Поверхні, які використовуються в якості чорнових баз, повинні бути по можливості гладкими.

Вал виготовляється з вуглецевої сталі 45 ГОСТ 1050-74. Вихідна твердість сталі HRC 22. Деталь піддається загартуванню з подальшим відпуском.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічні властивості і хімічний склад сталі 45 наведені в таблиці 1 і 2.

Таблиця 1 – Механічні властивості сталі 45

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ ,%	ψ ,%
360	610	16	40

Таблиця 2 – Хімічний склад сталі 45, у відсотках

C	Cu, не більше	Si	Mn	Cr	Ni, не більше	S, не більше	P, не більше
0,4-0,5	0,25	0,17-0,37	0,5-0,8	0,3	0,30	0,04	0,035

Технологічний процес виготовлення деталі типу вал

Номер операції, переход у.	Назва операції, переходу.	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
10	Заготівельна УЗЗ	Прокат $\varnothing 50$, Сталь 45 ГОСТ 1050-78. Відрізний верстат. Лещата, призми.
10.1	Відрізати заготовку з прокату, $l=430$ мм.	Дискова відрізна фреза $\varnothing 200$, Р6М5, ШЦ-1
20	Фрезерно-центрувальна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат, 3-кулачковий патрон, нерухомий люнет із втулкою
20.1	Фрезерувати торець $\varnothing 50$, $z=2,5$ мм пов.1.	Торцева фреза $\varnothing 100$, Т15К6
20.2	Центрувати пов.2.	Центрувальне свердло $\varnothing 5$; Р6М5; ШЦ-1
20.3	Фрезерувати торець $\varnothing 50$, $z=2,5$ мм пов.3	Торцева фреза $\varnothing 100$, Т15К6
20.4	Центрувати пов.4.	Центрувальне свердло $\varnothing 4$; Р6М5; ШЦ-1
30	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат, 3-кулачковий патрон, нерухомий люнет, центра, поводок.
30.1	Точити пов.2 $\varnothing 44g6$ начорно, $l=357$ мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=90^\circ$, $\gamma=12^\circ$, $\alpha=8^\circ$; ВхНхL=16x25x140
30.2	Точити пов.2 $\varnothing 44g6$ начисто, $l=357$ мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=90^\circ$, $\gamma=12^\circ$, $\alpha=8^\circ$; ВхНхL=16x25x140
30.3	Точити пов.1 $\varnothing 40k6$ начорно, $l=104$ мм	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$; ВхНхL=16x25x140
30.4	Точити пов.1 $\varnothing 40k6$ начисто, $l=104$ мм	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$; ВхНхL=16x25x140
30.5	Зняти фаску $2 \times 45^\circ$ пов.3.	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$; ВхНхL=16x25x140

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

100.2	Шліфувати начисто Ø40к6 пов.1	Круг 1 250×25×32 14А F40-50 С2 6К 35 А 2 2424-83
100.3	Шліфувати начорно Ø44g6 пов.2	Круг 1 250×25×32 14А F40-50 С2 6К 35 А 2 2424-83
100.4	Шліфувати начисто Ø44g6 пов.2	Круг 1 250×25×32 14А F40-50 С2 6К 35 А 2 2424-83
110	Шліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3М153, центри, поводок
110.1	Шліфувати начорно Ø40к6 пов.1	Круг 1 250×25×32 14А F40-50 С2 6К 35 А 2 2424-83
110.2	Шліфувати начисто Ø40к6 пов.1	Круг 1 250×25×32 14А F40-50 С2 6К 35 А 2 2424-83
120	Контрольна	Контрольний стіл

Розрахунок припусків

При діаметрі деталі 44 мм і довжині 425мм беремо прокат діаметром Ø50мм.

Припуск на підрізання торців складає $2,5+2,5=5$ мм(3, табл.2), отже заготовка являє собою прокат діаметром 50 мм і довжиною 430 мм.

Розрахунок загального припуску ведемо за найточнішим розміром Ø40к6

Припуск на чистове шліфування:

$$2Z_{4\min}=2(Rz_3+D_3+(T_{\text{пр}3}^2+\varepsilon_{y4}^2)^{0,5})$$

де $Rz_3=10$ мкм, $D_3=20$ мкм, $T_{\text{пр}3}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні(табл.8);

Під час оброблення деталі в центрах $T_{\text{пр}3}=0$ мкм. $\varepsilon_{y4}=0$.

Тоді $2Z_{4\min}=2(10+20)=60$ мкм

$$2Z_{4\max}=2Z_{2\min}+T_3-T_4,$$

де T_3 -допуск при чорновому шліфуванні; $T_3=IT8=39$ мкм; T_4 -допуск при чистовому шліфуванні; $T_4=IT6=16$ мкм;

$$2Z_{\max}=60+39-16=83 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{ном}}=(2Z_{4\max}+2Z_{4\min})/2=(83+60)/2=72 \text{ мкм};$$

Припуск на чорнове шліфування:

$$2Z_{3\min}=2(Rz_2+D_2+(T_{\text{пр}2}^2+\varepsilon_{y3}^2)^{0,5}),$$

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

де $Rz_2, D_2, T_{пр2}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чистовому точінні. ϵ_{y1} - похибка установлення при чорновому шліфуванні.

$$Rz_2 = 25 \text{ мкм}, D_2 = 25 \text{ мкм};$$

При обробленні деталі в центрах $T_{пр3} = 0 \text{ мкм}$. $\epsilon_{y4} = 0$.

$$\text{Тоді } 2Z_{3\min} = 2(25 + 25) = 100 \text{ мкм};$$

$$2Z_{3\max} = 2Z_{2\min} + T_2 - T_3,$$

де T_2 - допуск при чорновому точінні; $T_2 = IT11 = 160 \text{ мкм}$;

$$2Z_{3\max} = 100 + 160 - 39 = 221 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3\text{ном}} = (2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}) / 2 = (100 + 221) / 2 = 160.5 \text{ мкм};$$

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2(Rz_1 + D_1 + (T_{пр1}^2 + \epsilon_{y2}^2)^{0,5})$$

де $Rz_1 = 50 \text{ мкм}$, $D_1 = 50 \text{ мкм}$, $T_{пр1}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні (табл. 8);

При установленні деталі в патрон з центром $T_{пр1} = 100 \text{ мкм}$.

При установленні деталі в центрах $\epsilon_{y2} = 0$.

$$\text{Тоді } 2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + (100^2 + 0^2)^{0,5}) = 400 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2,$$

де T_1 - допуск розміру при чорновому точінні; $T_1 = IT13 = 390 \text{ мкм}$;

$$2Z_{2\max} = 400 + 390 - 160 = 630 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\text{ном}} = (2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}) / 2 = (630 + 400) / 2 = 515 \text{ мкм};$$

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + (T_{пр0}^2 + \epsilon_{y1}^2)^{0,5}),$$

де $Rz, D_0, T_{пр0}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка поковки.

Для заготовок масою від 4 до 25 кг (3, табл. 6) $Rz_0 = 240 \text{ мкм}$, $D_0 = 250 \text{ мкм}$;

$T_{пр0} = 1,7$ (табл. 7)

ϵ_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час установлення деталі в патрон з центром $\epsilon_{y1} = 100 \text{ мкм}$

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25 \text{ мм}$ – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_l = 1,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,25 \text{ мм}$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 353 + 2 + 1,5 + 1,5 = 358 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{03} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{358}{500 \cdot 0,5} = 1,42 \text{ хв.}$

Перехід 30.2. Точити пов. 2. начисто $\varnothing 44 \text{ г6}$; $l = 353 \text{ мм}$.

1. Глибина різання при чистовій обробці становить $t = 0,5 \text{ мм}$.

2. Вибираємо подачу (табл. 1.3, додаток 1) при чистовому точінні із шорсткістю $R_a = 1,6$ що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця $r = 0,8 \text{ мм}$. Вона повинна бути в інтервалі подач $S = 0,12 \div 0,14 \text{ мм/об}$. За паспортними даними верстата приймаємо $S_g = 0,125 \text{ мм/об}$.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{220}{120^{0,3} 0,5^{0,1} 0,125^{0,25}} = 194 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 45} = 1372 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток 1) вибираємо найближче менше значення $n_g = 1250 \text{ об/хв}$.

6. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 1250}{1000} = 176,7 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_d = 104 \text{ мм}$ – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,5 \text{ мм}$ – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,5 \text{ мм}$ – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 353 + 2 + 0,5 + 0,5 = 356 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{04} = \frac{L_p}{n_e S_e} = \frac{356}{1250 \cdot 0,125} = 2,27 \text{ хв.}$

Перехід 30.3. Точити пов. 1 начорно $\varnothing 40 \text{ к6; } l = 104 \text{ мм.}$

1. Припуск на обробку точимо за один прохід. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{44 - 40}{2} = 2 \text{ мм.}$ Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t = 1,5 \text{ мм.}$ На чистову обробку залишається $t = 0,5 \text{ мм.}$

2. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток 1). Приймаємо $S_e = 0,5 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{175}{120^{0,2} 1,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 80 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 80}{\pi \cdot 30} = 512 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток 1) вибираємо найближче менше значення: $n_e = 500 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням n_e визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 500}{1000} = 78,54 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_\delta = 104 \text{ мм}$ – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5 \text{ мм}$ – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5 \text{ мм}$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_p = 104 + 2 + 1,5 + 1,5 = 109 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{109}{500 \cdot 0,5} = 0,432 \text{ хв.}$

Перехід 30.4. Точити пов. 1 начисто $\varnothing 40k6$; $l = 104 \text{ мм.}$

1. Глибина різання при чистовій обробці становить $t = 0,5 \text{ мм.}$

2. Вибираємо подачу (табл. 1.3, додаток 1) при чистовому точінні із шорсткістю $Ra = 0,8$ що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця $r = 0,8 \text{ мм.}$ Вона повинна бути в інтервалі подач $S = 0,09 \div 0,125 \text{ мм/об.}$ За паспортними даними верстата приймаємо $S_g = 0,125 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{220}{120^{0,3} 0,5^{0,1} 0,125^{0,25}} = 194 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 41} = 1506 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток 1) вибираємо найближче менше значення $n_g = 1250 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 41 \cdot 1250}{1000} = 161 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_d = 104 \text{ мм}$ – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,5 \text{ мм}$ – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_l = 0,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,5 \text{ мм}$ – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 104 + 2 + 0,5 + 0,5 = 107 \text{ мм}$$

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

7. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_s S_s} = \frac{107}{1250 \cdot 0,125} = 0,685$ хв.

Перехід 30.5. Точити фаску пов.3 $2 \times 45^\circ$.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток 1 і приймається як основний час $t_{05} = 0,18$ хв.

Перехід 30.6. Точити фаску пов.4 $2 \times 45^\circ$.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток 1 і приймається як основний час $t_{06} = 0,18$ хв.

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 1,42 \cdot 2 + 2,27 + 0,432 + 0,685 + 0,18 + 0,18 = 6,58 \text{ хв.}$$

40 Токарна

Перехід 40.1. Точити пов. 1 начорно $\varnothing 40k6$; $l = 68$ мм.

1. Припуск на обробку точимо за чотири проходи. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{50 - 40}{2} = 5$ мм. Для чорнової обробки поверхні

приймаємо глибину різання $t = 1,5$ мм. На чистову обробку залишається $t = 0,5$ мм.

2. Вибираємо подачу (табл. 1, додаток 1). Приймаємо $S_s = 0,5$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{175}{120^{0,2} 1,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 80 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 80}{\pi \cdot 30} = 512 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток 1) вибираємо найближче менше значення: $n_6=500$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 500}{1000} = 78,54 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_\delta = 104$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

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

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5$ мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5$ мм – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 68 + 2 + 1,5 + 1,5 = 73 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{73}{500 \cdot 0,5} = 0,292$ хв.

Перехід 40.2. Точити пов. 1 начисто $\varnothing 40k6$; $l = 68$ мм.

1. Глибина різання при чистовій обробці становить $t = 0,5$ мм.

2. Вибираємо подачу (табл. 1.3, додаток 1) при чистовому точінні із шорсткістю $Ra=0,8$ що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця $r=0,8$ мм. Вона повинна бути в інтервалі подач $S=0,09 \div 0,125$ мм/об. За паспортними даними верстата приймаємо $S_6=0,125$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{220}{120^{0,3} 0,5^{0,1} 0,125^{0,25}} = 194 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 41} = 1506 \text{ об/хв.}$$

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

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. 5, додаток 1) вибираємо найближче менше значення $n_6=1250$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\partial} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_{\partial}}{1000} = \frac{\pi \cdot 41 \cdot 1250}{1000} = 161 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_{\partial} = 68 \text{ мм}$ – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,5 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 0,5 \text{ мм}$ – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,5 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 0,5 \text{ мм}$ – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 68 + 2 + 0,5 + 0,5 = 71 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_{\partial} S_{\partial}} = \frac{71}{1250 \cdot 0,125} = 0,454 \text{ хв.}$

Перехід 40.3. Точити фаску пов.2 $2 \times 45^{\circ}$.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток 1 і приймається як основний час $t_{05} = 0,18 \text{ хв.}$

Перехід 40.4. Точити фаску пов.3 $2 \times 45^{\circ}$.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток 1 і приймається як основний час $t_{06} = 0,18 \text{ хв.}$

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,292 \cdot 3 + 0,454 + 0,18 + 0,18 = 1,69 \text{ хв.}$$

50. Фрезерна

Перехід 50.1 Фрезерувати шпонковий паз $b=8$, $l=38$ на поверхні з $\varnothing 40$, витримавши розміри згідно креслення.

1. Визначаємо параметри шпонкового паза за кресленням: глибина фрезерування $t=4 \text{ мм}$, ширина $b=8 \text{ мм}$, довжина $l=38 \text{ мм}$

						КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			51

2. Визначимо подачу на зуб фрези при фрезеруванні паза глибиною $t=4\text{мм}$ і шириною $b=8\text{мм}$ шпонковою фрезою із швидкоріжучої сталі. При фрезеруванні пазів глибиною 4мм фрезерування відбувається поетапно. Паз будемо фрезерувати з глибиною по $0,25\text{мм}$, в 16 проходів. Рекомендована подача на зуб фрези (2, табл. 4, додаток 2) - $S_z=0,05\text{ мм/зуб}$. Приймаємо $S_z=0,05\text{мм/зуб}$.

3. Розраховуємо кількість проходів фрези $n = \frac{t}{t_0} = \frac{4}{0,25} = 16$

4. Визначимо розрахункову швидкість різання, яка розраховується за допомогою емпіричної формули (2, табл. 11, додаток 2). При обробці конструкційної сталі шпонковими фрезами швидкорізальної сталі:

$$V_p = \frac{13,6D_\phi^{0,3}}{T^{0,26}t^{0,3}S_z^{0,25}} = \frac{13,6 \cdot 8^{0,3}}{60^{0,26} \cdot 0,25^{0,3} \cdot 0,05^{0,25}} = 28,05\text{м/хв.}$$

де $T=60\text{хв}$ – стійкість фрези (2, табл. 10, додаток 2).

5. Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 28,05}{\pi \cdot 8} = 1116\text{ об/хв.}$$

6. Розрахункову кількість обертів n_p корегуємо за паспортом вертикального-фрезерного верстата 6М12П (2, табл. 1, додаток 2), і приймаємо найближче менше значення $n_\epsilon=1000\text{ об/хв}$, яке використовується у подальших розрахунках.

7. За прийнятим значенням n_ϵ визначається фактична швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi D_\phi n_\epsilon}{1000} = \frac{\pi \cdot 8 \cdot 1000}{1000} = 25,13\text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо подачу на 1 оберт фрези: $S_{\text{об.фр}} = S_z \cdot z$;

9. Визначимо хвилинну подачу:

$$S_{\text{хв}} = S_{\text{об.фр}} n_\epsilon = 0,05 \cdot 3 \cdot 1000 = 150\text{ мм/хв.}$$

10. Із ряду паспортних даних вертикального-фрезерного верстата 6М12П (2, табл. 1, додаток 2) приймаємо поперечну подачу $S_{\text{хв}_\epsilon} = 160\text{ мм/хв}$.

11. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_3 = 38 + 2 + \frac{d_\phi}{2} + \frac{d_\phi}{2} = 38 + 2 + 4 + 4 = 48\text{мм,}$$

де $L_\delta=38\text{мм}$. - довжина фрезерування (згідно креслення деталі)

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$L_1 = 2\text{мм}$ – відстань підводу інструменту до заготовки з робочою подачею;

$L_2, L_3 = \frac{d_\phi}{2}$ – відстань врізання і перебіг у інструмента, яка залежить від

типу фрези (2, табл. 13, 14 додаток 2).

12. Основний час на перехід 50.1 знаходимо за формулою:

$$t_{01} = \frac{L_p}{S_{x\phi}} \cdot n = \frac{48}{160} \cdot 16 = 1,8 \text{ хв.}$$

Основний час на виконання всієї фрезерної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 1,8 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

На встановлення і зняття деталі

$$t_y = t_{y1} + t_{y2}$$

де $t_{y1} = 0,49$ хв — допоміжний час безпосередньо на встановлення і зняття деталі (3, табл.37)

Маса деталі $m = 4,4\text{кг}$ з кріпленням затискачами та призмами з допомогою ключа

$t_{y2} = 0,08$ хв — додаток на очищення місця від стружки.

Тоді $t_y = 0,49 + 0,08 = 0,57\text{хв.}$

Допоміжний час пов'язаний з переходом для верстатів з довжиною стола 1250мм, автоматичне переміщення, при фрезеруванні пазів фрезою, установленою на розмір $t_d = 0,09\text{хв.}$

Тоді допоміжний час

$$T_d = t_y + t_d = 0,57 + 0,09 = 0,66 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d = 1,36 + 0,66 = 2,02 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$$

де $T_{об} = 0,04T_{оп}$ і $T_{пер} = 0,07T_{оп}$

$$T_{шт} = 2,02 + 0,045 \cdot 2,02 + 0,06 \cdot 2,02 = 2,32 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час на фрезерування однієї деталі

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$T_k = T_{шт} + T_{п.з}/n$$

де $T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час (сума часу налагодження верстату – 14,7 хв. та на одержання наряду – 7хв)

$$T_{п.з} = 14,7 + 7 = 21,7\text{хв.}, \text{ тоді}$$

$$T_k = 2,32 + 21,7/200 = 2,43\text{хв}$$

Тоді норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = 60/T_k = 60/2,43 = 24,7 \text{ деталей}$$

60. Свердлильна

Перехід 60.1. Свердлити отвір під $\varnothing 5h7$, пов. 1

1. Глибина різання при свердленні дорівнює половині діаметра оброблюваного отвору: $t = \frac{d_{св}}{2} = \frac{5}{2} = 2,5\text{мм}$.

2. За нормативними даними вибираємо подачу в залежності від діаметра отвору та міцністних характеристик заготовки матеріалу. За паспортними даними вертикально-свердлильного верстата 2A125 (2, табл. 3, додаток 3) приймаємо подачу $S_B = 0,14\text{мм/об}$.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка залежить від діаметра свердла та його матеріалу, інтервалу подач та характеристик оброблюваного матеріалу (1, табл. 8, додатка В), за емпіричною формулою:

$$V_c = \frac{5 \cdot d_{св}^{0.4}}{T^{0.2} \cdot S^{0.4}} = \frac{5 \cdot 5^{0.4}}{60^{0.2} \cdot 0,14^{0.4}} = 9.215 \text{ м/хв};$$

де $T = 60\text{хв}$ – середнє значення періоду стійкості свердла (2, табл. 6, додатку 3).

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_e}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 9.215}{\pi \cdot 5} = 586 \text{ об/хв.}$$

5. Розрахункову кількість обертів n_p корегуємо з паспортними даними прийнятого верстата і приймаємо ближче менше значення – $n_e = 500$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_e визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 5 \cdot 500}{1000} = 7,854 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3 = 14 + 2 + 2,5 = 18,5 \text{ мм;}$$

де $L_o = 14$ мм – глибина свердлення;

$L_1 = 2 \dots 3$ мм – відстань підводу інструменту до деталі з робочою подачою;

L_2, L_3 – величина врізання і перебігу свердла: $L_2 + L_3 = 2,5$ мм,;

8. Основний час на свердління отвору:

$$t_{01} = \frac{L_3}{S_e \cdot n_e} = \frac{18.5}{0,14 \cdot 500} = 0,26 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\Delta 1} = 0,08 \text{ хв (3, табл. 51)}$$

Перехід 60.2 Нарізати різь М6, пов.1

Приймаємо подачу $S = 0.1$ мм/об

$$V_c = \frac{5 \cdot d_{ce}^{0.4}}{T^{0.2} \cdot S^{0.4}} = \frac{5 \cdot 6^{0.4}}{30^{0.2} \cdot 0,14^{0.7}} = 11,4 \text{ м/хв}$$

$$n_B = \frac{1000 V_c}{\pi d_M} = \frac{1000 \cdot 11,4}{\pi \cdot 6} = 604 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n = 500$ об/хв.

Дійсна швидкість на нарізання різі:

$$V = \frac{\pi d_M n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 6 \cdot 500}{1000} = 9,425 \text{ м/хв}$$

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний час на виконання переходу :

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

де L — розрахункова довжина оброблення для переходу

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

де $l = 12$ мм — глибина різання; $l_1 = 2$ мм — величина на підведення мігчика з механічною подачею,

$$l_2 + l_3 = 1,12 \text{ мм}$$

Отже, $L = 12 + 2 + 1,12 = 15,12$ мм.

$$t_{02} = \frac{15,12}{500 * 0,14} = 0,216 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\Delta 2} = 0,08 \text{ хв (3, табл. 51)}$$

Перехід 60.3. Свердлити отвір під $\varnothing 5h7$

див. перехід 60.1.

$$t_{01} = t_{03} = \frac{L_3}{S_6 \cdot n_6} = \frac{18,5}{0,14 \cdot 500} = 0,26 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\Delta 3} = 0,08 \text{ хв (3, табл. 51)}$$

Перехід 60.4. Нарізати різь М6

див. перехід 60.2.

$$t_{02} = t_{04} = t_{08} = \frac{15,12}{500 * 0,14} = 0,216 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\Delta 4} = 0,08 \text{ хв (3, табл. 51)}$$

Основний час на виконання всієї свердлильної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 2 \times 0,26 + 0,216 \times 2 = 0,952 \text{ хв.}$$

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

7. Опис блоку управління машиною

Сучасні зразки пакувального обладнання мають автоматичну систему керування. У деяких випадках для малопродуктивних пристроїв може застосовуватись напівавтоматична система керування.

Розроблена машина, формує чотирьохшовний пакет «саше», і є вертикальним автоматом безперервної дії, та використовує рулонний термозварний пакувальний матеріал.

Машина складається з таких функціональних модулів: формування упаковки, дозування і фасування, відведення готових упаковок, робота яких синхронізована між собою і здійснюється в автоматичному режимі без участі оператора. Функції оператора зводяться до установки параметрів роботи, подачі продукту, який пакується і пакувального матеріалу, а також у відведенні виготовлених упаковок. Максимальна продуктивність даного автомата, яку дозволяють досягти характеристики плівко-зварювального вузла і дозатора, становить 35 упаковок в хвилину по одній доріжці.

Фасований продукт подається у бункер періодично або безперервно шнекового живильника, звідки просувається в кожух шнеком, що має свій електропривод. При надходженні імпульсу про початок роботи, електропривод приводить у дію шнек, який, обертаючись, переміщає продукт крізь випускний патрубок в клиноподібний бункер шнекового дозатора. Шнековий дозатор має два випускні канали якими шнеки, за рахунок осьового переміщення, просувають продукцію крізь відкриті стулки. Упаковка наповнюється продуктом, поки обертається шнек. Як тільки шнек зупиняється, заповнення упаковки закінчується. Роботою шнеків, за посередництвом крокових електроприводів, виступає блок підрахунку імпульсів. При досягненні заданого параметра, БПІ зупиняє роботу шнека та подає сигнал на мікроконтроллер пакувального автомата, повертаючи заслінки шнекового дозатора у вихідне положення за допомогою пневмоприводів.

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Башта А.				57	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

Зварний вузол даної машини використовує принцип постійного нагріву і працює у безперервному циклі. Плівка щільно обтискається роликami формуючи поздовжні шви, де одночасно відбувається просування її донизу, враховуючи це, рулонорозмотуючий пристрій працює також у безперервному циклі. В момент досягнення нижньої точки розташування ротора, відбувається процес зварювання поперечних швів і одночасне механічне відсікання готових упаковок. В цей же час мікроконтролер подає сигнал на початок роботи БП дозатора, заповнюючи наступну упаковку. Заповнені продуктом упаковки, за рахунок гравітаційних сил, потрапляють на відповідний конвеєр.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

8. Охорона праці

Законодавство про охорону праці в Україні

Для сфери трудової діяльності права та свободи громадян визначені в законах України і Державних нормативних актах про охорону праці (ДНАОП), Державних стандартах та постановах Кабінету Міністрів України, що стосуються охорони праці.

Закон України “Про охорону праці” був прийнятий 14 жовтня 1992 року і діє в новій редакції від 1 січня 2004 року, з метою врегулювання та встановлення відповідних умов праці персоналу.

“Кодекс законів про працю України” трактує вимоги до трудової діяльності громадян в Україні і регулює трудові відносини всіх працівників. Кодекс спрямований на охорону трудових прав працюючих.

Крім ГОСТ, ДНАОП та НАОП (галузевий нормативний акт) в Україні діють санітарні норми (СН), в яких наведені вимоги, що стосуються виробничої санітарії та гігієни праці, будівельні норми і правила (СНиП – строительные нормы и правила), де викладені вимоги до будівель і споруд залежно від їх призначення і пожежної безпеки.

Інструктажі з питань охорони праці

Усі працівники, які працюють з агрегатом, проходять навчання в формі інструктажів з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим при нещасних випадках, а також поведінки та дій в разі виникнення аварійної ситуації, пожежі, тощо.

Вступний інструктаж проводиться з усіма робітниками, щойно прийнятими на роботу. Первинний інструктаж на робочому місці проводиться перед початком роботи начальником цеху з робітником, який буде виконувати нову для нього роботу.

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.				Літ.	Арк.
Перевір.		Башта А.					59
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

Періодичний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками через кожні шість місяців. Після проведення кожного інструктажу робиться запис в спеціальному журналі, де вказується хто і коли пройшов інструктаж по техніці безпеки і проставляється його підпис.

Вступний інструктаж на підприємстві проводиться начальником відділу охорони праці в класі з охорони праці, який обладнано наочними посібниками та відеоапаратурою.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журнал реєстрації вступного інструктажу, а в документі про прийняття працівника на роботу вноситься запис про ознайомлення його з умовами праці на робочому місці та правами на пільги і компенсації за роботу в шкідливих умовах, якщо вони є.

До самостійної роботи працівник допускається тільки після первинного інструктажу та стажування на робочому місці під наглядом досвідченого працівника протягом 2-15 змін, в залежності від характеру виконуваних робіт та кваліфікації працівника і завершуються перевіркою знань у вигляді усного тестування, а також перевіркою набутих працівником навичок безпечних умов праці.

Про проведення первинного, повторного, позапланового і цільового інструктажів та про допуск працівників до самостійної роботи вноситься запис до журналу реєстрації інструктажу. При цьому обов'язково ставляться підписи тих, кого інструктували і тих, хто інструктував.

Повторні інструктажі проводяться не рідше 1 раз на 3 місяці – для працівників на роботах з підвищеною небезпекою, і не рідше 1 разу на 6 місяців – для інших працівників.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз шкідливих та небезпечних факторів

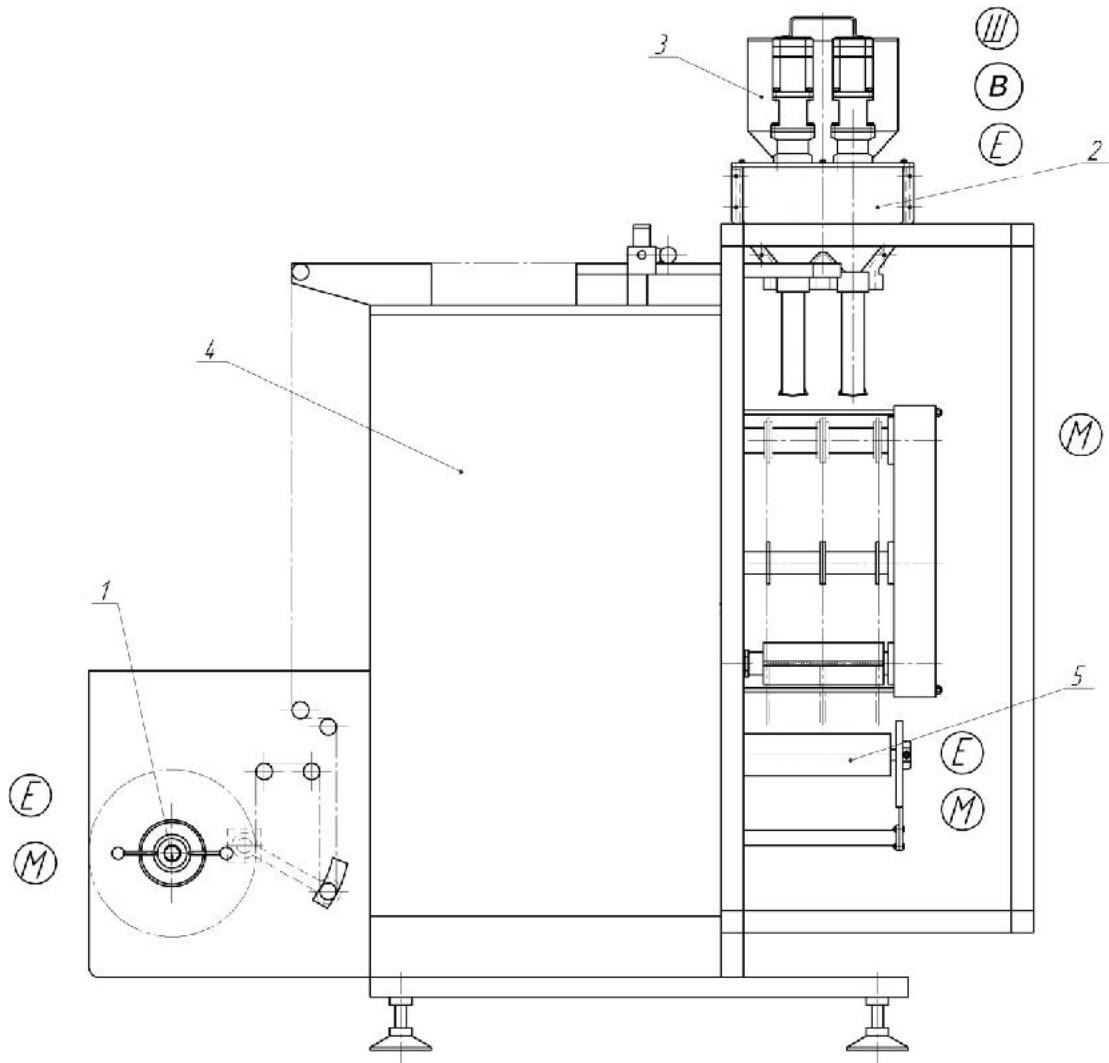
У відділенні де встановлено пакувальну машину на обслуговуючий персонал діють такі негативні фактори:

- шкідливі: шум, вібрація, запиленість повітря, термічний вплив, можлива недостатня освітленість робочих місць;
- небезпечні: небезпека механічних травм, небезпека опіків, електронебезпека.

Дуже багато працівників працюють в умовах підвищених рівнів шумового фону на робочих місцях. Джерелами шуму є двигуни, пневмоциліндри, вібраційна площина; також шум виникає при роботі дозатора і живильника. На робочих місцях, у допоміжних приміщеннях, освітленість не відповідає вимогам діючих норм (санітарно-технічні вимоги регламентуються загальнодержавними, спеціальними і галузевими нормативно-технічними документами). Також запиленість повітря в робочому приміщенні часто не відповідає вимогам санітарних норм. Термічний вплив на обслуговуючий персонал виникає внаслідок роботи нагрівачів (тенів). Вони ж створюють небезпеку опіків. Пожежонебезпека створюється наявністю електромережі, тобто можливістю короткого замикання проводки, яка в свою чергу створює електронебезпеку для обслуговуючого персоналу. Небезпеку отримання механічних травм створюють всі рухомі робочі органи машини (штоки пневмоциліндрів, зварний ротор, конвеєр, механічні передачі). Джерела виникнення шкідливих та небезпечних факторів при експлуатації машини наведено на рис. 1

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема машини з вказаним шкідливим впливом на оточуючих:



1. Рулонорозмотуючий пристрій;
2. Дозатор;
3. Живильник;
4. Корпус машини;
5. Відвідний конвеєр;

Ш - шум

В - вібрації

М - механічні ураження

Е - електронезбезпека

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 60.00.000 ПЗ

Арк.

62

Мікроклімат. Для підвищення працездатності та збереження здоров'я робітників важливо створити стабільні метеорологічні умови за ГОСТ 12.0.005-81 „ССБТ: Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”. В поняття метеорологічні умови повітряного середовища входять: температура повітря; відносна вологість; швидкість руху повітря; інтенсивність теплового опромінення.

Допустимі норми мікроклімату застосовуються для приміщень, де теплові надлишки перевищують 23 Дж/(м³·с). Таких приміщень на підприємствах харчової та переробної промисловості більшість. Це виробничі цехи та дільниці, де встановлене технологічне обладнання, яке живиться тепловою або електричною енергією. При цьому випромінюється тепло в повітря приміщення, що створює несприятливі умови для людей. Як правило, в таких приміщеннях немає можливості встановити оптимальні параметри мікроклімату з технічних або економічних причин.

Показники, які характеризують оптимальні метеорологічні умови в закритих виробничих приміщеннях при категорії робіт 16 є температура (21...23 °С), відносна вологість (40...60%), швидкість руху повітря (не більше 0,1 м/с), інтенсивність теплового випромінювання (не більше 35 Вт/м²).

Значення ГДК для нейтрального пилу, не маючого отруйних властивостей, дорівнює 10 мг/м³.

В конструкції автомату для пакування сипких харчових продуктів в полімерні пачки передбачені तरी для формування повздовжніх і поперечних швів пакета. Тому проектом повинна бути передбачена загально обмінна припливно-втяжна вентиляція. Виконаємо розрахунок вентиляції приміщення цеху для фасування сухих сніданків. Для сталого процесу загально обмінної вентиляції та видалення з приміщення тих чи інших шкідливих речовин необхідна певна кількість вентиляційного повітря L , (м³ /год).

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Кількість повітря, яке необхідне для вилучення із приміщення теплоти, яка виділяється нагрівачами пакувальної машини обчислюється за формулою:

$$L = \frac{3.6 \cdot Q}{c \cdot \rho \cdot (T_2 - T_1)},$$

де Q - кількість надлишкового тепла, Дж; c - питома теплоємність повітря, $c = 1$ кДж/(кгК); $T_2=298$ - температура вихідного повітря, °К; $T_1 =293$ - температура припливного повітря, °К; ρ - щільність повітря при даній температурі при нормальних умовах $\rho =1,2$ кг/м³.

Приймаємо загальну кількість надлишкового тепла $Q = 10000$ Дж.

$$L = \frac{3.6 \cdot 10000}{1000 \cdot 1.2 \cdot (298 - 293)} = 6 \text{ м}^3/\text{год}$$

Після розрахунку витрат вентиляційного повітря L встановлюють кратність повітрообміну n , год⁻¹:

$$n = \frac{L}{V},$$

де $V = 5000$ - орієнтовний об'єм приміщення, м³.

$$n = \frac{6}{5000} = 0.0012$$

Кратність повітрообміну показує інтенсивність вентилявання даного приміщення, тобто кількість обмінів повітря у приміщенні, яке подається або витягується протягом однієї години. У тому випадку, якщо повітря подається, перед значенням ставлять знак плюс, якщо витягується - мінус; коли у приміщення одночасно подається та витягується повітря, ставлять знак плюс-мінус.

Шум. При роботі автомату основним джерелом шуму є двигуни, пневмоциліндри, також шум виникає при роботі дозатора та живильника. Рівень звуку від прийнятих проектом пристроїв дорівнює 60 дБ, що в свою чергу не перевищує гранично допустимого рівня за ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» — 75 дБ, тому не вимагається проведення спеціальних заходів.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вібрація. Допустимі величини вібрацій встановлюється вимогами ГОСТів на відповідні машини і санітарним нормам. Автомат повністю відповідає усім вимогам ГОСТ 12. 1012-90. ССБТ. «Вибрационная безопасность. Общие требования». Найбільшим джерелом вібрації є вібраційна площина. Вона встановлена на окремій платформі, де нема деталей, які працюють на надвисоких швидкостях, а деталі, що виконують зворотно-поступальний рух — підпружинені. Параметри технологічної вібрації на робочому місці оператора не перевищують допустимі рівні за ГОСТ 12. 1012-90. ССБТ. «Вибрационная безопасность. Общие требования»

Освітлення. Освітлення в виробничих та побутових приміщеннях, автозаміна також на території підприємства повинне відповідати вимогам СНиП II-4-79. Рациональне освітлення виробничого приміщення сприяє зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму. Головна частина світла має потрапляти через вікна та ліхтарі, як додаткове повинно використовуватись штучне освітлення в денні години і як головне в нічний час.

Природне освітлення виробничих приміщень світлом неба, особливо прямим сонячним світлом, може здійснюватися через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах або через ліхтарі (аераційні, зенітні, що встановлені на покритті виробничих будівель).

Природне освітлення поділяється на:

1. Бічне одностороннє та двостороннє.
2. Верхнє, коли ліхтарі та світлові прорізи знаходяться в покритті або в стінах під ним.
3. Комбіноване, коли сполучається бічне і верхнє освітлення.

Природне освітлення, згідно з вимогами СНиП 11-4-79 "Природне та штучне освітлення. Норми проектування" передбачають в приміщеннях з постійним перебуванням людей.

Норми природнього освітлення зорової роботи малої точності:

найменший розмір об'єкта розрізнення, мм – вище 1,0 до 5,0;

розряд зорової роботи - V;

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт природнього освітлення КПО(e_n^{IV}), % :

- 1) при верхньому та комбінованому освітленні – 2,7
- 2) при однобічному освітленні - 0,9

Штучне освітлення поділяють на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне. Розрізняють такі системи штучного освітлення: загальну місцеву та комбіновану.

Джерела світла. Головними джерелами світла для промислового освітлення є лампи розжарювання та газорозрядні лампи різноманітних типів. Кожен із цих типів ламп має свої недоліки та переваги.

Норми штучного освітлення зорової роботи малої точності:

- найменший розмір об'єкта розрізнення, мм – вище 1,0 до 5,0;
- розряд зорової роботи - V;
- підрозряд зорової роботи - б;
- контраст об'єкта розрізнення з фоном - малий ;
- характеристика фону – середній;
- Освітленість, лк:
 - при комбінованому освітленні – 200;
 - при загальному освітленні – 150.

Виконаємо розрахунок загального штучного освітлення для цеху фасування сипкої продукції.

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконується зорові роботи розряду IV – в становить $E = 200$ лк. Як світлові пристрої приймаємо світильники типу ЛПО01 (з двома лампами). Світильники будуть кріпитися до стелі приміщення, висота якої над підлогою складає $h_c = 3$ м, що не суперечить вимогам СніП II-4-79, відповідно до яких $h_{\min} = 2.6 - 4$ м.

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 3 - 0.9 = 2.1 \text{ м}$$

де $h_p = 0,9$ - висота робочої поверхні ;

Показник приміщення:

$$i = a \times b / (h \times (a + b)) = 6 \times 7 / (2.1 \times (6 + 7)) = 1.4$$

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де а, b-довжина та ширина робочої зони автомату, відповідно 6 та 7 м.

Приймаємо стандартом $i = 1.5$, тоді коефіцієнти відбиття для стелі та стін будуть складати $\rho_{стелі} = 70\%$, $\rho_{стін} = 50\%$, для світильника ЛПО01 коефіцієнт використання становить $\eta = 0,55$.

Необхідна кількість світильників, для забезпечення нормованої освітленості робочих поверхонь, в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ – 30.

Світловий потік однієї лампи $\Phi_{л} = 2180$:

$$N = E \times S \times K_3 \times Z / (n \times \Phi_{л} \times \eta) = (200 \times 42 \times 1,4 \times 1,1) / (2 \times 2180 \times 0,55) = 5,4$$

де E – нормован освітленість $E = 200$ лк;

S – площа приміщення, $S = 6 \times 7 = 42$ м²;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, $K_3 = 1,4$;

n – кількість ламп в світильнику, $n = 2$;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, для люмінісцентних ламп.

Приймаємо 6 світильників, для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в два ряди рис.2.

Сумарна електрична потужність усіх світильників:

$$\sum P_{св} = P_{л} \times N \times n = 30 \times 6 \times 2 = 360 \text{ Вт}$$

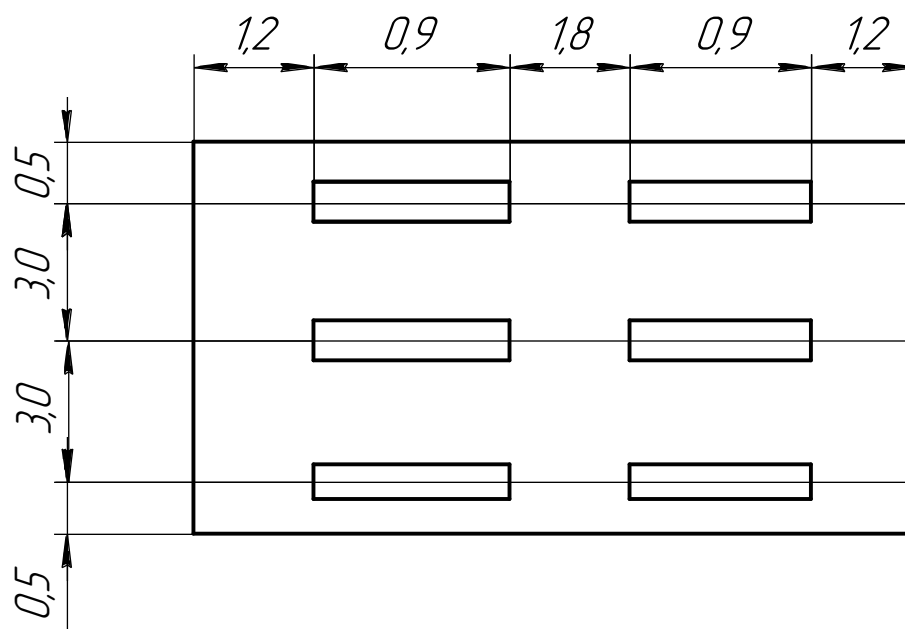


Рис.2. Схема розміщення світильників.

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Електробезпека

У відповідності з ПУЕ для захисту обслуговуючого персоналу від враження електричним струмом, в цеху всі металеві частини електрообладнання, які не знаходяться під напругою, але можуть опинитись під напругою в разі порушення ізоляції заземлені. Автомат заземлено шляхом приєднання спеціального болта на корпусі автомата до внутрішнього контуру заземлення за допомогою спеціально прокладених провідників. Всі пошкодження автомата ремонтуються тільки при вимкненій напрузі.

Пожежна безпека

До переліку заходів, що забезпечують пожежну безпеку в запропонованому приміщенні, входять:

- 1) визначення категорії приміщення за вибухо-пожежонебезпечною (А, Б, В, Г, Д) згідно з нормами технологічного проектування ОНТП24-86;
- 2) визначення ступеня вогнестійкості будівельної конструкції (будівлі) згідно зі СніП 2.01.02 - 85 (I, II, III, Ша, IV, ІУа, V);
- 3) визначення класу приміщення та зони вибухопожежної небезпеки згідно з ДНАОП 0.00-132.05;
- 4) забезпечення приміщень автоматичним пожежегасінням та автоматичною сигналізацією;
- 5) забезпечення приміщення первинними засобами пожежегасіння згідно зі стандартом 180 № 3941 - 77;
- 6) розрахунок запасу води на пожежегасіння будівлі, де розташоване приміщення виробництва;
- 7) шляхи евакуації людей у разі пожежі.

Для кожної галузі харчової та переробної промисловості існує узгоджений з Державним пожежним наглядом МВС України перелік споруд і приміщень, що підлягають обладнанню автоматичними засобами пожежегасіння та автоматичною пожежною сигналізацією. Приміщення обладнане автоматичною пожежною сигналізацією і забезпечується первинними засобами пожежегасіння.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

До них належать: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Забезпечення приміщень первинними засобами пожежегасіння згідно зі стандартом 150 №3941 — 77. Згідно з вимогами стандарту забезпечення вогнегасниками виробничих приміщень залежить від класу пожежі, категорії приміщення за вибухопожеженебезпекою і площі приміщення, що його треба захистити від вогню.

Розрізняють такі класи пожеж:

А — твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);

В — горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються;

С — газів;

Д — металів та їх сплавів; (Е) — горіння електроустановок.

Для даного приміщення клас пожежі буде А, категорія приміщення за пожежонебезпекою - Д, для гасіння пожежі в цеху знаходиться 2 вогнегасники ВП-5. Пожежний щит встановлюється один при території підприємства до 5 тис. м .

У разі пожежі або інших нестандартних ситуацій у цеху є два шляхи евакуації людей. Ці шляхи не перетинають приміщення, де розміщені виробництва категорії Д за вибухонебезпекою. У разі потреби одним шляхом евакуації є вікно з пожежною драбиною або сходами, що ведуть на зовні подвір'я.

Заходи з техніки безпеки при користуванні машиною для фасування:

1. До обслуговування і роботи на автоматі допускаються тільки особи, які пройшли відповідну підготовку та вивчили правила техніки безпеки і посібник з експлуатації.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

2. Зона обслуговування автомату повинна бути позначена знаком безпеки по ДСТУ 12.4.026-76. Підходи до автомату не повинні бути захищені сторонніми предметами.

3. Для забезпечення електробезпечності електропроводка від шафи до автомату повинна бути прокладена тільки в металевій трубі. Корпус автомату і шафу з електроустаткуванням надійно заземлити. Для заземлення автомату з заземлюючим контуром на станині передбачений спеціальний болт, відзначений знаком "Земля". Контроль за надійністю заземлення металевих частин автомату повинен здійснюватися відповідно до правил і вимог ПУЕ ПТЕ.

4. Кожухи й огороження автомату повинні бути встановлені на місцях і надійно закріплені.

5. Перед початком роботи перевірити справність захисних пристроїв, спрацьовування електроблокування. Категорично забороняється працювати з відкритим огороженням каруселі, ушкодженими електрокнопками керування автоматом.

6. Під час роботи автомату забороняється поправляти, пакети, що переміщуються.

7. При усуненні дрібних неполадок протягом робочої зміни і чищенні обов'язково зупинити машину і вжити заходів проти випадкового пуску. Забороняється залишати на машині в період роботи інструменти й інші предмети.

8. Стежити за справністю захисних пристроїв для автоматичної зупинки автомату при перевантаженнях механізмів. Для екстреної (аварійної) зупинки автомату передбачені дві кнопки "Стоп" із грибоподібним штовхачем червоного кольору.

9. Регулярно прочищати напрямні площини. По закінченні робочої зміни роботи очищення автомату, прибирати робоче місце.

10. При проведенні ремонтних робіт, а також огляді електроустаткування обов'язково вимкнути автомат і переконатися у

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відсутності напруги на корпусі автомату. Утримувати в належному стані металеві труби і рукави, що захищають електричні проводи від ушкодження. Систематично стежити за заземленням механічних частин, що можуть виявитися під напругою у випадку порушення заземлення.

11. Обслуговуючому персоналу забороняється: вмикати автомат без попередження, а також не переконавшись в його справності; працювати при несправних або завчасно замкнених блокуючих пристроях; працювати в не заправленому одязі.

Пропозиції щодо покращення умов праці.

Для дотримання умов праці необхідно забезпечити надійну ізоляцію від електропристроїв поверхонь устаткування та забезпечити подачу повітря в робоче приміщення за допомогою вентиляційної системи. Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій потрібно утримувати обладнання у справному стані. Оператор повинен обов'язково дотримуватись правил техніки безпеки, працювати в захисному одязі та з індивідуальними засобами захисту верхніх дихальних шляхів і слуху.

ВИСНОВОК:

Для нормальної роботи обслуговуючого персоналу в приміщеннях необхідно підтримувати оптимальні параметри мікроклімату та умови праці, при яких робітники будуть почувати себе комфортно та працювати з максимальною віддачею. Для цього необхідно виконати вище зазначені вимоги щодо покращення умов праці.

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В процесі виконання дипломного проекту створена нова машина для пакування екструдованих продуктів в плоскі полімерні пакети продуктивністю 60 пак/хв. і масою 50 грам. Машина, в порівнянні із закордонними аналогами, проста у керуванні, та виконана з деталей і вузлів, що виготовляються в Україні або країнах СНД, що в свою чергу дає змогу зменшити витрати на ремонт і обслуговування. Спроектowana машина має ряд переваг, які полягають у наступному:

- ✓ можливість збільшення продуктивності, за рахунок збільшення кількості доріжок;
- ✓ можливість регулювання дози під час роботи машини;
- ✓ можливість використання різних типів дозаторів дозволяє фасувати порошкоподібні, гранульовані, рідкі та пастоподібні продукти (кава, чай, трави, цукор та ін.)
- ✓ машина повністю автоматизована, простіша в управлінні та конструкції, що не вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, завдяки чому чисельність обслуговуючого персоналу складає лише одну особу;
- ✓ машина використовує один рулон з термозварного пакувального матеріалу.

На основі техніко-економічного обґрунтування була встановлена доцільність впровадження даної розробки у виробництво.

					КРБ 60.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Скиба В.				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Башта А.					72	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1			
Н. Контр.								
Затверд.								

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2007. – 136 с.

2. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2008. – 436 с.

3. Гавва О.М., Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2006. – 96 с.

4. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: підручник. 5-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О.; за ред. М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2011. – 384 с.

5. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків / В. О. Малащенко, В. Т. Павлице. – Львів : Новий Світ-2000, 2009. – 136 с.

6. Енергоматеріальні потоки харчових і мікробіологічних виробництв: монографія / А.І. Соколенко, В.А. Піддубний, К.В. Васильківський та ін. ; за ред. д-ра техн. наук, проф. Соколенка А.І. – К. : Кондор-Видавництво, 2016. – 326 с.

7. Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці. Безпека життєдіяльності : понятійно-термінолог. слов. – К. : НУХТ, 2018. – 123 с.

8. Кривопляс-Володіна Л.О. Основи наукових досліджень у прикладних задачах: навч. посіб. для студ. вищ.навч.зак./Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М., Яровий В.Л., Токарчук С.В. – К.: Сталь, 2016. – 271 с.

9. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проєктів: навч. посіб. / Марчевський В.М. – К.: Норіта-плюс, 2006. – 280 с.

					КРБ 60.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Скиба В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Башта А.				73	
Реценз.					НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

10. Моделювання процесів пакування: підручник / А. І. Соколенко, В. Л. Яровий, В. А. Піддубний, К. В. Васильківський ; за ред. А. І. Соколенка ; НУХТ. – Вінниця : Нова книга, 2004. – 272 с.

11. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч. / В. Т. Павлице. – 2-е вид., перероб. – Львів : Афіша, 2003. — 560 с.

12. Основи охорони праці. Безпека життєдіяльності. Підручник / О.В. Євтушенко, А. О. Сірик. – Київ : Видавництво НУХТ, 2021. – 495 с. 23

13. Пакувальне обладнання: підруч. / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. – Київ : ІАЦ "Упаковка", 2010. – 744 с.

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

15. Пальчевский Б.О. Автоматизація технологічних процесів (виготовлення і пакування виробів): навч. посіб. / Пальчевский Б.О. – Львів: Світ, 2007. – 392 с.

16. Сертифікація, гігієнічне забезпечення та метрологічна атестація пакувального обладнання: навч. посіб. / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, С. В. Токарчук ; МОН України, Нац. ун-т харч. технол. – К. : НУХТ, 2014. – 268 с.

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

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

19. Фізико-хімічні методи обробки сировини і харчових продуктів: підруч. для студ. ВНЗ / А.І. Соколенко, В.А. Піддубний, В.М. Гіджеліцький та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. – К. : Кондор-Видавництво, 2015. – 324 с.

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

					КРБ 60.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74