

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

"До захисту в ЕК"
Директор інституту(декан
факультету)

_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

"До захисту допущено"
Завідувач кафедри

_____ Соколенко А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

" _____ " _____ 2021 р.

" _____ " _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
зі спеціальності _____ 131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____ Прикладна механіка

на тему: "Модернізація пакувальної лінії створення транспортного
пакету з розробкою системи перевантажувальних модулів
продуктивністю 10 трансп. пак./год."

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 12

_____ Ляшков Костянтин Дмитрович
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник Кривопляс-Володіна Людмила Олександрівна
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ МПТ _____

_____ Соколенко А.І.

"30" 03 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ Ляшкова Костянтина Дмитровича _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ "Модернізація пакувальної лінії створення транспортно-го пакету з розробкою системи перевантажувальних модулів продуктивністю 10 трансп.пак./год." _____

керівник роботи: _____ Деренівська А.В., к.т.н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "30"03 2021 р. № 227-кв

2. Строк подання здобувачем роботи _____ 30.03.2021р _____
3. Вихідні дані до роботи: пакувальної лінії створення транспортного пакету з продуктивністю 8 трансп.пак/год _____

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

5. Перелік графічного матеріалу
Лист1-Пакетоформувальна машина _____

Лист2-Кришка _____

Лист3-Привід рольганга _____

Лист4-Упор _____

Лист5-Каретка _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 30.03.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	4.04.2021	
2	Літературний огляд	10.04.2021	
3	Техніко-економічне обґрунтування. Опис пропозиції.	14.04.2021	
4	Розробка кінематичної схеми. Розробка циклограми.	20.04.2021	
5	Технологічні, кінематичні, силові розрахунки.	24.04.2021	
6	Лист 1	29.04.2021	
7	Лист 2	3.05.2021	
8	Лист 3	9.05.2021	
9	Лист 4	12.05.2021	
10	Лист 5	16.05.2021	
11	Розробка техмаршрута виготовлення деталі	19.05.2021	
12	Монтаж, експлуатація та ремонт машини.	22.05.2021	
13	Опис блоку управління машиною.	24.05.2021	
14	Охорона праці.	25.05.2021	
15	Висновки.	27.05.2021	
16	Список використаної літератури. Додатки.	30.05.2021	

Здобувач

_____ (Підпис)

Ляшков К.Д.

_____ (Прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (Підпис)

Деренівська А.В.

_____ (Прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Анотація кваліфікаційної роботи	4
Abstract of qualification work	6
Вступ.	10
Розділ 1. Аналіз літературних джерел, визначення структури роботи і формулювання задачі проектування	13
1.1. Аналіз пакетоформуючих машин.	13
1.2 Види пакетувальних засобів.	16
1.3. Особливості структури у формуванні пакет-піддонів	17
1.4. Формування завдання кваліфікаційної роботи	18
Розділ 2. Конструктивне влаштування і принцип роботи ПФМ.	19
Розділ 3. Техніко-економічне обґрунтування проекту.	22
Розділ 4. Технологічна схема ПФМ	24
Розділ 5. Циклограма роботи ПФМ.	26
5.1. Визначення часових витрат на виконання робочих процесів.	26
Розділ 6. Розрахунки технологічного обладнання.	29
6.1. Визначення кінематичних і силових параметрів підвідного конвеєра	29
6.2. Визначення кінематичних і силових параметрів ланцюгової передачі.	30
6.3. Визначення параметрів відкритої циліндричної прямозубої передачі	34
6.4. Визначення параметрів навантаження і підбір підшипників	39
6.5. Визначення параметрів стрічкового конвеєра	40
6.6. Визначення параметрів механізму переміщення каретки	47

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>			<i>Зміст</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Деренідська А.В.</i>					4	
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

6.7. Визначення параметрів механізму підйому рами каретки	50
6.8. Вибір пневмоциліндра для упора	51
6.9. Система підготовки повітря	52
Розділ 7. Охорона праці і навколишнього середовища	55
7.1. Законодавство про охорону праці в Україні	55
7.2. Фінансування заходів з охорони праці	56
7.3. Інструктажі з охорони праці	57
7.4. Аналіз виробничого травматизму	58
7.5. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації ПФМ	64
7.6. Заходи з пожежної безпеки	65
7.7. Заходи з електробезпеки	66
7.8. Техніка безпеки при роботі з ПФМ	68
7.9. Висновки по розділу	69
Розділ 8. Особливості монтажу, експлуатації, ремонту та обслуговування ПФМ	70
8.1. Організація транспортування та підготовка до монтажу.	70
8.2. Монтаж	70
8.3. Запуск у дію і регулювання	71
8.4. Вимоги до експлуатації ПФМ	71
8.5. Послідовність проведення роботи	72
8.6. Потенційно небезпечні ділянки	73
8.7. Технічний догляд за ПФМ	73
8.8. Правила зберігання і транспортування	73
8.9. Ремонт ПФМ	74
Розділ 9. Технологічний маршрут виготовлення деталі "Кришка".	76
Висновки	91
Список використаних джерел	92
Специфікації до креслень	95

Анотація кваліфікаційної роботи

Сукупність обладнання в лініях виробництва харчової продукції повинна відповідати умовам синхронізації роботи кожної складової. Це стосується як основної частини лінії, так і частини, що відповідає організації відправки готової продукції. В роботі пропонується використання пакет-піддонних технологій, які ґрунтуються на використанні стандартних піддонів з розміром у плані 1200×800 мм. Стосовно вказаних розмірів визначається структура формули розкладки паковань або ящиків, які забезпечують перев'язку для надання стійкості сформованого пакет-піддона.

Завдання на кваліфікаційну роботу визначає вихідні дані у формі параметрів продуктивності, маси і розмірів групових упаковок.

Здійснення процесів формування пакет-піддонів досягається використанням пакетоформувальних машин (ПФМ), в яких забезпечуються операції вкладання сформованих масивів упаковок з кінцевою операцією скріплення пакет-піддона розтягнутою або термоусадковою плівкою.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз технологій використання пакет-піддонів для забезпечення механізації кінцевих операцій, перевезень, операцій завантаження та розвантаження транспортних засобів; техніко-економічне обґрунтування. Робота складається з розрахункової (записка) та графічної (креслення формату А1) частин.

До графічної частини входить 5 листів креслень, а саме:

1 лист – стосується загального вигляду ПФМ; 2 лист – каретка; упор; 3 лист – привод рольганга; 4 лист – зіштовхувач; 5 лист – технологія машинобудування.

Реконструкція машини і перевантажувального модуля повинна забезпечити підвищення продуктивності і економічних показників цієї ділянки виробництва.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Разроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>					6	
<i>Керівник</i>		<i>Деренідська А.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								<i>НУХТ МТ-4-12</i>

Ці результати та їх рівні вказують на доцільність синтезу таких пакувальних комплексів. Їх сукупні властивості характеризуються зручністю у використанні і не потребують суто значного рівня кваліфікації персона для обслуговування. Системи управління в цих випадках відіграють вирішальну роль у забезпеченні надійності і ефективності роботи пакування.

Комплекс дозволяє здійснювати технологічні операції формування пакет-піддонів за використання різних групових упаковок та ящиків з різними геометричними параметрами завдяки високому рівню можливостей переналаджування обладнання.

Ключові слова: транспортний пакет, групова упаковка, піддон, завантаження, перевантаження, модуль.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

Abstract of qualification work

The set of equipment in food production lines must meet the conditions of synchronization of each component. This applies to both the main part of the line and the part that corresponds to the organization of sending finished products. The paper proposes the use of package-pallet technologies, which are based on the use of standard pallets with a plan size of 1200×800 mm. With respect to these dimensions, the structure of the formula for the layout of group packages or boxes, which provide a bandage to provide stability to the formed package-pallet.

The task for the qualifying work determines the initial data in the form of performance parameters, weight and size of group packages.

The implementation of the processes of forming package-pallets is achieved by using package-forming machines (PFM), which provide operations for embedding the formed arrays of packages with the final operation of fastening the package-pallet with stretchable or heat-shrinkable film.

In the qualification work the analysis of technologies of use of package pallets for maintenance of mechanization of final operations, transportations, operations of loading and unloading of vehicles is carried out; feasibility study; the work consists of calculation (note) and graphic (drawings in A1 format) parts.

The graphic part includes 8 sheets of drawings, namely: Letter 1 - concerns the general appearance of PFM; Letter 2 - carriage; emphasis; Letter 3 - roller conveyor drive; Letter 4 - pusher; Letter 5 - engineering technology.

Reconstruction of the machine and the reloading module should provide increase in productivity and economic indicators of this site of production. These results and their levels indicate the feasibility of the synthesis of such packaging complexes. Their combined properties are easy to use and do not require a purely significant level of qualification of persons for maintenance.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>	<i>Ляшков К.Д.</i>				<i>Abstract</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Деренідська А.В.</i>						<i>8</i>	
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

Management systems in these cases play a crucial role in ensuring the reliability and efficiency of packaging.

The complex allows to carry out technological operations of formation of package pallets with use of various group packings and boxes with various geometrical parameters thanks to a high level of possibilities of readjustment of the equipment.

Key words: transport package, group packaging, pallet, loading, overloading, module.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>9</i>

Вступ

Агропромисловий сектор України є одним з найважливіших в економіці нашої держави, який забезпечує важливу частину валового продукту і фінансові надходження. Важливо що продукція цього сектору користується значним попитом не тільки на теренах України, а і в організації закордонної торгівлі. Головним напрямком удосконалення агропромислового сектора є не тільки синтез вхідних матеріальних, сировинних потоків по виготовленню продуктів харчування, а і створення повноцінного сектору переробки цих потоків. Кінцевим результатом цих перетворень є створення додаткових робочих місць, розвиток машинобудування на забезпечення технологій переробки, підвищена економічна ефективність завдяки тому, що утворена додана вартість залишається в межах України.

Ці перетворення в нашій країні стримуються недостатнім розвитком саме машинобудівної галузі, хоча ще за часів існування Радянського Союзу ця промисловість, особливо в галузі військової техніки, була високого рівня. Але спроби перебудови на продукцію загального призначення не були достатньо цілеспрямованими і супроводжувалися руйнуванням матеріального підґрунтя машинобудування, втратами кваліфікованих кадрів і перспектив швидкої перебудови.

Разом з тим перспективний напрямок розвитку підприємств переробної промисловості є створення неперервних технологій з високим рівнем досягнень саме технологічних показників і якісного технологічного обладнання. Завданням побудови таких технологій – обмеження матеріальних і енергетичних питомих витрат на створення одиниці продукції з одночасним поглибленням використання вторинних енергетичних ресурсів.

Яскравим прикладом раціонального використання природних ресурсів, у тому числі і води, є витрати останньої на охолодження звареного суслу

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Вступ</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Разроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>					10	
<i>Керівник</i>		<i>Деренідська А.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		

запас продуктивності кожної складової лінії з перевищенням цього показника у порівнянні з попередньою одиницею обладнання.

Відповідно до цього завданням кваліфікаційної роботи є модернізація пакувальної лінії створення транспортного пакету з підвищенням продуктивності лінії-аналога з 8 трансп. пак./год. до 10 пакетів та розробка перевантажувальних модулів.

Одночасно для виконання цих завдань передбачається створення системи керування і синхронізації роботи всіх складових машини з полегшенням умов праці обслуговуючого персоналу, устаткування приводів двигунів частотними регуляторами, реконструкція рольгангового вузла, який стосується формування шару групових упаковок, з одночасним обмеженням силових навантажень на їх переміщення.

Вимоги стандартизації при виготовленні окремих деталей, вузлів і машини в цілому мають бути покладені в основу реконструкції, у зв'язку з чим в кваліфікаційній роботі представлено відповідний розділ "Технологія машинобудування".

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

РОЗДІЛ 1. Аналіз літературних джерел, визначення структури роботи і формулювання задачі проектування

1.1. Аналіз пакетоформуєчих машин

Головною характеристикою ПФМ є її технічна продуктивність. Очевидно, що за умовами сусідства цей показник повинен відповідати інтересам в цілому лінії і системам перевантажувальних модулів. Головні вимоги формулюються наступним чином:

- забезпечення беззупинної роботи машини з заданим рівнем продуктивності і синхронізації, що відповідає інтересам лінії;
- безперебійне подавання піддонів у зону пакування;
- формування масивів пакувань із заданою формулою розкладки;
- переміщення сформованих масивів пакувань на піддон і міжшарових прокладок, покладених на попередньо встановлений шар пакувань;
- обгортання сформованого пакет-піддону;
- виведення пакет-піддону з зони формування на транспортну систему, в якій задіяні перевантажувальні модулі заданої продуктивності;

Окрім вимог щодо продуктивності і послідовності виконання технічних операцій завданням роботи передбачається висока надійність, довговічність, низька енерго- і матеріалоємність, компактність та можливість застосування стандартизованих і уніфікованих вузлів, як в інтересах технології виготовлення машини, так і в інтересах споживачів цього виду обладнання.

Запроектowana ПФМ повинна відповідати умовам легкого доступу до основних вузлів, робочих органів, приводів у складі двигунів і передавально-перетворювальних механізмів, можливостям технічного забезпечення та ремонту, умовам взаємозамінності, мінімізованого штату обслуговуючого

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>			<i>Аналіз літературних джерел</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Деренідська А.В.</i>					13	
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

персоналу, безпечним умовам експлуатації, надійності тощо.

Схема пакеторозформувальної машини, яка має використовуватися для здійснення технологічних операцій з ящиками фірми Verochi (Італія) серії Modulor, представлена на рис. 1.1.

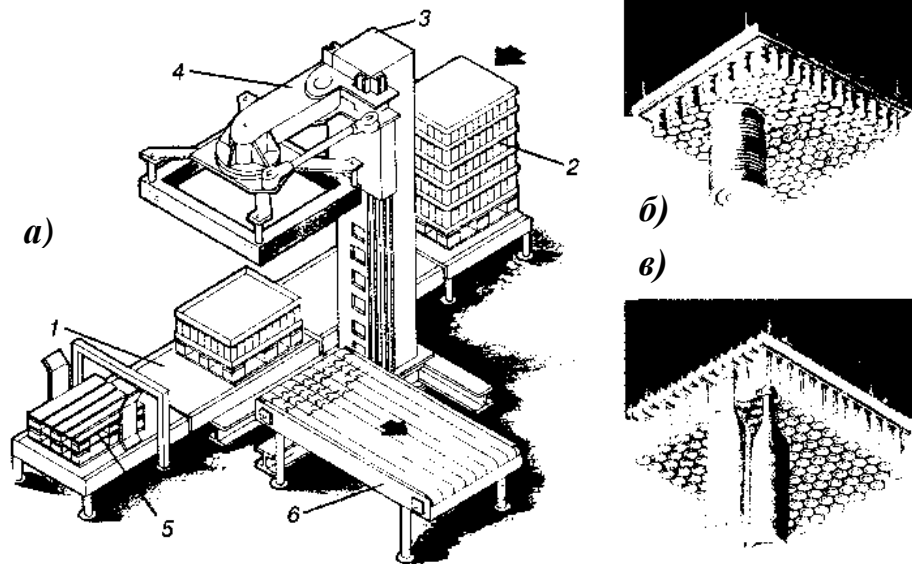


Рис. 1.1. Пакеторозформувальна машина Modulor фірми Verochi (Італія):

a) загальний вигляд машини: 1 – конвеєр подачі транспортних пакетів і відведення порожніх піддонів; 2 – пакет; 3 – рама; 4 – захоплювальна головка; 5 – магазин порожніх піддонів; 6 – конвеєр відведення споживчих упаковок; *б)* механізм захоплення DB-L для металевих банок; *в)* механізм захоплення DB-L для пляшок

Здійснення роботи по розформуванню пакет-піддонів супроводжується використанням вилкового навантажувача, який забезпечує його переміщення на магістральний конвеєр. Надалі пакет-піддон переміщується в позицію, що відповідає координатам захоплювальної головки, яка може переміщуватися в просторових координатах вертикально і горизонтально. Захоплений шар ящиків переміщується на вузол розформування, а ряди ящиків відводяться приводним рольгангом на наступні позиції.

Створення сучасних пакетоформувальних або їх антиподів – пакеторозформувальних – машин на основі модульних принципів дозволяють досягати поставлених умов, що відповідають технічним характеристикам.

										Арк.
										14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП.63.ПЗ

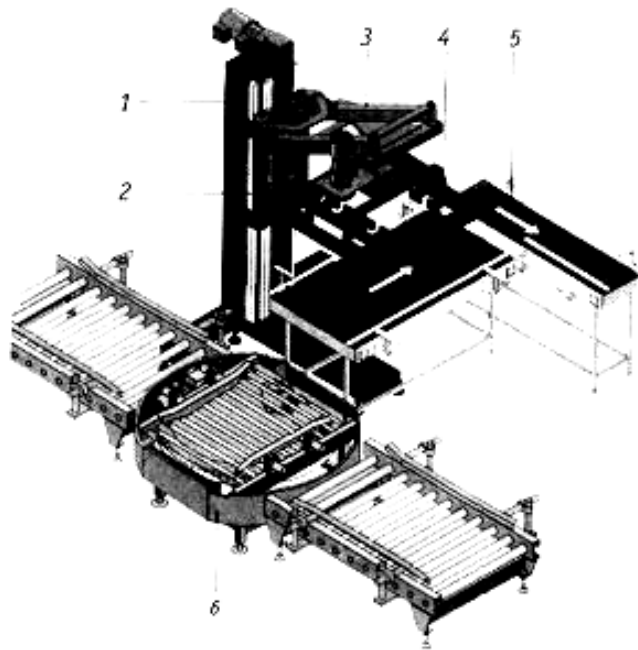


Рис. 1.3. Пакеторозформувальна машина фірми KHS:

1 – рама; 2 – підйомний механізм; 3 – вертлюжний механізм; 4 – захоплювальна головка; 5 – розвантажувальний конвеєр; 6 – стіл позиціонування пакета

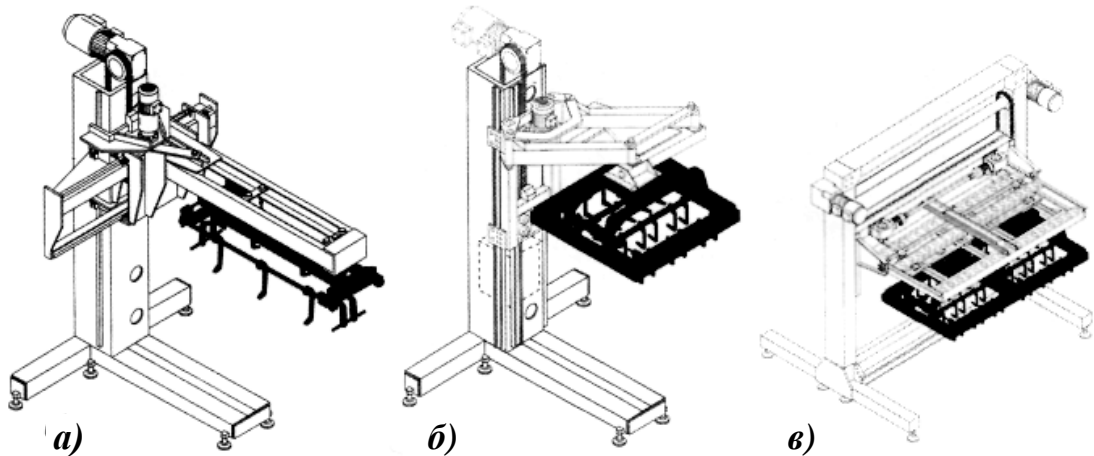


Рис. 1.4. Модулі гачкових захоплювальних головок ПРМ фірми KHS

1.2. Види пакетувальних засобів

Реалізація перевезень вантажів харчових виробництв можлива на основі створення стійких і достатньо міцних пакет-піддонів. Ці дві характеристики пов'язані між собою. Поняттю стійкості відповідає можливість збереження наперед заданих форми і геометричних параметрів в умовах виконання всіх можливих відхилень від номінальних. Міцність одиничного вантажу відображується на загальній міцності всього пакет-піддону, що важли-

										ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							16

во враховувати за розробки особливостей, мас виробів або пакувальних одиниць тощо.

Загальною характеристикою у визначенні маси пакет-піддону є його вантажопідйомність.

Визначення задачі перев'язки одиничних виробів в шарах забезпечує збільшення і міцності в цілому пакет-піддона. У зв'язку з цим процедуру перев'язки слід реалізовувати ще на етапі проектування і виготовлення.

Звичайно, що геометрія самого піддона повинна відповідати стандарту, а його конструкція має дозволяти раціональну взаємодію з вилковими навантажувачами, кранами, тельферами тощо.

Різні конструкції пакетів, що відповідають особливостям вантажів, забезпечуються особливими надбудовами на їх верхній поверхні. Стандартною умовою щодо геометрії піддонів є їх розміри 800×1200 мм з маркуванням щодо двозаходних П2, 2П4 та 2П04.

Транспортування піддонів в режимах забезпечення умов міцності супроводжується створенням з них штабелів.

За максимумом навантаження на піддон повинно вкладатися в рамки їх номінальної чотирикратної вантажопідйомності.

За певних форматів і особливостей вантажів (мішки з сіллю) можливим є формування пакетів без використання піддонів. Звідси назва такої технології – безпіддонне перевезення вантажів.

1.3. Особливості структури у формуванні пакетів-піддонів

Маса та габаритні розміри пакет-піддонів визначаються характеристиками пакування і особливостями вимог щодо виконання взаємодій при здійсненні операцій формування, силових взаємодій при переміщеннях тощо. Враховуються можливості використання кількаярусних складувань пакет-піддонів.

Використовують наступні види пакувань:

– сформовані без спеціальних скріплень та піддонів;

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- скріплені спеціальними ув'язками без піддонів;
- на стандартних універсальних плоских піддонах без спеціальних скріплень;
- на піддонах із застосуванням спеціальної перев'язки паковань;
- в спеціальних касетах або стоякових і ящикних піддонах.

1.4. Формування завдання кваліфікаційної роботи

Випуск безалкогольних напоїв та соків є великою індустріальною галуззю промисловості. В ній використовується значна кількість різновидів технологічного, технічного, енергетичного обладнання, з якого сформовано автоматизовані потокові лінії, з використанням обладнання по забезпеченню заданих рівнів механізації та автоматизації з ліквідацією режимів ручної праці.

Всякий технологічний процес супроводжується можливостями впровадження нових сучасних розробок щодо удосконалення технологій, обладнання, в якому реалізуються досягнення сучасної динаміки машин, новітніх приводів з частотним регулюванням кінематики двигунів і, відповідно, приводів. Сучасні можливості відтворення обладнання, що реалізує програмовані інформаційні потоки у взаємозв'язку з матеріальними сировинними потоками і енергетичними потоками дозволяють стверджувати і оцінювати перспективи оптимального відображення сукупності всіх технологій.

Завданням кваліфікаційної роботи визначено модернізацію пакувальної лінії створення транспортного пакету з підвищенням продуктивності лінії-аналога з 8 трансп. пак./год. до 10 пакетів та розробку перевантажувальних модулів.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк. 18
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2. Конструктивне влаштування і принцип роботи ПФМ

Пакетоформувальна машина формує транспортний пакет з штучних паковань. Завдання підвищення продуктивності ПФМ супроводжується необхідністю забезпечення сформованого пакет-піддона за вимогами структури, міцності, стійкості, відповідністю розкладки паковань тощо.

Стійкість і міцність пакет-піддонів забезпечує можливість виконання всіх операцій в реалізації технологій перевезення. Визначення стійкості та міцності пакетів як фізичних явищ сформульовані у попередньому розділі і стосуються комплексу заходів щодо їх реалізації в циклах НРТС робіт.

Така характеристика як стійкість пакет-піддона залежить від сукупності геометричних параметрів, у тому числі його висоти. Очевидно, що обмеження цього показника приводить до збільшення умови стійкості, і навпаки. Це означає, що така характеристика входить у протиріччя з показником вантажопідйомності.

Розмір піддонів в габаритах 1200×800 мм прийнято з врахуванням кратності геометричних показників одиничних паковань, які проектується для використання в організації технологій товароруку.

В кваліфікаційній роботі модернізується пакетоформувальна машина з розробкою системи перевантажувальних модулів продуктивністю 10 пак./год. Збільшена вантажна одиниця складається з шести 2-х літрових ПЕТ-пляшок з безалкогольними напоями, які скріплені термоусадковою плівкою.

Склад пакетоформувальної машин (рис. 2.1):

1. Пристрій для зіштовхування масиву упаковок;
2. Приводний рольганг (роликовий конвеєр);
3. Упор;
4. Опора;

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>			<i>Конструкція і принцип роботи</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Деренівська А.В.</i>					19	
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

5. Стояк;
6. Рама;
7. Каретка;
8. Упор;
9. Рама каретки
10. Двигун-редуктор.

Принцип дії ПФМ. Після групового пакування в термоусадкову плівку збільшені вантажні одиниці подаються на приводний рольганг. На ньому формується перший шар вантажів з шести збільшених вантажних одиниць в шарі, потім вмикається зіштовхувач 1, який приводиться в дію за допомо-

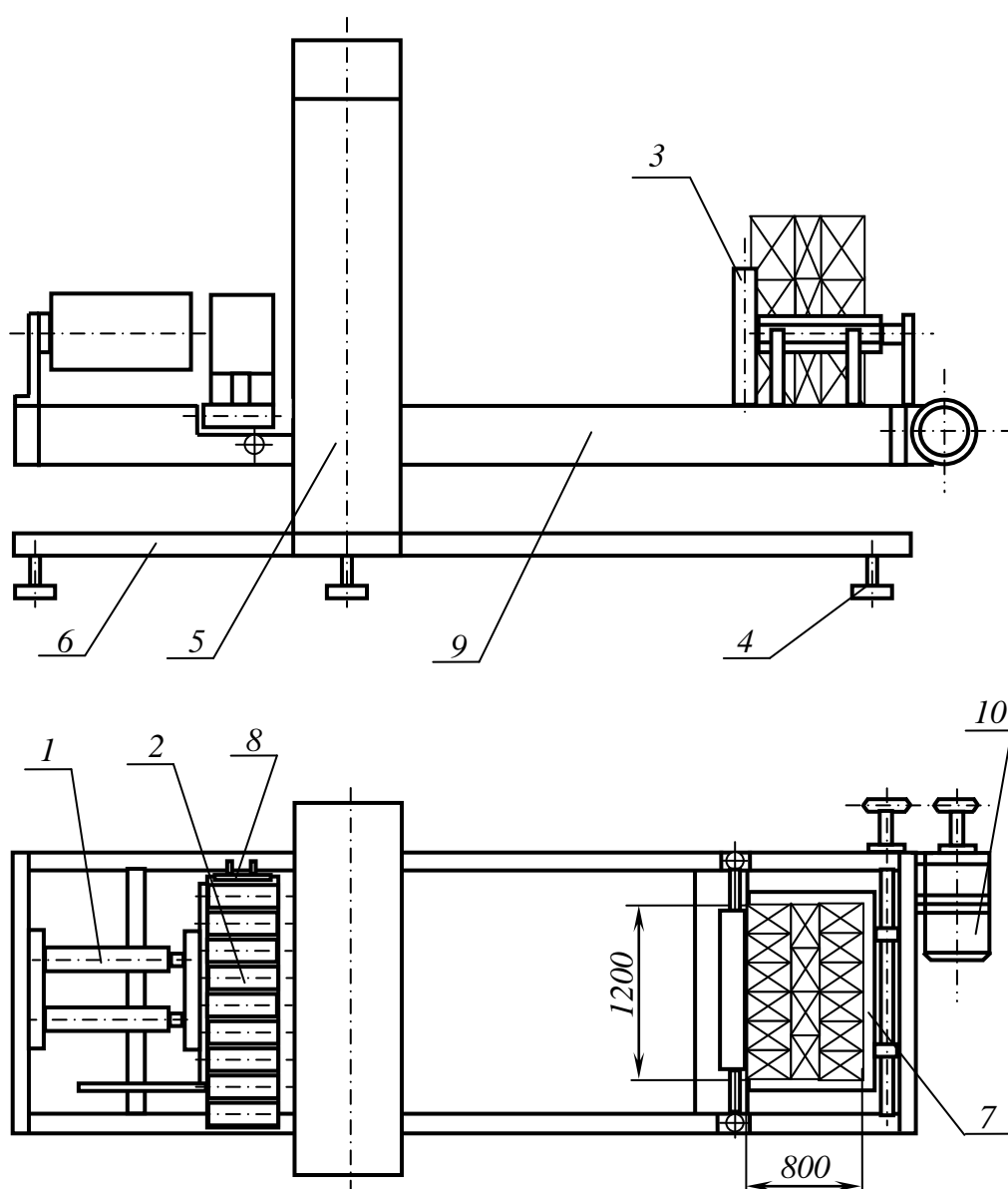


Рис. 2.1. Схема пакетоформувальної машини

					ДП.63.ПЗ	Арк. 20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гою спарених пневмоциліндрів. Сформований шар зіштовхується на каретку 7. Зіштовхувач повертається в початкове положення і починається формування нового шару.

Для більш раціонального використання площі піддону другий шар формується відмінним від першого як кількістю пакетів, так і їх розміщенням. Для переорієнтації вантажної одиниці використовується упор штирового типу.

Вантаж повертається на 90°. Другий шар складається з чотирьох вантажних одиниць. Після формування другого шару вмикається зіштовхувач і переміщує шар на каретку, одночасно переміщуючи перший шар далі відносно до краю каретки. Після повернення зіштовхувача в початкове положення формується третій шар вантажів (кількість і орієнтація, як у першого шару), який також переміщується на каретку за допомогою зіштовхувача. Перший шар сформовано.

Після формування шару вантажів каретка за допомогою привода (двигун-редуктор 10 і ланцюгова передача) переміщується і займає положення над піддоном (використовується європіддон дерев'яний з габаритними розмірами у плані 800×1200 мм).

Починається зворотний рух каретки, але вже без вантажів, які переміщуються на піддон шляхом знімання їх з каретки за допомогою упора, що не дає вантажам переміщуватись, і каретка вільно повертається в початкове положення.

Коли каретка повертається в початкове положення, на ній знову формується шар вантажів, аналогічно з першим шаром, і каретка переміщується в зону формування пакет-піддону. На перший шар вантажів укладається другий.

Після створення пакет-піддону він відводиться перевантажувальним модулем для здійснення операції скріплення.

Наступний порожній європіддон з магазину завантажувальним модулем передається на операцію формування.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		21

РОЗДІЛ 3. Техніко-економічне обґрунтування проекту

Завершальною операцією в автоматизованих потокових лініях є створення збільшених вантажних одиниць на рівні пакет-піддонів з можливістю механізації і автоматизація НРТС робіт. Ці заходи знижують вартість переробки 1 т вантажу у 2-4 рази при окупності капітальних витрат за 1,5-2 роки. Значною мірою це забезпечується завдяки впровадженню технологій пакування вантажів. Пакетні поставки, наприклад, готової харчової продукції виробника споживачеві характеризуються високим ступенем зберігання (втрати становлять 1 % і менше).

Масштабні впровадження пакетних перевезень можливі лише за умови чіткого відпрацювання їх номенклатури як у межах окремих галузей, так і в системі народного господарства в цілому. В Україні ця робота була започаткована ще у 80-х рр. минулого століття.

В умовах ринкових відносин, різних форм власності підприємств і т.п. під час вирішення цієї задачі з'являються специфічні проблеми, вирішення яких є сьогодні актуальним.

Автоматичне формування транспортного пакету без застосування ручної праці збільшує продуктивність праці, покращує саме формування (стійкість) транспортного пакету. Перспектива застосування автоматичної паке-тоформувальної машини полягає в зменшенні відсотку використання ручної праці, що приводить до полегшення умов праці робітників.

Головні техніко-економічні наміри вибору, модернізації паке-тоформувальної машини, пов'язані з необхідністю підвищення продуктивності як самої машини так і цеху розливу. Застосування даної паке-тоформувальної машини приведе до зниження необхідної енергетичної потужності на одиницю продукції, що виробляється. Паке-тоформувальна машина, яка забезпечує продуктивну роботу підприємства, характеризується надійністю, по-

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>			<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Деренідська А.В.</i>					22	
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

рівняно з іншими машинами низькою металоємкістю та мінімальною роботою обслуговуючого персоналу.

Впроваджене обладнання характеризується обмеженою трудомісткістю при виготовленні деталей і формування вузлів. Такі умови досягаються застосуванням взаємозамінності та уніфікації при виготовленні деталей і вузлів.

Встановлення та експлуатація пристрою має наступні переваги перед базовим варіантом та аналогами:

- підвищення продуктивності;
- покращення використання машин, приладів і обладнання;
- збільшення рівня механізації або комплексної механізації і автоматизації;
- енергоємність (витрата одиниці енергії і палива на одиницю продукції);
- металоємність;
- забезпечення ритмічності і необхідного режиму роботи підприємства.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

РОЗДІЛ 4. Технологічна схема ПФМ

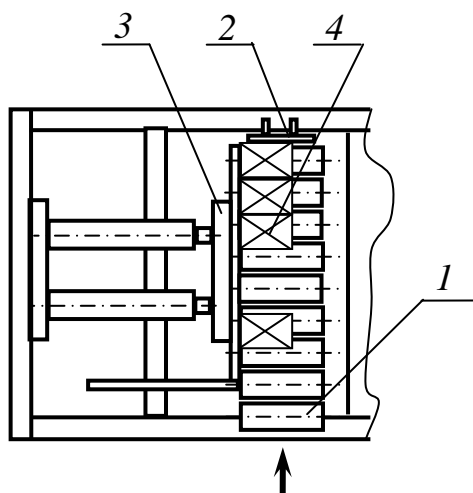
Технологічна схема машини графічно відображує технологічні операції та їх елементи, які виконуються в ній.

Технологічний процес пакетоформувальної машини включає наступні операції:

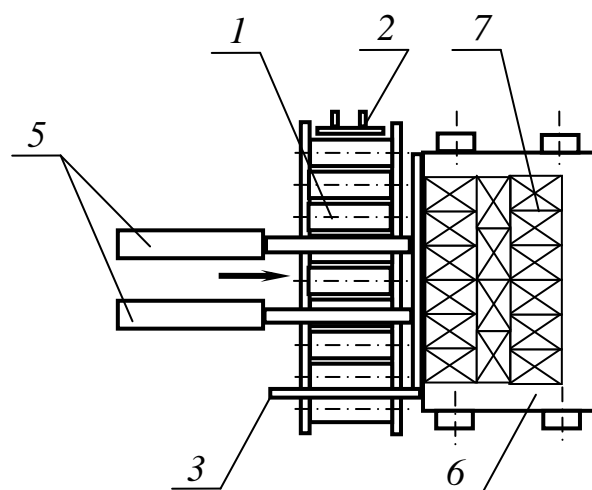
Позначення:

1. Приводний роликів конвеєр
2. Упор
3. Зіштовхувач
4. Ряд паковань
5. Спарені пневмоциліндри
6. Каретка
7. Шар упаковок
8. Піддон дерев'яний (1200 × 800 мм)
9. Рольганг для подачі піддонів
10. Напрямна, по якій переміщується каретка
11. Упор
12. Безштокові циліндри для переміщення упора

I. Формування ряду паковань



II. Формування шару паковань



					ДП.63.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Ляшков К.Д.				Технологічна схема ПФМ	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Деренівська А.В.						24	
Т. контр.						НУХТ МТ-4-12		
Н. контр.								
Затверд.								

РОЗДІЛ 5. Циклограма роботи ПФМ

5.1. Визначення часових витрат на виконання робочих процесів

Значимість окремих операцій вузлів ПФМ оцінюється затратою часу по циклограмі формування пакета.

Завданням циклограми є співставлення послідовності виконання окремих процесів в рамках заданих кінематичних циклів. При цьому початковий відлік часу стосується початку робочого ходу ведучої ланки, прийнятої за основний. Рекомендується вибирати за основний механізм, який забезпечує виконання найбільш тривалої технологічної операції.

Кінематичні параметри характеризують швидкість і прискорення переміщення вантажів на різних ділянках внутрішньої траси, а також виконавчих органів механізмів.

Продуктивність ПФМ повинна співпадати з продуктивністю відповідних автоматизованих потокових ліній виробництва. При цьому продукція автоматизованої лінії надходить безпосередньо до ПФМ.

При розрахунку годинної продуктивності ПФМ Q_m і автоматизованої лінії Q_l умова співпадіння буде наступна: $Q_m \geq Q_l$.

В нашому випадку $Q_l = 3600$ пл./год., з 20 %-м запасом або $Q_l = 600$ пак./год. Знаючи кількість штучних вантажів, укладених в один пакет і масу кожного штучного пакування, можливо оцінити продуктивність ПФМ кількістю пакетів, які видаються в одиницю часу, або масою пакування, що переробляється машиною за визначений відрізок часу.

В нашому випадку на одному транспортному пакеті вміщується 48 пакувань, тобто ПФМ розраховується на $Q_m = 10$ трансп.пак./год.

За відомої кількості пакетів z_p , що видаються машиною за 1 год., час робочого циклу (час видачі одного пакету) становитиме:

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>			<i>Циклограма роботи ПФМ</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Деренівська А.В.</i>					26	
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

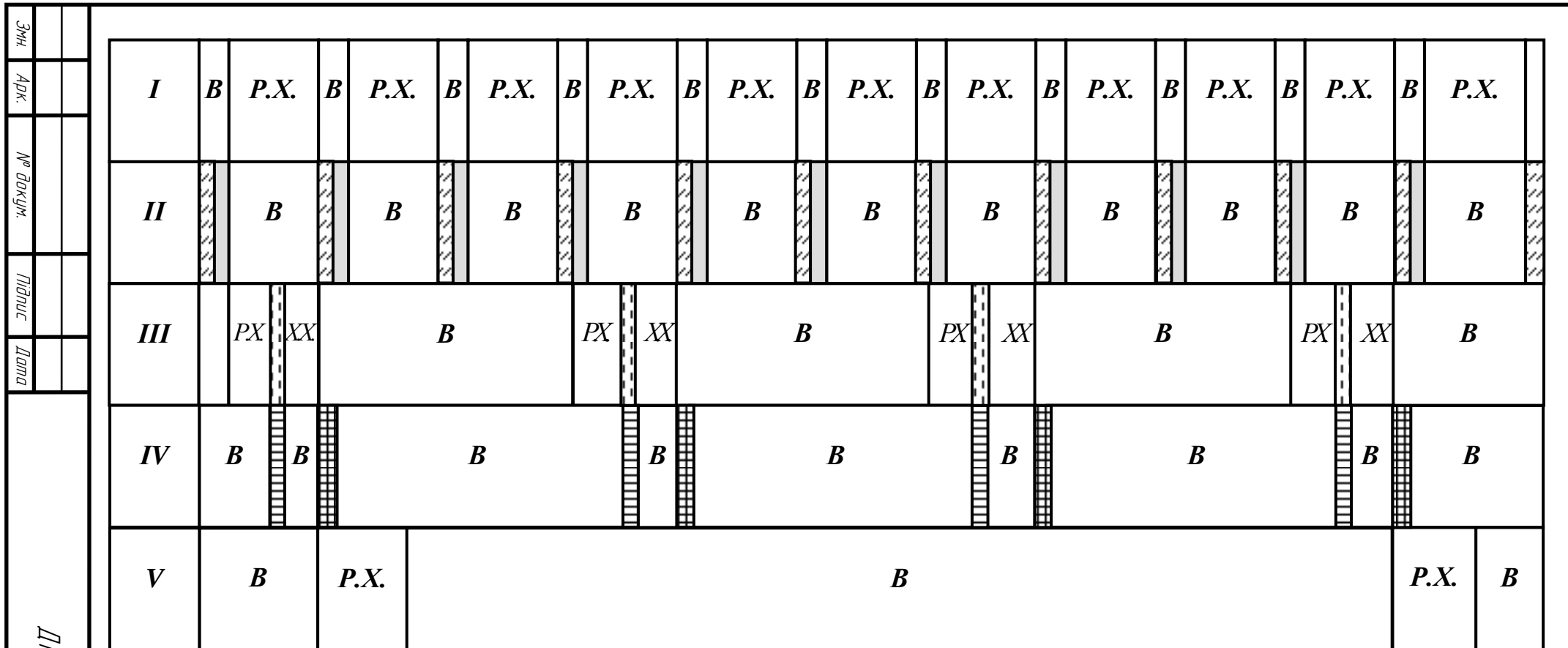


Рис. 5.1. Циклограма роботи ПФМ: I – приводний рольганг; II – зіштовхувач; III – каретка; IV – упор; V – приводний рольганг для відведення транспортних пакетів від ПФМ



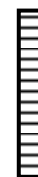
робочий хід
зіштовхувача



холостий хід
зіштовхувача



вистій ка-
ретки



робочий хід
упора



холостий хід
упора

РОЗДІЛ 6. Розрахунки технологічного обладнання

6.1. Визначення кінематичних і силових параметрів підвідного конвеєра

Завданням конвеєра (рис. 6.1) є виконання операції транспортування паковань з заданими кінематичними параметрами і забезпеченням необхідної синхронізації з роботою обладнання лінії. В комбінації з конвеєром синхронізується робота пристрою для передавання виробів на нього. розрахункова формула, що стосується вибору електричного двигуна, виведена на основі навантаження на передавальні елементи і швидкості транспортування:

$$N_0 = \frac{(z_0 G w' + z P w'_1) V}{1000 \eta}.$$

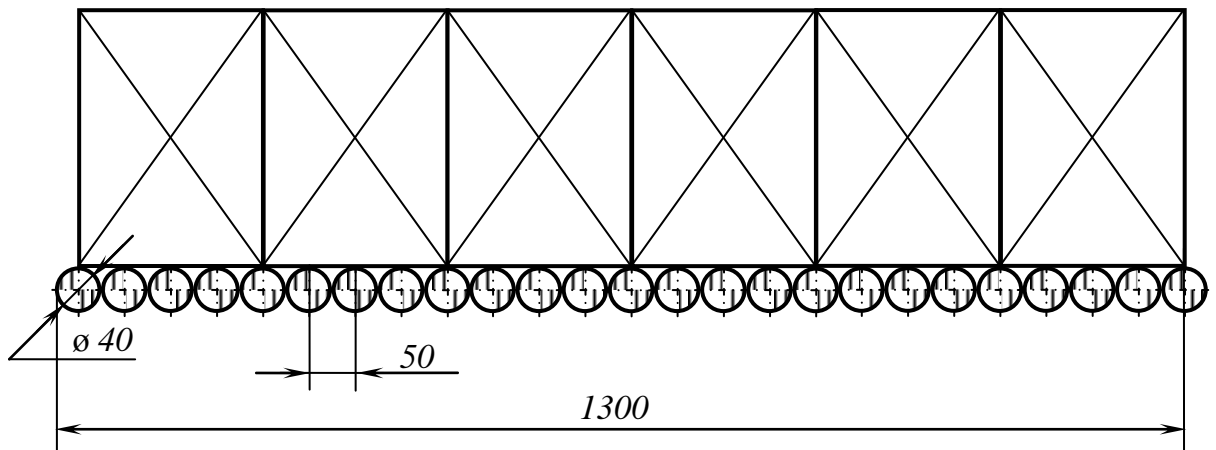


Рис. 6.1. Привідний роликівий конвеєр

До розрахункової формули входять кількість вантажів z_0 , що розміщуються на роликах конвеєра. При цьому має бути відомою маса вантажів, яка перераховується на силове навантаження $G = 120$ Н. За геометричними вимогами кількість паковань приймається рівною 6. Особливості взаємодії, які приводять до можливості визначення опору переміщення паковань визначається з врахування коефіцієнта опору w'_1 , що визначається з умови:

					ДП.63.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Ляшков К.Д.				Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Деренідська А.В.					29	
Т. контр.					Розрахунки технологічного обладнання НУХТ МТ-4-12		
Н. контр.							
Затверд.							

$$w'_1 = \frac{\mu d + 2K}{D},$$

де $\mu = 0,02$ – є коефіцієнтом тертя ковзання, який визначається з врахуванням діаметру в цапфах $d = 0,012$ м; тертя кочення відображується коефіцієнт K , який приймаємо $0,025$; $D = 0,04$ м – діаметр роликів.

Підстановкою вихідних даних, знаходимо:

$$w'_1 = \frac{0,02 \cdot 0,012 + 2 \cdot 0,025}{0,04} = 1,3;$$

Тоді потужність електродвигуна складе:

$$N_0 = \frac{(6 \cdot 120 \cdot 1,3 + 25 \cdot 40 \cdot 0,006)}{1000 \cdot 0,8} = 0,24 \text{ кВт.}$$

Остаточно, за результатами розрахунків, обираємо установчу потужність електродвигуна з врахуванням коефіцієнта корисної дії привода $\eta_{л.п.}$:

$$N = \frac{N_0}{\eta_{пр}} = \frac{0,24}{0,68} = 0,35 \text{ кВт,}$$

де $\eta_{пр} = \eta_{л.п.} \cdot \eta_{ц.п.} \cdot \eta_{ред} = 0,93 \cdot 0,93 \cdot 0,76 = 0,68,$

У складі останньої формули присутні ККД ланцюгової передачі $\eta_{л.п.}$; відкритої циліндричної передачі $\eta_{ц.п.}$; мотор-редуктора $\eta_{ред.}$

За умовами кінематичних параметрів, що стосуються швидкості переміщення паковань, до складу приводу прийнято мотор-редуктор ЗМП-31,5 з частотою обертання вихідного валу $n_1 = 90$ об/хв. і коефіцієнтом корисної дії $\eta_{м.р.} = 0,79$ і двигун типу АUP80A8 з номінальною потужністю $0,37$ кВт.

6.2. Визначення кінематичних і силових параметрів ланцюгової передачі

Вихідними параметрами для розрахунку ланцюгової передачі є потужність, що передається від електродвигуна $N = 0,37$ кВт; частота обертання вихідного вала редуктора $n_1 = 90$ об/хв.

За умови кінематичних параметрів передаточне число ланцюгової передачі u приймається 1 , а необхідність присутності ланцюгової передачі з таким значенням u пояснюється геометрією компоновки приводу.

										ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							30

$$F_t = \frac{1000N}{v} = \frac{1000 \cdot 0,37}{0,3} = 1233 \text{ Н.}$$

Числове значення питомого тиску в шарнірах визначаємо залежністю:

$$P = \frac{F_t}{S_{оп}} = \frac{1233}{70,9} = 17,3 \text{ МПа,}$$

що дозволяє зробити висновок про те, що значення 17,3 МПа менше за $[p] = 33 \text{ МПа}$.

Розрахунковий термін роботи ланцюгової передачі в приводі роликового конвеєра:

$$T = 5200 \frac{\Delta t K_c \sqrt{z_1} \sqrt[3]{a_t u}}{p \sqrt[3]{v} K_e}.$$

Допустиме збільшення кроку ланцюга Δt за даних умов складає 3 %.

Здійснюємо перевірку щодо значення коефіцієнту змащування ланцюга з врахуванням коефіцієнта $K_{сп}$, що залежить від способу змащування:

$$K_c = \frac{K_{сп}}{\sqrt{v}} = \frac{0,5}{\sqrt{0,3}} = 0,91.$$

Визначеним параметрам відповідає міжосьова відстань, перерахована у відсотках:

$$a_t = \frac{a}{t} = \frac{15t}{t} = 15.$$

Останнє дозволяє визначити термін надійної роботи передачі:

$$T = 5200 \frac{3 \cdot 0,91 \cdot \sqrt{13} \cdot \sqrt[3]{15 \cdot 1}}{17,3 \cdot \sqrt[3]{0,3} \cdot 2,93} = 3722 \text{ год}$$

Одержане значення величини T більше очікуваного терміну роботи:

$$T = 4000 K_{сп} = 4000 \cdot 0,5 = 2000 \text{ год.}$$

Визначення навантажень ланцюгової передачі здійснюється з врахуванням веденої гілки від ваги. Ця величина представлена залежністю:

$$F_t = K_t q g a = 4 \cdot 1,0 \cdot 9,81 \cdot 238,13 \cdot 10^{-3} = 9,34 \text{ Н,}$$

Навантаження від відцентрових сил залежить від швидкості ланцюга і за значення $v \leq 12 \text{ м/с}$ не враховується при розрахунках.

										Арк.
										32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ					

Значення сумарного натягу ведучої гілки ланцюгової передачі дорівнює:

$$F = F_1 + F_t \cdot K_1 = 9,34 + 1233 \cdot 1,0 = 1242,3 \text{ Н.}$$

Силкові параметри ланцюгової передачі визначають навантаження на вали у формі крутних моментів і моментів згину, і ця сукупність трансформується в силову дію:

$$R \approx (1,15 \dots 1,2) F_t = 1,2 \cdot 1242 = 1491 \text{ Н.}$$

Запасу міцності ланцюга перевіряємо по формулі:

$$n = \frac{Q_{\text{роз}}}{F} = \frac{22700}{1242} = 18,3,$$

що перебільшує допустиме значення $[n] = 13,2$.

Виконання геометричного розрахунку передачі здійснюємо з врахуванням міжосьової відстані, розрахованої вище $a = 238,13$ мм та числа зубців веденої зірочки $z_2 = z_1 u = 13 \cdot 1 = 13$. Цим значенням відповідає довжина ланцюга, що представлена у кроках:

$$L_t = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{a} = \frac{2 \cdot 238,13}{15,875} + \frac{13 + 13}{2} + \left(\frac{13 - 13}{2\pi} \right)^2 \frac{15,875}{238,13} = 43.$$

Значення одержаної кількості ланок ланцюга за існуючими вимогами округлюється до парного значення $L_t = 44$.

Розрахунковій величині L_t відповідає міжосьова відстань:

$$a_p = \frac{t}{4} \left[L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_1 - z_2}{2\pi} \right)^2} \right] =$$

$$\frac{15,875}{4} \left[44 - \frac{13 + 13}{2} + \sqrt{\left(44 - \frac{13 + 13}{2} \right)^2} \right] = 246 \text{ мм.}$$

Заключний етап розрахунку геометричних параметрів ланцюгової передачі відповідає ділільним діаметрам ведучої і веденої зірочок:

$$d_1 = d_2 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_1}} = \frac{15,875}{\sin \frac{180}{13}} = 69,17 \text{ мм.}$$

									ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						33

6.3. Визначення параметрів відкритої циліндричної прямозубої передачі

Відкриті зубчасті передачі використовуються для приведення в обертотий рух роликів рольганга за участю паразитних шестерень. У зв'язку з цим найбільше навантаження зубців стосується шестерні першого ролика і першої паразитної шестерні. При цьому величина потужності дорівнює:

$$N_1 = N_{дв} \eta_{л.п} = 0,37 \cdot 0,93 = 0,34 \text{ кВт.}$$

Вихідні дані, що стосуються частоти обертання шестерні $n_1 = 90$ об/хв., передаточного числа $u = 1$ і терміну служби передачі $t = 10000$ год. наведені у попередньому розділі.

Динамічну складову навантаження, що відповідає перехідному процесу пуску приймаємо двократною по відношенню до статичного навантаження. Передача приймається як нереверсивна, а шорсткість поверхні зубців відповідає 5-му класу.

Наведені вихідні дані дозволяють здійснити вибір матеріалу і числових значень напружень, що відповідають шестерні і колесу. За однакових значень матеріалів шестерні і колеса та за умови термообробки в режимі нормалізації для сталі Ст. 5 (поковка) маємо: $\sigma_B = 570$ МПа, $\sigma_T = 270$ МПа і НВ 170.

Розрахунок зубців на згин супроводжується визначенням допустимих напружень:

$$\sigma_F = \frac{\sigma_{F \lim 1}}{S_F} Y_s Y_R.$$

Границя витривалості зубців за умови деформації згину здійснюється з врахуванням еквівалентної кількості циклів навантажень:

$$\sigma_{F \lim 1} = \dot{\sigma}_{F \lim 1} K_{FC} K_{FL1},$$

в даній формулі $\dot{\sigma}_{F \lim 1}$ відповідає границі витривалості за деформації згину:

$$\dot{\sigma}_{F \lim 1} = 1,8 \text{ НВ} = 1,8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

Розрахункове значення коефіцієнта $K_{FC} = 1$ за двостороннього наван-

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ				

таження. Параметр довговічності відповідає коефіцієнту K_{FLI} :

$$K_{FLI} = m_F \sqrt{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}}$$

За умови твердості $HB < 350$ $m_F = 6$ значення базового числа циклів становить $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$. Тоді еквівалентне число циклів:

$$N_{FE} = \Sigma N = 60nt = 60 \cdot 90 \cdot 10000 = 54 \cdot 10^6;$$

$$N_{FLI} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{54 \cdot 10^6}}$$

$N_{FEI} = 54 \cdot 10^6 > N_{FO} = 4 \cdot 10^6$, тоді прийmemo $K_{FLI} = 1$.

У зв'язку з наведеними значеннями:

$$\sigma_{F \text{ lim1}} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа.}$$

Наведені розрахункові параметри приводять до визначення

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625,$$

де $S'_F = 1,75$, $S''_F = 1,5$.

Коефіцієнту форми зубця відповідають значення $Y_S = 1$, $Y_R = 1$.

Тоді умова міцності зубця на згин відображується допустимим напруженням:

$$[\sigma_F] = \frac{306}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ МПа.}$$

В врахуванням максимального навантаження допустиме напруження згину становить:

$$[\sigma_{FM}] = \frac{\sigma_{F \text{ limM}}}{S_{FM}} Y_S$$

Умові відсутності залишкової деформації або крихкого руйнування відповідає значення:

$$\sigma_{F \text{ limM}} = 4,8HB = 4,8 \cdot 170 = 816 \text{ МПа,}$$

а коефіцієнт безпеки визначається залежністю:

$$S_{FM} = S'_{FM} \cdot S''_{FM} = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625,$$

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$S'_{FM} = 1,75, S''_{FM} = 1,5.$$

Концентрація напружень враховується коефіцієнтом $Y_S = 1$, тоді:

$$[\sigma_{FM1}] = \frac{816}{2,625} \cdot 1 = 311 \text{ МПа.}$$

За дії максимального навантаження на зубець шестерні допустиме напруження становить $[\sigma_{FM2}] = [\sigma_{FM1}] = 311 \text{ МПа}$. Останнє стосується як шестерні так і колеса, оскільки вони виготовлені з одного й того ж матеріалу.

Визначення напружень за умови контактної міцності з врахуванням максимального навантаження відповідає умові:

$$[\sigma_{HM}] = 2,8 \cdot \sigma_T = 2,8 \cdot 270 = 756 \text{ МПа.}$$

Витривалість зубців за деформації згину проводимо за параметрів: модуля зачеплення:

$$m = \sqrt[3]{\frac{T_{F1} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot \cos^2 \beta}{z_1^2 \cdot \psi_d \cdot [\sigma_{F1}]} Y_{F1} \cdot Y_{\beta}}.$$

Для розрахунку необхідно попередньо визначити номінальний крутний момент на шестерні T_{F1} коефіцієнт, який враховує розділення навантаження між зубцями $K_{F\alpha}$ і колову швидкість коліс v :

$$T_{F1} = 9550 \cdot 10^3 \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,34}{90} = 36 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$K_{F\alpha} = 1;$$

$$v = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{N_1 \cdot n_1^2} = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{0,34 \cdot 90^2} = 0,175 \text{ м/с};$$

Ступінь точності передачі залежить від значення колової швидкості, в нашому випадку вона 9-та.

Динамічне навантаження відображується коефіцієнтом:

$$K_{Fv} = 1,01.$$

За умовами кінематичних параметрів приймаємо з врахуванням невідрізання поверхонь зубців значення: для шестерні $z_1 = 17$; для колеса $z_2 = 17$ і для паразитної шестерні $z_{п} = 17$.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

За вказаних умов коефіцієнт форми зубців становить:

$$Y_{F1} = 4,25.$$

Для прямозубої передачі маємо:

$$Y_{\beta} = 1.$$

З врахуванням наведених даних одержуємо:

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 36 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1,01}{17^2 \cdot 0,57 \cdot 116}} \cdot 4,25 \cdot 1 = 1,87 \text{ мм.}$$

Значення модуля округлюємо до стандартної величини $m = 2$ мм.

Виконуємо перевірку розрахункового модуля за залежністю:

$$m' = m = \sqrt[3]{\frac{K'_{Fv} \cdot Y_S}{K_{Fv} \cdot Y'_S}}.$$

Для здійснення перевірки визначаємо діаметри початкових кіл:

$$d_1 = d_2 = d_{\pi} = m z_1 = 2 \cdot 17 = 34 \text{ мм;}$$

За вказаних умов розрахункова колова швидкість становить:

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 90}{60000} = 0,16 \text{ м/с;}$$

За заданої швидкості ступінь точності передачі обираємо такою, що прийнята раніше – 9-та.

Подальший етап розрахунку продовжуємо уточненням коефіцієнта динамічності:

$$K'_{Fv} = 1,008.$$

При цьому коефіцієнт, що враховує концентрацію напружень,

$$Y'_S = 1,04.$$

Названим умовам відповідає значення модуля зачеплення:

$$m' = 1,87 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,008 \cdot 1}{1,01 \cdot 1,04}} = 1,84 \text{ мм.}$$

Остаточно залишаємо обране значення модуля, що відповідає стандартам – $m = 2$ мм.

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.63.ПЗ

Максимальне навантаження на передачу дозволяє визначити розрахункові напруження згину.

$$\sigma_{FM} = \sigma_F \frac{T_M}{T_1} \leq [\sigma_{FM}].$$

Числове напруження від деформації згину:

$$\sigma_F = Y_F \cdot Y_\beta \frac{w_{Ft}}{m} = 4,25 \cdot 1 \cdot \frac{44}{2} = 93,5 \text{ МПа} < [\sigma_{F1}] = 116 \text{ МПа},$$

В останній залежності w_{Ft} є питомим розрахунковим навантаженням і

$$w_{Ft} = \frac{2T_{F1}}{d_1 \cdot b_\omega} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 10^3}{34 \cdot 20} \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1,01 = 44 \text{ МПа},$$

Ширина зубчатого вінця позначена як b_ω і становить:

$$b_\omega = \psi_d \cdot d_1 = 0,57 \cdot 34 = 19,38 \text{ мм};$$

Остаточно приймаємо $b_\omega = 20 \text{ мм}$.

Сукупність інших величин, що супроводжують розрахунки модуля зачеплення враховує напруження згину від динамічного навантаження:

$$\sigma_{FMI} = 93,5 \cdot 2 = 187 \text{ МПа} < [\sigma_{FMI}] = 311 \text{ МПа}.$$

Умови контактної міцності відображені перевірочним розрахунком за врахування динамічної складової навантаження:

$$\sigma_{HM} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_M}{T_1}} \leq [\sigma_{HM}].$$

Підстановка величин, визначених раніше, здійснюється за формулою:

$$\sigma_H = z_H z_M z_\epsilon \sqrt{\frac{2T_{H1} K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{Hv}}{b_\omega d_1^2} \cdot \frac{u+1}{u}}.$$

В останній формулі присутні крутний момент $T_{H1} = 36 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$, коефіцієнт форми евольвентних профілів $z_H = 1,76$, коефіцієнт механічних властивостей матеріалу коліс $z_M = 275 \text{ МПа}$.

Коефіцієнт рівномірності передачі враховується залежністю:

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ					

обертання внутрішнього кільця підшипника $n = 90$ об/хв., необхідна довговічність $L_h = 10000$ год. за умови коефіцієнта обертання $V = K_b = K_T = 1$, де K_b – коефіцієнт безпеки і K_T – температурний коефіцієнт.

Коефіцієнти X і Y визначаємо з врахуванням співвідношення

$$\frac{F_a}{c_0} = \frac{70}{4470} = 0,016,$$

приймаємо найближче з таблиць $e = 0,19$.

$$\text{Оскільки } \frac{F_a}{VF_r} = \frac{70}{1 \cdot 1616} = 0,043 \text{ менше ніж } e = 0,19, \text{ то приймаємо } X = 1 \text{ і } Y = 0. \text{ Тоді еквівалентне навантаження становить:}$$

$$P = (XVF_r + YF_a)K_bK_T = 1 \cdot 1 \cdot 1616 \cdot 1 \cdot 1 = 1616 \text{ Н.}$$

Табличне співвідношення $c/P = 3,91$, тому необхідна динамічна вантажопідйомність дорівнює:

$$c = P \cdot 3,91 = 1616 \cdot 3,91 = 6319 \text{ Н.}$$

Це відповідає прийнятному значенню, оскільки каталожна динамічна вантажопідйомність становить $c = 7520$ Н.

В результаті маємо наступні геометричні параметри підшипника: $d = 17$ мм; $D = 40$ мм; $B = 12$ мм, за яких проектується підшипниковий вузол.

6.5. Визначення параметрів стрічкового конвеєра

Роль конвеєра-живильника виконує стрічковий конвеєр, розрахункова схема якого наведена на рис. 6.3. Його завданням є переміщення паковань в кількості 500 пак./год. При цьому умови сусідства потребують врахування підвищеної продуктивності за коефіцієнта нерівномірності $K_H = 1,2$.

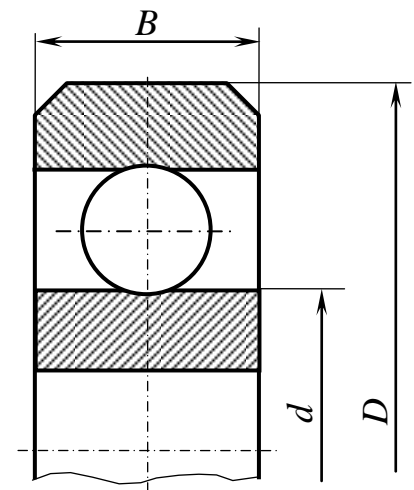


Рис. 6.2. Схема кулькового радіального підшипника

										Арк.
										40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ					

$$Q_B = z_p G_B = 600 \cdot 120 = 72000 \text{ Н/год.} = 72 \text{ кН/год.}$$

За вказаних умов відстань між пакуваннями за максимального завантаження конвеєра складає:

$$a = \frac{3600 G_B v}{Q_B} = \frac{3600 \cdot 120 \cdot 0,2}{72000} = 1,2 \text{ м,}$$

що задовольняє по умовам габаритного розміру вантажу.

Розрахунок погонних навантажень стрічки конвеєра

Погонне навантаження стрічки становить:

$$q_B = \frac{G_B}{a} = \frac{120}{1,2} = 100 \text{ Н/м.}$$

Значення цього навантаження дозволяє обрати стрічку типу 3, устатковану прокладками Б-820. Гранична міцність прокладки $K_p = 550 \text{ Н/см}$ і за умовою міцності остаточно приймаємо кількість прокладок $i = 2$.

Час транспортування пакування конвеєром становить:

$$t_{об} = \frac{2L}{v} = \frac{2 \cdot 3}{0,2} = 30 \text{ с.}$$

Товщина прокладки $\delta = 1,25 \text{ мм}$, тоді з врахуванням δ :

$$q_c = 11B(\delta_i + \delta_1 + \delta_2) = 11 \cdot 0,35(1,25 + 2 + 1) = 21,18 \text{ Н/м.}$$

Підтримуючі ролики характеризуються параметрами:

$$G_p = G_{p2} = 100B + 30 = 100 \cdot 0,35 + 30 = 65 \text{ Н,}$$

що відповідає робочій і холостій гілками. Крок розташування роликів на робочій гілці становить $t_p = 0,2 \text{ м}$, а на холостій гілці $t_{p2} = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м}$. Відповідно погонні навантаження від них для вантажної гілки:

$$q_p = \frac{G_p}{t_p} = \frac{65}{0,2} = 325 \text{ Н/м;}$$

для холостої гілки:

$$q_{p2} = \frac{G_p}{t_{p2}} = \frac{65}{0,4} = 162,5 \text{ Н/м.}$$

										Арк.
										42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ					

Опір переміщенню стрічки визначається методом обходу по контуру, розрахункова схема якого показана на рис. 6.4.

У відповідності до цього методу траса конвеєра розбивається на окремі ділянки, які характеризуються однаковими питомими опорами. При цьому приймаємо за гіпотезу відсутність додаткових опорів на відхиляючих роликах.

Для прямолінійних ділянок конвеєра коефіцієнти опору переміщення стрічки складають $w' = 0,022$.

Натяг в зафіксованих точках на трасі конвеєра 1, 2, 3 і 4 визначається послідовним складанням опорів переміщенням на окремих ділянках. При цьому вважаємо, що $S_1 = S_{36}$. Тоді у т. 2. маємо:

$$S_2 = S_1 + w_{1-2} = S_1 + (q_c + q_{p2})w' \cdot L_{1-2} = S_1 + (21,18 + 162,5) \cdot 0,022 \cdot 3 = \\ = S_1 + 12,12 \text{ Н};$$

В точці 3 натяг становить:

$$S_3 = 1,07(S_{36} + 12,12) = 1,07S_{36} + 12,97 \text{ Н};$$

У точці 4 маємо:

$$S_4 = S_3 + (q_b + q_c + q_p)w' \cdot L = 1,07S_{36} + 12,97 + (100 + 21,18 + 325) \cdot 0,022 \cdot 3 = \\ = 1,07S_{36} + 42,42 \text{ Н}.$$

Як бачимо в наведених формулах присутня невідома S_{36} .

Врахування сил інерції здійснюється введенням коефіцієнта $K_i = 1,3$ і тоді маємо:

$$K_4 = S_{н6} = K_i S_4 = 1,3(1,07S_{36} + 42,42) = 1,391S_{36} + 55,15 \text{ Н}.$$

Конструктивним вибором приймаємо: привод однобарабанний, барабан виготовляється з чавуну і кут обхвату його стрічкою становить $\alpha = 3,14$ рад (180°). В умовах сухого середовища приймаємо коефіцієнта тертя $\mu = 0,3$, тоді відповідно до формули Ейлера маємо $e^{\mu\alpha} = 2,57$:

$$S_{н6} = e^{\mu\alpha} S_{36} = 2,57S_{36}.$$

Розв'язанням попередніх умов і формули, що відповідає закономірнос-

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

ті Ейлера, отримаємо умову:

$$2,57S_{36} = 1,391S_{36} + 55,15$$

і звідси:

$$S_{36} = \frac{55,15}{1,179} = 46,8 \text{ Н.}$$

останнє дозволяє визначити числові значення навантажень стрічки у вказаних точки траси:

$$S_1 = S_{36} = 46,8 \text{ Н;}$$

$$S_2 = S_{36} + 12,12 = 46,8 + 12,12 = 58,92 \text{ Н;}$$

$$S_3 = 1,07S_{36} + 12,97 = 1,07 \cdot 46,8 + 12,97 = 63 \text{ Н;}$$

$$S_4 = 1,07S_{36} + 42,42 = 1,07 \cdot 46,8 + 42,42 = 92,5 \text{ Н;}$$

$$S_{нб} = 1,391S_{36} + 55,15 = 1,391 \cdot 46,8 + 55,15 = 120,25 \text{ Н.}$$

Стрічка конвеєра працює на розтягування і за умовами міцності кількість прокладок в ній має становити:

$$i \geq \frac{KS_{нб}}{BK_p} = \frac{9 \cdot 12025}{35 \cdot 550} = 0,56.$$

Остаточно приймаємо $i = 2$.

Мінімальний натяг на стрічці в режимі транспортування становить $S_3 = 63 \text{ Н}$, а з врахуванням провисання маємо:

$$S_{\min} = 5(q_b + q_c)t_p = 5(100 + 21,18) \cdot 0,2 = 121,18 \text{ Н.}$$

Колове навантаження і тягове зусилля визначаються формулами:

- за розгону конвеєра становить:

$$w_0 = S_{нб} - S_{36} = 120,25 - 46,8 = 73,45 \text{ Н;}$$

- в режимі усталеного руху:

$$w_{0y} = \frac{w_0}{K_i} = \frac{73,45}{1,3} = 56,5 \text{ Н.}$$

При цьому тягове зусилля за розгону конвеєра:

$$w_T = S_{нб} - S_{36} + K'(S_{нб} + S_{36}) = 120,25 - 46,8 + 0,04(120,25 + 46,8) = 80,13 \text{ Н;}$$

- в режимі усталеного руху:

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ				

$$w_{\tau y} = \frac{w_{\tau}}{K_i} = \frac{80,13}{1,3} = 60,64 \text{ Н.}$$

Кількість прокладок в стрічці визначає діаметр приводного барабана і тоді

$$D \geq K_{\sigma} i = 75 \cdot 2 = 150 \text{ мм,}$$

Відповідно до стандарту приймаємо $D = 150 \text{ мм}$.

Обмеження за питомим тиском стосуються вибору найменшого допустимого діаметра, що відповідає умові:

$$D \geq \frac{2w_0}{[P_c] \alpha B} = \frac{2 \cdot 73,45}{16000 \cdot 3,14 \cdot 0,35} = 0,008 \text{ м,}$$

призначені $[P_c] = 16000 \text{ Па}$.

Таким чином визначений діаметр барабана $D = 150 \text{ мм}$ задовольняє.

Одержані значення швидкості і тягового зусилля дозволяють визначити потужність на ведучому валу конвеєра за умови сталого руху:

$$N_0 \geq \frac{w_{\tau y} v}{1020} = \frac{60,64 \cdot 0,2}{1020} = 0,012 \text{ кВт,}$$

а з врахуванням ККД передачі і підшипників маємо:

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{м-р}} \eta_{\text{л}} \eta_{\text{п}} = 0,6 \cdot 0,92 \cdot 0,99 = 0,55.$$

Тоді реальна потужність електродвигуна становить:

$$N = \frac{N_0}{\eta_{\text{пр}}} = \frac{0,012}{0,55} = 0,022 \text{ кВт.}$$

З каталогу вибираємо мотор-редуктор ЗМП-40-35,5-375-110-У3 з потужністю електродвигуна АОЛ2-11-6 $N = 0,4 \text{ кВт}$, частотою обертання ротора $n_{\text{дв}} = 910 \text{ об/хв.}$, співвідношенням моментів пускового і номінального $M_{\text{пуск}}/M_{\text{н}} = 1,8$ і максимального до номінального $M_{\text{max}}/M_{\text{н}} = 2,2$.

Швидкість обертання вихідного валу мотор-редуктора становить $n_{\text{м-р}} = 30 \text{ об/хв.}$

Тоді швидкість обертання приводного валу і барабана дорівнює:

$$n_{\sigma} = \frac{60v}{\pi D} = \frac{60 \cdot 0,2}{3,14 \cdot 0,15} = 25,48 \text{ об./хв.,}$$

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

що відповідає стандартним межах.

Передаточне число мотор-редуктора становить $i_{м-р} = 35,5$. Тоді передаточне число ланцюгової передачі становить:

$$i_{л.п} = \frac{i_{п}}{i_{м-р}} = \frac{39,71}{35,5} = 1,2.$$

Перевірку електродвигуна на перевантаження в момент пуску не доцільно здійснювати у зв'язку з його значним недовантаженням.

Номінальний момент електродвигуна:

$$M_{н} = 9750 \frac{N}{п} = 9750 \frac{0,4}{910} = 4,29 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Загальне навантаження від паковань на стрічці:

$$G_{п} = q_{в} L = 100 \cdot 3 = 300 \text{ Н}.$$

Навантаження від конвеєрної стрічки:

$$G_{ст} = 2q_{с} \left(L + \frac{\pi D}{2} \right) = 2 \cdot 21,18 \left(3 + \frac{3,14 \cdot 0,15}{2} \right) = 137 \text{ Н}.$$

Сумарне значення навантажень складає:

$$G_{в} = G_{п} + G_{ст} = 300 + 137 = 437 \text{ Н}$$

і кутове прискорення валу двигуна в режимі перехідного процесу визначається залежністю:

$$\varepsilon = 2gi_{п} \frac{2Mi_{п}\eta\eta_{б} - w_{0}D}{G_{в}D^2 + K_{н}(G_{р}D_{р}^2)} i_{п}^2\eta\eta_{б} =$$
$$= 2 \cdot 9,81 \cdot 39,71 \frac{2 \cdot 7,7 \cdot 39,71 \cdot 0,55 \cdot 0,93 - 73,45 \cdot 0,15}{437 \cdot 0,15^2 + 1,2 \cdot 0,1 \cdot 39,71^2 \cdot 0,55 \cdot 0,93} = 225 \text{ с}^{-2}.$$

Тоді час перехідного процесу становить двигуна визначаємо за формулою:

$$\tau = \frac{\piп}{30\varepsilon} = \frac{3,14 \cdot 910}{30 \cdot 225} = 0,42 \text{ с}.$$

Визначений час τ процесу дозволяє знайти лінійне прискорення руху стрічки і воно складає:

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

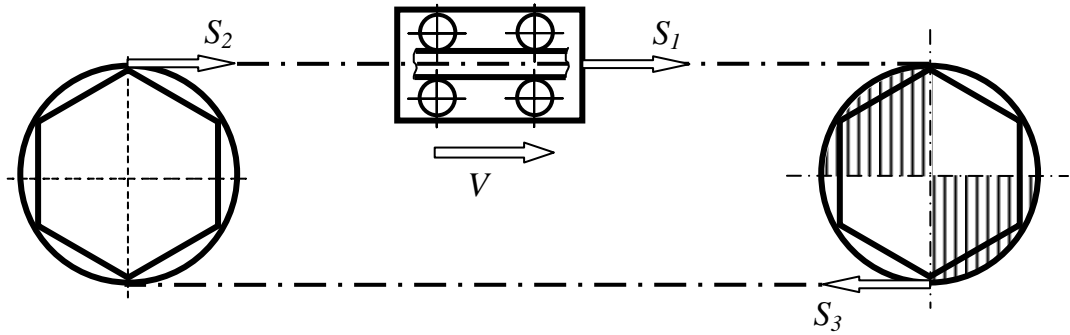


Рис. 6.5. Схема до розрахунку механізму переміщення каретки

$$w_{\text{пер}} = K_p w_{\text{тер}},$$

В останній формулі присутній коефіцієнт тертя реборд ходових коліс $K_p = 1,9$ і опір переміщенню каретки $w_{\text{тер}}$. Останній визначається з врахуванням власної маси каретки $G_0 = 100$ кг. Тоді:

$$w_{\text{тер}} = (Q + G_0) \frac{fd + 2\mu}{D}.$$

За значень $f = 0,02$; $d = 20$ мм; $D = 60$ мм; $\mu = 0,03$ маємо:

$$w_{\text{тер}} = (6000 + 1000) \frac{0,02 \cdot 2 + 2 \cdot 0,03}{6} = 116,7 \text{ Н.}$$

$$w_{\text{пер}} = 1,9 \cdot 116,7 = 221,7 \text{ Н.}$$

Потужність двигуна на приведення в рух каретки визначається залежністю:

$$N_{\text{дв}}^0 = \frac{K_p w_{\text{тер}} v}{102 \cdot 60 \eta_0},$$

в якій присутня швидкість переміщення каретки $v = 0,158$ м/с та ККД привода $\eta_{\text{пр}} = 0,85$.

$$N_{\text{дв}} = \frac{19 \cdot 116,7 \cdot 0,158}{102 \cdot 60 \cdot 0,85} = 0,23 \text{ кВт.}$$

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{л.п}} \eta_{\text{л.п}} \eta_{\text{п.п}}^2 = 0,93 \cdot 0,93 \cdot 0,99^2 = 0,85.$$

В останній формулі враховано ККД ланцюгової передачі $\eta_{\text{л.п}}$ і пари підшипників кочення $\eta_{\text{п.п}}$.

Визначеним значенням параметрів відповідає мотор-редуктор МП₃-2-

										Арк.
										48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП.63.ПЗ

31,5 з показниками: $n = 35,5$ об/хв., $m = 35$ кг і двигун 4AX714AP3, що має характеристики $N_{дв} = 0,55$ кВт, $n_{дв} = 1370$ об/хв. і $M_{ном} = 97500 N_{дв}/n_{дв} = 97500 \frac{0,55}{1370} = 3,91$ Нм.

За визначених параметрів натяг ланцюга становить (рис. 6.5):

$$W_{max} = W_{пер} + \frac{Q + G_0}{g} a = 221,7 + \frac{6000 + 1000}{9,81} \cdot 0,5 = 578,5 \text{ Н.}$$

2. Максимальному натягу робочої гілки ланцюга відповідає формула:

$$s_1 = W_{max} + s_2 = W_{max} + s_3 K_3,$$

в якій присутні мінімальний натяг в холостій гілці ланцюга s_3 , і коефіцієнт опору при огинанні зірочок ланцюгами $K_3 = 1,025$. Значення $s_3 = 150$ Н.

За знайдених значень маємо:

$$s_2 = 150 \cdot 1,025 = 153,7 \text{ Н;}$$

$$s_1 = 57,85 + 153,7 = 211,55 \text{ Н.}$$

Максимальний натяг в робочій гілці на один ланцюг:

$$s'_1 = 0,6s_1 = 0,6 \cdot 211,55 = 126,93 \text{ Н.}$$

Остаточню обираємо типорозмір ланцюга ПР-15,875-2270-2, якому відповідають параметри: крок $t_{л} = 15,875$ мм, руйнівне навантаження $Q_p = 2270$ Н, $s_{оп} = 70,9$ мм² і маса 1 м ланцюга $q = 1$ кг.

Перевірка по запасу міцності приводить до виду:

$$n = \frac{Q_p}{s'_1} = \frac{2270}{126,93} = 17,88.$$

Геометричні розрахунки передачі. На приводному валу каретки маємо розрахунковий крутний момент.

За обраного кроку ланцюга $t = 15,875$ мм призначаємо число зубців ведучої зірочки $z_1 = 17$ і за лінійної швидкості каретки $v = 0,158$ м/с для веденої зірочки приймаємо $z_2 = 19$. Тоді ділильні діаметри зірочок становлять:
- ведучої зірочки

										Арк.
										49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ					

$$d_1 = \frac{t_{\text{л}}}{\sin \frac{180}{z_1}} = \frac{15,875}{\sin \frac{180}{17}} = 86,74 \text{ мм};$$

- веденої зірочки

$$d_2 = \frac{t_{\text{л}}}{\sin \frac{180}{z_2}} = \frac{15,875}{\sin \frac{180}{19}} = 96,45 \text{ мм},$$

а передаточне число ланцюгової передачі становить:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{19}{17} = 1,117.$$

За відомої швидкості обертання на вихідному валу мотор-редуктора $n_1 = 35,5$ об/хв., ведений вал ланцюгової передачі має частоту обертання:

$$n_2 = \frac{n_1}{u} = \frac{35,5}{1,117} = 31,7 \text{ об/хв.}$$

За вказаного значення швидкість транспортування тяги в ланцюговій передачі складає:

$$v_{\text{д}} = \frac{n_2 \pi d_2}{60} = \frac{31,7 \cdot 3,14 \cdot 0,09645}{60} = 0,16 \text{ м/с.}$$

6.7. Визначення параметрів механізму підйому рами каретки

Виконання технологічної операції формування пакет-піддону в складі трьох шарів паковань супроводжується не лише переміщенням вантажу в горизонтальній площині, а і у вертикальній площині. Для реалізації таких переміщень використовується механізм підйому, який складається з мотор-редуктора, ланцюгової передачі за присутності гальм. Головну частину навантаження складає рама каретки з вантажем $G = 1000$ Н, а швидкість підйому становить $v = 0,225$ м/с.

За вказаних значень статична потужність двигуна досягає:

$$N = \frac{Gv}{102\eta_0} = \frac{1000 \cdot 0,225}{102 \cdot 0,79} = 2,79 \text{ кВт},$$

де ККД мотор-редуктора $\eta_0 = 0,79$.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Стандартні параметри мотор-редуктора МП₃2-63 стосуються номінальної частоти обертання вихідного вала $n = 28$ об/хв.; допустимого крутного моменту на вихідному валу $M = 910$ Нм; маси мотор-редуктора $m = 142$ кг. Його електродвигун 4A112MA6P3 характеризується параметрами: потужності двигуна $N_{\text{дв}} = 3$ кВт і частоти обертання ротора $n_{\text{дв}} = 950$ об/хв.

Гальмівний момент присутній момент в системі для забезпечення безпечної експлуатації, у тому числі за випадків раптового відключення живлення. Його гальмівний момент визначається з врахуванням коефіцієнту запасу гальмування $k = 1,75$ і статичного крутного моменту на гальмівному валу

$$M_c^T = \frac{Gd_3\eta_0}{2u} = \frac{1000 \cdot 0,1535 \cdot 0,79}{2 \cdot 33,93} = 37,9 \text{ Нм};$$

$$M_r = kM_c^T;$$

До складу формули по визначенню M_c^T входять параметри: ділильний діаметр зірочки ланцюгової передачі d_3 ; ККД приводу $\eta_0 = 0,79$ і передаточне число $u = 33,93$.

В роботі прийнято використання ланцюга ПР-19,05-3180 з параметрами: кроку $t_l = 19,05$ мм; руйнівного навантаження $Q_p = 31800$ Н; погонної маса ланцюга $1,9$ кг і ведучу зірочку з числом зубців $z = 25$.

За вказаних умов ділильний діаметр зірочки складає:

$$d_3 = \frac{t_l}{\sin \frac{180}{z}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{25}} = 153,54 \text{ мм};$$

$$M_r = kM_c^T = 1,75 \cdot 37,9 = 66,3 \text{ Нм}.$$

Приймаємо стандартне гальмо ТКТ-100, яке забезпечує максимальний гальмівний момент 200 Нм.

6.8. Вибір пневмоциліндра для упора

Для того, щоб вантаж залишив каретку і перейшов на піддон забезпечується його підгальмовування. Проектом передбачено встановлення упору

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

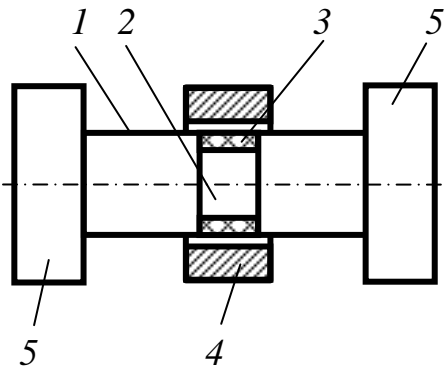


Рис. 6.6. Безштоковий пневмоциліндр:
 1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – магнітний кожух; 4 – втулка, яка зв'язана з поршнем завдяки магнітній взаємодії; 5 – кінцевики циліндру з клапанами

на два паралельно поставлених безштокових циліндра (рис. 6.6). Це дає можливість переміщати упор і використовувати його для формування декількох (в нашому випадку трьох) шарів вантажів на піддоні.

Принцип дії пневмоциліндра: до циліндра 1 через кінцевики 5, с яких вмонтовано клапани, підводиться стиснуте повітря з мережі (з одного чи з другого боку). При подачі повітря в праву камеру циліндра, поршень 2, який має на собі магнітні пластини, переміщується вліво.

Завдяки магнітній взаємодії поршня з втулкою, остання також починає переміщення ліворуч. Втулка в даному випадку виступає в ролі передавача рушійної сили від безпосередньо поршня до зовнішніх систем. В нашому випадку до втулок прикріплюється безпосередньо сама пластина (упор).

Для забезпечення оптимальних параметрів при роботі упора вибираємо пневмоциліндр DGO-40-600-PPV-A з параметрами:

- діаметр поршня d – 40 мм;
- довжина переміщення поршня L – 700 мм;
- рушійна сила $F = 640$ Н.

6.9. Система підготовки повітря

Система підготовки повітря для компресора має у складі:

1. Компресор (стискає атмосферне повітря);
2. Повітряний фільтр (забезпечує грубу очистку від пилу);
3. Ресивер (для зберігання стиснутого повітря);

4. Запірний вентиль;
5. Фільтр для вилучення вологи із пневмосистеми керування;
6. Пристрій для обмеження тисків;
7. Пристрій для вимірів тисків;
8. Пристрій для розпилювання мастила в робочих об'ємах пневмоциліндрів;
9. Розподільвач (рис. 6.7).

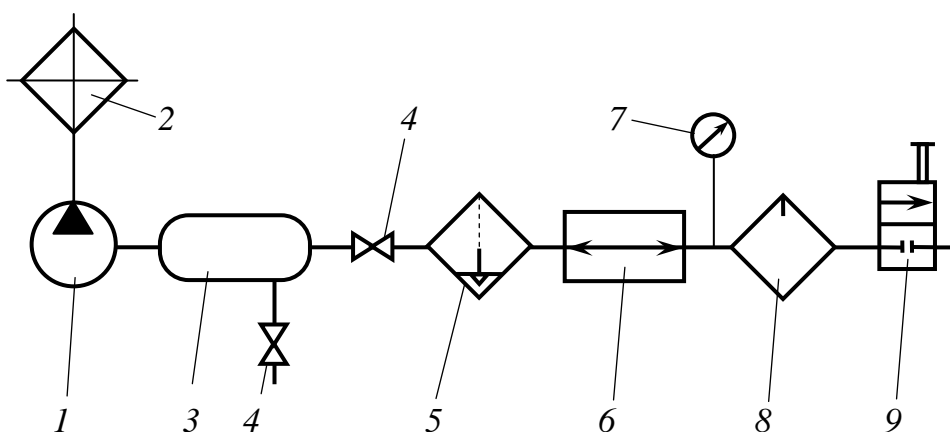


Рис. 6.7. Схема системи підготовки повітря для компресора

Повітрярозбірники і ресивери звичайно встановлюються в лінії нагнітання за компресором. Вони служать для згладжування пульсації потоку повітря, що надходить з компресора, створення запасу стиснутого повітря для використання при виникненні пікових витрат у пневмосистемі, а також для охолодження стиснутого повітря і відділення конденсату води й олії, які містяться в стисненому повітрі, що надходить від компресора. Повітрярозбірники особливо необхідні для поршневих компресорів, у яких вихідний потік має велику пульсацію. На великих компресорних станціях між компресором і повітрярозбірником встановлюються кінцеві охолоджувачі і вологовідділювачі, що дозволяє відокремити в них частину конденсату.

Ресивери стиснутого повітря в пневмомережі застосовуються для гасіння коливань тиску в пневматичній системі, щоб забезпечити однакову величину тиску для всього устаткування, що споживає стиснене повітря.

						ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			53

Якість стиснутого повітря – найважливіша умова підвищення надійності і терміну служби пневматичного устаткування. Надійність експлуатації і термін служби пневматичних систем у великому ступені залежать від якості підготовки стиснутого повітря. Забруднення стиснутого повітря окалиною, іржею і пилом, а також наявність у ньому конденсату можуть викликати ушкодження пневматичної системи, прискорюючи зношення поверхонь і ущільнень, що труться. Це, у свою чергу, впливає на роботу і термін служби пневматичних пристроїв. У результаті вмикань і вимикань компресора виникають коливання тиску, що чинять несприятливий вплив на функціонування системи. Щоб уникнути впливу цих небажаних факторів, у кожній пневматичній системі керування необхідно встановлювати апаратуру підготовки стиснутого повітря.

Робота пристроїв підготовки стиснутого повітря. Фільтри стиснутого повітря видаляють тверді частки і конденсат з подаваного повітря. Частки, крупніше 40 мк (залежить від фільтруючого елемента), затримуються металокерамічним фільтром. Конденсат відокремлюється спеціальним пристроєм у резервуарі фільтра. Конденсат, що збирається в резервуарі фільтра, періодично повинен зливатися, тому що в іншому випадку він буде захоплюватися повітрям і надходити в пневмосистему.

При подачі стиснутого повітря в пневмосистеми з пристроями низького тиску чи пневмодатчиками необхідно встановлювати фільтр попереднього очищення, а потім мікрофільтр. Якщо повітря буде недостатньо збагачене мастилом, то можуть з'явитися порушення функціонування системи.

											ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								54

РОЗДІЛ 7. Охорона праці

7.1. Стан виробничого травматизму на підприємстві

На підприємствах харчової промисловості виникає в робочих зонах ряд шкідливих і небезпечних факторів, які зумовлюють несприятливі умови праці.

У відповідності з ГОСТ 12.0.002-74 ССБТ "Основні поняття. Терміни і визначення" такі фактори розділяються на: небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

Існують наступні фактори, які можуть стати причиною травматизму на виробництві:

- 1) виділення великої кількості пилу;
- 2) підвищений рівень шуму;
- 3) значне тепловиділення;
- 4) виділення діоксиду вуглецю і аміаку.

Шкідливі і небезпечні фактори, що можуть виникнути на підприємстві класифікуються по ГОСТ 12.0.003.74.

ГОСТ 12.0.002.74 також дає визначення, пов'язані з травматизмом на виробництві: нещасний випадок, виробнича травма і професійне захворювання.

Розслідування та облік нещасних випадків, профзахворювань і аварій на підприємствах проводиться власником або уповноваженим ним органом відповідно до Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, затвердженого Кабінетом Міністрів України (ДНАОП 0-00-4.03 - 98).

Рівень травматизму і профзахворювань на підприємствах залежить від рівня організації охорони праці та пожежної безпеки, а також стану трудової

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Охорона праці</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>					55	
<i>Керівник</i>		<i>Деренівська А.В.</i>						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								<i>НУХТ МТ-4-12</i>

дисципліни. Значну роль у питаннях створення здорових і безпечних умов праці відіграє наявність коштів на підприємстві, призначених для охорони праці і професіоналізму працівників.

7.2. Служба охорони праці на заводі

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття та реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення здоров'я та працездатності людини під час праці. Система управління охороною праці є складовою частиною загальної системи керування підприємством.

Управління охороною праці на підприємстві в цілому здійснює його керівник, а в підрозділах – їх керівники або головні фахівці. Координує всю цю діяльність служба охорони праці.

Задачі служби охорони праці та її функції викладені в "Типовому положенні про службу охорони праці", яка затверджена наказом Комітету Держнаглядохоронпраці від 03.09.93 р. № 73.

Служба охорони праці створена на заводі для виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці.

Для здійснення цих цілей служба охорони праці повинна вирішувати такі завдання:

- а) забезпечувати безпеку виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- б) забезпечувати працюючих засобами індивідуального та колективного захисту;
- в) здійснювати професійну підготовку і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, вести пропаганду безпечних методів праці;
- г) забезпечувати оптимальні режими праці і відпочинку працюючих;

										Арк.
										56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП.63.ПЗ

д) вимагати професійного добору виконавців для певних видів робіт.

Працівники служби охорони праці на підприємстві несуть персональну відповідальність за:

а) невідповідність прийнятих ними рішень вимогам діючого законодавства з охорони праці;

б) невиконання своїх функціональних обов'язків, передбачених "Положенням про службу охорони праці" та посадовими інструкціями;

в) недостовірність та несвоєчасність підготовки статистичних звітів з охорони праці;

г) низьку якість проведеного ними розслідування нещасних випадків на виробництві.

7.3. Фінансування заходів з охорони праці

Фінансування заходів по охороні праці здійснюється підприємством за рахунок фонду охорони праці, кошти у який надходять у вигляді відрахувань у розмірі 0,5 % від суми реалізованої продукції (для приватних підприємств), а також за рахунок штрафів.

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

Перерахування коштів підприємств до фонду охорони праці здійснюється у визначені інструкцією строки. У разі затримки перерахувань стягується пеня. Контроль за сумами і строками перерахувань покладено на державні органи Держнаглядохоронпраці, а також органи та об'єднання, що є розпорядниками коштів галузевих і регіональних фондів.

Фінансування заходів з ОП спрямовані на поліпшення умов праці та підвищення рівня безпеки на виробництві здійснюється директором за рахунок прибутку, отриманого від госпрозрахункової діяльності підприємства. Працівники не несуть ніяких витрат на заходи з охорони праці.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Кошти фонду охорони праці витрачаються виключно на заходи щодо створення безпечних і здорових умов праці згідно з кошторисами витрат, які затверджуються і контролюються директором заводу, а також службою Держнагляддохоронпраці і відділом охорони праці районної держадміністрації.

Щороку на підприємстві розробляються та здійснюються комплексні інженерно-технічні заходи щодо досягнення нормативів безпеки, гігієни праці і виробничого середовища та підвищення існуючого рівня охорони праці. Ці заходи є одним із найважливіших розділів колективного договору і підлягають обов'язковому виконанню.

До них належать:

- а) придбання спецодягу, спецвзуття, засобів індивідуального захисту;
- б) придбання функціональних меблів для службових і санітарно-побутових приміщень;
- в) придбання медикаментів та ліків для комплектування аптечок, надання невідкладної медичної допомоги та профілактики захворювань;
- г) проведення попередніх та періодичних медоглядів працівників;

7.4. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації ПФМ

Дана кваліфікаційна робота стосується модернізації пакетоформуальної машини ПФМ-8-04 для ліній фасування безалкогольних напоїв.

Робочий проект цеху розливу безалкогольних напоїв розроблений у відповідності з такими нормативними матеріалами:

- "Норми технологічного проектування заводів по розливу мінеральної води" ГНТП України-94 (Держхарчопром);
- "Санітарні правила для підприємств по обробці і розливу питних мінеральних вод";
- "Санітарні вимоги по експлуатації, транспортуванню, зберіганню, обробці і розливу природних мінеральних, лікувальних, лікувально-столових вод і зберіганню готової продукції";

										Арк.
										58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ					

- "Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв" ДНАОП 1.8.10.1.1.3.-97;
- "Правила устрою електроустановок";
- "Правила влаштування і безпечної експлуатації посудин працюючих під тиском" ДНАОП 0.00-1.07-94.

На рис. 7.1 показано технологічну схему пакетоформувальної машини з її складовими з можливими параметрами шкідливого впливу на обслуговуючий персонал. До числа останніх відноситься шум, механічні травми, вібрації та електричні впливи. Названі параметри мають свої граничні значення, які повинні обмежуватися у відповідності з існуючими правилами безпеки праці і нормуються відповідними стандартами і нормативами.

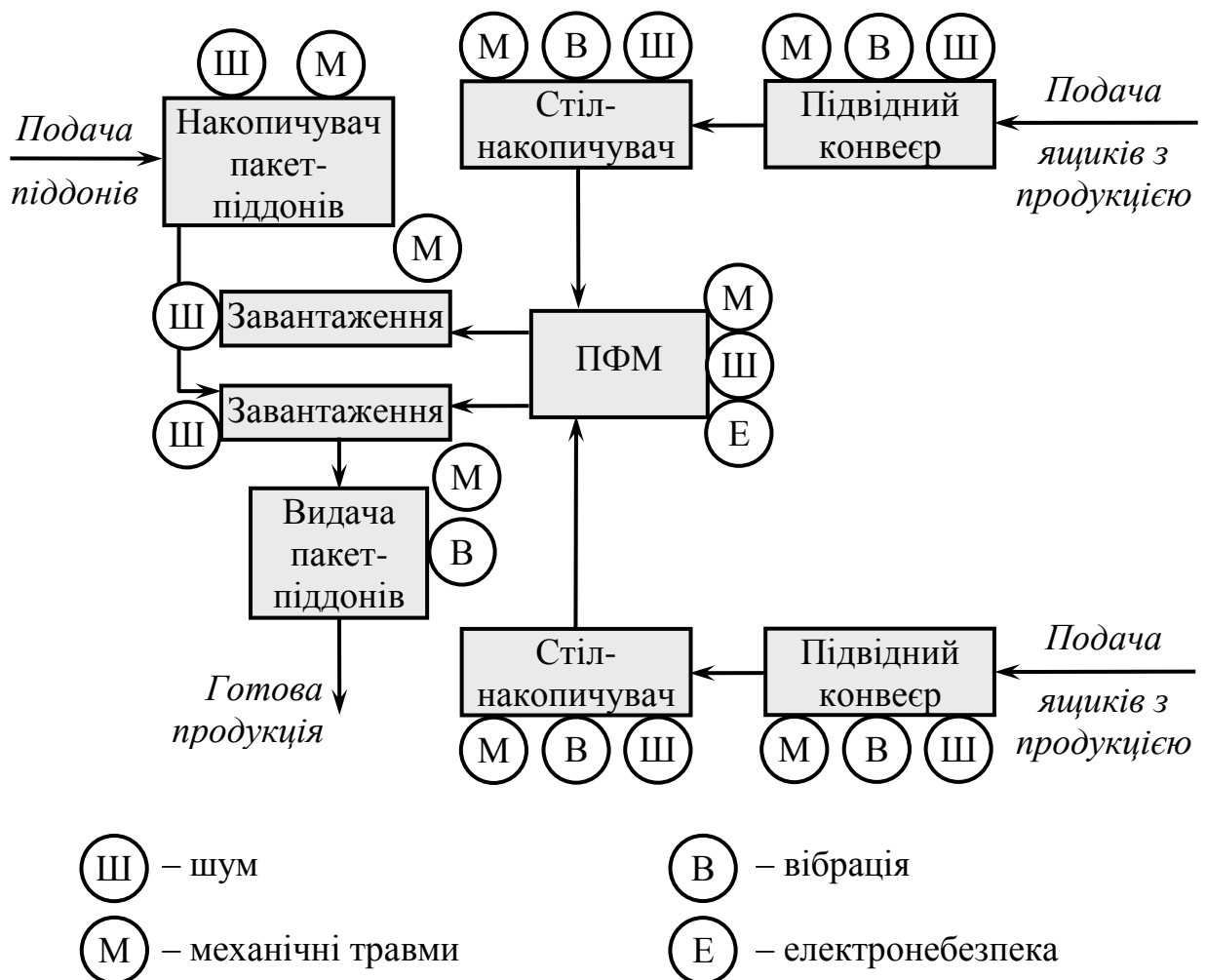


Рис. 7.1. Технологічна схема пакетоформувальної машини

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації пакетоформувальної машини приведений в наступному пункті даного розділу.

Мікроклімат. Основними факторами, що визначають метеорологічні умови виробничого середовища являються: температура і вологість повітря, його рухомість, теплове випромінювання. Цей комплекс фізичних факторів робить відчутний вплив на теплообмін організму з навколишнім середовищем.

Гігієнічне нормування виробничого мікроклімату здійснюється ГОСТ 12.1.005-ССБП “Повітря робочої зони. Загальні санітарно гігієнічні потреби”.

Для визначення оптимальних і допустимих метеорологічних умов необхідно визначити категорію тяжкості робіт при обслуговуванні ПФМ. Оскільки робота працівників ПФМ пов’язана з ходьбою, виконанням операцій стоячи і переміщенням візків з вихідним тобто робіт середньої тяжкості.

Таблиця 7.1. Оптимальні і допустимі метеорологічні умови для робіт категорії II б для оператора-наладника пакетоформувальної машини

Період року	Температура, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
	Оптимальна	Допустима		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
		Верх.	Ниж.				
Холодний	17-19	23	13	40-60	75	0,2	< 0,4
Теплий	20-22	29	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5

Шум. Так-як обладнання в цеху працює безпосередньо з потоками групових вантажів та пакет-піддонів, то вони створюють шум, який при постійній дії може викликати різного роду захворювання. Даний цех відноситься до першого класу (цех, де шум перевищує допустимі рівні на всіх робочих місцях).

Джерелами шуму являються електродвигуни технологічного обладнання, насоси, транспортери цеху розливу. У відділені по розливу рівень шуму відповідає експлуатаційним даним по діючим підприємствам, тобто не перевищує 45 ДБл, тому не вимагається проведення спеціальних заходів.

					ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Допустимі рівні звукового тиску в робочій зоні встановлюються у відповідності з ГОСТ 12. 1003-83. “Шум. Загальні вимоги техніки безпеки”. Найбільш раціональним методом боротьби з шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою приймаються наступні заходи:

- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на безударні;
- звукоізоляція огорожувальних конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;
- змазка деталей, що труться в'язкими рідинами;

Таблиця 7.2. Допустимі рівні шуму

Робочі місця	Рівні звукового тиску дБ, в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях	103	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Вібрація. Збільшення потужностей та швидкостей переміщення у виробництві призводять до небажаних явищ, таких як вібрація. Вібрації не тільки погіршують самопочуття працюючих і знижують продуктивність праці, а й можуть призвести до серйозних патологічних змін організму людини.

Комплексна механізація і автоматизація підприємства є радикальним способом позбавлення людини від шкідливого впливу вібрацій.

Допустимі величини вібрацій встановлюється вимогами ГОСТів на відповідні машини і санітарним нормам. ПФМ повністю відповідає усім вимогам ГОСТу. Вона встановлена на окремій платформі, немає деталей, які працюють на надвисоких швидкостях, деталі, які виконують зворотно-поступальний рух – підпружинені. В місцях виходу стисненого повітря в атмосферу встановлено шум-гасники, які гасять аеродинамічні шуми.

Машина не потребує постійного ручного керування або безпосереднього контакту з людиною. Вона створює загальну технологічну вібрацію,

											Арк.
											61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ						

що передається на фундамент або на підлогу, а через підлогу діє на людину.

Еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску на робочих місцях в активних смугах частот повинні бути в допустимих межах (за ГОСТ 12.1.003 – 86) подано в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3. Еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску

Професія	Рівні звукового тиску дБ, в активних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Рівень звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор – наладник	103	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Норми загальної технологічної вібрації наведені в ГОСТ 12.1.012-90 та в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4. Норми загальнотехнічної вібрації

Середньгеометричні частоти, Гц	Граничні значення нормованого параметра				
	за віброприскоренням, м/с ²		за віброшвидкістю		
	В ½ октави	В 1/1 октави	м/с·10 ⁻²		дБ
			В ½ октави	В 1/1 октави	В 1/1 октави
Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	
1,6	0,09		0,9		
2,0	0,08	0,14	0,64	1,3	108
2,5	0,071		0,46		
3,15	0,063		0,32		
4,0	0,056	0,10	0,23	1,30	99
5,0	0,056		0,18		
6,3	0,056		0,14		
8,0	0,056	0,11	0,12	0,22	93
10,0	0,071		0,12		

Освітлення. Для забезпечення нормальних умов праці, експлуатації та ремонту обладнання в цеху розливу необхідно організувати на робочому місці достатнє освітлення, яке повинно відповідати санітарним нормам СН і П-І-4-79.

										Арк.
										62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ					

Освітлення буває:

- природне – таке, що створюється сонячним світлом (прямим чи відбитим);
- штучне, створене штучними джерелами світла, також передбачено проектом аварійне, евакуаційне та охоронне.

Для роботи у цеху розливу використовується природне освітлення, а також, якщо воно недостатнє, загальне штучне освітлення. Загальне штучне освітлення цеху здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп денного світла за умови забезпечення освітлення згідно СН і П І І-4-79.

Аварійне освітлення призначене для забезпечення роботи при відключенні робочого. Воно має забезпечує освітлення не менше як 5% від робочого, здійснюється за допомогою ламп денного світла або ламп розжарення. Джерела живлення робочого і аварійного освітлення незалежні.

Природне освітлення здійснюється через віконні отвори у зовнішніх стінах будівлі. Вікна виконані із склоблоків.

Система штучного освітлення обладнана люмінесцентними лампами ЛДСР 2×40, що розміщуються у освітлюваних приладах типу АОУ. Так, як роботи, що виконуються в цеху, відносяться до робіт середньої точності з середнім контрастом об'єкта з фоном, то найменша загальна освітленість цеху становить $E = 300$ лк.

У терміни, що встановлюються спеціальним графіком, перевіряють стан освітлення вікон, ліхтарів, перевіряють роботу системи аварійного освітлення. Ліхтарі та скляні вікна періодично мийуть, лампи, що вийшли з ладу – замінюють. Мийку вікон здійснюють у строки, що залежать від інтенсивності забруднення скла.

Для запобігання нещасним випадків мийку вікон, ліхтарів, заміну ламп здійснюють, використовуючи пересувні пристрої.

В табл. 7.5 та 7.6 наведені норми штучного та природного освітлення для оператора-наладника та контролера пакетоформувальної машини.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Таблиця 7.5. Норми природного освітлення

Професія	Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Коефіцієнт природного освітлення (КПО), %	
				при верхньому освітленні	при бічному освітленні
Оператор-наладник	Мала точність	1,0 – 5,0	V	2,7	0,8
Контролер	Загальне спостереження за ходом виробничого процесу		VIII	0,9 – 0,4	0,2 – 0,1

Таблиця 7.6. Норми штучного освітлення (газорозрядні лампи)

Професія	Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк	
				при комбінованому освітленні	при загальному освітленні
Оператор-наладник	Мала точність	1,0 – 5,0	V	200 - 300	150 – 200
Контролер	Загальне спостереження за ходом виробничого процесу		VIII	-	30 - 75

7.5. Санітарно-гігієнічні вимоги до побутових приміщень

Планування будівель та споруд на території підприємств, належна їх вогнестійкість, наявність достатніх санітарних та протипожежних ровів і перепон, забезпечення безпечної евакуації людей, різні допоміжні пристрої регламентуються відповідно до вимог санітарних норм СН 245-71, СНиП 2.01.02.85, СНиП 2.09.02-85 і СНиП II-89-80.

Будівельні норми і правила СНиП II-МЗ-68 передбачають загальні побутові приміщення і пристрої (гардеробні, душові, умивальні, убиральні, курильні, приміщення для відпочинку) і спеціальні побутові приміщення і пристрої.

Побутові приміщення розміщують так, щоб працівники, які ними користуються, не проходили через виробничі приміщення з шкідливими виділеннями, якщо вони в цих приміщеннях не працюють. Приміщення міського харчування і медпункту розташовують в місцях з найменшим впливом

										ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							64

виробничих шкідливостей. При розміщенні побутових приміщень передбачають опалювальні переходи між ними і виробничими приміщеннями.

7.6. Заходи з пожежної безпеки

У виробничих приміщеннях усі двері відчиняються в напрямку до виходу з приміщення. Розроблена схема евакуації, в усіх будівлях знаходяться пожежні щити і необхідна кількість вогнегасників типу ВВ-5 (вуглекислотний).

Протипожежне водопостачання – це комплекс технічних пристроїв для подачі води до місця пожежі у будь-який час і будь-якій кількості, необхідній, для пожежегасіння всередині і зовні будівлі. Основні вимоги до влаштування протипожежного водопостачання визначенні СнП 11-37-7.

Для забору води із протипожежної водопровідної мережі встановлюють пожежні гідранти, відстань між якими не перевищує 150 метрів, а від стін будівель – не менше 5 метрів.

Розрахункові витрати води на підприємствах складаються із загальної її витрати на зовнішніх і внутрішніх пожежегасіння.

Розрахунковий запас води при 3-годинному пожежегасіння визначається із формули:

$$Q = 3 \cdot 360(n + N)/1000 = 11 \cdot (n + N) = 11 \cdot (5 + 10) = 165 \text{ л/с,}$$

де $n = 5$ л/с – потреба води на внутрішнє пожежегасіння; $N = 10$ л/с – зовнішнє пожежегасіння.

По пожежній небезпеці цех розливу відноситься до категорії "Д" (оброблення негорючих речовин та матеріалів у холодному стані).

В цеху передбачено аварійний вихід, обладнаний природнім та аварійним освітленням.

Для безпечної з точки зору пожежної небезпеки експлуатації обладнання висуваються наступні вимоги:

- дотримання режиму роботи обладнання;
- дотримання терміну своєчасного змащення відповідними мастилами;

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ				

- встановлення на обладнанні граничних норм завантаження;
- дотримання своєчасного проведення оглядів профілактичного випробування.

7.7. Заходи з електробезпеки

Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму слід застосовувати засоби та способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами техніки безпеки електроустановки споживачів».

Розглядаючи приміщення цеху, можна визначити, що зона, де встановлене обладнання, належить згідно з класифікації ПУЕ до зон підвищеної небезпеки (фактор небезпеки – можливість одночасного доторкання до заземлених конструкцій і до конструкцій, що працюють під напругою, в разі пошкодження ізоляції, або непрофесійних дій працівника).

Засоби електрозахисту:

- 1) заземлення всіх металевих неструмоведучих конструкцій електричного обладнання;
- 2) застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;
- 3) усі машини цеху, що живляться змінною напругою 220/380 В обладнуються заземленням і аварійним відімкненням;
- 4) електричне освітлення здійснюється струмом напругою 127/220 В за обов'язкового встановлення світильників загального освітлення на висоті не нижче 4 м;
- 5) всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);
- 6) приміщення цеху обладнується знаками безпеки;
- 7) ремонт та профілактика машини здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк. 66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок заземлення

Заземленню підлягає пакетоформувальна машина. Струм в електромережі 380 В, частота 50 Гц. Приведена потужність двигуна 2,4 кВт.

Ґрунт – пісок. Виміри проводились при сухому ґрунті $\epsilon_{\text{вим.}}=700 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Заземлюючий пристрій у вигляді прямокутника розміром $4 \times 8 \text{ м}$. В якості вертикальних стержнів використовуємо кутову сталь з шириною полки 25 мм, довжиною 2 м, в якості з'єднувальної смужки – сталь перерізом 303 мм.

1. Визначаємо розрахунковий струм замикання на землю. В мережі напругою до 1000 В струм однофазного замикання на землю не перевищує 10 А, так як при самому найгіршому стані ізоляції і значній ємності опір фази відносно землі не буває менше 100 Ом ($Z > 100 \text{ Ом}$). Звідси

$$I_3 = \frac{3U}{Z} = \frac{3 \cdot 220}{100} = 6,64 \text{ А.}$$

Опір заземлюючого пристрою повинен задовольнити 2 умови:

$$10 \text{ Ом} \geq R_r \leq \frac{125}{I_3} \text{ і } R_3 \leq 4 \text{ Ом},$$

По першій умові $R_3 = \frac{125}{6,6} = 18,9 \text{ Ом}$, приймаємо $R_3 = 4 \text{ Ом}$ – якнайменший.

2. Розрахунковий питомий опір ґрунту із врахуванням кліматичного коефіцієнта

$$\rho = 1,4\rho_0 = 700 \cdot 1,4 = 980 \text{ Ом}\cdot\text{м.}$$

3. Опір дійсних заземлювачів $R_0 = 5,2 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

4. Опір штучних заземлювачів повинен бути

$$R_{\text{шт}} = \frac{R_0 R_3}{R_0 - R_3} = \frac{5,2 \cdot 4}{5,2 - 4} = 17,3 \text{ Ом.}$$

5. Опір одиночного вертикального заземлювача з врахуванням розрахункового питомого опору ґрунту. Еквівалентний діаметр стержня

$$d = 0,95 \cdot 0,04 = 0,038 \text{ м;}$$

$$R_{\text{стод}} = \frac{\rho}{2\pi} \left(\ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4H+1}{5H+1} \right) = \frac{980}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,038} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 1,6+2}{5 \cdot 1,4-2} \right) = 79,2 \text{ Ом,}$$

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ				

де $H \geq 0,5$ м – глибина залягання.

6. Довжина з'єднувальної смужки дорівнює периметру прямокутника 8×4 м;

$$l = (8 + 4) \cdot 2 = 24 \text{ м.}$$

Вертикальні стержні розміщені через кожні 4 м (всього 6 шт.)

7. Опір з'єднувальної смужки

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{6H} = \frac{980}{2 \cdot 3,14 \cdot 24} \ln \frac{2 \cdot 24^2}{0,03 \cdot 0,6} = 84,2 \text{ Ом.}$$

З врахуванням коефіцієнта використання смужки $\eta_n = 0,45$.

$$R_n = \frac{84,2}{0,45} = 187,1 \text{ Ом.}$$

8. Необхідний опір вертикальних стержнів

$$R_{ct} = \frac{R_n R_{шт}}{R_n - R_{ct}} = \frac{187,1 \cdot 17,3}{187,1 - 17,3} = 19,06 \text{ Ом.}$$

9. Використовуючи коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів, остаточно визначаємо їх число

$$n = \frac{R_{cg/jl}}{\eta_{ct} R_{ct}} = \frac{79,2}{0,73 \cdot 19,06} = 5,69 \approx 6 \text{ шт,}$$

де $\eta_{ct} = 0,73$ (штук) – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів.

Остаточно приймаємо контур в плані 4×8 м із загальною кількістю стержнів 6 шт., розміщених через кожні 4 м. Тоді коефіцієнт доторкання $\alpha = 0,151$, коефіцієнт кроку $\beta = 0,15$. Дані коефіцієнти являються найбільш оптимальними, отже, розрахунок виконано вірно.

7.8. Техніка безпеки при роботі з ПФМ

1. Обслуговуючий персонал повинен докладно ознайомитись з машиною і керівництвом по експлуатації.

2. Під час монтажу машини дотримуватися вимог керівництвом по експлуатації.

2 Електричне живлення здійснюється згідно доданої до документації

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

схеми правоздатним електротехніком.

3. Очистку машини і виправлення можливих відмов проводити при вимкненому електроживленні, повісивши необхідну вивіску.

4. Налаштування і випробовування проводиться спеціалістами.

5. Машину необхідно заземлити і занулити згідно інструкції по охороні праці.

6. Пуск здійснюється після ретельної перевірки монтажу і приводу.

7. Монтаж, демонтаж і ремонт проводиться кваліфікованими слюсарями-монтерами після дозволу головного механіка.

7.9. Висновки по розділу

Для гарантування безпечних і комфортних умов праці необхідно дотримуватися всіх норм, встановлених Законодавством України, санітарних норм і правил (СНіП) та Державних Стандартів стосовно охорони праці. Викладені вище пропозиції щодо облаштування цеху розливу максимально наближують умови праці до ідеальних і сприяють збереженню здоров'я та працездатності робітника, що тягне за собою підвищення ефективності праці, а отже і підвищення ефективності роботи підприємства в цілому. Також слід зазначити, що в даному випадку, в умовах роботи потужного механічного обладнання, загальний стан обслуговуючого персоналу відіграє провідну роль як при нормальній роботі лінії розливу, так і в позаштатних ситуаціях.

При реконструкції лінії слід врахувати зазначені вище рекомендації і якомога ретельніше провести їх виконання. Завдяки цьому можна вивести підприємство на сучасний рівень розвитку і відмовитись від застарілих і малоефективних методів виробництва.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

РОЗДІЛ 8. Монтаж, експлуатація та обслуговування ПФМ

8.1. Підготовка до монтажу

Під час транспортування машина розділяється на три частини: корпус, відвідний стіл та електрощит.

Машина укладається і укріплюється на платформі згідно зі схемою упаковки. Завантаження та розвантаження здійснюється автокраном. При підготовці до монтажу пакетоформувальної машини необхідно щоб:

- розміри площадок і висота приміщень відповідали вимогам монтажно-габаритного малюнку;
- площадка мала підвід до електромережі напругою 380 В;
- була підведена цехова магістраль стиснутого повітря з умовним проходом підвідної руби не менше 25 мм і надлишковим тиском 0,6-0,5 МПа;
- була підведена гаряча вода для миття машини;
- було покриття підлоги, яке забезпечує змивання забруднень;
- було встановлено стік, який забезпечує відведення забрудненої води в систему дренажу.

8.2. Монтаж

1. Машина встановлюється на певному місці в залежності від комплектування лінії. Гаки, встановлені на корпусі, використовуються для захвату тросами під час монтажу.

2. Деталі, законсервовані на заводі, очищуються м'якою ганчіркою або вимиванням нафтою.

3. За допомогою машинного нівеліру нівелюється машина, висота регулюється за допомогою гвинтових п'ят.

4. Приєднується транспортер для палет і ящиків до машини.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>			<i>Монтаж, експлуатація та ремонт ПФМ</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Деренівська А.В.</i>					70	
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

5. Машина підключається до повітропроводу.
6. Маслянками змащуються всі точки змазки і ланцюги зірочок.
7. Перевіряється наявність масла в редукторах.
8. Підключається електроцит до машини і електросітки.
9. Перевіряються усі різьбові з'єднання.
10. Встановлюються захисні решітки.

8.3. Запуск у дію і регулювання

Під час першого запуску необхідно зробити наступне.

1. Перевірити наявність та справність усіх кінцевих вимикачів.
2. Перевірити наявність та справність усіх фотодатчиків.
3. Центрування горизонтального ходу захоплювальної головки без та з ящиками.
4. Центрування парпетів і обмежувачів відвідного столу для ящиків.
5. Центрування транспортерів для палет, фотодатчика і обмежувачів так, щоб палета залишалась під захоплювальною головкою.
6. Центрування обмежувачів відвідного стола.
7. Центрування фотодатчика, слідкуючого за верхнім шаром палети так, щоб захоплювальна головка проходила на відстані близько 200 мм над шаром.
8. Центрування фотодатчика, слідкуючого за наявністю ящиків на відвідному столі, так щоб під час звільнення рядів на допускалось заклинювання ящиків.
9. Подавання палети з ящиками до машини (ручними командами здійснюються основні рухи). Остаточне центрування – якщо необхідно.
10. Вмикання машини в автоматичну роботу.

8.4. Вимоги до експлуатації ПФМ

1. Обслуговуючий персонал повинен докладно ознайомитись з машиною і керівництвом по експлуатації.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

2. Під час монтажу машини дотримуватися вимог керівництвом по експлуатації.

2 Електричне живлення здійснюється згідно доданої до документації схеми правоздатним електротехніком.

3. Очистку машини і виправлення можливих відмов проводити при вимкненому електроживленні, повісивши необхідну вивіску.

4. Налаштування і випробовування проводиться спеціалістами.

5. Машину необхідно заземлити і занулити згідно інструкції по охороні праці.

6. Пуск здійснюється після ретельної перевірки монтажу і приводу.

7. Монтаж, демонтаж і ремонт проводиться кваліфікованими слюсарями-монтерами після дозволу головного механіка.

8. Забороняється укладати ящики під час руху захоплювальної головки.

9 Забороняється під час руху машини випрямляти та направляти ящики на палеті або завантаженому столі.

8.5. Послідовність проведення роботи

Машина обслуговується одним робочим з необхідною кваліфікацією. Спеціального режиму роботи машина не потребує. Обслуговуючий персонал повинен ознайомитися з технічною документацією. Перед початком роботи проводиться попередній огляд машини. Перевіряється наявність масла в маслянці для повітря в'язкістю 10-23 за температури 320 К.

Подається стиснуте повітря. Включається транспортер для палет. Машина переключається в автоматичний режим.

Під час роботи потрібен контроль за нестандартними та поламаними ящиками.

В кінці робочої зміни виключається автоматичний режим.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

затвердженими нормами заводу виробника. Машину упаковувати самостійно (окремо). Не дозволяється кантувати упаковку.

Транспортувати будь-яким видом транспорту, вантажопідйомністю більш ніж 5000 кг.

8.9. Ремонт ПФМ

Під час експлуатації проводяться наступні види ремонту:

- планово-профілактичний огляд;
- поточний ремонт;
- основний ремонт;

1. Планово-профілактичний ремонт проводиться згідно річному плану-графіку кожні 720 годин роботи.

Необхідно провести наступне:

- всі операції, вказані в щотижневій підтримці машини.
- перевірити усі кріпильні елементи, привод усіх груп, вкраплення усіх мотор-редукторів, вісі, реле, ведучих валів та усіх кришок.
- перевірити і натягнути усі запобіжні елементи зірочок, шківів, ланцюгів.
- натягнути гвинти.
- натягнути ланцюги проводу головки і транспортера для ящиків.
- перевірити стан усіх кінцевих вимикачів фотореле, індуктивних датчиків. Пошкодження замінити.
- перевірити стан ізоляції електрообладнання і справність заземлення і занулення.

2. Поточний ремонт проводиться кожні 4000 годин роботи, а також при необхідності заміни зношених частин при виникненні дефектів тощо.

- розібрати і перевірити стан гальм електродвигунів, запобіжних муфт (за необхідності замінити кільця тертя).
- провести огляд усіх ланцюгів і за необхідності замінити зв'язувальні ланки.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

- оглянути всі зірочки, зношені замінити.

- провести огляд прорезинених роликів і при зношуванні резини замінити її на нову.

3. Основний ремонт проводиться в сезони найменшого навантаження підприємства. Згідно відомості дефектів попередньо зробити підготовку до ремонту.

- розібрати всі вузли і групи машини, вимити і висушити.

- перевірити усі зазори підшипників і зіпсовані замінити.

- перевірити биття роликів роlikової дороги для рядів. При битті більш ніж 0,5 мм ролики замінити.

- замінити усі зношені деталі згідно відомості дефектів.

- після завершення основного ремонту машина готується і запускається в експлуатацію згідно керівництву по експлуатації.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

РОЗДІЛ 9. Технологічний маршрут виготовлення деталі "Кришка"

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна	Вилити заготовку у кокіль
20	Токарна (УЗЗ)	Верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов. Ø 120 мм	Різець прохідний упорний $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 0$
20.2	Точити пов. $L = 12$ мм	Різець прохідний упорний $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 0$ штангенциркуль ШЦІ
20.3	Розточити пов. Ø 40 мм начорно $L = 12$ мм	Різець розточний $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, штангенциркуль ШЦІ
20.4	Розточити пов. Ø 40 мм начисто $L = 12$ мм	Різець розточний $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, штангенциркуль ШЦІ
20.5	Розточити пов. Ø 23 мм на $L = 9$ мм	Різець розточний $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, штангенциркуль ШЦІ
20.6	Розточити пов. Ø 35 мм на $L = 1,5$ мм	Різець розточний $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, штангенциркуль ШЦІ
20.7	Розточити канавку $L = 1,5$ мм	Різець карнавочний $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$, штангенциркуль ШЦІ
20.8	Розточити канавку	Фасонний різець, Т15К6 штангенциркуль ШЦІ
20.9	Зняти фаску $1 \times 45^\circ$	Різець прохідний відігнутий правий $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$
20.10	Розточити пов. Ø 32 мм на $L = 5$ мм	Різець розточний $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, штангенциркуль ШЦІ
30	Токарна (УЗЗ)	Верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.	Різець прохідний відігнутий правий $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$
40	Фрезерна(УЗЗ)	Вертикальний фрезерний верстат 6Н13П
4.1	Фрезерувати поверхню витримавши розмір $R = 7$	Торцева фреза Р18, $D = 30$ мм, $z = 8$, штангенциркуль ШЦІ

					ДП.63.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Ляшков К.Д.				Конструкція і принцип роботи	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Деренідська А.В.						76	
Т. контр.						НУХТ МТ-4-12		
Н. контр.								
Затверд.								

50	Свердлильна (УЗЗ)	Свердлильний верстат 2Н125
50.1	Свердлити 4 отвори Ø 4 мм, l = 10 мм.	Свердло Ø 4, Р6М5
60	Свердлильна (УЗЗ)	Свердлильний верстат 2Н125, кондуктор
60.1	Свердлити 3 отвори Ø 6 мм	Свердло Ø 6, Р6М5

Розрахунок припусків

Припуск на тонке точіння:

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot \left(R_{z3} + D_3 + \sqrt{T_{\text{пр}2}^2 + \varepsilon_{y3}^2} \right)$$

де R_{z2} , D_2 , $T_{\text{пр}2}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чистовому точінні; ε_{y3} – похибка установлення деталі під час тонкого точіння. $R_{z2} = 25$ мкм, $D_2 = 25$ мкм (табл. 11). $T_{\text{пр}2} = 100$ мкм, $\varepsilon_{y3} = 100$ мкм – при установці деталі в патрон.

Тоді
$$2Z_{3\min} = 2 \left(25 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2} \right) = 383 \text{ мкм.}$$

Максимальний припуск при обробленні:

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

де $T_2 = 100$ мкм – допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення; $T_3 = 25$ мкм – допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

Тоді
$$2Z_{3\max} = 383 + 100 + 25 = 458 \text{ мкм.}$$

Номинальний припуск на оброблення поверхні:

$$2Z_{3\text{ном}} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{458 + 383}{2} = 420,5 \text{ мкм.}$$

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot \left(R_{z1} + D_1 + \sqrt{T_{\text{пр}1}^2 + \varepsilon_{y2}^2} \right)$$

									ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						77

Перехід 20.1 Торцювати поверхню $\varnothing 60$ мм

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17 $S = 0,6 \dots 1,2$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 1$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{328}{80^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,35}} = 123,06 \text{ м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 123}{3,14 \cdot 60} = 276 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 250$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 250}{1000} = 111,47 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 2 + 2 = 16 \text{ мм,}$$

де $l_{\text{ДЕТ}}$ – довжина деталі; l_1 – підвід інструменту, $l_1 = 2$ мм; l_2 – врізання інструменту; l_3 – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B S} = \frac{16}{250 \cdot 1} = 0,064 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв.,}$$

де $t_1 = 0,1$ хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26); $t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Перехід 20.2 Точити поверхню $\varnothing 60 \times l = 12$ мм.

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17 $S = 0,6 \dots 0,9$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,7$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. № 20:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{262}{70^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} = 114,4 \text{ м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 114,4}{3,14 \cdot 60} = 810 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 800$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 113 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 2 + 2 = 16 \text{ мм,}$$

де $l_{\text{ДЕТ}}$ – довжина деталі; l_1 – підвід інструменту, $l_1 = 2$ мм; l_2 – врізання інструменту; l_3 – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{16}{800 \cdot 0,7} = 0,029 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв.,}$$

де $t_1 = 0,1$ хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);

									Арк.
									80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ				

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

Перехід 20.3 Розточити отвір начорно $\varnothing 40 \times l = 12$ мм.

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. № 17 $S = 0,6 \dots 0,9$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,7$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. № 20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{262}{70^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} = 114,4 \text{ м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 114,4}{3,14 \cdot 40} = 934 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 800$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 800}{1000} = 100,5 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 2 + 2 = 16 \text{ мм,}$$

де $l_{\text{ДЕТ}}$ – довжина деталі; l_1 – підвід інструменту, $l_1 = 2$ мм; l_2 – врізання інструменту; l_3 – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B S} = \frac{16}{800 \cdot 0,7} = 0,029 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв.}$$

де $t_1 = 0,1$ хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з ви-

									ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						81

сотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);
 $t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

Перехід 20.4 Розточити отвір $\varnothing 40 \times l = 12$ мм.

Приймаємо глибину різання 0.5 мм.

Подача табл. № 18 $S = 0,14 \dots 0,17$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,15$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. № 20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{262}{70^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,15^{0,35}} = 421 \text{ м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 421}{3,14 \cdot 40} = 2930 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1600}{1000} = 200,9 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 2 + 2 = 16 \text{ мм,}$$

де $l_{ДЕТ}$ – довжина деталі; l_1 – підвід інструменту, $l_1 = 2$ мм; l_2 – врізання інструменту; l_3 – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B S} = \frac{16}{1600 \cdot 0,15} = 0,067 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 = 0,15 + 0,12 = 0,27 \text{ хв.,}$$

де $t_1 = 0,1$ хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для

										Арк.
										82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.63.ПЗ					

поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26);
 $t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі

Перехід 20.9 Зняти фаску $1 \times 45^\circ$.

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. № 17 $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{241}{70^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 116,9 \text{ м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 116,9}{3,14 \cdot 40} = 931,4 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_B = 800$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 800}{1000} = 100,5 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 1 + 2 + 1 = 4 \text{ мм,}$$

де $l_{\text{ДЕТ}}$ – довжина деталі; l_1 – підвід інструменту, $l_1 = 2$ мм; l_2 – врізання інструменту; l_3 – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B S} = \frac{4}{800 \cdot 0,5} = 0,01 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,025 + 0,12 = 0,145 \text{ хв.}$$

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Перехід 30.1 Торцювати поверхню $\varnothing 84\text{мм}$

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. № 17 $S = 0,6 \dots 1,2$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 1$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. № 20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{328}{80^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,35}} = 123,06 \text{ м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 123}{3,14 \cdot 84} = 474 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 400$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi d n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 84 \cdot 400}{1000} = 103,6 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 30 + 2 + 2 = 34 \text{ мм,}$$

де $l_{\text{ДЕТ}}$ – довжина деталі; l_1 – підвід інструменту, $l_1 = 2$ мм; l_2 – врізання інструменту; l_3 – перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B S} = \frac{34}{400 \cdot 1} = 0,085 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,32 + 0,12 = 0,44 \text{ хв.,}$$

де $t_1 = 0,1$ хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26); $t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Перехід 50.1. Свердлити отвір Ø 4.

Глибина різання під час свердління становить половину діаметра свердла, тобто:

$$t = d_{\text{св}}/2 = 4/2 = 2 \text{ мм.}$$

Рекомендовані подачі $0,26 \div 0,32$ мм/об. (табл. 2).

Прийmemo $S = 0,3$ мм/об.

Для визначення швидкості різання беремо формулу (табл. 45):

$$V = 8d_{\text{св}}^{0,4}/T^{0,2}S^{0,7},$$

де $T = 30$ хв – стійкість свердла.

Тоді:

$$V = 8 \cdot 4^{0,4}/30^{0,2} \cdot 0,3^{0,7} = 16,4 \text{ м/хв.}$$

Потрібна кількість обертів для свердління:

$$n = 1000V/\pi \cdot d_{\text{св}} = 1000 \cdot 16,4/3,14 \cdot 4 = 1305,7 \text{ об/хв.}$$

Прийmemo $n_{\text{в}} = 1000$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість

$$V_{\text{д}} = \pi d_{\text{св}} n_{\text{в}}/1000 = 3,14 \cdot 4 \cdot 1000/1000 = 12,6 \text{ м/хв.}$$

Основний час:

$$t_0 = L/nS = 16/1000 \cdot 0,3 = 0,053 \text{ хв.,}$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 16$ мм; $l = 6$ мм – глибина свердління; $l_1 = 2$ мм – величина на підведення свердла з ручною подачею; $l_2 + l_3 = 8$ мм – додаток на врізання і перебіг свердла.

Допоміжний час на виконання переходу $t_{\text{доп}} = 0,08$ хв.

Перехід 50.2. Свердлити отвір Ø 6.

Глибина різання під час свердління становить половину діаметра свердла, тобто:

$$t = d_{\text{св}}/2 = 6/2 = 3 \text{ мм.}$$

Рекомендовані подачі $0,26 \div 0,32$ мм/об. (табл. 2).

Прийmemo $S = 0,3$ мм/об.

Для визначення швидкості різання беремо формулу (табл. 45):

										ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							85

$$T_d = t_y + t_d; \quad t_y = t_{y1} + t_{y2},$$

де $t_{y1} = 0,41$ хв. (табл. 37) час на установлення деталі масою до 3 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа; $t_{y2} = 0,10$ хв. (табл. 37) час на очищення місця установки деталі від стружки.

$$t_y = 0,41 + 0,10 = 0,51 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1250 мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d = 0,09$ хв. (табл. 38). Тоді

$$T_d = 0,51 + 0,09 = 0,6 \text{ хв.}$$

Оперативний час: $T_{оп} = T_o + T_d;$

$$T_{оп} = 2,5 + 0,6 = 3,1 \text{ хв.}$$

Штучний час: $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер},$

де $T_{об} = 0,045T_{оп}$ і $T_{пер} = 0,06T_{оп}$ – відповідно, допоміжний час на обслуговування робочого місця і на відпочинок та природні потреби, що беруться у відсотках оперативного часу (табл. 36)

$$T_{шт} = 3,1 + 0,045 \cdot 3,1 + 0,06 \cdot 3,1 = 3,43 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n},$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-завершальний час, що згідно з табл. 36 визначається як сума часу налагодження верстата (при кріпленні в лещатах з двома болтами кріплення – 14,7 хв.) та на одержання наряду, інструментів, пристроїв – 7 хв.

$$T_{пз} = 14,7 + 7 = 21,7 \text{ хв.}$$

Тоді

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

$$T_k = 3,43 + \frac{21,7}{200} = 3,54 \text{ хв.}$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

$$N = \frac{60}{T_k}$$

За формулою визначаємо

$$N = \frac{60}{3,54} = 17.$$

Опис пристрою

Кондуктор для виконання технологічної операції складається із корпусу, жорсткої оправки запресованої в корпус, швидко знімної шайби й гайки та кондукторної втулки.

Деталь надівається на жорстку оправку з посадкою H7/h6. З'єднання по даній посадці виключає перекося деталі в пристрої. Торець деталі, який вибрано за вимірювальну базу упирається в корпус. Таким чином вимірювальна база співпадає з технологічною.

З іншого боку деталь притискається гайкою. Між гайкою і деталлю встановлюється швидкозйомна шайба. Діаметр гайки менший за діаметр за діаметр оправки, таким чином забезпечується швидке зняття й установлення деталі. На кришці зроблено отвір, в який вставлена кондукторна втулка, що у свою чергу притискається гвинтом. Кондукторна втулка служить направляючою для свердла.



Розрахуємо похибку базування при установці деталі на жорстку оправку (палець). Допустима похибка базування $\epsilon_6 = 0,2$ мм. Вимірювальною базою для зовнішньої поверхні є вісь деталі, а технологічною – оправки (пальця).

					ДП.63.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Деталь встановлюється на оправку (палець) по посадці з зазором Н7/d8 і закріплюється по торцю. Якщо в спряженні зазор максимальний $S_{\max} = 2e$, де e – ексцентриситет, то похибка базування буде:

$$\varepsilon_{\text{бД1}} = \varepsilon_{\text{бД2}} = S_{\max} = S_{\min} + T_{\text{H}} + T_{\text{h}},$$

де $S_{\min} = 0,065$ мм – мінімальний зазор з'єднання; $T_{\text{H}} = 0,021$ мм – допуск на діаметр отвору; $T_{\text{h}} = 0,033$ мм – допуск на діаметр оправки.

Тоді $\varepsilon_{\text{бД1}} = \varepsilon_{\text{бД2}} = 0,065 + 0,021 + 0,033 = 0,119$ мм;

Отримаємо $\varepsilon_{\text{бД1}} = \varepsilon_{\text{бД2}} = 0,119$ мм $< \varepsilon_{\text{б}} = 0,2$ мм.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		90

Висновки

В процесі виконання кваліфікаційної роботи модернізовано пакувальну лінію з розробкою системи перевантажувальних модулів продуктивністю 8 трансп.пак./год., що дало можливість збільшити її продуктивність до 10 трансп.пак./год.

В результаті розробки знайдено оригінальні конструкції, які стосуються вузлів підведення піддонів і відведення сформованих пакет-піддонів.

Визначено основні геометричні, кінематичні, силові параметри та значення енерговитрат на приведення в дію окремих робочих органів і лінії в цілому.

Підвищена за проектом продуктивність пакетоформувальної машини і лінії в цілому дозволяє прогнозувати можливі перспективи її використання в промисловості.

Запропонована система характеризується рівнем уніфікації, за яким вона може бути використана для упаковок різних геометрії масових показників.

Основним соціальним результатом буде задоволення потреб України в ПФМ такого класу.

Таким чином, запропонована в роботі модернізація лінії є економічно доцільною і рекомендується для використання.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшков К.Д.</i>			<i>Висновки</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Деренівська А.В.</i>					91	
<i>Т. контр.</i>						<i>НУХТ МТ-4-12</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

Список використаних літературних джерел

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1978. Т.2. 560 с.
2. Артоболевский И.И. Теория машин и механизмов. М.: Наука, 1975. 640 с.
3. Киркач А.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин. Х.: Вища школа, 1988. 142 с.
4. Артоболевский С.И. Технологические машины-автоматы. М.: Машиностроение, 1964. 180 с.
5. Бежаков Б.Н. Пневматические системы автоматизации технологических процессов. М.: Машиностроение, 1963. 273 с.
6. Бурляй Ю.В., Сухой Л.А. Оборудование для укладки и упаковки штучных изделий. М.: Машиностроение, 1975. 280 с.
7. Герц Е.В. Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления. М.: Машиностроение, 1989. 319 с.
8. Герц Е.В. Пневматические приводы. Теория и расчет. М.: Машиностроение, 1969. 359 с.
9. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие. М.: Машиностроение, 1975. 272 с.
10. Іванченко Ф. К. Підйомо-транспортні машини: підручник. К.: Вища школа, 1993. 413 с.
11. Кудрявцев В.Н. Детали машин. Л.: Машиностроение, 1981. 462 с.
12. Ковтун В.В. Опір матеріалів. Розрахункові роботи. Львів: Афіша, 2002. 280 с.
13. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. М.: Машиностроение, 1983. 375 с.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Ляшков К.Д.</i>				<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Деренівська А.В.</i>					92	
<i>Т. контр.</i>					<i>Список використаних літературних джерел</i>		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>НУХТ МТ-4-12</i>		

Б.А. Князевского. М.: Энергоатомиздат, 1983. 336 с.

26. Сегеда Д.Г., Дашевский В.М. Охрана труда в пищевой промышленности. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 344 с.
27. Кукібний О.А. Курсове проектування транспортуючих машин. К.: Вища школа, 1973. 288 с.
28. Князев Г.И. Особенности анализа работы предприятий пищевой промышленности. М.: Профиниздат, 1993. 340 с.

					<i>ДП.63.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		94