

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Сергій Блаженко
(підпис) (прізвище та ініціали)
(прізвище та ініціали)

_____ Олександр Гавва
(підпис)

«__» _____ 2022 р.

«__» _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних
виробництв

на тему: **Модернізація функціонального модуля формування комірок**
блістерної упаковки машини пакування таблеток продуктивністю 6000 уп/год

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОФ-4-10ск

Галабурда Валентин Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник: Доломакін Юрій Юрійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти доц. Бойко Ю.І.
(прізвище та ініціали) (підпис)

(прізвище та ініціали) (підпис)

(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навч.-науковий інженерно-технічний інст. ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв
Освітній ступінь бакалавр Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. Гавва О.М.

“ ___ ”

2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Галабурда Валентин Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи **Модернізація функціонального модуля формування комірок блістерної упаковки машини пакування таблеток продуктивністю 6000 уп/год**

керівник роботи Доломакін Юрій Юрійович, к.т.н, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закл. вищої осв. від “ 31 ” березня 2022 року № 167-кв

1. Строк подання здобувачем роботи 01 червня 2022 р.

2. Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання; кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література

3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, заходи щодо охорони праці, загальні висновки, список використаної літератури, специфікація

5. Перелік графічного матеріалу

Вузол формовки комірок в ПВХ плівці, механізм розмотування плівки, блістерна машина (загальний вигляд)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання 1 квітня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>01.04.22</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>03.04.22</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>06.04.22</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>07.04.22</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і продукту</i>	<i>12.04.22</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>17.04.22</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>17.04.22</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>25.04.22</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунок технології виготовлення окремих деталей</i>	<i>01.05.22</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>23.05.22</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>23.05.22</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	<i>25.05.22</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Охорона довкілля</i>	<i>01.06.22</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновки</i>	<i>01.06.22</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>01.06.22</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Графічна частина: 4 аркуші</i>	<i>03.06.22</i>	<i>Виконано</i>
17	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>05.06.22</i>	<i>Виконано</i>

Здобувач

(підпис)

Галабурда В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Доломакін Ю.Ю.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект являє собою пропозицію з модернізації автомата для пакування таблеток у блістера ВМР-100 направлену на підвищення якості упаковки, збільшення продуктивності та зниження собівартості продукції.

З цією метою проведено огляд технологічних та конструктивних рішень процесу пакування таблеток у блістера, складено техніко-економічне обґрунтування, викладено науково-дослідну роботу по аналізу аналогів даної машини.

Новизна роботи заключається в прийнятті наступних технічних рішень: розроблений вузол формування комірок, який дозволить підвищити якість упаковки за рахунок використання механічного предформовника; зменшення собівартості продукції за рахунок зменшення енерговитрат і можливості використання більш тонких плівок ПВХ.

Проведені необхідні розрахунки автомату, складена схема автоматизації, розроблені правила монтажу, технічного обслуговування та ремонту автомата, запропоновані заходи цивільної оборони, охорони праці та навколишнього природного середовища, здійснені техніко-економічні розрахунки, що підтверджують економічну доцільність впровадження даної модернізації у виробництво.

Дипломний проект складається з розрахунково пояснювальної записки, яка містить сторінок та графічної частини, яка складається з листів формату А1.

Ключові слова: таблетка, блістер, вузол формування комірок

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Теличкун Ю.С.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Риштун Д.С.	<i>ЗМІСТ</i>	200399.ДП.598.46.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 4

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Опис пропозиції. Конструкція і принцип роботи.....	9
2. Техніко-економічне обґрунтування теми дипломного проекту.....	20
3. Вибір конструкційних матеріалів.....	23
4. Принцип роботи обладнання.....	25
5. Розрахункова частина.....	31
6. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	62
7. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини ВМР-10.....	75
8. Заходи з охорони праці.....	82
9. Безпека праці під час виконання технологічних процесів.....	84
Висновок.....	89
Список використаної літератури.....	90
Специфікація	
Додатки.....	

ВСТУП

Останнім кроком у виробництві твердих лікарських форм є їх укладка в правильно обрані споживчі, розподільчі та транспортні упаковки. При промисловому виробництві лікарських засобів всі операції здійснюються в напівавтоматах або повністю автоматичних лініях. При виборі потрібного типу упаковки необхідно враховувати наступні фактори:

1. Фізичні властивості пакуємих препаратів.
2. Об'єм та спосіб наповнення.
3. Вимоги споживачів.
4. Вимоги, що витікають з випробувань.
5. Мінімальну трудоемність та максимальну продуктивність процесу.

З точки зору використання машино-технологічного обладнання та принципів упаковки пакувальне устаткування у фармацевтичній промисловості поділяють на окремі групи:

- машини для упаковки в контейнерну упаковку (блістерувальні машини) та укладка в контурну або безконтурну упаковку;
- машини для упаковки в скляну тару;
- інші пакувальні машини.

В останні роки для упаковки різних лікарських форм все ширше застосовується плівка із твердого (не пластифікованого) чи слабо пластифікованого полівінілхлориду (ПВХ) товщиною 0,2-0,35 мм і більше. Плівка ПВХ добре формується і термосклеюється з різними матеріалами - (фольгою, папером і картоном), покритими спеціальним лаковим шаром. Цей матеріал використовується для упаковки негігроскопічних таблеток, драже і капсул. Особливо він придатний для упаковки ампул і флаконів, де не має значення його вологонепроникність. Для гігроскопічних лікарських засобів рекомендується використовувати поліпропілен, але він складніше піддається формуванню, крім того, він більш твердий, чим ПВХ.

Для упаковки також можуть застосовуватися ацетат целюлози і полістирол - вони добре формуються, та ще більш вологонепроникні, чим ПВХ.

Крім того, розрізняють первинну, вторинну і групову упаковку.

Первинна упаковка – це упаковка, в якій препарат, безпосередньо контактує з її матеріалом. Первинна і вторинна упаковка, як правило, є одиничною упаковкою; первинна упаковка може містити в собі визначену дозу, кількість лікарської речовини для багаторазового чи разового використання. У першому випадку первинна упаковка повинна відповідати вимогам тривалого зберігання препарату, який в ній знаходиться, забезпечувати необхідний термін збереження як на складі, так і у споживача. Така упаковка повинна бути зручною для користування споживачем при розкритті, закупорюванні, відмірюванні дози і служити споживачу увесь час до повного використання її вмісту. В другому випадку для разового використання і вживання вмісту первинна упаковка споживачем викидається.

Первинною упаковкою може бути флакон, ампула, капсула, контурна коміркова упаковка (у якій упаковані таблетки і драже), контурна безкоміркова упаковка (типу АУТ). Прикладом обладнання для одержання такої упаковки служать автомати для фасування таблеток і порошку у флакони, машини для розливу ін'єкційних препаратів в ампули.

Вторинна упаковка - упаковка однієї чи групи первинних упаковок. Ця упаковка в основному вживається для надання товарного виду, несення додаткової інформації, тощо.

Контурно-коміркова упаковка знайшла широке використання у фармацевтичній промисловості. Вигідно відрізняється від інших видів упаковки. Її переваги:

1. Зручність і інформативність та наглядність при використанні та зберіганні.
2. Дозволяє механізувати та повністю автоматизувати процес

ВИГОТОВЛЕННЯ.

3. Дає можливість отримати високу продуктивність роботи.

Використання плівок дозволяє отримувати комірки різних видів та форм, що забезпечує ізолювання, утримання та фіксацію виробів від співударання. Дана упаковка має збільшену механічну міцність та захищає добре продукт при зберіганні та транспортуванні. При закритті комірок фольгою та папіром забезпечується контроль першого відкриття індивідуальної комірки або упаковки в цілому. Одним з недоліком є не забезпечення певної герметичності.

Блістерувальна установка представляє собою сучасне пакувальне обладнання на якому одночасно відбувається і формування упаковки, її наповнення виробами, позначення та закриття. Упаковки отримані на цих машинах називаються *блістерами*.

Блістер – складається з головної плівки з термопластичного матеріалу, виготовленою при нагріванні у формі і по формі відповідає геометрії пакуемого продукту і захисної плівки (фольга), що покриває сформовану і наповнену виробами основну плівку і при певній температурі зварюється з нею. Завдяки цьому виникає досить щільна упаковка, яка у всіх випадках задовольняє вимогам фармацевтичної промисловості.

Опис пропозиції. Конструкція і принцип роботи

1.1 Опис пропозиції

В даному дипломному проекті розробляється машина ВМР-100 для виготовлення блистерної упаковки.

Модернізована машина має такі переваги перед своїми аналогами:

1. Підвищення якості упаковки.
2. Збільшення продуктивності.
3. Зниження собівартості продукції.

1.2 Опис машини

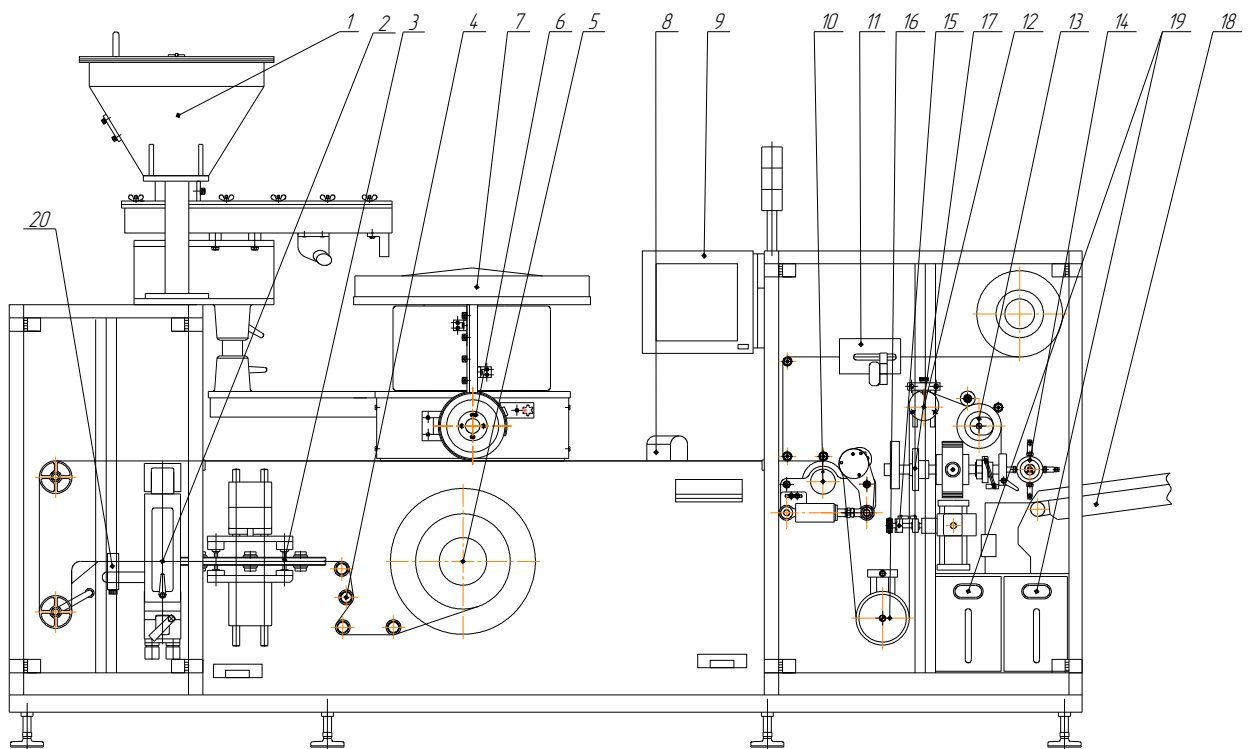


Рис. 2.1. Загальна схема машини ВМР-100

- 1- завантажувальний бункер
- 2- станція формування
- 3- станція розігріву матеріалу
- 4- амортизуючі ролики
- 5- рулон з плівкою
- 6- барабан, що укладає таблетки у чарунки
- 7- система подачі продукту
- 8- оптична система контролю
- 9- контрольна панель
- 10- станція запайки термоформованого матеріалу з алюмінієвою плівкою
- 11- система контролю друкованої мітки
- 12- амортизуючий ролик
- 13- живильний ролик
- 14- вакуумна система видачі кожного окремого блістера
- 15- станція кодування
- 16- натяжний барабан
- 17- станція перфорації та вирубний штамп
- 18- вивідний конвеєр
- 19- контейнери для відходів
- 20- механізм протяжки

1.3 Конструкція вузлів машини

1.2.1. Пристрій формування блістеру

Формування з механічним предформовником і стисненим повітрям.

Формування відбувається шляхом нагріву плівки на станції розігріву матеріалу 3 (Рис.2.1) і подачі її на станцію формування 2 (Рис 2.1), де міститься матриця 1 і механічний предформувавч 2. Під кожен вид і розмір таблеток існує свій комплект матриці і предформувальника. Після подачі розігрітої до 130° плівки, опускається механічний предформовник 1 і подається стиснене повітря. В цей момент для охолодження сформованої комірки подається хладоагент в нижню частину матриці. Комірка охолоджується і приймає свою остаточну форму. Предформовник 2 підіймається і сформовані комірки подаються на бункер завантаження.

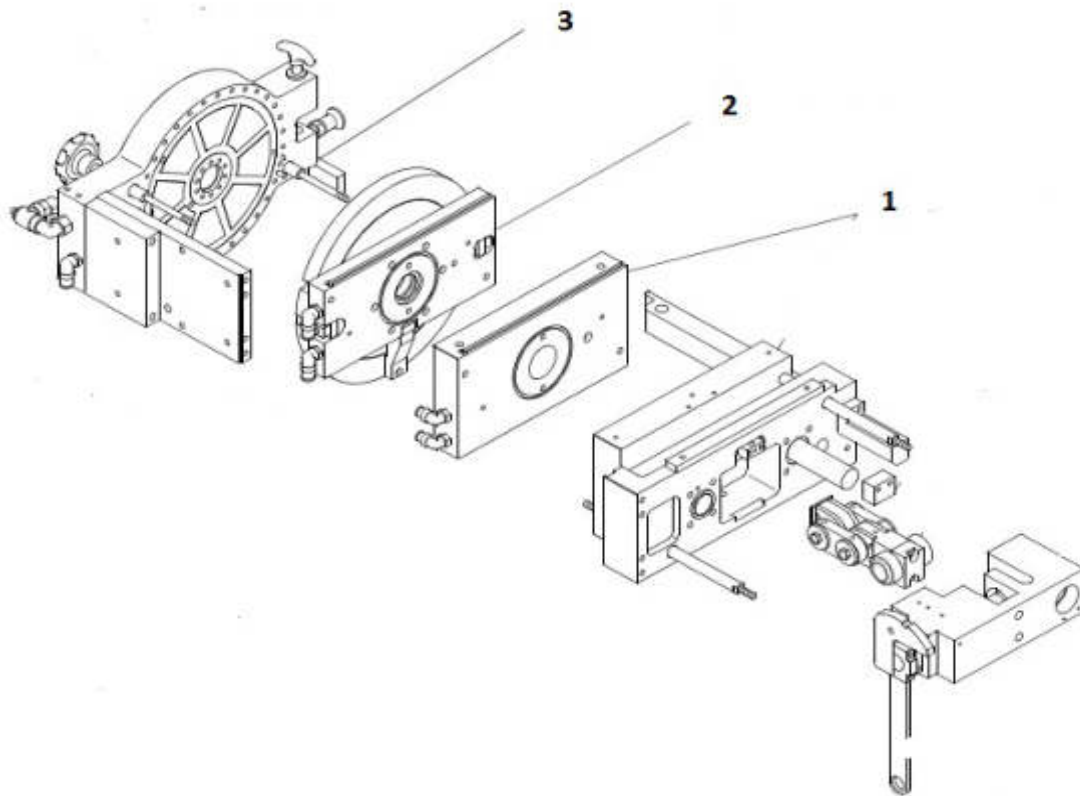


Рис. 2.3. Пристрій формування блістеру

- 1 - Матриця
- 2 - Предформувальник
- 3 – Пневмоциліндр

1.3.2. Дозуючий пристрій для таблеток

Дозуючий пристрій для таблеток (Рис. 2.2) призначений для дозування таблеток у чарунки блістерної упаковки. В бункер (1) засипаються таблетки через кришку (2) з проміжної тари. Бункер (1) має вібраційний привод, завдяки чому таблетки попадають через отвір на вібраційний живильник (3). Вібраційний живильник подає таблетки на вібраційний акумулюючий барабан (5), де за допомогою напрямних рівномірно розподіляються по всій його площі. Під час роботи барабану за допомогою вібраційного привода таблетки потрапляють в спеціальні отвори і по направляючим (6) потрапляють на барабан укладання таблеток у чарунки (7). Барабан здійснює

обертальні рухи, захоплюючи кожен окрему таблетку і укладаючи її безпосередньо в попередньо сформовану чарунку блістера.

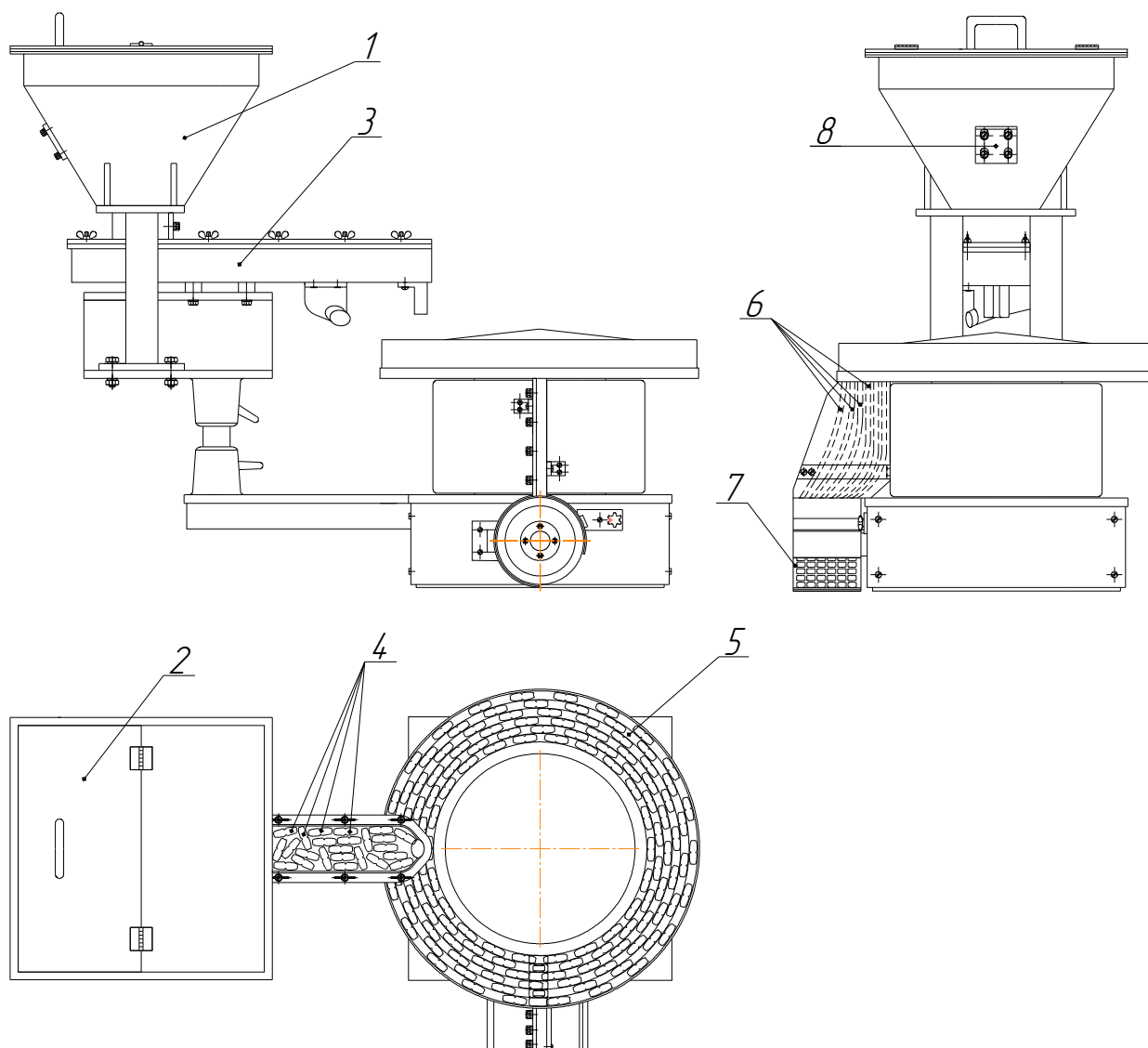


Рис. 2.2. Дозуючий пристрій для таблеток

- 1- бункер
- 2- кришка бункера
- 3- вібраційний живильник
- 4- таблетки
- 5- вібраційний барабан
- 6- направляючі канали для таблеток
- 7- барабан для укладання таблеток у чарунки

1.3.3. Пристрій розмотування плівки

Призначений для подачі поліхлорвінілової плівки. Плівка розмотується з рулону (1), та проходить через систему натяжних роликів (2).

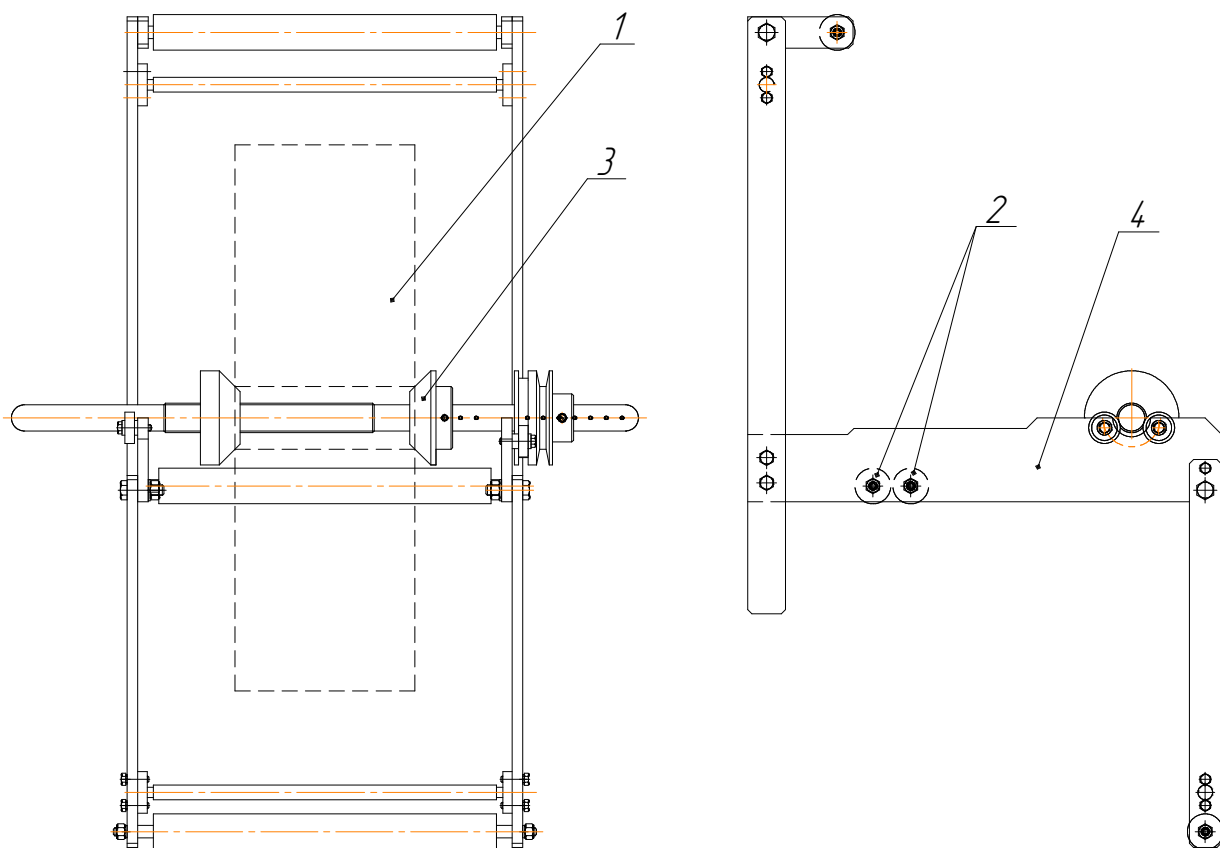


Рис. 2.4. Пристрій розмотування плівки

- 1- рулон з плівкою
- 2- система натяжних роликів
- 3- притискний центруючий конус
- 4- рама

1.3.4. Пристрій нанесення кодування

Наносить дату, номери серії, партії та іншу корисну інформацію на плівку із запаяним блістером. Плівка протягується в тактовому режимі між нерухомою плитою (2) та нагрівальна притискна плита (3). Нагрівальний елемент виконує поступальний рух за допомогою привода (1).

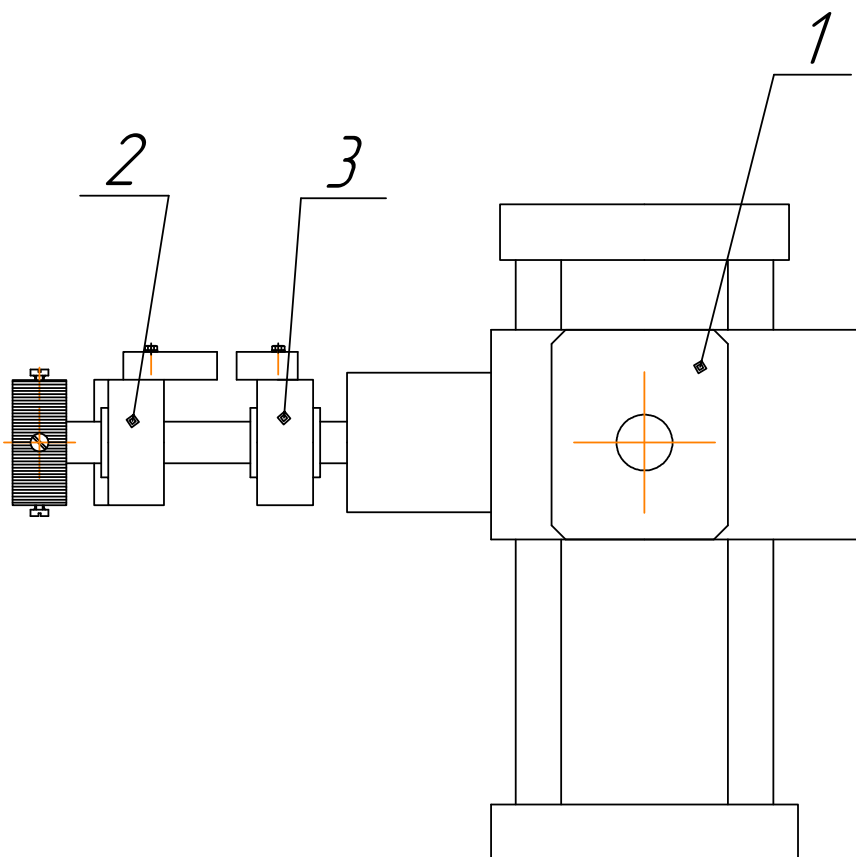


Рис. 2.5. Пристрій нанесення кодування

1- привод

2- нерухома плита

3- нагрівальна притискна плита

1.3.5. Пристрій нанесення перфорації та вирубного штампу

Плівка в тактовому режимі послідовно протягується через станцію перфорації і за допомогою притискання рухомою плитою (3) з перфораційними ножами до нерухомо закріпленої плити (2) наноситься перфорація на попередньо заповнений та запаяний масив плівки. Одночасно відбувається вирубання кожного окремого блістера на рухомому вирубному штампі (4) притисканням його до пластини (5) із готовим форматним отвором.

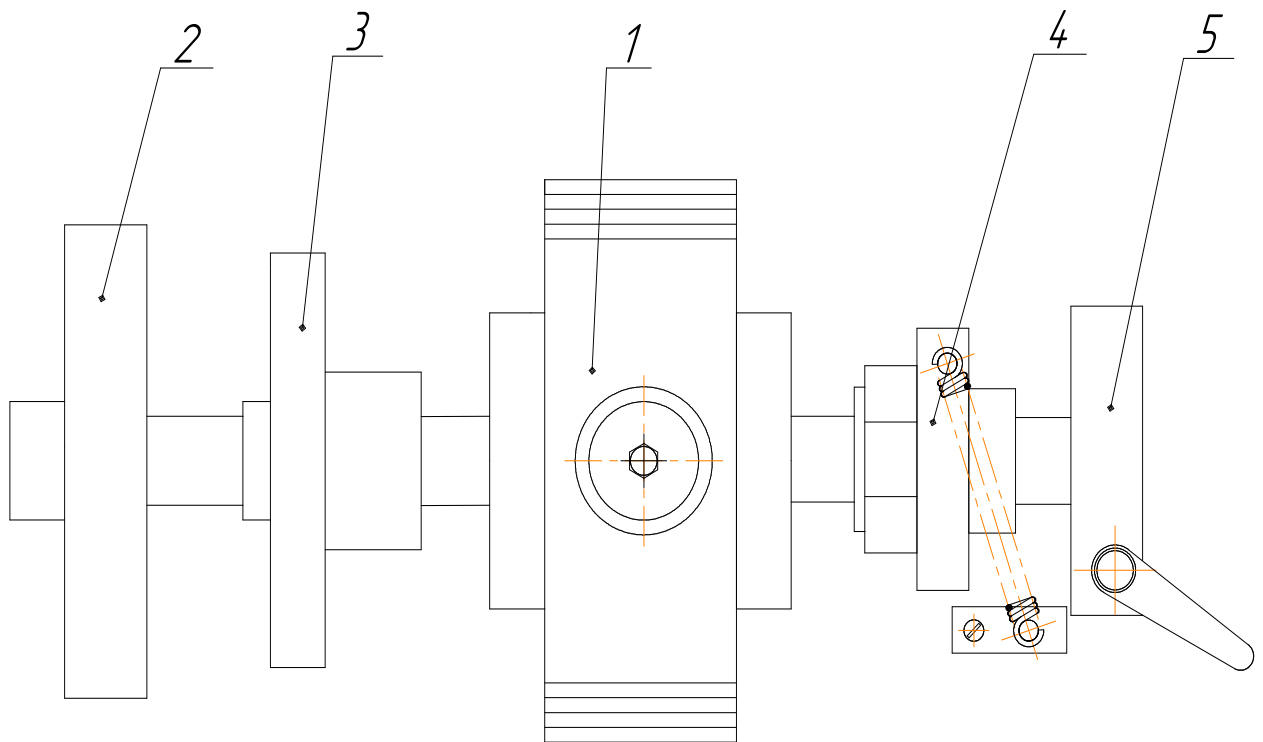


Рис. 2.6. Пристрій нанесення перфорації та вирубного штампу

- 1- приводна станція
- 2- нерухомо закріплена плита
- 3- притискна плита з перфораційними ножами
- 4- рухомий вирубний штамп
- 5- нерухома пластина з готовим форматом

1.4. Принцип роботи машини

Термопластична поліхлорвінілова плівка розмотується з рулону (5) за допомогою механізму протяжки (20) через амортизуючі роликів (4), що забезпечують необхідну натяжку та не допускають провисання плівки. Потім плівка подається на станцію попереднього розігріву матеріалу (3), і вже після цього попадає в механізм формування комірок (2), де за допомогою предформування і подачі стисненого повітря відбувається формування комірок відповідно до матриці.

Одночасно з цим таблетки попередньо засипані у вібраційний бункер (1) а звідти до системи подачі продукту (7). У свою чергу через спеціальні отвори по каналам таблетки потрапляють на барабан укладання таблеток (6).

Плівка зі сформованими комірками протягується до барабану, що укладає кожну окрему таблетку на своє місце в блістері і протягується далі до оптичної системи контролю (8) наповненості комірки.

Одночасно з вузла розмотки фольги в станцію запайки термоформованого матеріалу (10) крізь систему контролю друкованої мітки (11) подається алюмінієва фольга, покрита з одного боку спеціальним термосклеюючим харчовим лаком, де і склеюється з заповненою таблетками плівкою.

Потім стрічка з пігулками через натяжний барабан (16) подається до станції кодування (15), яка продавлює на кожній упаковці паспортні дані (серія, номер, партія, дату виготовлення, тощо), і далі до станції перфорації. Ці процеси відбуваються безперервно.

Після цього через амортизуючий ролик (12) і живильний ролик (13) подають плівку до вирубного штампу (17), де і відбувається остаточне формування упаковки, а саме блістеру. Вакуумна система видачі кожного блістера (14) захоплює блістер і вкладає на стрічковий вивідний конвеєр (18). Використана плівка, що залишилась після вирубки потрапляє у контейнери для відходів (19).

1.5. Суть модернізації

Модернізація в даному дипломному проєкті заключається в заміні вузла формування комірок блістерної машини ВМР-100. В старому варіанті використовувався вузол формування за допомогою вакуума. Я пропоную замінити його вузлом формування за допомогою стисненого повітря і механічного предформовника. Це дозволить підвищити якість упаковки, збільшити продуктивність на 20%, зменшити витрати енергоресурсів, а також зменшити собівартість продукції.

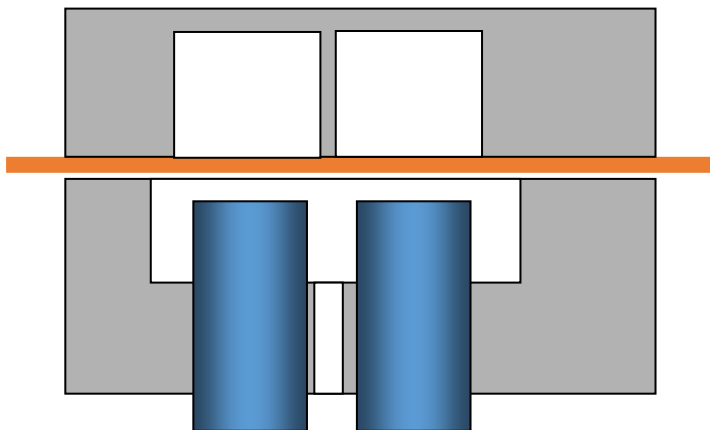
Відомо, що при формуванні комірок за допомогою вакуума упаковка має нерівномірну товщину сформованої комірки, що може спричинити розрив плівки. Встановлення механічного предформовника вирішує цю проблему. На рис 2.7 схематично зображена сформована комірка з використанням предформовника і без.



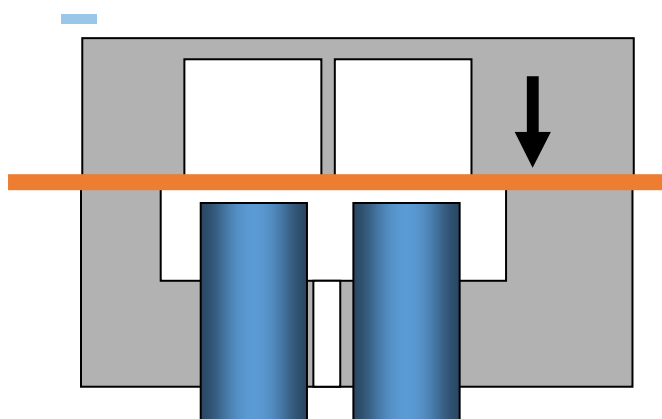
Рис 2.7 Схематичне зображення сформованої комірки

Процес формування комірок за допомогою стисненого повітря і механічного предформовника схематично показаний нижче.

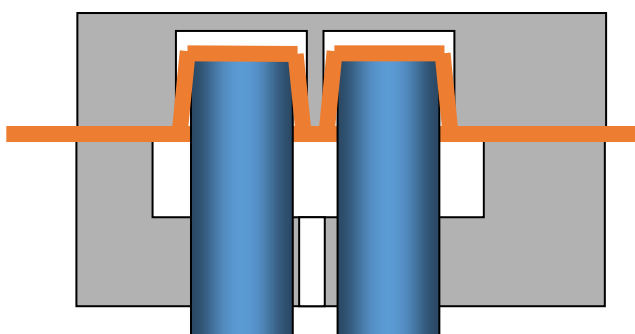
1) Формуючі плити відкриті. Подається нагріта до 130° плівка ПВХ.



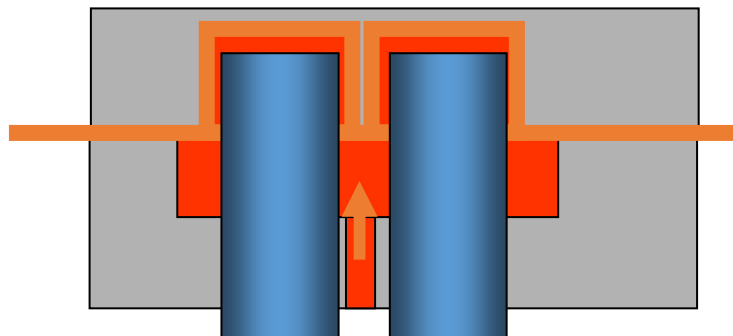
2) Відбувається опускання верхньої формуючої плити.



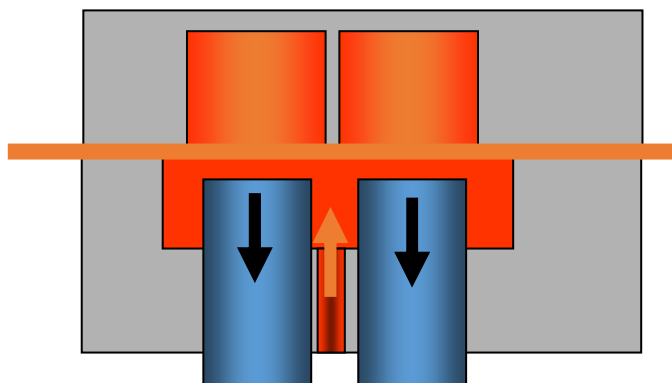
3) Підіймається предформувальник



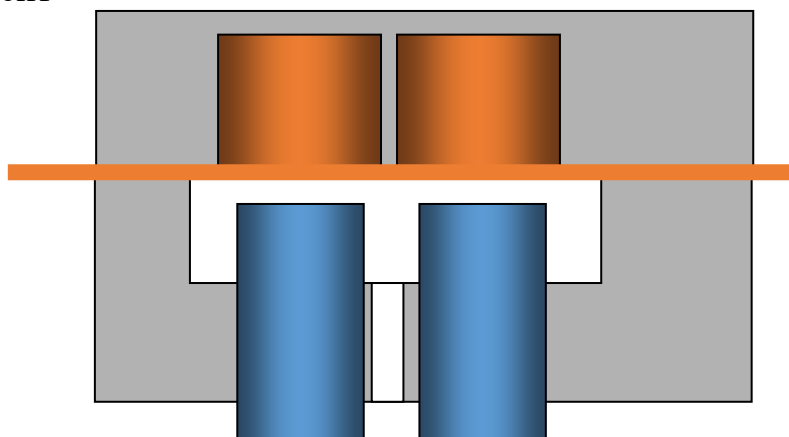
4) Подається стиснене повітря і відбувається остаточне формування комірки.



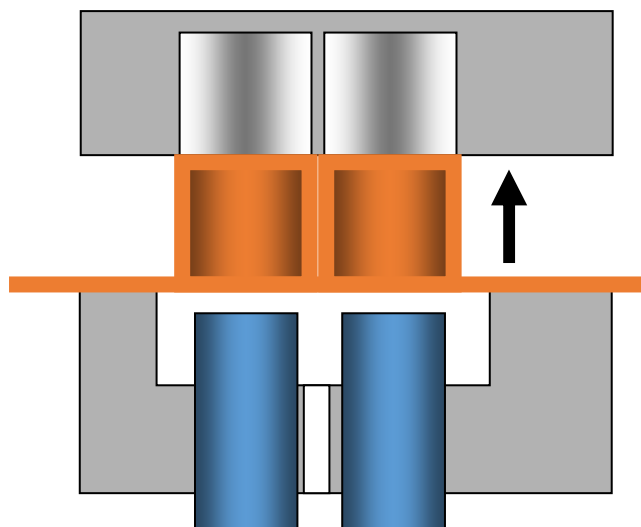
5) Опускається механічний предформувальник, подача стисненого повітря продовжується



6) подача стисненого повітря припиняється, у нижню плиту подається хладагент



7)Формуюча плита піднімається. Комірка остаточно сформована.



Використання такого способу формування ми отримаємо якісно сформовану комірку в ПВХ плівці.

2. Техніко-економічне обґрунтування проекту.

Будь-яке підприємство використовує економічні ресурси і землю, капітал у реальній фінансовій формі, працю і підприємницьку здібність керівників або власників. Одночасно з цим підприємство (фірма) має свої інтереси, які виражають його потреби в одержанні прибутку за рахунок економічного зростання кількості і якості, забезпечення повного використання ресурсів і максимальної їх віддачі.

Фармацевтична продукція в умовах ринкових відносин повинна бути конкурентно-здатною, а тара і упаковка мають відповідати світовим стандартам за захисними характеристиками конструкцій, поліграфічним оформленням і економічністю.

Для виготовлення тари і упаковки використовують тільки ті матеріали, які можуть забезпечити:

- захист продукції від дії оточуючого середовища, пошкоджень і втрат;
- захист оточуючого середовища від забруднення та негативного впливу продукції;

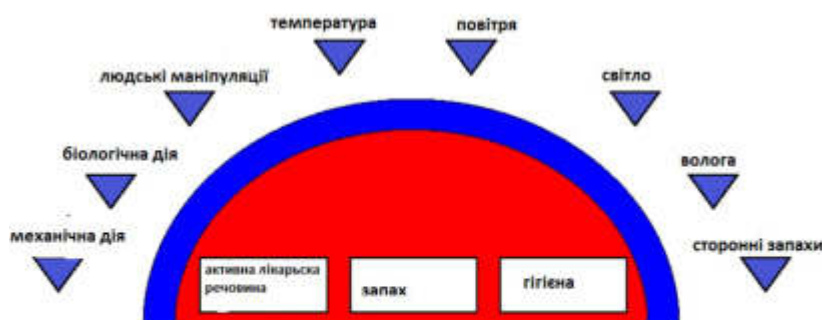


Рис.3.1 Призначення блистерної упаковки

Необхідними критеріями, які висуваються до матеріалу є його доступність та дешевизна, економічність його застосування на всіх стадіях від виробництва упаковки до споживання продукції. Після використання матеріал упаковки повинен утилізуватися або бути знову використаним з мінімальними витратами без негативного впливу на оточуюче середовище.

Машина, що удосконалюється в даному дипломному проекті призначена для упаковки твердих лікарських засобів у блистерну упаковку.

Машина складається з таких функціональних блоків: вузла для розмотування плівки, вузла для формування блистера, вузла для повздовжнього і поперечного зварювання плівки.

Нова машина має такі переваги перед своїм аналогом:

1) Підвищення якості упаковки, що має позитивний соціальний ефект, а також краще захищає продукцію від дії навколишнього середовища.

2) Продуктивність нової машини 6000 од/год, це дає змогу підвищити продуктивність пакувальної лінії і збільшити обсяг продукції, що випускається.

3) Зменшення собівартості продукції за рахунок можливості використання більш тонких ПВХ плівок, а також зменшення витрат енергоресурсів.

3) Зменшення собівартості продукції за рахунок можливості використання більш тонких ПВХ плівок, а також зменшення витрат енергоресурсів.

Модернізація може бути впроваджена на заводах, а також на інших підприємствах,

Основними техніко-економічними результатами цієї розробки буде задоволення потреб фармацевтичної промисловості України в модернізованих машинах для пакування твердих лікарських засобів у блістерну упаковку.

3. Вибір конструкційних матеріалів

Надійність роботи блістерної машини, економічність її виготовлення та роботи значною мірою залежать від правильного вибору матеріалів. У дипломному проекті матеріали підбираються для тих елементів, які надалі розраховуються по головних критеріях працездатності.

Підбираємо основний конструкційний матеріал для корпусу, формувальних плит, плит склейки фольги і плівки ПВХ, робочого столу тощо.

Таблиця 4.1

Наявність контакту з продуктом	Елементи апарату	Марка матеріалу
є	Елементи вібробункера: корпус, накопичувальний лоток, транспортуючий лоток	AISI 316
немає	Корпус машини, формувальні плити, плити склейки фольги і плівки ПВХ, робочий стіл...	сплаву алюмінію Д16Т

Вітчизняний аналог по ГОСТ сталі AISI 316 – 10X17H13M2

Короткі відомості про сталь AISI 316

Марка AISI 316 - поліпшена версія 304, з доповненням молібдену і трохи більш високим нікелевим вмістом. Дана композиція AISI 316 значно підвищує корозійний опір в більшості агресивних середовищах. Молібден робить сталь більш захищеною від пітингової і лужної корозії в хлористому середовищі, морській воді і в парах оцетової кислоти.

Більш низький показник загальної корозії в злегка корозійних середовищах дає хороший корозійний опір в забрудненій і морській атмосфері.

Короткі відомості про сплав алюмінію Д16Т.

Сплав Д16Т по стійкості до корозії під напругою, корозійної утомленості, а також до дії підвищених температур і концентраторів напруг перевершує трубну сталь Д, але хімічному складу схожу із сталлю Ст45. По характеристиках міцності при 150°C сплав Д16Т поступається тільки високоміцним сплавам БАД23 і АК.4-1, але перевершує їх по пластичності. Швидкість корозії сплаву Д16Т в нейтральному або слаболужному середовищі при рН 7—11 незначна.

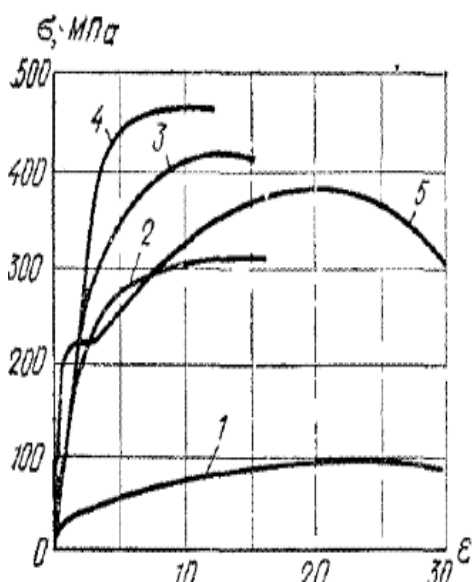


Рис.4.1 Діаграми розтягування алюмінієвих сплавів.

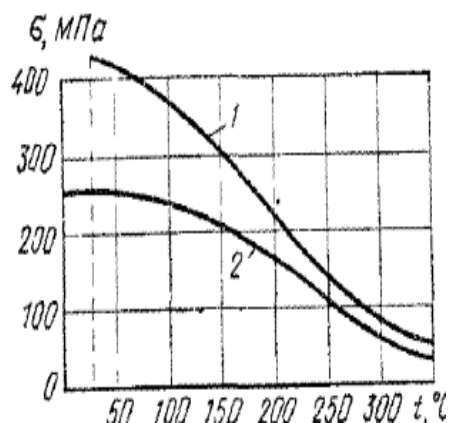


Рис.4.2 Механічні характеристики сплаву Д16Т

1 — чистий алюміній, 2 — АМг6, 3 — 1 — межа міцності, 2 — межа течу-
АВ-Т4, 4 — Д16-Т, 5 — сталь марки Ст3.

4. Принцип роботи обладнання

Схеми виготовлення упаковок

- безперервної дії:

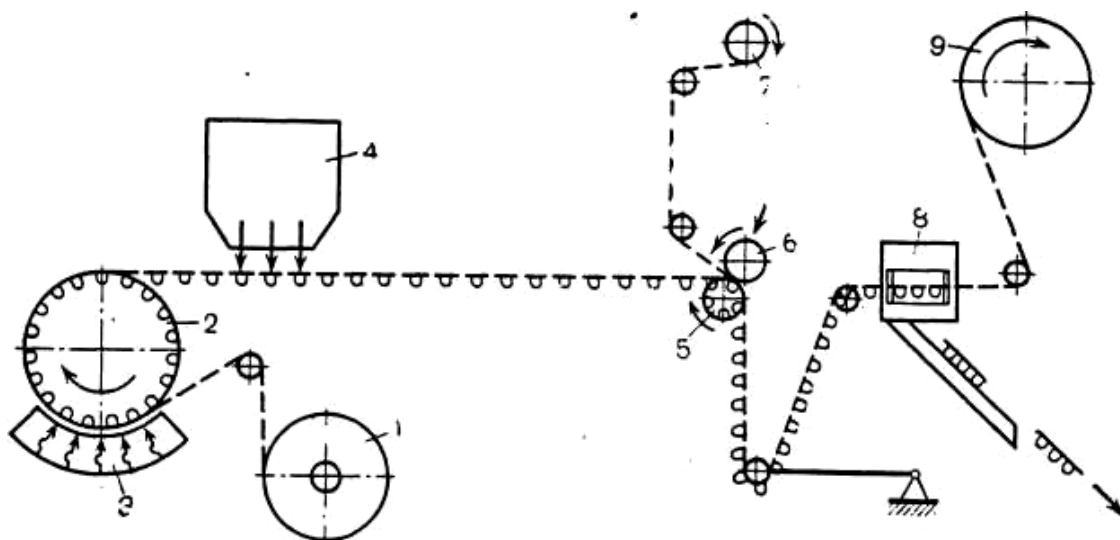


Рис. 2. Схема автомату безупинного формування блістерів. 1- рулон з плівкою; 2- формуючий барабан; 3- нагнітальний елемент; 4- бункер; 5,6- нагрівальні валки; 7- рулон з фольгою; 8- вузол штампування та виробки; 9- рулон залишків упаковки (відходи); 10- готова упаковка; 11- натяжний пристій.

Плівка безперервно змотується з рулону 1 і надходить на вакуум барабан 2. При огинанні барабана плівка спочатку розм'якшується нагрівальним елементом 3 (інфрачервоний нагрів) і далі під дією вакууму заповнює комірки, які штампуються на зовнішній поверхні барабану. Форма комірки відповідає формі пакуємого виробу. Перед сходженням з барабану плівка охолоджується. При русі під бункером 4 готові комірки заповнюються виробом. Зварювання плівки з верхньою фольгою, яка знімається з рулону відбувається на зварювальному барабані 5 і 6. Нижній барабан має такі самі комірки і з таким же кроком розташовані що і барабан 2 і працює синхронно. Нижній барабан холодний, а верхній барабан нагрівається до температури $200 \cdot \text{C}$. Вироби в процесі зварювання

находяться в комірках нижнього барабана. До цієї позиції рух плівки безперервний. Виробка готової упаковки відбувається на позиції 8. Виробка здійснюється при зупинці плівки. Інформація на упаковку наноситься одночасно з виробкою або раніше. Для поєднання безперервного і циліндричного руху плівки служить штанга 11. В момент зупинки плівки на вузлі виробки утворюється петля, яка вибирається при переміщенні плівки і надходження наступних трьох упаковок на виробку. Відходи упаковки намотуються на ролон 9, готові вироби виходять через канал 10.

- періодичної дії:

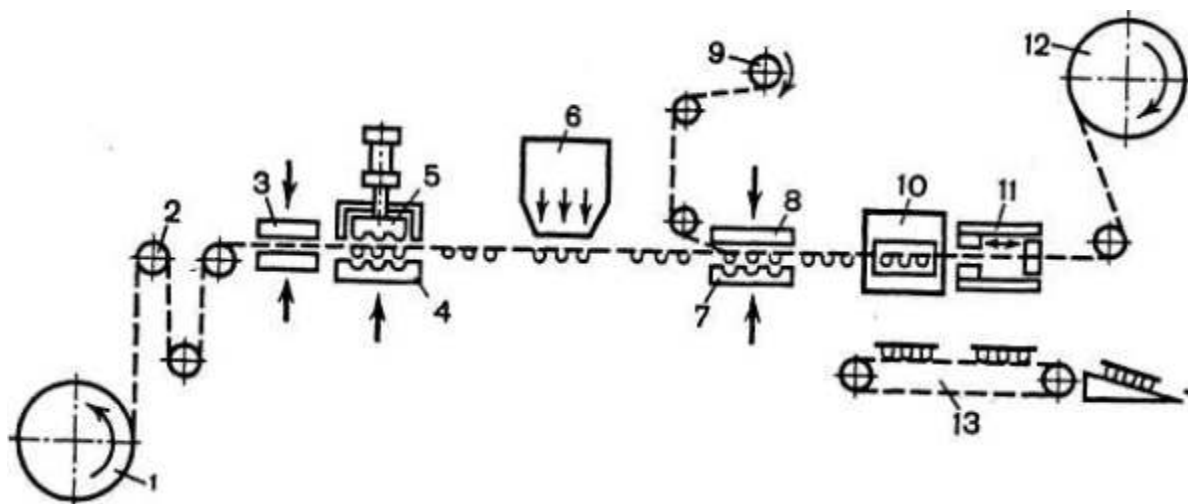


Рис. 3. Схема автомату періодичного формування блістерів. 1- ролон з плівкою; 2- петлеутворювальний пристрій; 3- вузол нагріву; 4,5- нижня та верхня матриці (вузол формування); 6- бункер; 7,8- нижня та верхня плита (вузол зварювання); 9- ролон з фольгою; 10- вузол виробки; 11- протягувальний пристрій; 12- ролон відходів або залишків; 13- конвеєр.

З ролону 1 плівка надходить у вузол 3 через петлиці пристрою 2. Цей пристрій виконує функцію вмикання та вимикання приводу розташування ролону плівки. Після нагріву на вузлі 3 плівка надходить у вузол формування де формуються комірки при закріпленій плівці між верхньою та нижньою матрицями. Форма комірок повторює форму отворів в нижній матриці. Після заповнення виробами з бункеру 6 на плівку накладається фольга з барабана 9 і обидві частини надходять у вузол зварювання 8. Після зварювання упаковки

вирізають на виробці 10 і відводяться конвеєром 13. Залишки плівки намотуються на ролон 12 протягуючим пристроєм 11.

ОСНОВНІ ВУЗЛИ БЛІСТЕРУВАЛЬНИХ АВТОМАТІВ

1. Механізм розмотування плівки та фольги.
2. Вузол формування.
3. Вузол завантаження.
4. Вузол термосклеювання.
5. Вузол вирубки та штамповки.

1. Типова конструкція механізму розмотування служить для примусового змотування плівки та фольги з ролонів, встановлена на бабінотримачах. Пристрій для розмотування складається з двох бабінотримачів, групи огиначних роликів, пристрою для склеювання кінців плівки, натяжного механізму. Пристрій для склеювання кінців плівки складається з нагрівача, в якому суміщається кінець попередньої плівки і початок наступної плівки. При нагріванні вони зварюються. Огиначні ролики також виконують функції вимикання та вмикання приводу ролону плівки та контролюють обрив плівки.

2. Вузол формування може бути виконаний у вигляді барабану або штамповочних плит. Комірки можуть виготовлятися трьома способами:

- вакуумний;
- стиснутим повітрям;
- механічний або комбінація способів.

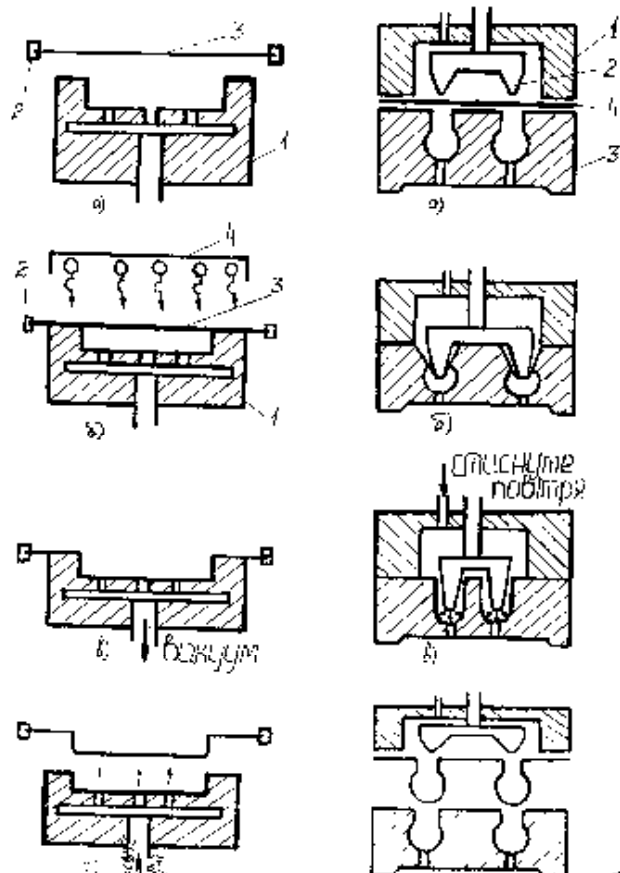


Рис 4. Схема вакуум
формування комірок
1-нижня матриця
(барaban); 2-затискна
рамка; 3 - плівка; 4-
випромінювач.
а) надходження плівки з
можливістю фіксації на позиції

Рис 5. Схема
пневмомеханічного
формування комірок
1-верхня матриця; 2-
пуансон; 3-нижня матриця;
4-плівка.
а) положення розігрітої плівки
перед формуванням; б)

3. Вузол завантаження – бункер, конструкція якого і принцип дії відповідає формі пакуємих виробів. Може бути розташований в безпосередній близькості над плівкою (вкладання безпосередньо з бункера в комірку) або на деякій відстані і за для завантаження виробів застосовуються допоміжні пристрої (течії для таблеток або диски з комірками для ампул).

4. Вузол термосклеювання. Існують дві основні конструкції:

4.1. Валки для безперервно діючих машин складаються з двох барабанів. Верхній нагрівається а нижній обертається. Верхній приводиться в дію за допомогою тертя від нижнього в точці контакту. Температура гріючого барабана 180÷200 °С. Температура регулюється датчиком і при перегріванні виключається нагрівальний елемент. Сила притискання роликів також регулюється.

4.2. Прес, що складається з верхньої та нижньої частини для машин циклічної дії. Під час змикання обох частин відбувається одночасне термосклеювання плівки з фольгою по периметру майбутньої упаковки і охолодження розігрітих зон.

5. Вузол виробки працює циклічно та розрахований на відрізання трьох упаковок. Може виконувати крім відрізання нанесення серії упаковки або подрібнення відходів.

Автомат для упаковки таблеток в контурну безкомірну упаковку

Стрічка розмотується з рулонів 1 та 7, обидві стрічки містять пристрій контролю обриву плівки 2 (для відключення автомату при обриві плівки). Приведення в дію здійснюються від одного двигуна через силу ланцюгових та зубчастих передач. Всі робочі органи виведені на передню площадку автомата. Перед надходженням на зварювальні барабани 13 на нижню стрічку за допомогою зірочок дистанційного пристрою 4 іде вкладання виробів в два потоки з певним кроком. Зверху накладається верхня стрічка і в такому вигляді іде на пристрій 13. При проходженням між барабанами стрічка самозварюється одна з одною, а в непроклеєних місцях знаходяться

лікарські засоби.

Всередині 13 встановлені випромінювачі. Поверхня барабанів містять комірки, в яких знаходяться вироби під час зварювання. Заповнені та склеєні пакети роликми 12 подаються до ножниць 11, де відрізається з відповідним тиском таблеток. Відрізані пакети потрапляють на конвейер, який відводить упаковки до короба 10.

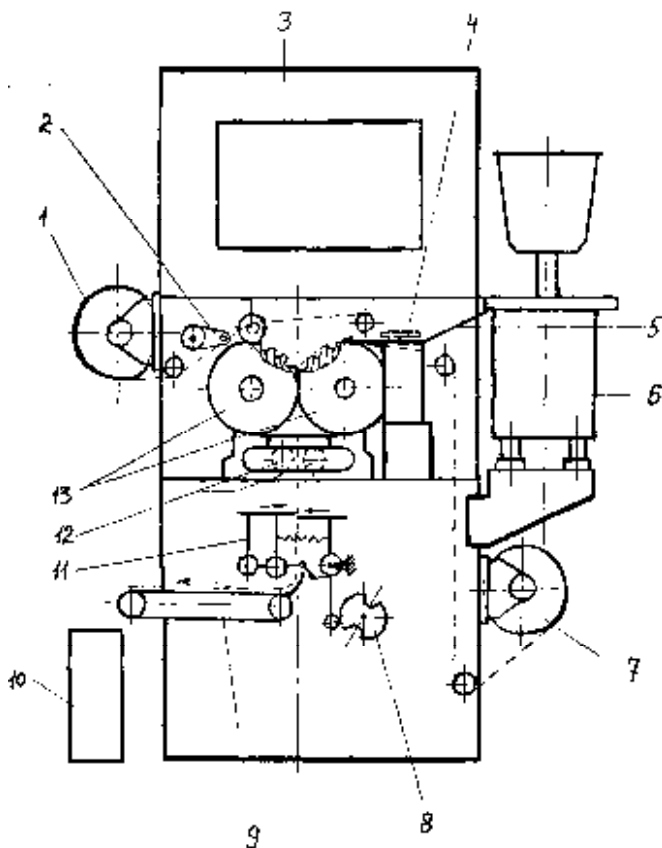


Рис.6. Схема автомату для упаковки таблеток в контурну безкомірну упаковку.

1- верхній рулон плівки; 2- механізм блокування обриву плівки; 3- панель керування; 4- дистанційний пристрій (зірочки для викладання таблеток на плівку); 5- напрямна; 6- вібробункер; 7- нижній рулон плівки; 8- кулачок приводу нижниць; 9- транспортер готових виробів; 10- короб; 11- ножниці; 12- протягувальні ролики; 13- зварювальні барабани

5. РОЗРАХУНКИ МАШИНИ І ОКРЕМИХ ЇЇ МЕХАНІЗМІВ

5.1. Технологічний розрахунок

Продуктивність автомата визначається за формулою:

$$П = n \cdot z \cdot 60, \text{ уп/год.}$$

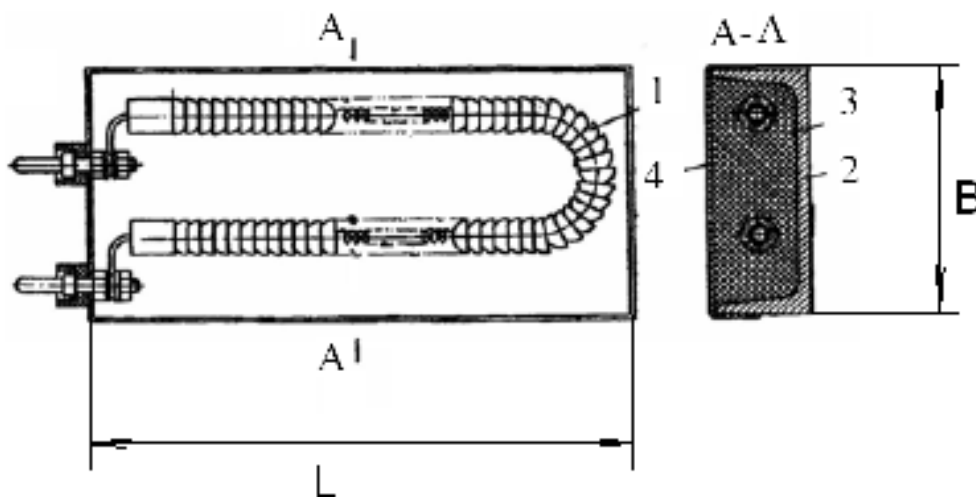
де n — кількість тактів автомата за 1хв, $n=50$;

z — кількість готових блістерів, які вирубуються за 1 такт, $z=2$;

Тоді:

$$П = 50 \cdot 2 \cdot 60 = 6000, \text{ уп/год.}$$

5.2. Розрахунок нагрівальної плити вузла нагрівання плівки ПВХ



Розміри $B = 250$ мм, $L = 250$ мм, напруга 127 В, температура спіралі 500°C , коефіцієнт кроку $\alpha_k = 1,4$ при $t/d = 3$.

Знаходимо відношення $m = L/B = 250/250 = 1$.

Тоді питома поверхнева потужність нагрівача $\omega = 3,0$ кВт/м².

Потужність нагрівача

$$P = 10^{-6} \cdot \omega \cdot F = 10^{-6} \cdot 3,0 \cdot 250 \cdot 250 = 0,188 \text{ кВт}$$

де

P – потужність нагрівача, кВт;

ω - питома поверхнева потужність, кВт/м²;

F – площа поверхні нагрівача, F = BL, де B і L – відповідно ширина і довжина нагрівача, мм

Встановлена потужність $P_y = kP = 1,2 \cdot 188 = 225,6 \text{ Вт}$ де k – коефіцієнт запасу (до = 1,2-1,5), що враховує старіння нагрівального елемента, що приводить до підвищення питомого опору, старінню ізоляційних матеріалів, що збільшує теплові втрати.

Матеріал дроту спіралі - сплав Х15Н60 ($\rho = 1,11 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$).

Питомий електричний опір дроту спіралі при температурі 500°C:

$$\rho_t = \rho[1+(500 - 20) \alpha] = 1,11(1 + 480 \cdot 0,00014) = 1,18 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

Допустима питома поверхнева потужність спіралі при температурі на її поверхні 500°C:

$$W_{\text{дон}} = W_{\text{ід}} \alpha_{\text{еф}} \alpha_{\text{к}} = 1,25 \cdot 10^4 \cdot 0,32 \cdot 1,4 = 0,56 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2$$

де $\alpha_{\text{еф}}$ – коефіцієнт ефективності випромінювання $\alpha_{\text{еф}} = 0,32$;

$\alpha_{\text{к}}$ – коефіцієнт кроку спіралі, який знаходиться залежно від відношення кроку спіралі t до діаметра дроту спіралі:

Таблиця 3.2

T/d	2	3	4	5
$\alpha_{\text{к}}$	1,2	1,4	1,7	1,9

Діаметр дроту спіралі:

$$d = 10^3 \sqrt{\frac{4\rho P^2}{\pi^2 U^2 W}} = 10^3 \sqrt{\frac{4 \cdot 1,18 \cdot 225,6^2}{3,14^2 \cdot 127^2 \cdot 0,56 \cdot 10^4}} = 0,646,$$

де

ρ - питомий електричний опір дроту, Ом•мм²/м;

P - потужність нагрівача, Вт;

U - напруга на затисках нагрівача, В;

W - питома поверхнева потужність нагрівача, Вт/м².

Діаметр дроту округляють до стандартного значення з ряду
мм: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9;
2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,2; 3,6; 4,0; 4,5; 5,0.

Приймаємо $d = 0,7$ мм

Перевірочний розрахунок діаметра дроту:

$$R = U^2 / P = 127^2 / 225,6 = 71,5 \text{ Ом};$$

довжина дроту

$$l = \frac{RS}{\rho} = \frac{71,5 \cdot 3,14 \cdot 0,7^2}{4 \cdot 1,18} = 23,3 \text{ м}$$

$$W = \frac{P}{\pi} = \frac{225,6}{3,14 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 23,3} = 0,44 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2.$$

Значення $W < W_{\text{доп}}$. Діаметр дроту вибраний правильно.

5.3. Кінематичний і силовий розрахунки приводу

1. Визначимо передаточне число приводу:

$$u_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{1900}{46} = 41;$$

де, $u_{\text{лан.п}} = 2$ – передаточне число ланцюгової передачі [8];

$u_{\text{чер.р.}} = 8$ – передаточне число черв'ячного редуктора [8];

$u_{\text{кон.п}} = 2,5$ – передаточне число конічної передачі [8].

2. Визначимо потужність на валах приводу:

$$N_1 = N_{\text{вх}} = 1,5 \text{ кВт};$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{лан.п}} = 1,5 \cdot 0,97 = 1,455 \text{ кВт};$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{чер.р.}} = 1,455 \cdot 0,75 = 1,09 \text{ кВт};$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{\text{кон.п}} = 1,09 \cdot 0,93 = 1,1 \text{ кВт}.$$

3. Визначимо частоту обертання валів приводу:

$$n_1 = n_{\text{ex}} = 1900 \text{ об / хв};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{\text{лан.п.}}} = \frac{1900}{2} = 950 \text{ об / хв};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_{\text{чер.р.}}} = \frac{950}{8} = 118,75 \text{ об / хв};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{u_{\text{кон.п.}}} = \frac{118,75}{2,5} = 46 \text{ об / хв}.$$

4. Визначимо крутні моменти на валах приводу:

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{1,5}{1900} = 7,54 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{1,455}{950} = 14,63 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{N_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{1,09}{118,75} = 87,66 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_4 = 9550 \cdot \frac{N_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{1,1}{46} = 230 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5. Визначимо кутові швидкості на окремих валах приводу:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1900}{30} = 198,87 \text{ рад / с};$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_{\text{лан.п.}}} = \frac{198,87}{2} = 99,43 \text{ рад / с};$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{u_{\text{чер.р.}}} = \frac{99,43}{8} = 12,43 \text{ рад / с};$$

$$\omega_4 = \frac{\omega_3}{u_{\text{кон.п.}}} = \frac{12,43}{2,5} = 4,97 \text{ рад / с}.$$

5.1.1. Розрахунок конічної передачі приводу

Вихідні дані:

$$N_3 = 1,09 \text{ кВт};$$

$$n_3 = 118,75 \text{ об / хв};$$

$$u = 2,5$$

Вибір матеріалу і допустимих напружень для шестерні і колеса [7]:

- матеріал (по ГОСТ 380-71) – Ст 5;
- термообробка – нормалізація.

1. Для шестерні при радіусі заготовки 40...100мм:

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа};$$

$$\sigma_T = 270 \text{ МПа};$$

$$HB_1 = 170$$

2. Для колеса при радіусі заготовки >100мм:

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа};$$

$$\sigma_T = 260 \text{ МПа};$$

$$HB_1 = 170$$

Розрахунок зубців на стійкість при згині:

Приймаємо пропорційно знижувальні зубці – форма I.

1. Визначаємо внутрішній коловий модуль:

$$m_{te} = \sqrt[3]{\frac{4.5 \cdot T_{F1} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot Y_{F1} \cdot Y_{\beta}}{(1 - \psi_k) \cdot \psi_k \cdot \sqrt{u^2 + 1} \cdot \cos \beta_m \cdot [\sigma_{F1}] \cdot z^2}};$$

де, T_{F1} – номінальний крутний момент на шестерні;

5 $K_{F\beta}$ – коефіцієнт, який враховує розподілення навантаження по ширині вінця при консольному розміщенні шестерні на роликівих опорах і відношенні;

K_{FV} – коефіцієнт динамічного навантаження [7];

$$K_{FV} = 1,13$$

Y_{F1} – коефіцієнт, який враховує форму зуба шестерні;

Y_{β} – коефіцієнт, який враховує вплив нахилу зубця на його напружений стан [7], $\beta=0$ для прямозубих коліс;

$$Y_{\beta} = 1$$

ψ_k – коефіцієнт ширини вінця [7];

$$\psi_k = 0,2$$

$[\sigma_{F1}]$ – допустиме напруження згину для зуба шестерні;

z – число зубців шестерні.

Визначимо всі величини, які необхідні для розрахунку.

2. Номінальний крутний момент на шестерні:

$$T_{F1} = 9550 \cdot 10^3 \cdot \frac{N_3}{n_3} = 9550 \cdot 10^3 \cdot \frac{1,09}{118,75} = 87,66 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

3. Коефіцієнт, який враховує розподілення навантаження по ширині вінця при консольному розміщенні шестерні на роликкових опорах і відношенні:

$$\frac{\psi_k \cdot u}{2 - u} = \frac{0,2 \cdot 3,2}{2 - 0,2} = 0,36;$$

Тоді

$$K_{F\beta} = 1,125$$

4. Орієнтовна швидкість зубчастих коліс:

$$V = 0.0125 \cdot \sqrt[3]{N_3 \cdot n_3^2} = 0.0125 \cdot \sqrt[3]{1,09 \cdot 118,75^2} = 0,31 \text{ м/с}$$

При даній швидкості встановлюємо необхідну степінь точності передачі –

9.

5. Число зубців шестерні і зубчастого колеса:

$$z_1 = 20;$$

$$z_2 = z_1 \cdot u = 20 \cdot 2,5 = 50$$

6. Знайдемо еквівалентне число зубців відповідно для шестерні z_{e1} і

колеса z_{e2} :

$$z_{e1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1};$$

$$z_{e2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2};$$

де, δ_1 і δ_2 – кут ділильного конусу відповідно шестерні і колеса;

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{20}{50} = 0,4;$$

$$\delta_1 = 21^\circ 80'$$

$$\delta_2 = (90^\circ - 21^\circ 80') = 68^\circ 2'$$

Отже,

$$z_{e1} = \frac{20}{\cos 21^\circ 80'} = 21;$$

$$z_{e2} = \frac{50}{\cos 68^\circ 2'} = 135$$

7. Коефіцієнт, який враховує форму зуба відповідно шестерні Y_{F1} і колеса Y_{F2} [7]:

$$Y_{F1} = 4.51$$

$$Y_{F2}=4.2$$

8. Допустиме напруження згину для зуба шестерні:

$$[\sigma_{F1}] = \frac{\sigma_{F\lim1}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R;$$

де, $\sigma_{F\lim1}$ – границя стійкості зубців при згині;

S_F – коефіцієнт безпеки;

$Y_S=1$ – коефіцієнт, який враховує чутливість матеріалу до концентрації напруги в функції від модуля зачеплення [7];

$Y_R=1$ – коефіцієнт, який враховує шорсткість.

Границя стійкості зубців при згині:

$$\sigma_{F\lim1} = \sigma_{F\limb1} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL1};$$

де, $\sigma_{F\limb1}$ – максимальна границя витривалості матеріалу;

$$\sigma_{F\limb1} = 1.8 \cdot HB_1 = 1.8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

K_{FC} – коефіцієнт, який враховує одно- або двостороннє зачеплення зубця;

$K_{FC}=1$ – при односторонньому зачепленні;

K_{FL1} – коефіцієнт довговічності при $HB_1 < 350$

$$K_{FL1} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_{F1}}},$$

де, N_{FO} – базова кількість циклів зміни навантажень:

$$N_{FO}=4 \cdot 10^6$$

N_{F1} —кількість циклів навантаження під час експлуатації;

$$N_{F1} = 60 \cdot n_3 \cdot t_2 = 60 \cdot 118,75 \cdot 2500 = 17,8 \cdot 10^6$$

де, $t_2=2500$ год – еквівалентний час експлуатації передачі;

$$K_{FL1} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{11,3 \cdot 10^6}}$$

Оскільки $N_{F1}=17,8 \cdot 10^6 > N_{FO}=4 \cdot 10^6$, тоді приймаємо, що

$$K_{FL1}=1$$

Тоді

$$\sigma_{F \lim 1} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт безпеки:

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

де, $S'_F = 1,75$ - коефіцієнт, який враховує нестабільність

характеристики матеріалу;

$S''_F = 1,5$ - коефіцієнт, який враховує спосіб отримання

заготовки і умови експлуатації передачі.

Тоді

$$[\sigma_{F1}] = \frac{\sigma_{F \lim 1}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R = \frac{306}{2,625} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 116 \text{ МПа}$$

9. Допустиме напруження згину для зуба колеса:

$$[\sigma_{F2}] = \frac{\sigma_{F \lim 2}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R;$$

де, σ_{Flim2} – границя стійкості зубців колеса при згині;

$S_F=2,625$ – коефіцієнт безпеки;

$Y_S=1$ – коефіцієнт, який враховує чутливість матеріалу до концентрації напруги в функції від модуля зачеплення [7];

$Y_R=1$ – коефіцієнт, який враховує шорсткість.

Границя стійкості зубців колеса при згині:

$$\sigma_{Flim2} = \sigma_{Flimb2} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL1};$$

де, σ_{Flimb2} – максимальна границя витривалості матеріалу;

$$\sigma_{Flimb2} = 1.8 \cdot HB_2 = 1.8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

$K_{FC}=1$ – коефіцієнт, який враховує одностороннє зачеплення зубця;

K_{FL2} – коефіцієнт довговічності при $HB_2 < 350$

$$K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_{F2}}},$$

де, $N_{FO}=4 \cdot 10^6$ - базова кількість циклів зміни навантажень

N_{F2} – кількість циклів навантаження під час експлуатації;

$$N_{F1} = 60 \cdot n_4 \cdot t_2 = 60 \cdot 46 \cdot 2500 = 6,9 \cdot 10^6$$

$$K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{3,5 \cdot 10^6}} = 1,02$$

Отже,

$$\sigma_{F \lim 2} = 306 \cdot 1 \cdot 1,2 = 312 \text{ МПа};$$

Тоді

$$[\sigma_{F1}] = \frac{\sigma_{F \lim 1}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R = \frac{312}{2.625} \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 119 \text{ МПа}$$

10. Визначаємо відношення:

$$\frac{Y_{F1}}{[\sigma_{F1}]} = \frac{4.51}{116} = 0.0389;$$

$$\frac{Y_{F2}}{[\sigma_{F2}]} = \frac{4.2}{119} = 0.0353$$

З двох коліс зубчастої пари найбільш слабким є те, для якого дане відношення буде більшим. Тому для визначення m_{te} використовуємо Y_{F1} і $[\sigma_{F1}]$.

11. Отже, визначимо внутрішній коловий модуль:

$$m_{te} = \sqrt[3]{\frac{4.5 \cdot T_{F1} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot Y_{F1} \cdot Y_{\beta}}{(1-\psi_k) \cdot \psi_k \cdot \sqrt{u^2 + 1} \cdot \cos \beta_m \cdot [\sigma_{F1}] \cdot z_1^2}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4.5 \cdot 221 \cdot 10^3 \cdot 1.125 \cdot 1.13 \cdot 4.51 \cdot 1}{(1-0.2) \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2.5^2 + 1} \cdot 116 \cdot 20^2}} = 5,9 \text{ мм}$$

Отриманий модуль округляємо по стандарту [7]:

$$m_{te} = 6 \text{ мм}$$

12. Визначаємо початковий діаметр шестерні по більшому торцю:

$$d_{w1} = m_{te} \cdot z_1 = 6 \cdot 20 = 120 \text{ мм}$$

13. Число зубців плоского колеса:

$$z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = \sqrt{20^2 + 50^2} = 53,85$$

14. Зовнішня конусна відстань:

$$R_e = 0.5 \cdot m_{te} \cdot z_c = 0.5 \cdot 6 \cdot 53,85 = 161,55 \text{ мм}$$

15. Робоча ширина зубчатого вінця:

$$b_w = \psi_k \cdot R_e = 0.2 \cdot 161,55 = 32,31 \text{ мм};$$

приймаємо за стандартом $b_w = 42 \text{ мм}$

Перевіряємо умову:

$$b_w \leq 10 \cdot m_{te}$$

$$42 \leq 10 \cdot 6 = 60 \text{ - умова виконується}$$

16. Визначимо середній нормальний модуль:

$$m_n = m_{te} \cdot \left(1 - 0.5 \cdot \frac{b_w}{R_e}\right) \cdot \cos \beta_m = 6 \cdot \left(1 - 0.5 \cdot \frac{42}{161,55}\right) = 5,2 \text{ мм}$$

17. Визначимо середній нормальний модуль:

$$d_{wm1} = \frac{m_n \cdot z_1}{\cos \beta_m} = \frac{5,2 \cdot 20}{1} = 104 \text{ мм}$$

18. Розрахуємо швидкість на середньому початковому діаметрі шестерні:

$$V_c = \frac{\pi \cdot d_{wm1} \cdot n_3}{60000} = \frac{3,14 \cdot 104 \cdot 118,75}{60000} = 0,65 \text{ м/с};$$

При швидкості $V_c = 0,65 \text{ м/с}$ рекомендована степінь точності – 9, що співпадає з раніше прийнятою.

19. Уточнюємо коефіцієнт динамічного навантаження:

$$K'_{FV} = 1.13$$

20. Уточнюємо коефіцієнт чуттєвості матеріалу до концентрації напруження:

$$Y'_S = 0.94$$

Отже, уточнюємо модуль зачеплення:

$$m'_{te} = m_{te} \cdot \sqrt[3]{\frac{K'_{FV} \cdot Y'_S}{K_{FV} \cdot Y'_S}} = 5,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{1.13 \cdot 1}{1.13 \cdot 0.94}} = 5,92 \text{ мм}$$

Приймаємо по стандарту:

$$m_{te} = 6 \text{ мм}$$

Перевірний розрахунок зубців на стійкість по напруженням згину:

1. Згинальне напруження для зуба шестерні:

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} \cdot Y_\beta \cdot \frac{W_{Ft}}{0.85 \cdot m_n};$$

де, W_{Ft} - питоме розрахункове навантаження:

$$W_{Ft} = \frac{2 \cdot T_{F1}}{d_{wm1} \cdot b_w} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} = \frac{2 \cdot 221 \cdot 10^3}{120 \cdot 42} \cdot 1 \cdot 1.125 \cdot 1.13 = 111,5 \text{ Н / мм};$$

де, $K_{F\alpha} = 1$ – коефіцієнт, який враховує розподілення навантаження між зубцями;

Тоді

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} \cdot Y_{\beta} \cdot \frac{W_{Ft}}{0.85 \cdot m_n} = 4.51 \cdot 1 \cdot \frac{111,5}{0.85 \cdot 5,2} = 109,5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{F1} = 109,5 \text{ МПа} < [\sigma_{F1}] = 116 \text{ МПа} - \text{умова виконується}$$

2. Згинальне напруження для зуба колеса:

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \cdot \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}} = 109,5 \cdot \frac{4.2}{4.51} = 102 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{F2} = 102 \text{ МПа} < [\sigma_{F2}] = 119 \text{ МПа} - \text{умова виконується.}$$

Перевірний розрахунок передачі на контактну міцність під час дії максимального навантаження.

$$\sigma_H = z_H \cdot z_M \cdot z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{4,5 \cdot T_{n1} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu}}{(1 - \psi_k) \cdot \psi_k \cdot d_{w1}^3 \cdot u}};$$

де, $z_H = 1,76$ – коефіцієнт, який враховує геометричні параметри зубців;

$z_M = 275 \text{ МПа}^{\frac{1}{2}}$ – коефіцієнт, який враховує механічні властивості матеріалу коліс;

z_{ε} – коефіцієнт, який враховує сумарну довжину контактних ліній:

$$z_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_{\alpha}}{3}} = \sqrt{\frac{4 - 1,58}{3}} = 0,9$$

де, $\varepsilon_{\alpha} = 1,58$ – коефіцієнт торцевого перекриття;

$K_{H\alpha} = 1$ – коефіцієнт, який враховує розподілення навантаження між зубцями;

$K_{н\beta}$ – коефіцієнт, який враховує розподілення навантаження по ширині вінця при консольному розподіленні шестерні на роликівих опорах і відношенню:

$$\frac{\psi_{\kappa} \cdot u}{2 - u} = \frac{0,2 \cdot 3,2}{2 - 0,2} = 0,36;$$

тоді $K_{н\beta} = 1,06$

$K_{нv} = 1,01$ – коефіцієнт, який враховує динамічні навантаження

Тоді

$$\sigma_{н} = 1,76 \cdot 275 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{\frac{4,5 \cdot 221 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,01}{(1 - 0,2) \cdot 0,2 \cdot 120^3 \cdot 3,2}} = 478 \text{ МПа}$$

Розрахунок навантаження від максимального навантаження:

$$\sigma_{HM} = \sigma_{н} \cdot \sqrt{\frac{T_{м}}{T_{1}}} \leq [\sigma_{HM}]$$

$$\text{де, } \frac{T_{\text{макс}}}{T_{\text{ном}}} = 2$$

Тоді

$$\sigma_{HM} = 478 \cdot \sqrt{2} = 676 \text{ МПа}$$

- для шестерні:

$$[\sigma_{HM1}] = 2,8 \cdot 270 = 756 \text{ МПа}$$

- для колеса:

$$[\sigma_{HM2}] = 2,8 \cdot 260 = 728 \text{ МПа}$$

Отже,

$$\sigma_{HM} = 478 \cdot \sqrt{2} = 676 \text{ МПа} < [\sigma_{HM}] = 756 \text{ МПа} \text{ – умова виконується}$$

Приймаємо кінцеві параметри:

$$m_{te} = 6 \text{ мм};$$

$$z_1 = 20;$$

$$z_2 = 50;$$

$$b_w = 42 \text{ мм};$$

$$d_{w1} = 120 \text{ мм};$$

$$d_{w2}=384\text{мм};$$

$$\delta_1=21^{\circ}80'$$

$$\delta_2=68^{\circ}20'$$

5.1.2 Розрахунок вала

Для знаходження реакції R_b знайдемо суму моментів всіх сил, що діють на вал в горизонтальній площині відносно точки А і прирівняємо її до нуля.

$$\sum M_{AX} = 0,$$

$$-F_n \cdot a + F_t \cdot b - R_b(b+c) = 0,$$

$$R_b = \frac{F_t \cdot b + F_n \cdot a}{b+c},$$

$$R_b = \frac{500 \cdot 92 - 960 \cdot 120}{92 + 475} = -122,05\text{Н}.$$

Для знаходження реакції R_a прирівняємо суму моментів всіх сил, що діють на вал в горизонтальній площині відносно точки В до нуля.

$$\sum M_{BX} = 0,$$

$$-F_n(a+b+c) + R_a(b+c) - F_t \cdot c = 0,$$

$$R_a = \frac{F_n \cdot (a+b+c) + F_t \cdot c}{b+c},$$

$$R_a = \frac{960(120+92+475) + 500 \cdot 475}{92+475} = 1582,05\text{Н}.$$

Перевіримо чи вірно ми розраховали реакції R_a і R_b . Повинна виконуватись умова:

$$-F_n + R_a - F_t - R_b = 0,$$

$$-960 + 1582,05 - 500 - 122,05 = 0,$$

$$0 = 0 - \text{вірно.}$$

Для знаходження моментів, що діють на вал розіб'ємо його на окремі ділянки.

I Ділянка $0 < x < 120$

Момент, що діє на ділянку в горизонтальній площині знаходиться за формулою

$$M_{(x)} = -F_n \cdot x,$$

$$M_{(x=0)} = 0H \cdot \text{мм},$$

$$M_{(x=120)} = -960 \cdot 120 = -115200H \cdot \text{мм}.$$

II Ділянка $120 < x < 212$

Момент, що діє на ділянку в горизонтальній площині знаходиться за формулою

$$M_{(x)} = -F_n \cdot x + R_a \cdot (x - 120),$$

$$M_{(x=120)} = -115200H \cdot \text{мм},$$

$$M_{(x=212)} = -960 \cdot 212 + 1582,05 \cdot 92 = -57971,4H \cdot \text{мм}.$$

III Ділянка $212 < x < 687$

Момент, що діє на ділянку в горизонтальній площині знаходиться за формулою

$$M_{(x)} = -F_n \cdot x + R_a(x - 120) - F_t(x - 212),$$

$$M_{(x=212)} = -960 \cdot 212 + 1582,05 \cdot 92 = -57971,4H \cdot \text{мм},$$

$$M_{(x=687)} = -960 \cdot 687 + 1582,05 \cdot 567 - 500 \cdot 475 = 0H \cdot \text{мм}.$$

Для знаходження реакції R_b знайдемо суму моментів всіх сил, що діють в вертикальній площині відносно точки А і прирівняємо її до нуля.

$$\begin{aligned}\sum M_{AY} &= 0, \\ F_r \cdot b - R_b(b+c) + T &= 0, \\ R_b &= \frac{T + F_r \cdot b}{b+c}, \\ R_b &= \frac{550 + 500 \cdot 92}{567} = 82,1 \text{ Н} \cdot \text{мм}.\end{aligned}$$

Для знаходження реакції R_A прирівняємо суму моментів всіх сил, що діють на вал в вертикальній площині відносно точки В до нуля.

$$\begin{aligned}\sum M_{BY} &= 0, \\ -F_t \cdot c + R_a(b+c) + T &= 0, \\ R_a &= \frac{-T + F_t \cdot c}{(b+c)}, \\ R_a &= \frac{-550 + 500 \cdot 475}{567} = 417,9 \text{ Н} \cdot \text{мм}.\end{aligned}$$

Перевіримо чи вірно ми розрахували реакції R_a і R_b що діють в вертикальній площині. Отже, повинна виконатись умова:

$$R_a - F_t + R_b = 0,$$

$$417,9 - 500 + 82,1 = 0,$$

$$0 = 0 \quad - \text{вірно.}$$

I Ділянка $0 < x < 92$

Момент, що діє на ділянку в вертикальній площині знаходиться за формулою :

$$M_{(x)} = R_a \cdot x ,$$

$$M_{(x=0)} = 0H \cdot мм ,$$

$$M_{(x=120)} = -417,9 \cdot 92 = 38446,8H \cdot мм .$$

II Ділянка $92 < x < 567$

Момент, що діє на ділянку в вертикальній площині знаходиться за формулою :

$$M_{(x)} = -F_t \cdot (x - 92) + T + R_a \cdot (x - 92),$$

$$M_{(x=92)} = 550 + 417,9 \cdot 567 = 38996,8H \cdot мм ,$$

$$M_{(x=567)} = -500 \cdot 475 + 550 + 417,567 \cdot 567 = 0H \cdot мм .$$

Знайдемо сумарну дію моментів , що діють на вал в горизонтальній і вертикальній площині

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{(M_x)^2 + (M_y)^2} ,$$

$$M_{\text{сум1}} = \sqrt{115200^2 + 0^2} = 115200H \cdot мм ,$$

$$M_{\text{сум2}} = \sqrt{57971,4^2 + 38446,8^2} = 69561,7H \cdot мм ,$$

$$M_{\text{сум3}} = \sqrt{57971,4^2 + 38996,8^2} = 69867,2H \cdot мм .$$

Для знаходження еквівалентного моменту скористаємось наступною формулою:

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M_{\text{сум}}^2 + M_{\text{кр}}^2} ,$$

$$M_{\text{екв1}} = \sqrt{115200^2 + 550000^2} = 561935,1H \cdot мм ,$$

$$M_{\text{екв2}} = \sqrt{69561,7^2 + 550000^2} = 554381,5H \cdot мм ,$$

$$M_{\text{екв3}} = \sqrt{69867,2^2 + 550000^2} = 554419,9H \cdot мм .$$

Розрахуємо розрахункові діаметри вала в небезпечних точках перерізу вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}}$$

де $[\sigma_{-1}]$ - допустима границя міцності сталі, $[\sigma_{-1}] = 82 \text{ МПа}$;

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{561935,1}{0,1 \cdot 82}} = 39,1 \text{ мм},$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{554381,5}{0,1 \cdot 82}} = 40,7 \text{ мм},$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{554419,9}{0,1 \cdot 82}} = 40,7 \text{ мм}.$$

Приймаємо $d_1 = 40 \text{ мм}$ $d_2 = 50 \text{ мм}$ $d_3 = 45 \text{ мм}$

Остаточні діаметри вала та епюри навантажень зображені на рис. 5.1.

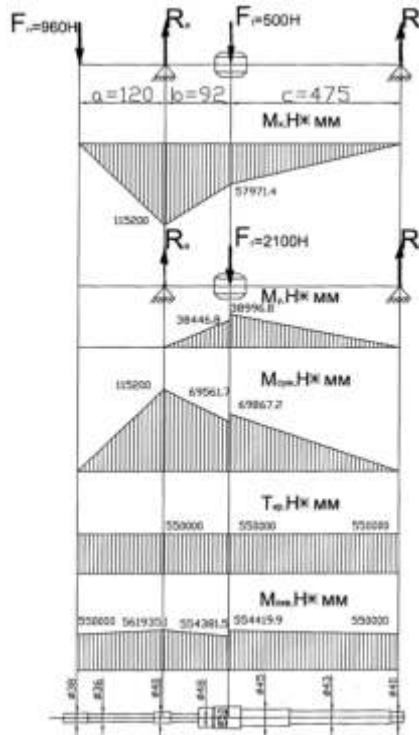


Рис. 5.1. Епюри навантаження та ескіз вала

5.1.3 Підбір підшипників

I Вал

1) Знаходимо F_r і F_a

$$F_{r1\max} = \sqrt{R_{AX}^2 + R_{AY}^2} = \sqrt{0,324^2 + 1,38^2} = 1420H$$

$$F_{r2\max} = \sqrt{R_{CX}^2 + R_{CY}^2} = \sqrt{0,71612^2 + 1,38^2} = 1555H$$

$$F_{A\max} = 758H$$

Знаходимо еквівалентні навантаження ($K_E = 0,63$)

$$F_{r1} = K_E \cdot F_{r1\max} = 0,63 \cdot 1420 = 894,6H$$

$$F_{r2} = K_E \cdot F_{r2\max} = 0,63 \cdot 1555 = 979,65H$$

$$F_A = K_E \cdot F_{A\max} = 0,63 \cdot 758 = 477,54H$$

⇒ Приймаємо радіальний кульковий підшипник однорядний легкої серії 204:

$$d = 20;$$

$$D = 47;$$

$$B = 14;$$

$$C_r = 10000H; C_{O2} = 6300H$$

Визначаємо номінальну динамічну вантажопід'ємність 204 кулькового радіального підшипника з каталоговою динамічною вантажопід'ємністю $C_r = 10000H$, статистичною вантажопід'ємністю $C_{O2} = 6300H$. На підшипник діє радіальне навантаження $F_r = 1040H$, осьове $F_a = 758H$, частота обертання валу $n = 730 \text{ об/хв}$; $L_{10h} = 6814 \text{ год}$, при умові, що $V = 1,0$; $K_a = 1,0$; $K_T = 1,0$

1. Обираємо коефіцієнти X та Y. Відношення

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{758}{6300} = 0,12, \text{ за табл. цьому відповідає } e = 0,30$$

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{758}{1 \cdot 1040} = 0,73 \text{ більше ніж } e = 0,30; \text{ тоді } X = 0,56; Y = 1,45$$

2. Визначаємо еквівалентне навантаження:

$$P = (xVF_r + YF_a)K_a \cdot K_\delta = (0,56 \cdot 1 \cdot 1040 + 1,45 \cdot 758) \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1681,5H$$

3. За табл. $\frac{C}{P} = 7,23$, отже, потрібна динамічна вантажопід'ємність

$$\tilde{N} = D \cdot 7,23 = 1681,5 \cdot 7,23 = 12157H. \text{ Підшипник середньої серії має } C = 12500H.$$

Отже обираємо підшипник радіальний однорядний 304

II Вал

Приймаємо радіальний кульковий підшипник однорядний легкої серії 208:

$$d = 40;$$

$$D = 80;$$

$$B = 18;$$

$$C_r = 25600H; C_{O2} = 18100H$$

Визначаємо номінальну динамічну вантажопід'ємність 208 кулькового радіального підшипника з каталоговою динамічною вантажопід'ємністю $C_r = 25600H$, статистичною вантажопід'ємністю $C_{O2} = 18100H$. На підшипник

діє радіальне навантаження $F_r = 1008H$, осьове $F_a = 733H$, частота обертання валу $n = 146 \text{ об/хв}^{-1}$; $L_{10h} = 6814 \text{ год}$, при умові, що $V = 1,0$; $K_a = 1,0$; $K_T = 1,0$

1. Обираємо коефіцієнти X та Y. Відношення

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{733}{18100} = 0,04, \text{ за табл. цьому відповідає } e = 0,25$$

$$\frac{F_a}{VF_r} = 0,727 \text{ більше ніж } e = 0,25; \text{ тоді } X = 0,56; Y = 1,71$$

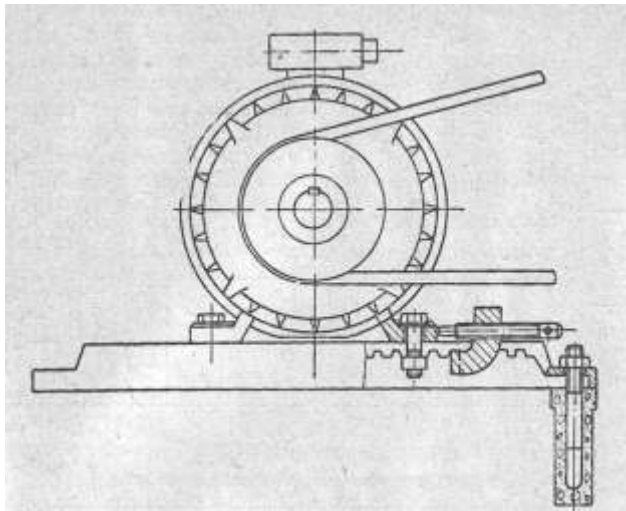
2. Визначаємо еквівалентне навантаження:

$$P = (xVF_r + YF_a)K_a \cdot K_o = (0,56 \cdot 1 \cdot 1008 + 1,71 \cdot 733) \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1817,91H$$

3. За табл. $\frac{C}{P} = 4,23$, отже, потрібна динамічна вантажопід'ємність

$\tilde{N} = D \cdot 4,23 = 1817,91 \cdot 4,23 = 7689,76H$. Це менше ніж каталогова динамічна вантажопід'ємність $\tilde{N} = 25600H$. Отже обираємо підшипник радіальний однорядний 208

5.1.4 Розрахунок клинопасової передачі приводу



Вихідні дані:

$$N_1 = 2,2 \text{ кВт}$$

$$n_1 = 1300 \text{ хв}^{-1}$$

$$U = 2$$

Рис. 7.2. Клинопасова передача

Крутний момент на швидкохідному валу:

$$T_{\delta} = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{2,2}{1300} = 20,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При заданому моменті приймаємо переріз паса „В” з розмірами: $b_p = 19$ мм; $h = 13,5$ мм; $b_0 = 22$ мм; $y_0 = 4,8$ мм; $F_1 = 2,3 \text{ см}^2$

Діаметр меншого шківa згідно рекомендацій $d_{p \text{ min}} = 200$ мм, але для

більшої довговічності приймаємо d_p слідуєчий за мінімальним (т.2.21(6))

$$d_{p1} = 224 \text{ мм}$$

Визначемо діаметр великого шківa по формулі:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot U \cdot (1 - \varepsilon) = 224 \cdot 2 \cdot (1 - 0.02) = 439 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний діаметр $d_{p2} = 450$ мм по ГОСТ 17383-73

Розраховуємо фактичне передаточне відношення:

$$U_p = \frac{d_{p2}}{d_{p1} \cdot (1 - \varepsilon)} = \frac{450}{224 \cdot (1 - 0,02)} = 2,04$$

Розраховуємо швидкість паса за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 224 \cdot 1300}{60 \cdot 1000} = 15,24 \text{ м / с}$$

Частота обертіву веденого вала:

$$n_2 = \frac{d_{p1} \cdot n_1 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_{p2}} = \frac{224 \cdot 1300 \cdot (1 - 0,02)}{450} = 634,17 \text{ рад / с}$$

Розраховуємо міжосьову відстань згідно рекомендацій:

$$a = 1,2 \cdot d_{p2} = 1,2 \cdot 439 = 526 \text{ мм.}$$

Розрахункова довжина паса:

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4 \cdot a} = 2 \cdot 526 \cdot \frac{3,14}{2} \cdot (224 + 439) + \frac{(224 - 439)^2}{4 \cdot 526} = 2114,9 \text{ мм}$$

Вибираємо стандартну довжину паса (6) $L = 2240$ мм.

По стандартній довжині паса уточнюємо дійсну міжосьову відстань по формулі:

$$a = \frac{2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{(2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}))^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8} =$$

$$= \frac{2 \cdot 224 - 3,14(224 + 439) + \sqrt{(2 \cdot 2240 - 3,14(224 + 439))^2 - 8(439 - 224)^2}}{8} = 609 \text{ мм}$$

Мінмальна міжосьова відстань для зручності монтажу

$$a_{\min} = a - 0,01 \cdot L = 609 - 0,01 \cdot 2240 = 587 \text{ мм}$$

Максимальна міжосьова відстань для створення натягу і підтяжки пасу при витяжці:

$$a_{\max} = a + 0,01L = 609 + 0,01 \cdot 2240 = 631 \text{ мм}$$

Розраховуємо кут обхвату на меншому шківу по формулі:

$$\alpha_1 = 180 - 60 \frac{d_{p1} - d_{p2}}{a} = 180 - 60 \frac{439 - 224}{609} = 158,8 > [\alpha_1] = 110 ;$$

Вихідна довжина пасу (т.2.15(6)):

$$L_0 = 3750(\text{мм})$$

Відносна довжина:

$$\frac{L}{L_0} = \frac{2240}{3750} = 0,597(\text{мм})$$

Коефіцієнт довжини (т.2.19(6)):

$$C_L = 0,88$$

Вихідна потужність при $d_{p1} 224 \text{ мм}$, $v=2,04 \text{ м/с}$,

$N_0 = 1.937 \text{ кВт}$ (т.2.15(6)):

Коефіцієнт кута охоплення (т.2.18(6)):

$$C_\alpha = 0,94$$

Поправка до крутного моменту на передаточне число (т.2.20(6)):

$$\Delta T = 8(H \cdot m)$$

Поправка до потужності визначається по формулі:

$$\Delta N = 0,0001 \cdot \Delta T n_{\sigma} = 0,0001 \cdot 8 \cdot 1300 = 1,2 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт режиму роботи при вказаному навантаженні (т.2.8(6)):

$$C_p = 0,6$$

Допустиме навантаження на один пас :

$$[N] = (N_0 \cdot C_{\alpha} \cdot C_L + \Delta N) \cdot C_p = (1,937 \cdot 0,3 \cdot 0,88 + 1,2) \cdot 0,6 = 1,5 \text{ кВт}$$

Розрахункове число пасів визначається за формулою:

Коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантаження (6): $C_z = 0,9$

Дійсне число пасів в передачі визначається за формулою:

$$z' = \frac{z}{C_{\alpha}} = \frac{1,2}{0,9} = 1,3$$

приймаємо число пасів $z' = 2$

Сила початкового натягу одного клинового паса визначають по формулі:

$$S_{0,1} = \frac{780 \cdot N}{v \cdot C_{\alpha} \cdot C_p \cdot z'} + q \cdot v^2 = \frac{780 \cdot 2,2}{2,04 \cdot 0,93 \cdot 0,6 \cdot 2} + 0,18 \cdot 2,04^2 = 937,6 \text{ Н}$$

Визначаємо зусилля, що діють на вали передачі:

$$Q = 2 \cdot S_{0,1} \cdot z' \cdot \sin \frac{\alpha_1^0}{2} = 2 \cdot 937,6 \cdot 2 \cdot \sin \frac{158^0}{2} = 1970 \text{ Н}$$

Розмір ободів шківів:

$l_p=18$ мм; $h=14,3$ мм; $b=5,7$ мм; $e=25,5^{+0,5}$ мм; $f=17$ мм; $r=1,0$ мм; $h_{\min}=10$ мм;

$\alpha_1=36$; $\alpha_2=40$.

Зовнішні діаметри шківів визначаємо по формулі:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2b = 224 + 2 \cdot 5,7 = 235,4;$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2b = 439 + 2 \cdot 5,7 = 450,4.$$

Ширина обода шківа:

$$M = (z' - 1) \cdot e + 2 \cdot f = (2 - 1) \cdot 19 + 2 \cdot 17 = 59,5 \text{ мм}$$

5.1.5. Розрахунок шпонкового з'єднання

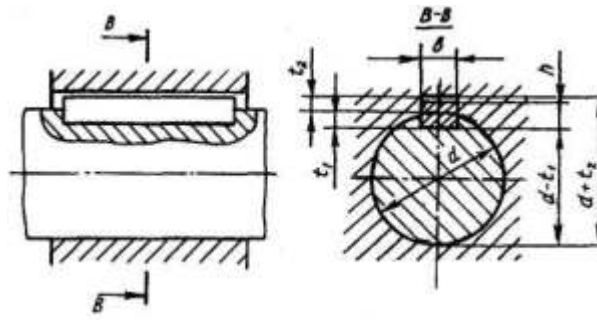


Рис.7.3. Шпонкове з'єднання

Розрахунок виконуємо за таких умов:

Діаметр вала $d=50\text{мм}$.

Крутний момент $T_{кр}=550\text{ Н}\cdot\text{м}$.

Довжина шпонки $l=35\text{ мм}$.

Вибираємо з таблиць призматичну шпонку $b\times h=14\times 9$, для якої $t_1=5,5\text{ мм}$.

Перевірку ведемо з умови міцності на зминання.

$$\sigma = F/A_{зм} \leq [\sigma]_{зм} ;$$

$F=2T/d$ -колова сила.

$A_{зм}=(h-t_1)\times l_0$ -площа зминання.

$l_0=l-b=35-14=21\text{ мм}$ -робоча довжина шпонки.

$$[\sigma]_{зм}=170\text{ МПа};$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 550 \cdot 10^3}{50 \cdot 21 \cdot (9 - 5,5)} = 29\text{ МПа} < [\sigma]_{зм} = 170\text{ МПа}.$$

Отже, умова міцності забезпечується.

5.2. Розрахунок вібраційного живильника

Вібраційні живильники використовують для транспортування як сипкої, так і штучної продукції до пакувального обладнання та безпосередньо для подачі у дозатор. Характерною особливістю широкого використання вібраційних живильників у пакувальному обладнанні є висока рівномірність подачі сипкої продукції, легка керованість транспортним потоком (можливість швидкої зупинки) та можливість регулювання товщини шару продукції. Робочий орган (лоток) живильника здійснює низько або високочастотні коливання.

В залежності від частот коливання живильники поділяють на: інерційні; вібраційні та інерційно-вібраційні.

Інерційні пристрої працюють таким чином, що вантаж, який переміщається, проковзує по поверхні лотка без відриву від нього.

Вібраційні характеризуються коливаннями, в яких нормальна складова максимального прискорення лотка більше складової сили тяжіння. За цих умов вантаж відривається від поверхні лотка і протягом відповідної частини періоду коливань переміщається в стані направленого мікрокидка.

Інерційно-вібраційні пристрої поєднують два режими руху в один – спочатку кидок, а потім ковзання за один період коливання.

Основним недоліком інерційних пристроїв є: прискорене зношування елементів лотка; нерівномірність значень сил тертя, що сприяє значному коливанню динамічних навантажень; великі витрати енергії; складність керування продуктивністю. Вібраційні пристрої мають такі переваги: відносно малі витрати енергії на переміщення продукції; пристрій працює в сталому режимі роботи. На рис. 9.3. наведена типова схема вібраційного живильника.

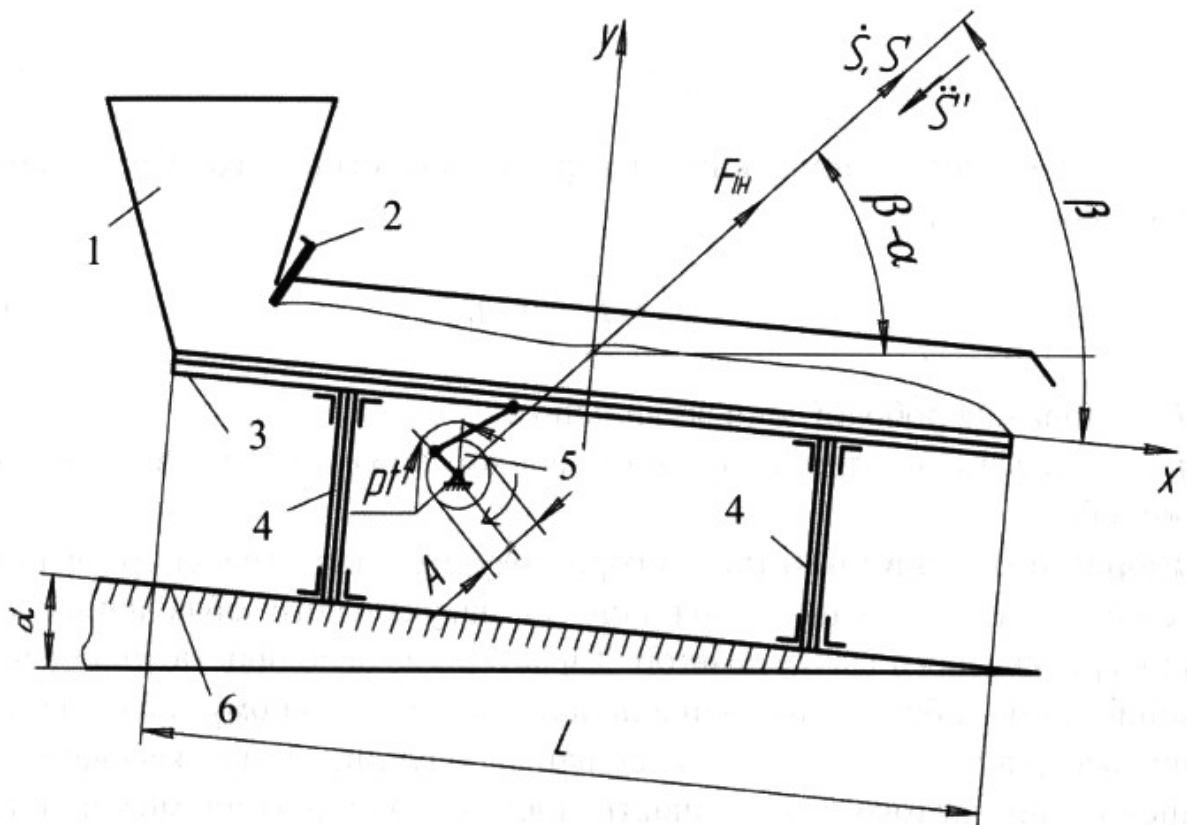


Рис. 7.4. Схема вібраційного живильника: 1 – бункер-накопичувач; 2 – регульована заслінка; 3 – лоток; 4 – пружні елементи; 5 – привод; 6 – станина

З великої кількості типів вібраційних живильників широке застосування знайшли одно- та двомасові, з направленими та незалежними коливаннями.

Одномасові конвеєри з направленими коливаннями (рис. 9.5. а) попри свої переваги – простота конструкції і низька вартість – мають суттєвий недолік – передачу вібрації на основу.

Двомасові конвеєри найбільш розповсюджені і при цьому мають не значно складнішу конструкцію (рис. 9.5. б). Робоча маса 1, по лотку якої здійснюється транспортування продукту, з'єднана нахиленими під кутом β пружними елементами 2 з реактивною масою 3, що встановлена на м'які амортизатори 4. Вібраційний конвеєр приводиться в рух вимушеним зусиллям, що розвивається електромагнітом 5, встановленим на реактивній масі 3, а ярік електромагніта 6 прикріплений до робочої маси. Кут вібрації β задає напрямок коливань лотка конвеєра і відповідно забезпечує транспортування продукту. Від кута β залежить швидкість транспортування продукту, а його величина залежить від фізичної природи продукту,

гранулометричного складу, вологості тощо і може бути визначена лише експериментально для кожного продукту зокрема.

Амплітуду направлених коливань точки на поверхні лотка A_l (рис. 6в) можна розкласти на поздовжню A_n та нормальну A_n складові. Поздовжня складова задає швидкість транспортування продукту, нормальна складова – режим транспортування: відривний або безвідривний, в залежності від наявності відриву частинок продукту від поверхні лотка. У деяких випадках лоток може встановлюватись під кутом α до горизонту.

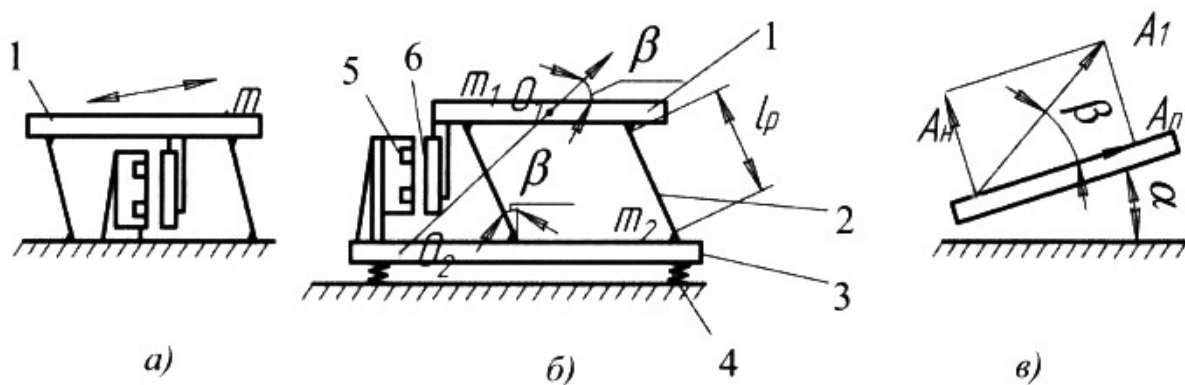


Рис. 7.5. Конструктивні схеми одно- (а) та двомасових (б) вібраційних конвеєрів і направленні коливання точки на поверхні лотка (в): 1 – лоток; 2 – пружина прямокутного перерізу; 3 – реактивна маса; 4 – амортизатори; 5 – електромагніт; 6 – яркі електромагніта

Під час проектування вібраційних конвеєрів необхідно враховувати небезпеку виникнення «паразитних» коливань, що можуть спричинити нерівномірність транспортування продукту. Для усунення можливості виникнення «паразитних» крутих коливань і забезпечення рівномірного поля вібрації по довжині конвеєра під час конструювання необхідно виконати одну з умов:

- лінія, що з'єднує центри коливних мас θ_1 і θ_2 повинна збігатися з напрямком коливань, тобто бути перпендикулярною до плоских пружин;
- центри мас θ_1 і θ_2 повинні бути суміщені;

Нижче наведено послідовність розрахунку двомасового конвеєра з направленими коливаннями. При цьому було враховано наступні особливості вібраційного конвеєра:

- конвеєр являє собою двомасову коливну систему, у якій одна з мас є робочим органом (лоток), по якому здійснюється транспортування продукту;
- коливна система конвеєра працює у дорезонансному режимі, при цьому забезпечується стабільна робота та суттєво знижується залежність амплітуди коливань від маси транспортованого продукту;
- напрямлені коливання забезпечуються встановленням під заданим кутом пружних елементів;
- для передачі конвеєру вимушеного зусилля використовується електромагніт.

Вихідними даними для проектування вібраційних конвеєрів є: довжина конвеєра (L); швидкість транспортування (v) або продуктивність.

5.2.2 Продуктивність вібраційного живильника

Інтенсивність переміщення потоку продукції вібраційним живильником можна визначити за формулою:

$$Q = 3600 \cdot F \cdot \psi \cdot v_{cp} \cdot \rho, \text{ т/год}$$

де F – площа поперечного перерізу лотка;

ψ – коефіцієнт заповнення лотка продукцією;

v_{cp} – середня швидкість переміщення продукції вібраційним живильником.

Розрахунок

Продуктивність дозатора $Z = 30 \text{ т/год}$,

розміри лотка $B \times L \times \delta_0 = 183 \times 880 \times 75 \text{ мм}$,

насипна маса продукту $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$,

швидкість переміщення продукції $v_{cp} = 0,05 \text{ м/с}$.

Визначаємо коефіцієнт заповнення лотка продукцією:

$$\psi = \frac{Q}{3600 \cdot B \cdot \delta_0 \cdot v_{\dot{\delta}} \cdot \rho} = \frac{3600}{3600 \cdot 0,183 \cdot 0,075 \cdot 0,05 \cdot 30} = 0,82,$$

тоді товщина шару продукції на лотку (регулювання заслінкою)

$$\delta = \delta_0 \cdot \psi = 0,075 \cdot 0,82 = 0,062 \text{ м.}$$

Інтенсивністю подачі продукції до зважувальної ємності дозатора:

$$P = B \cdot \delta \cdot \rho \cdot v_K = 0,183 \cdot 0,062 \cdot 30 \cdot 0,15 = 0,051 \text{ кг/с.}$$

5.3. Механізм протягування плівки

Продуктивність машини $Z = 180 \text{ шт/год}$

Розміри пакета 150 x 120 мм.

Довжина плівки на 1 пакет $l = 150 \text{ мм}$.

Витрати плівки $L = Z \cdot l = 180 \cdot 150 = 15000 \text{ м/год} = 900 \text{ м/хв}$.

Час виготовлення 1 упаковки $\dot{O} = \frac{60}{60} = 1 \text{ хв}$, приймаємо час протягування

плівки на 1 пакет рівним $t = 0,5 \text{ с}$.

Тоді середня швидкість руху плівки $v_{\dot{n}} = \frac{l}{t} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 \text{ м/хв}$.

Визначаємо середні кутову швидкість та число обертів роликів механізму переміщення плівки:

$$\omega = \frac{v_{\dot{n}}}{r} = \frac{0,5}{0,048} = 10,42 \text{ рад/с,}$$

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 10,42}{3,14} = 99,55 \text{ об/хв,}$$

де $r = 0,048 \text{ мм}$ – радіус роликів механізму переміщення плівки.

Визначаємо обертальний момент на роликах, необхідний для переміщення плівки з заданою швидкістю. Для цього розглянемо систему сил, що діють на рукав з плівки:

$G = 9,8 \text{ Н}$ – сила тяжіння 1 кг продукту в пакеті, що утворюється;

N – сила притискання роликів до труби;

$F_{\text{трол}} = f_{\text{рол}} \cdot N = 0,5N$ – сила тертя (зчеплення) між роликом і плівкою,

де $f_{пол} = 0.5$ – коефіцієнт тертя ковзання плівка-гума;

$F_{мл} = f_{мл} \cdot N = 0.3N$ – сила тертя ковзання між плівкою і сталеву трубою,

де $f_{пл} = 0.3$ – коефіцієнт тертя ковзання плівка-сталь;

$F_{коч} = \frac{\mu}{r} \cdot N = \frac{10}{48} N = 0.21N$ – сила тертя кочення ролика по трубі,

де $\mu = 10$ мм – коефіцієнт тертя кочення гума-сталь;

$M_{рул} = J \frac{d\omega}{dt}$ – момент зовнішніх сил, прикладених до рулону,

де $J \approx \frac{m \cdot R^2}{2} = \frac{16 \cdot 0,125^2}{2} = 0,125$ кгм² – момент інерції рулону,

$\omega_{\text{середн}} = \frac{v_{\text{середн}}}{R} = \frac{0.5}{0.125} = 4$ рад/с – середня кутова швидкість рулону з плівкою,

$R = 0,125$ м – максимальний (початковий) радіус рулону,

приймаємо коливання кутової швидкості рулону в межах 50%, тоді

$\frac{d\omega}{dt} = \frac{4}{1} = 4$ рад/с², $M_{\text{дод}} = J \frac{d\omega}{dt} = 0,125 \cdot 4 = 0,5$ Нм.

$M_{\text{он}} = 0,1 \cdot M(F_{\text{трпол}})$ – момент сил опору переміщенню стрічки по напрямним валкам, приймаємо 10% моменту від сил тертя між роликом і плівкою.

Запишемо рівняння приведених моментів сил до точки А:

$$\sum M_{\text{пр}} = 0;$$

$$\frac{1}{2} M_{\text{рул}} \cdot \omega_{\text{рул}} + \frac{1}{2} \cdot M_{\text{он}} + M(F_{\text{мл}}) + M(F_{\text{коч}}) - \frac{1}{2} M(G) - M(F_{\text{трпол}}) = 0,$$

$$\frac{1}{2} M_{\text{рул}} \cdot \omega_{\text{рул}} + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 0,5 N \cdot v + 0,3 N \cdot v + 0,21 N \cdot v - \frac{1}{2} G \cdot v - 0,5 N \cdot v = 0,$$

$$\frac{1}{2} 0,5 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 0,5 N \cdot 0,5 + 0,3 N \cdot 0,5 + 0,21 N \cdot 0,5 - \frac{1}{2} 9,8 \cdot 0,5 - 0,5 N \cdot 0,5 = 0,$$

$$N = 82.86 \text{ Н.}$$

Обертальний момент на роликах:

$$\dot{I}_{\delta} = F_{\text{одіє}} \cdot r = 0,5 \cdot 82,86 \cdot 0,048 = 1,99 \text{ Нм.}$$

Необхідна потужність для обертання роликів:

$$D = 2 \dot{I}_{\delta} \cdot \omega = 2 \cdot 1,99 \cdot 10,42 = 41,47 \text{ Вт.}$$

Визначаємо потужність привода механізму протягування плівки:

$$P_{\text{пр}} = \frac{P}{\eta_{\text{пр}}},$$

де η – ККД привода.

Привод механізму протягування плівки складається з мотор-редуктора і зубчастої передачі.

Приймаємо циліндричний двохступінчатий співвісний мотор-редуктор потужністю $P=0,55$ кВт, частота обертання вихі

6. Технологія виготовлення валу

6.1 Розрахунок припусків на обробку поверхні $\varnothing 35h9$.

Припуск на чистове шліфування.

Мінімальний припуск

$$2Z_{\text{зmin}} = 2 \left(R_{z2} + D_2 + \sqrt{T_{\text{пр2}}^2 + \epsilon_{y3}} \right),$$

де R_{z2} , D_2 , $T_{\text{пр2}}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чорновому шліфуванні;

ϵ_{y3} – похибка установлення під час чистового шліфування; $R_{z2} = 10$ мкм, $D_2 = 20$ мкм (табл. 8). Під час оброблення деталі в центрах $T_{\text{пр2}} = 0$ і $\epsilon_{y3} = 0$.

Тоді $2Z_{\text{зmin}} = 2(10 + 20) = 60$ мкм

Максимальний припуск

$$2Z_{\text{зmax}} = 2Z_{\text{зmin}} + T_2 - T_3,$$

де T_2 – допуск при чорновому шліфуванні, $T_2 = IT8 = 39$ мкм

T_3 – допуск при чистовому шліфуванні, $T_3 = IT6 = 16$ мкм

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

Номінальний припуск

$$2Z_{\text{ном}} = \frac{2Z_{\text{зmax}} + 2Z_{\text{зmin}}}{2} = \frac{83 + 60}{2} = 72 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове шліфування мінімальний

$$2Z_{2\text{min}} = 2 \left(R_{z1} + D_1 + \sqrt{T_{\text{пр1}}^2 + \epsilon_{y2}^2} \right),$$

де R_{z1} , D_1 , $T_{\text{пр1}}$ – відповідно висота мікронерівностей, величина просторових похибок при точінні.

ϵ_{y2} – похибка установлення при точінні.

$R_{z1} = 50$ мкм, $D_1 = 50$ мкм, $T_{\text{пр1}} = 100$ і $\epsilon_{y2} = 0$.

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

Максимальний припуск

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

$T_1 = IT13 = 390$ мкм

$$2Z_{2\max} = 400 + 390 - 33 = 751 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{198 + 100}{2} = 149$$

Припуск на напівчистове точіння

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

де R_{z1} , D_1 , $T_{\text{пр}1}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;
 ε_{y2} – похибка установлення при чистовому точінні.

За таблицею 8[1, с.29] вибираємо $R_{z1} = 50$ мкм, $D_1 = 50$ мкм.

При установленні деталі в патрон та в центри $T_{\text{пр}1} = 100$ мкм і $\varepsilon_{y2} = 100$ мкм.

Тоді маємо

$$2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 482 \text{ мкм}$$

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

де T_1 – допуск розміру при чорновому точінні, $T_1 = IT12 = 210$ мкм

$$2Z_{2\max} = 482 + 210 - 130 = 562 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{562 + 482}{2} = 522 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння $2Z_{1\min} = 2 \left(R_{z0} + D_0 + \sqrt{T_{\text{пр}0}^2 + \varepsilon_{y1}^2} \right)$

де R_{z0} , D_0 , $T_{\text{пр}0}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка поковки;

ε_{y1} – похибка установлення при чорновому точінні.

За таблицею 6[1, с.28] вибираємо $R_{z0} = 160$ мкм, $D_0 = 200$ мкм.

За таблицею 7[1, с.28] вибираємо просторову похибку $T_{\text{пр}0} = 700$ мкм.

При установленні деталі в патрон $\varepsilon_{y1} = 100$ мкм.

$$2Z_{1\min} = 2(160 + 200 + \sqrt{700^2 + 100^2}) = 2134 \text{ мкм}$$

Тоді загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum 2Zi_{\text{ном}} = 70 + 149 + 522 + 2134 = 2875 \text{ мкм}$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}} = 3 \text{ мм}$.

Маса деталі

$$M_{\text{дет}} = V_{\text{д}} \cdot \rho = 0,0001394 \cdot 7800 = 1,087 \text{ кг}$$

$$M_{\text{заг}} = V_{\text{з}} \cdot \rho = 0,0001678 \cdot 7800 = 1,31 \text{ кг}$$

$$K_{\text{м}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{1,087}{1,31} = 0,83$$

Коефіцієнт використання матеріалу

6.2 Розрахунок режимів оброблення і технічного нормування

Перехід 20.1. На токарно-гвинторізному верстаті 16К20 підрізаємо торець пов.1 заготовки $\varnothing 40$. Припуск на обробку (на сторону) $z=2,5\text{мм}$. Матеріал заготовки сталь 45.

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

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід (в даному випадку це можливо, тому що припуск незначний). Глибина різання $t = z = 2,5\text{мм}$.

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

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 60мм з глибиною різання до 3мм та перетином тіла різця $16 \times 25\text{мм}$ подача повинна бути в інтервалі $S=0,5 \dots 0,9 \text{ мм/об}$. Корегуючи за паспортними даними токарно-гвинторізного верстату 16К20, приймаємо подачу $S_{\text{в}}=0,5\text{мм/об}$.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

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

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

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

$$V = \frac{175}{120^{0,2} 2,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 76,06 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 76}{\pi 40} = 605,095 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, мм;

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_6=500$ об/хв

7. За прийнятим значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{\pi 40 \cdot 500}{1000} = 62,8 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$$L_0 = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ мм} \text{ – довжина оброблюваної поверхні заготовки;}$$

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

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5$ мм – величина врізання різця в заготовку.

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

$$L_p = 20 + 2 + 1,5 + 2 = 25,5 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{25,5}{500 \cdot 0,5} = 0,102$ хв.

Перехід 20.2. Точити пов.2 начорно $\varnothing 24$ 8g; $l = 30$ мм.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t = 0,75$ мм. На чистову обробку залишається $t = 0,25$ мм з умови, що 10 квалітет точності

відповідає шорсткості $Ra=2,5$ і рекомендована глибина різання на чистову обробку $t=0,1 \dots 0,4$ мм.

3. Вибираємо подачу. Приймаємо $S_g=0,5$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою: $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{175}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,5^{0,35}} = 90,83$ м/хв.

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 90,83}{\pi \cdot 40} = 724,5 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення: $n_g=630$ об/хв.

7. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 40 \cdot 630}{1000} = 79,128 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де $L_o = 18$ мм – довжина оброблюваної поверхні; $L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею; $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1$ мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку; $L_3 = 0$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 30 + 2 + 1 = 33 \text{ мм}$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{30}{630 \cdot 0,5} = 0,095$ хв.

Перехід 20.3. Точити пов.3 начорно $\varnothing 25k6$; $l=127$ мм.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t=0,75$ мм. На чистову обробку залишається $t=0,25$ мм з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості $Ra=2,5$ і рекомендована глибина різання на чистову обробку $t=0,6 \dots 1,2$ мм.

3. Вибираємо подачу. Приймаємо $S_g=0,5$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою: $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{175}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,5^{0,35}} = 76,06$ м/хв.

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 91}{\pi \cdot 40} = 724,5 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення: $n_g=630$ об/хв.

7. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 45 \cdot 500}{1000} = 70.65 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де $L_o = 50$ мм – довжина оброблюваної поверхні; $L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею; $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1$ мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку; $L_3 = 0$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 50 + 2 + 1 = 53 \text{ мм}$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{53}{500 \cdot 0,5} = 0,21$ хв.

Перехід 20.4. Точити канавку $\varnothing 24$; $l=2$ мм.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t=0,75$ мм. На чистову обробку залишається $t=0,25$ мм з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості $Ra=2,5$ і рекомендована глибина різання на чистову обробку $t=0,6 \dots 1,2$ мм.

3. Вибираємо подачу. Приймаємо $S_g=0,45$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою: $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,45^{0,35}} = 78,6 \text{ м/хв.}$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:
 $n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 78,6}{\pi \cdot 30} = 834,3 \text{ об/хв.}$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення: $n_8 = 800 \text{ об/хв.}$

7. За прийнятим значенням n_8 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi D_{заг} n_8}{1000} = \frac{\pi 30 \cdot 800}{1000} = 75,36 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де $L_0 = 2 \text{ мм}$ – довжина оброблюваної поверхні; $L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею; $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1 \text{ мм}$ – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку; $L_3 = 0$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ мм}$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_8 S_g} = \frac{5}{800 \cdot 0,45} = 0,0138 \text{ хв.}$

Перехід 20.5 Точити канавку $\varnothing 25$; $l = 2 \text{ мм.}$

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t = 0,75 \text{ мм.}$ На чистову обробку залишається $t = 0,25 \text{ мм}$ з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості $Ra = 2,5$ і рекомендована глибина різання на чистову обробку $t = 0,6 \dots 1,2 \text{ мм.}$

3. Вибираємо подачу. Приймаємо $S_g = 0,45 \text{ мм/об.}$

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою: $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,45^{0,35}} = 78,6 \text{ м/хв.}$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 78.6}{\pi \cdot 30} = 834.3 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення: $n_8=800$ об/хв.

7. За прийнятим значенням n_8 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_8}{1000} = \frac{\pi 30 \cdot 800}{1000} = 75.36 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де $L_o = 2$ мм – довжина оброблюваної поверхні; $L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею; $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1$ мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку; $L_3 = 0$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ мм}$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_8 S_8} = \frac{5}{800 \cdot 0.45} = 0,0138$ хв.

Перехід 20.6. Точити фаску $2 \times 45^\circ$.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і підчас зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток А і приймається як основний час $t_{04} = 0,18$ хв.

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,65 + 0,1 + 0,08 + 0,18 = 1,01 \text{ хв.}$$

Перехід 20.7. Нарізати різьбу М24-8g.

Глибина різання

$$t = \frac{24 - 23}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

Подача при нарізанні різьби дорівнює кроку різьби $S = 1,5$ мм/об.

Швидкість різання

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot S^y} K_v; \text{ м/хв}$$

$C_v=244$ – коефіцієнт швидкості різання, $i=6$; $x=0,3$; $T=70\text{хв}$; $m=0,2$;
 $S=1.5$ -крок різьби; $y=0,3$.

Значення із «Справочника технология машиностроения», таб.49, ст.296

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{cv}$$

K_v - поправочний коефіцієнт

$$K_{mv} = K_t \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s}\right)^{n_v}$$

$$K_t = 1; \sigma_s = 1000; n_v = 1$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{1000}\right)^1 = 0,75$$

$K_{mv}=0,75$ – коеф. що враховує якість оброблюваного матеріалу

$K_{iv}=0,65$ - коеф. що враховує матеріал ріжучої частини інструмента

$K_{cv}=1,0$ - коеф. що враховує спосіб нарізання різьби

$$K_v = 0,75 \cdot 0,65 \cdot 1 = 0,4875$$

$$v = \frac{244 \cdot 6^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} = 59,75 \text{ м/хв}$$

Дійсна швидкість різання

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{1000 \cdot \tau \cdot P} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 2}{1000 \cdot 0,002 \cdot 1,5} = 50,24 \text{ м/хв}$$

Довжина обробки

$$L = 24 + 2 + 5 = 31$$

Перехід 30.1. На токарно-гвинторізному верстаті 16К20 підрізаємо торець пов.1 заготовки $\varnothing 40$. Припуск на обробку (на сторону) $z=2,5\text{мм}$. Матеріал заготовки сталь 45.

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

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід (в даному випадку це можливо, тому що припуск незначний). Глибина різання $t = z = 2,5\text{мм}$.

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

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 60мм з глибиною різання до 3мм та перетином тіла різця 16×25мм подача повинна бути в інтервалі $S=0,5\dots0,9$ мм/об. Корегуючи за паспортними даними токарно-гвинторізного верстаті 16К20, приймаємо подачу $S_v=0,5\text{мм/об}$.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

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

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

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

$$V = \frac{175}{120^{0,2} 2,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 76,06 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 76}{\pi 45} = 537,9 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, мм;

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_e=500$ об/хв

7. За прийнятим значенням n_e визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000} = \frac{\pi 45 \cdot 500}{1000} = 70,65 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$$L_0 = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{45}{2} = 22.5 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні заготовки};$$

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

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5 \text{ мм}$ – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2 \text{ мм}$ – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 22,5 + 2 + 1,5 + 2 = 27 \text{ мм}.$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{27}{500 \cdot 0,5} = 0,1 \text{ хв}.$

Перехід 30.2. Точити пов.2 начорно $\varnothing 25 \text{ к6}; l = 16 \text{ мм}.$

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t = 0,75 \text{ мм}.$ На чистову обробку залишається $t = 0,25 \text{ мм}$ з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості $Ra = 2,5$ і рекомендована глибина різання на чистову обробку $t = 0,1 \dots 0,4 \text{ мм}.$

3. Вибираємо подачу. Приймаємо $S_g = 0,5 \text{ мм/об}.$

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою: $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,5^{0,35}} = 77 \text{ м/хв}.$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 77}{\pi \cdot 45} = 544,9 \text{ об/хв}.$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення: $n_g = 500 \text{ об/хв}.$

7. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 45 \cdot 500}{1000} = 70,65 \text{ м/хв}.$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де $L_0 = 30\text{мм}$ – довжина оброблюваної поверхні; $L_1 = 2\text{мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею; $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1\text{мм}$ – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку; $L_3 = 0$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 30 + 2 + 1 = 33\text{мм}$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{33}{500 \cdot 0,5} = 0,132\text{ хв.}$

Перехід 30.3. Точити канавку $\varnothing 25$; $l = 2\text{мм}$.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t = 0,75\text{мм}$. На чистову обробку залишається $t = 0,25\text{мм}$ з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості $R_a = 2,5$ і рекомендована глибина різання на чистову обробку $t = 0,6 \dots 1,2\text{мм}$.

3. Вибираємо подачу. Приймаємо $S_g = 0,45\text{мм/об}$.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою: $V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,45^{0,35}} = 78,6\text{м/хв.}$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 78,6}{\pi \cdot 30} = 834,3\text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше

значення: $n_g = 800\text{ об/хв.}$

7. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 30 \cdot 800}{1000} = 75,36\text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де $L_\delta = 2\text{мм}$ – довжина оброблюваної поверхні; $L_1 = 2\text{мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею; $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1\text{мм}$ – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку; $L_3 = 0$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 2 + 2 + 1 = 5\text{мм}$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_s S_s} = \frac{5}{800 \cdot 0.45} = 0,0138\text{хв.}$

7. МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ МАШИНИ ВМР-100

7.1 Загальні положення

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

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

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

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

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

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

7.2. Розміщення і монтаж машини

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

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

Для нормального обслуговування передбачити вільний простір навколо машини.

Висота помешкання повинна забезпечувати установку під'ємно-транспортного устаткування для демонтажних робіт при ремонті машини.

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

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

7.2.4. Строповку машини без упаковки робити тільки відповідно до схеми строповки.

7.2.5. Встановити машину в проектне положення на підготовлене місце.

7.2.6. Підняти машину піднімальними механізмами на висоту біля 150 мм. Зібрати опорні стійки, встановити під ними опори й опустити на них машину. Зазор між підлогою і нижньою поверхнею рами повинний бути біля 150 мм.

7.2.7. Розконсервувати машину, від'єднати складальні вузли і деталі. Поверхні, о мають консерваційне мастило, промити бензином Б70 ДСТУ 812-72 або уайт-спиртом ДСТУ 3134-78, насухо протерти, видалити сліди корозії, що з'явилися через несприятливі умови зберігання.

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

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

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

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

7.2.11. Обертанням штурвала вручну прокрутити машину для перевірки її працездатності.

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

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

Прокрутити машину в робочому режимі.

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

7.2.14. Перевірити й оформити відповідним документом перевірку захисного заземлення.

7.2.15. Оформити акт завершення монтажу і готовність об'єкта до

проведення пуско-налагоджувальних робіт.

7.3. Налагоджування машини і підготовка її до роботи

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

7.3.2. Перевірити затягування всіх кріплень.

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

7.3.4. Провести змащення машини відповідно до схеми змащення.

7.3.5. Перевірити плавність ходу транспортерів.

7.3.6. Перевірити і, при необхідності, відрегулювати повільність ходу пневмоциліндру.

7.3.7. Перевірити працездатність механізму переорієнтації.

7.3.8. Виставити напрямні рукавоутворювача, витримавши розмір.

7.3.9. Виставити механізм повздовжнього зварювання по висоті.

7.3.8. Зробити мийку і дезінфекцію машини.

7.3.11. Після дезінфекції машину протерти ганчіркою.

7.3.12 Встановити рулон і заправити плівку.

7.3.12. Випробувати машину під навантаженням. Пропускання невеличких партій сполучати з підналагодженням і регулюванням окремих вузлів машини, регулюванням температури нагрівання зварних механізмів.

7.3.13. Переконавшись у правильній наладці, зробити обкатування машини на холостому ході протягом 4-х годин. Машина повинна працювати плавно, без ривків і заїдань. При вмиканні машини розгін повинний відбуватися плавно без ривків і заїдань. Не допускається деренчання, наростаючий стукіт, нагрів підшипників вище 70°, підтікання мастила з редуктора і масляних ванн.

7.3.14. При задовільній роботі машини переходити до роботи під навантаженням.

7.4. Причини і наслідки відказів

Основними причинами несправностей в елементах пневматичної системи є: знос або розрив елементів або пневматичних проводів; низька якість підготовки стиснутого повітря; недопустиме навантаження на елементи; відносне переміщення пневматичних елементів в процесі роботи; неправильні монтаж і приєднання трубопроводів; некваліфіковане обслуговування.

При цьому можуть виникати такі несправності: заклинювання елементів; механічна поломка елементів; зниження тиску повітря в системі в результаті її пошкодження або зменшення каналу для подачі повітря; неправильне підключення елементів.

Найпоширеніші несправності виникають із-за неякісного очищення та зміни тиску повітря. Зменшення чи збільшення надлишкового тиску призводить до зменшення чи збільшення швидкості пневмоциліндрів, або до зменшення чи збільшення зусиль, які розвивають штоки пневмоциліндрів. Також дуже часто застосовують неякісні мастила.

Зубчасті передачі зношуються в місцях контакту робочих поверхонь зубців колес і нарізок черв'яка.

7.5. Діагностика відмов роботи обладнання

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

Всі несправності поділяються на дві групи:

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

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

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

Биття зубчастих вінців вимірюють після установки колеса на зубчастому валу чи контрольному валу. Вали закріплюють в центрах. Перевірку виконують по початковому колу індикатором з допомогою спеціальних наконечників.

Величина зношення зубців по товщині циліндричних і конічних передач визначається штангензубометром. Товщину зубця вимірюють по хорді між точками дотику вихідного контуру з боковими профілями зубця в перерізі. Розмір цієї хорди постійний для колес з будь-яким числом зубців, що мають однаковий модуль.

Зношення зубців по висоті визначається шаблоном чи штангензубометром.

Радіальні і бокові зазори зубчастих зачеплень вимірюють щупом в деяких місцях по колу колес. Про величину бічного зазору можна зробити висновок по куту холостого ходу одного колеса при нерухомому положенні іншого.

7.6 Ремонт обладнання

При проектуванні обладнання необхідно було враховувати, що поточний контроль за роботою системи повинен виводитись на пульт керування. Дана індикація дозволяє оператору при простій поломці швидко усунути несправність. Крім того, необхідно внести правильний запис про несправність у відповідний журнал. На сучасному обладнанні встановлюють комп'ютерну техніку, яка може сама робити діагностику обладнання і вказувати на ті чи інші помилки та несправності в роботі, а також реєструвати і записувати в своїй пам'яті всі повідомлення про похибки та несправності.

Для скорочення часу, пошуку необхідно передбачити можливість при користуванні застосовувати модульні елементи, наприклад: реле електричної схеми можуть монтуватись на одній панелі і знаходитись у спеціальних шафах керування. Всі з'єднання кінців проводів та пневмошлангів повинні бути помічені відповідно до принципової схеми.

Пошкодження зубчастих передач усувають заварюванням чи наплавлюванням металу, при цьому необхідно дотримуватись технології накладення якісних швів. Після зварювання необхідний відпал деталі для зняття теплових напружень.

Місцеві руйнування зубців, що виникли в результаті поганої якості лиття і які займають більше 20% поверхні зубця, заварювання не піддаються.

При значному зношуванні пластин і шарнірних з'єднань стрічкові конвеєри замінюють частково або повністю. Під час ремонту перевіряють також стан каркаса, по якому рухаються кінці пластин. При зменшенні товщини полички кутника на 3 мм, зношені частини каркаса заміняють або ремонтують підварюванням смуг. При цьому необхідно забезпечити гладку і плавну поверхню, щоб не відбувалося набігання пластин і утворення ривків.

Після ремонту перевіряють плавність ходу конвеєра, паралельність ведучого і веденого валів і стан закріплених на них зірочок. При збіганні ланцюгів із зірочок ставлять обмежувальні планки.

8. Охорона праці

Фармацевтична промисловість - одна з провідних галузей народного господарства України. До неї входить комплекс виробництв, які поряд з хімічними методами обробки вихідних матеріалів широко застосовують біологічний синтез лікарських речовин. Через це у фармацевтичній промисловості виділяють декілька груп підприємств:

- з виготовлення синтетичних субстанцій для подальшого отримання лікарських засобів;
- мікробіологічні виробництва;
- з виробництва готових лікарських форм.

Фармацевтичне виробництво має певні особливості, що визначають специфіку його розвитку:

- по-перше, високі вимоги до якості продукції, гарантією якої є дотримання під час виробництва обов'язкових принципів, норм і правил Належної виробничої практики — "Good manufacturing practice" (GMP);
- по-друге, швидке оновлення номенклатури лікарських засобів і порівняно невеликі обсяги їх випуску;
- по-третє, великі різноманітність і витрати вихідної сировини та матеріалів, зумовлені складністю синтезу лікарських суб-станцій і біологічно активних речовин.

Охорону праці під час виробництва лікарських засобів з урахуванням зазначених особливостей забезпечують завдяки певним вимогам до:

- 1) документації;
- 2) виробництва;
- 3) обладнання;
- 4) персоналу.

Виробнича документація з охорони праці

Під час будівництва фармацевтичних підприємств, їх реконструкції, технічного переоснащення та впровадження нових технологій з виробництва лікарських засобів має бути проведено попередню експертизу документації щодо відповідності її нормативам з охорони праці, відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 431 від 23.06.94 р.

Фармацевтичне підприємство має отримати дозвіл на виробництво лікарських засобів.

Виготовлення продукції можливе лише за наявності затвердженого регламенту.

Для кожного виробничого об'єкта потрібно розробити інструкції з охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки, які відображають:

1. Правила безпечної експлуатації обладнання й установок.
2. Найнебезпечніші ланки технологічного процесу, на яких можуть виникнути вибух, пожежа, гострі отруєння або професійні захворювання, та основні заходи запобігання аварійним ситуаціям, а в разі виникнення аварійного стану — правила поведінки працівників в аварійних умовах.
3. Правила та прийоми безпечної роботи в разі підготовки обладнання до завантаження, під час технологічного процесу, планових і позапланових зупинок обладнання на ремонт, підготовки обладнання до, а також введення в експлуатацію після ремонту.

Інструкції з охорони праці

Інструкція - це нормативний акт, який містить правила з охорони праці, яких потрібно обов'язково дотримуватися представникам певної професії або під час проведення певних робіт у виробничих приміщеннях або в інших місцях, де виконують роботи, а також службові обов'язки.

Структура інструкцій. Кожній інструкції дають назву та присвоюють скорочене позначення (код, порядковий номер). У назві інструкції скорочено зазначають галузь її застосування (наприклад, "Інструкція з охорони праці під час приготування дезінфекційних розчинів").

інструкція має містити такі розділи:

1. Загальні положення.
2. Вимоги безпеки перед початком робіт.
3. Вимоги безпеки під час роботи.
4. Вимоги безпеки по закінченні робіт.
5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

9. Безпека праці під час виконання технологічних процесів

Виробництво лікарських засобів можливе за наявності затверджених технологічного та технічного регламентів.

Технічний регламент — це нормативний документ, у якому для конкретного комплексу технологічного обладнання викладено умови, що забезпечують випуск напівпродуктів або лікарських засобів певної лікарської форми та відповідної якості, умови ефективної та безпечної експлуатації обладнання і вимоги щодо охорони довкілля.

Під час організації та проведення виробничих процесів має бути передбачено здійснення таких заходів:

1. Усунення безпосереднього контакту працівників з вихідною сировиною, напівпродуктами, готовою продукцією та відходами виробництва, які справляють шкідливий вплив.
2. Заміна технологічних операцій, які пов'язані з використанням небезпечних і шкідливих виробничих чинників, на операції або процеси, під час виконання яких цих чинників немає або вони менш інтенсивні.
3. Заміну шкідливих і пожежонебезпечних речовин на менш шкідливі та небезпечні.
4. Механізація, автоматизація, дистанційне управління технологічними процесами й операціями за наявності шкідливих і небезпечних чинників.
5. Герметизація обладнання.
6. Застосування систем контролю та управління технологічним процесом, які забезпечать захист працівників і аварійне вимкнення виробничого обладнання.
7. Своєчасне видалення та знешкодження відходів виробництва, які є джерелом небезпечних і шкідливих чинників.

9. Рациональна організація праці та відпочинку для профілактики монотонності, гіподинамії й полегшення праці.

9.1. Вимоги до виробничих приміщень

Технологічні процеси з виготовлення лікарських засобів здійснюють у виробничих приміщеннях. Виробниче приміщення (ДСТУ 2293-93) — замкнутий простір у спеціально призначених будівлях і спорудах, в якому постійно (по змінах) або періодично (протягом робочого дня) відбувається трудова діяльність людей.

Виробничі приміщення мають відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. Так, об'єм виробничого приміщення на одного працівника має становити не менше 15 м³, а площа — 4,5 м², висота — 3 м.

У приміщеннях класу А передбачено ламінарний повітряний потік зі швидкістю 0,45 м/с, у приміщеннях інших класів — відповідно до розрахунку. Між класифікованими і некласифікованими зонами перепад тиску має становити не менше 15 Па, між зонами нижчих класів — не менше 10 Па.

У тих випадках, коли концентрація забруднюючих речовин у повітрі, що видаляють з виробничих приміщень, перевищує гранично допустимі значення і не відповідає санітарним нормам, його потрібно пропускати через обладнання для очищення. Пристрої для викиду видаленого повітря в атмосферу потрібно розміщувати на висоті не менше 1,5 м над рівнем даху виробничих будівель.

Усередині виробничих приміщень має бути створено такий мікроклімат, який би забезпечував відчуття теплового комфорту і сприяв досягненню високого рівня працездатності.

9.2. Вимоги до технологічного обладнання

На все технологічне обладнання, яке використовують на фармацевтичних підприємствах, має бути така документація:

— паспорт (оформляє підприємство-виробник);

- сертифікат безпеки (результати експертизи на відповідність певним вимогам безпечності);
- інструкція з експлуатації.

У картку заносять таку інформацію:

- найменування обладнання;
- тип обладнання;
- номер позиції обладнання на технологічній схемі регламенту;
- призначення обладнання;
- розпізнавальні ознаки аварії на виробництві;
- сценарій можливої аварії та план її ліквідації.

Обладнання має бути пожежовибухобезпечним. Воно не повинно створювати небезпеки внаслідок впливу вологого повітря, сонячної радіації, механічних коливань, високого та низького тиску, перепадів температури, агресивних речовин і мікроорганізмів.

Під час експлуатації обладнання внаслідок дії небезпечних чинників виникає загроза травматизму. Так, на підприємствах фармацевтичної галузі широко використовують апарати, які працюють за підвищеної температури (сушарки, випарювальні установки), а також апарати, що мають частини з високою швидкістю обертання (сепаратори, центрифуги) тощо.

Сигналізацію використовують для контролю параметрів технологічного процесу: кількості продукту, показників тиску, температури, вологості середовища, хімічного складу, параметрів шуму, вібрації тощо.

Нормативами визначено сигнальні та розпізнавальні кольори.

Так, основними сигнальними кольорами є:

- червоний - заборонювальний, попереджає про безпосередню небезпеку;
- жовтий - той, що привертає увагу, попереджає про можливу небезпеку;
- зелений - означає безпеку.

Розпізнавальними кольорами вважають зелений, червоний, синій, жовтий, оранжевий, фіолетовий, коричневий, сірий. їх наносять на технологічне обладнання, елементи будівельних конструкцій та інші споруди.

9.3 Пожежна безпека підприємства

Це стан промислового об'єкта, який унеможливорює виникнення пожежі, а у разі її розвитку дає змогу запобігти впливу на людей небезпечних чинників і забезпечити захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека підприємств фармацевтичної галузі має відповідати вимогам ПАПБ В.01.051-99/191 "Правила пожежної безпеки для підприємств з виробництва лікарських засобів". Усі працівники та посадові особи зобов'язані дотримуватися правил пожежної безпеки.

Систему пожежної безпеки впроваджують в стадії проектування підприємства. Вона передбачає суворе дотримання протипожежних правил під час планування технологічного процесу, встановлення обладнання, а також у процесі виробництва й експлуатації виробничого устаткування.

До складу пожежної безпеки підприємства входять система запобігання пожежам і система пожежного захисту.

Система запобігання пожежам — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на:

- уникнення пожежі;
- запобігання утворенню горючого середовища завдяки регламентації вмісту горючих газів, парів і пилу в повітрі виробничих приміщень; виключення можливості виникнення джерел запалювання;
- забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів, обладнання, електроустаткування, систем вентиляції, зберігання сировини, допоміжних матеріалів і готової продукції.

До запобіжних заходів і засобів належать:

- герметизація виробничого обладнання;
- заміна горючих речовин, які використовують у виробничих процесах, на негорючі;
- обмеження обсягів речовин, які застосовують і зберігають на підприємстві;
- контролювання концентрації горючих речовин у повітрі виробничих приміщень і технологічному обладнанні;
- застосування робочої й аварійної вентиляції та ін.

Систему пожежного захисту забезпечують завдяки застосуванню відповідних пристроїв і засобів.

Пожежного захисту на підприємствах досягають за допомогою:

- засобів пожежогасіння та відповідних видів пожежної техніки;
- автоматичних установок пожежної сигналізації та пожежогасіння;
- основних будівельних конструкцій і матеріалів з нормованими показниками пожежної безпеки;
- просочування горючих конструкцій антипіренами та нанесення їх на поверхні вогнезаймистих матеріалів;
- пристроїв, які обмежують поширення пожежі;
- своєчасного оповіщення та евакуації людей;
- ЗКЗ і ЗІЗ людей від небезпечних чинників пожежі;
- засобів протидимного захисту.

Висновок

Запропоновано модернізацію автомата для пакування таблеток у блістера ВМР-100 направлену на підвищення якості упаковки, збільшення продуктивності та зниження собівартості продукції.

З цією метою проведено огляд технологічних та конструктивних рішень процесу пакування таблеток у блістера, складено техніко-економічне обґрунтування, викладено науково-дослідну роботу по аналізу аналогів даної машини.

Новизна роботи заключається в прийнятті наступних технічних рішень: розроблений вузол формування комірок, який дозволить підвищити якість упаковки за рахунок використання механічного предформовника; зменшення собівартості продукції за рахунок зменшення енерговитрат і можливості використання більш тонких плівок ПВХ.

Проведені необхідні розрахунки автомату, складена схема автоматизації, розроблені правила монтажу, технічного обслуговування та ремонту автомата, запропоновані заходи цивільної оборони, охорони праці та навколишнього природного середовища, здійснені техніко-економічні розрахунки, що підтверджують економічну доцільність впровадження даної модернізації у виробництво.

Список використаної літератури:

1. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик, О.М. Чепелюк. – Київ: Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.
2. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств: підручник / І. Г. Бабанов, О. М. Гавва, О. І. Бабанова та ін. – Київ: Сталь, 2015. – 600 с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / За ред. проф. І. Ф. Малежика. Підручник. – К.: НУХТ, 2003. – 400с.
4. Оборудование микробиологических производств / Калунянц. К.А., Голгер Л.И., Балашов В.Е. М. – 1987. – 398 с.
5. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості : підручник / Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М. та ін.; за ред. В.Г. Мирончука. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
6. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов, А. І. Українець та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.
7. Заплетніков І. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв [Текст] : навч. посіб. / І. М. Заплетніков, В. Г. Мирончук, В. М. Кудрявцев ; Нац. ун-т харч. технол., Донец. нац. ун-т екон. і торг. — К. : ЦУЛ, 2012. — 344 с.
8. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [Текст] : підручник / В. Г. Мирончук, І. С. Гулий, М. М. Пушанко та ін. ; за ред. В. Г. Мирончука. – 2-ге вид., перероб. і доп. — Вінниця : Нова книга, 2007. — 648 с.
9. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : приклади і задачі : навч. посіб. / І. Ф. Малежик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов та ін. ; за ред. І. Ф. Малежика ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2015. — 386 с.

10. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : Підруч. / І. Ф. Малезик, П. С. Циганков, П. М. Немирович, О. С. Марценюк ; Ред. І.Ф. Малезик. — К. : НУХТ, 2003. — 400 с.
11. Сидоров Ю. І. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості [Текст] : навч. посіб. / Ю. І. Сидоров, В. І. Чуєшов, В. П. Новіков. — Вінниця : Нова книга, 2009. — 816 с.
12. Batt C.A. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition) / C.A. Batt. — Elsevier, 2017. — 110 p.
13. Brennan J. G.. Food Processing Handbook, 2nd Edition / James G.B., Alistair S.G. — Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2011. — 826 p.
14. Fellows P. Food processing technology. Principles and Practice. Second Edition / P. Fellows. — CRC Press, 2000. — 591 p.
15. Lelieveld H. Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition) / H. Lelieveld, J. Holah, D. Gabrić. — Elsevier, 2016. — 736 p.
16. Toledo R.T. Fundamentals of Food Process Engineering. Third Edition / R.T. Toledo. — Springer, 2007. — 585 p.
17. Yiu H. Hui. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. / H. Hui Yiu. — CRC Press, 2006. — 928 p.
18. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — Київ: НУХТ, 2014. — 530 с.
19. Пакувальне обладнання: підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — Київ: Упаковка, 2010. — 744 с.
20. Сухенко Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підручник / Ю.Г. Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. — Київ: НУХТ, 2010. — 547 с
21. Безпека життєдіяльності [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів усіх напрямів підготовки бакалаврів денної та заочної форм навчання / уклад. О. П. Слободян, В. А. Заєць, С. О. Авдієнко, Л. П. Нещадим. - К. : НУХТ, 2013. — 51 с.

22. Основи охорони праці [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання / В. С. Гуць, С. Д. Коваленко, О. В. Євтушенко та ін. – К. : НУХТ, 2016. – 97 с.
23. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст] : Підруч. / В. Т. Павлице. — К. : Вища шк., 1993. — 556 с. — рекомендовано кафедрою. — ISBN 5-11-004099-1.
24. Шредер, В. Л. Полімерна упаковка : монографія / В. Л. Шредер, В. М. Кривошей, Н. В. Кулик. – Київ : ІАЦ "Упаковка", 2021. – 580 с.
25. Методологія наукових досліджень : навч. посібник / А. П. Ладанюк, Л. О. Власенко, В. Д. Кишенько, Я. В. Смітюх ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : Ліра-К, 2020. – 352 с.
26. Косенко, В. А. Наноматеріали та нанотехнології: історичний аспект, методи одержання та дослідження, застосування в харчовій галузі : навч. посібник / В. А. Косенко, С. В. Кадомський, В. В. Малишев ; Ун-т "Україна", Інж.-технол. ін-т. – 2-ге вид. випр. та дод. – Київ : Наук. столиця, 2020. – 400 с.
27. Матеріалознавство та основи технології переробки природної сировини у непродовольчі товари : навч. посібник / Г. В. Астапова, К. А. Астапова, Л. Г. Саркісян та ін. ; Донец. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Київ : ЦУЛ, 2020. – 120 с.
28. Кавітація в харчових і переробних виробництвах : монографія / Ю. Г. Сухенко, О. А. Литвиненко, М. М. Муштрук, Н. М. Слободянюк ; за ред. О. А. Литвиненка ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ : Інкос, 2018. – 369 с.
29. Костюк, В. С. Прикладна механіка та основи конструювання : навч. посібник / В. С. Костюк, Г. Р. Валіулін, Є. В. Костюк ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : Кондор, 2018. – 226 с.

30. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навч. посібник / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2018. – 195 с.
31. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум : навч. посібник / В. Г. Мирончук, Д. М. Люлька, О. А. Єщенко, О. І. Свідерська ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2017. – 162 с.
32. Технологічне обладнання фармацевтичної та біотехнологічної промисловості : підручник / С. Т. Стасевич, А. О. Милянч, Л. С. Стрельников та ін. ; Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. фармац. ун-т. – Львів : Новий світ-2000, 2017. – 500 с.
33. 30. Гавва, О. М. Сертифікація, гігієнічне забезпечення та метрологічна атестація пакувального обладнання : навч. посібник / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, С. В. Токарчук ; МОН України, Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2014. – 268 с.
34. Нигора, В. М. Рознімні та нерознімні з'єднання деталей : навч. посібник / В. М. Нигора, В. М. Криворотько, Н. І. Ковальова ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2014. – 219 с.
35. Обладнання для виробництва морозива : навч. посібник / І. І. Бартковський, О. М. Рибак, Г. Є. Поліщук та ін. ; НУХТ, ОНАХТ, АУВ "Морозиво і заморож. прод.". – Київ, 2014. – 316 с.
36. Мирончук, В. Г. Мембранні процеси в технології комплексної переробки молочної сироватки : монографія / В. Г. Мирончук, Ю. Г. Змієвський ; МОН України, Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2013. – 153 с.
37. Практикум з матеріалознавства : навч. посібник / О. О. Котречко, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько та ін. – Херсон : Олді-плюс, 2013. – 500 с.

38. Григурко І. О. Технологія машинобудування (дипломне проектування) : навч. посібник. Ч. 1 / І. О. Григурко, М. Ф. Брендуня, С. М. Доценко. – Львів : Новий світ-2000, 2008. – 770 с..

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Лерб. примен.	Справ.				200399.KP.36.000.02.SK	Складальне креслення				
						Складальні одиниці				
				1	200399.KP.36.000.02.01	Корпус	1			
				2	200399.KP.36.000.02.02	Кришка	1			
				3	200399.KP.36.000.02.03	Кришка	1			
				4	200399.KP.36.000.02.04	Ножі	4			
				5	200399.KP.36.000.02.05	Штамп	2			
				6	200399.KP.36.000.02.06	Плита перфорації	2			
				7	200399.KP.36.000.02.07	Шток	1			
				8	200399.KP.36.000.02.08	Колінчастий вал	1			
				9	200399.KP.36.000.02.09	Ручки	2			
				34	200399.KP.36.000.02.10	Стакан	3			
				42	200399.KP.36.000.02.11	Корпус підшипника	2			
		Взам. інв.	Підп. і дата					Стандартні вироби		
				10		Болт М22 [ГОСТ 7798-70]	3			
				13		Болт М8 [ГОСТ 7798-70]	4			
				15		Болт М5 [ГОСТ 7798-70]	12			
				17		Болт М12 [ГОСТ 7798-70]	4			
				19		Болт М10 [ГОСТ 7798-70]	4			
				21		Болт М6 [ГОСТ 7798-70]	4			
				23		Болт М8 [ГОСТ 7798-70]	4			
				25		Болт М5 [ГОСТ 7798-70]	3			
				26		Болт М16 [ГОСТ 7798-70]	1			
				27		Болт М10 [ГОСТ 7798-70]	2			
				29		Болт М16 [ГОСТ 7798-70]	2			
		36		Болт М18 [ГОСТ 7798-70]	2					
					200399.KP.36.000.02.SK					
Інв.	Справ.	Ізм.	Лист	Докум.	Підп.	Дата				
		Разроб.	Галабурда В.В.					Лит.	Лист	Листов
		Проб.	Доломакін Ю.Ю.						1	2
		Н.контр.					Вузол проставлення серії, перфорації і вирібки блістерів			
		Утв.	Габда О.М.				НУХТ МАХВ ОФ-4-10ск			
					Копіювал			Формат А4		

Инд. <input type="checkbox"/>	Подп. и дата	Взам. инв. <input type="checkbox"/>	Инд. <input type="checkbox"/>	Подп. и дата
-------------------------------	--------------	-------------------------------------	-------------------------------	--------------

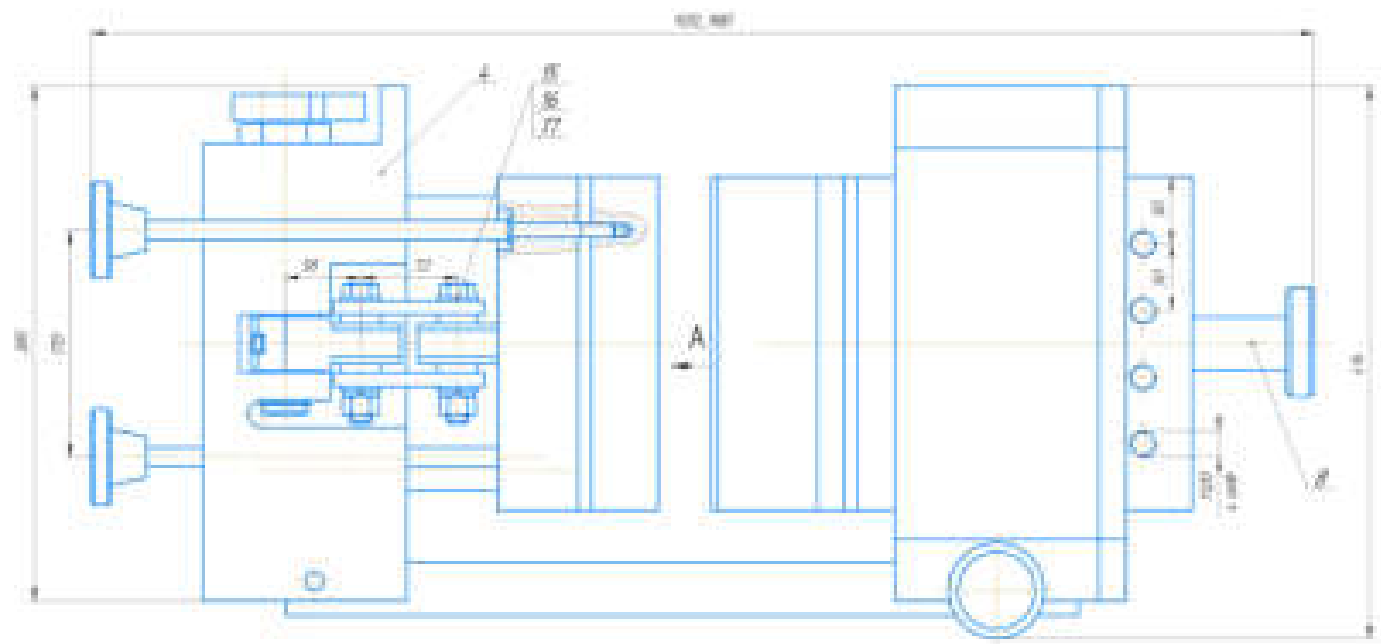
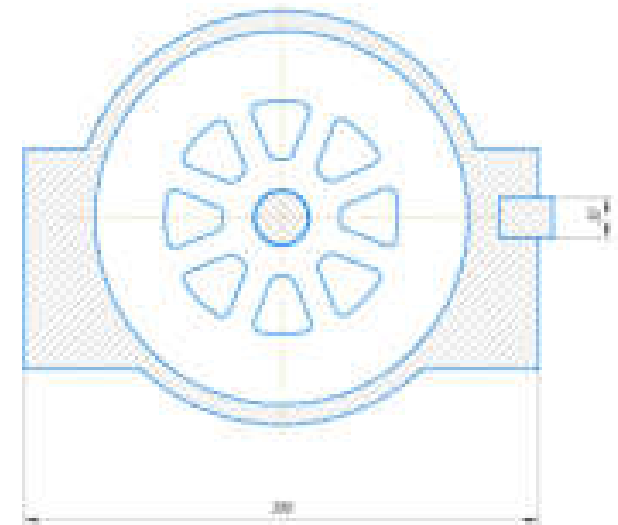
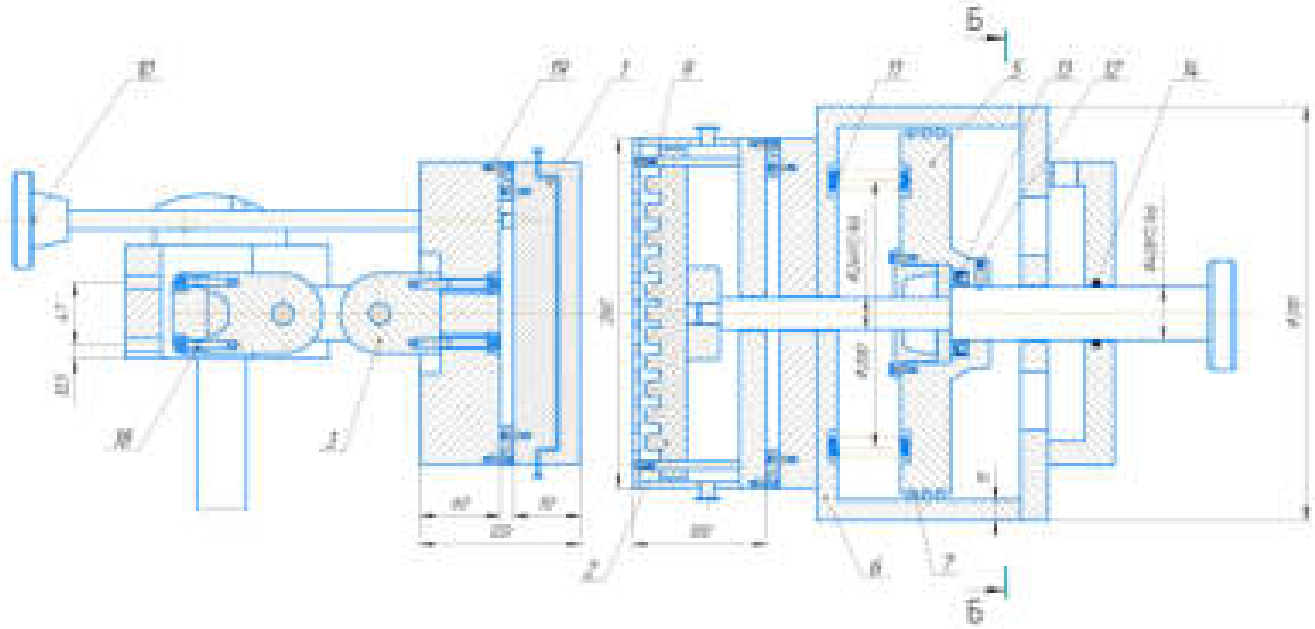
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		39		Болт М5 [X2] ГОСТ 7798-70	2	
		11		Гровер 22-6 ГОСТ 6402-70	3	
		14		Гровер 8-3 ГОСТ 6402-70	4	
		16		Гровер 6-2 ГОСТ 6402-70	12	
		18		Гровер 12-6 ГОСТ 6402-70	4	
		20		Гровер 10-7 ГОСТ 6402-70	4	
		22		Гровер 6-2 ГОСТ 6402-70	4	
		24		Гровер 8-3 ГОСТ 6402-70	3	
		30		Гровер 16-6 ГОСТ 6402-70	2	
		37		Шайба 22 65Г 02 9 ГОСТ 6402-70	3	
		31		Шайба 16 65Г 02 9 ГОСТ 6402-70	2	
		40		Шайба 5 65Г 02 9 ГОСТ 6402-70	2	
		41		Гвинт М5 [X8] ГОСТ 17475-80	4	
		42		Гвинт М6 [X8] ГОСТ 17475-80	16	
		43		Гвинт М5 [X8] ГОСТ 17475-80	4	
		44		Гвинт М6 [X8] ГОСТ 17475-80	16	
		45		Болт М5 [X2] ГОСТ 7798-70	2	
		46		Гайка 10-4 ГОСТ 10605-94	2	

Изм.	Лист	Докум.	Подп.	Дата
------	------	--------	-------	------

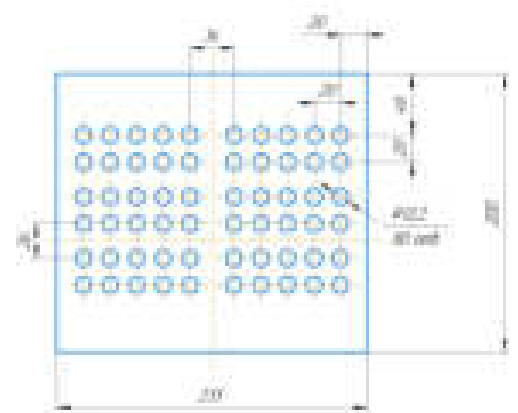
200399.КР.36.000.02.СК

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. <input type="checkbox"/>			200399.КР.36.000.01.СК	Складальне креслення			
				Складальні одиниці			
			1	200399.КР.36.000.01	Завантажувальний бункер	1	
			2	200399.КР.36.000.02	Вузол орієнтації таблеток	1	
			3	200399.КР.36.000.03	Корпус	1	
			4	200399.КР.36.000.04	Датчик	1	
			5	200399.КР.36.000.05	Пульт управління	1	
			6	200399.КР.36.000.06	Вузол склейки блістарів	1	
			7	200399.КР.36.000.07	Вузол проставлення штампу	1	
			8	200399.КР.36.000.08	Вирудне	1	
			9	200399.КР.36.000.09	Транспортер	1	
			10	200399.КР.36.000.10	Нагрівальні плити	4	
11	200399.КР.36.000.11	Формовочний вузол	1				
12	200399.КР.36.000.11	Вакуумні захвати блістерів	1				
Підп. і дата							
Взам. інв.							
Підп. і дата							
Інв. <input type="checkbox"/>							
			200399.КР.36.000.01.СП				
Изм.	Лист	Докум.	Подп.	Дата			
Разрад.		Галабурда В.В.					
Проб.		Доломакін Ю.Ю.					
Н.контр.							
Утв.		Габва О.М.					
Загальний вигляд					Лист	Лист	Листов
						1	1
					НУХТ МАХФВ ОФ-4-10СК		

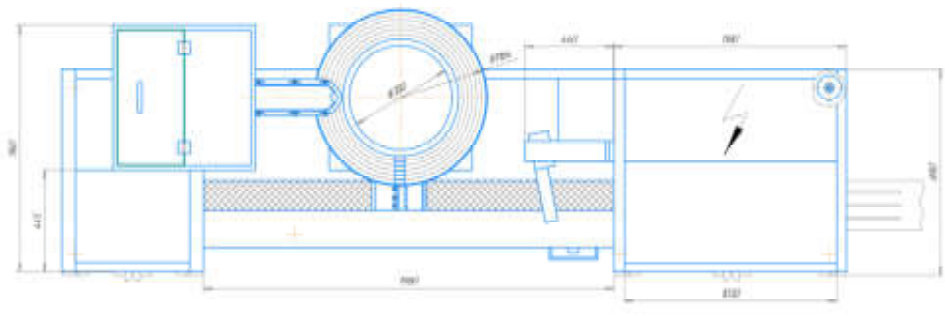
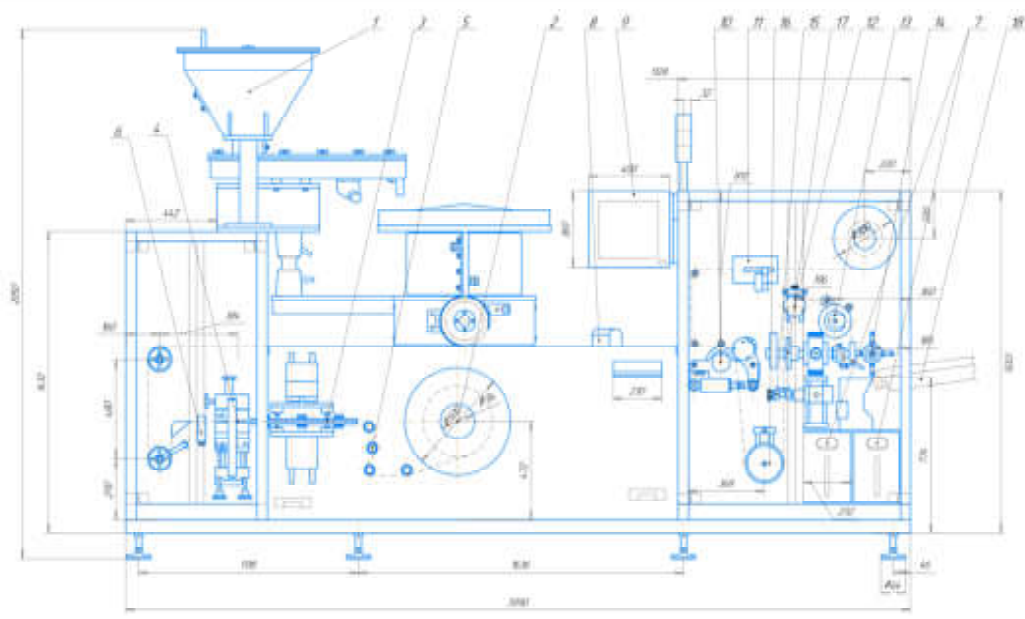
Б-5



А



№№	Исполнитель	Проверенный	Утвержденный	Дата
Назначение: (для указания)		Дата изготовления: (для указания)		Дата выпуска: (для указания)
№№ чертежа: (для указания)		№№ деталей: (для указания)		№№ листов: (для указания)



- Список комплектующих**
- 1 Подшипник 40x60x14 - по 2 шт.
 - 2 Шпилька с гайкой М8 - 2 шт.
 - 3 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 4 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 5 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 6 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 7 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 8 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 9 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 10 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 11 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 12 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 13 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 14 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 15 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 16 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 17 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 18 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.

- Список деталей**
- 1 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 2 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 3 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 4 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.
 - 5 Шпилька с гайкой М8 - 1 шт.

№ п/п	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Шпилька с гайкой М8	1	
2	Шпилька с гайкой М8	1	
3	Шпилька с гайкой М8	1	
4	Шпилька с гайкой М8	1	
5	Шпилька с гайкой М8	1	

