

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Розробка пресу з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури

Назва теми

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Шифр, назва

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Шифр, назва

Спеціалізація «Електропобутова техніка»

Шифр МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 2 курсу
група ЕТм-21-1


Підпис

Толстюк А.Б.
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

проф. Поліщук О.С.
Ініціали, прізвище

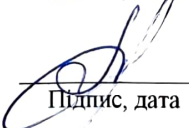
Нормоконтролер


Підпис, дата

Поліщук О.С.
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС


Підпис, дата

проф. Поліщук О.С.
Ініціали, прізвище

_____ 202__ р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту і архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем
Освітній рівень магістр
Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
Шифр і назва
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Шифр і назва
Спеціалізація _____
Освітня програма «Електропобутова техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МАЕЕС
д.т.н., проф. Поліщук О.С.
_____ .2022р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Толстюк Артем Ігорович
Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка пресу з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури

керівник роботи д.т.н., проф. Поліщук О.С.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 1 04 202__ р. № БЗ

2. Строк подання студентом роботи на кафедру _____

3. Вихідні дані до роботи Технічні характеристики пресового обладнання-аналогів та властивості металевої фурнітури і матеріалів

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

Вступ. 1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи. 2. Розробка конструкції пресу з лінійним магнітоелектричним двигуном для встановлення металевої фурнітури. 3. Розрахунок електричних параметрів магнітоелектричного двигуна. Висновки. Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) Аркуш 1. Пресове обладнання. Документ оглядовий (А1). Аркуш 2. Магнітоелектричний привод. Документ оглядовий (А1). Аркуш 3. Пристрій для встановлення металевої фурнітури. Схема комбінована (А1). Аркуш 4. Пристрій для встановлення металевої фурнітури. Документ технологічний (А1). Аркуш 5,6. Багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом. Вид загальний (А1). Аркуш 7. Блок живлення. Схема електрична принципова (А1). Аркуш 8. Блок живлення та керування ЛМЕД. Схема

електрична (А1). Аркуш 9. Багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом. Документ ілюстраційний (А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи


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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи	до 30.10.22р.	
2. Розробка конструкції пресу з лінійним магнітоелектричним двигуном для встановлення металевої фурнітури	до 20.10.22р.	
3. Розрахунок електричних параметрів магнітоелектричного двигуна	до 5.12.22р.	
4. Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу	до 12.12.22р.	

Студент


Підпис

А.І. Толстюк
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

О.С. Поліщук
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи студента
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка».

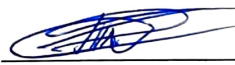
1. Прізвище, ім'я та по батькові Толстюк Артем Ігорович

2. Тема магістерської роботи Розробка пресу з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента _____

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 9 арк., сторінок записки 79

5. Вступ. 1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи. 2. Розробка конструкції пресу. 3. Розрахунок електричних параметрів магнітоелектричного двигуна. Висновки. Перелік джерел посилання.

Підпис студента 

"20" 12 2022 р.


РІШЕННЯ ЕК:

Протокол N2 від "27" 12 2022 р.

Оцінка проекту ЕК визначено 5,0/А

Рекомендації ЕК рекомендовано в асн роботу

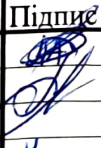



Особливі відмітки _____

Технічний секретар 

"27" 12 2022 р.

ЗМІСТ

		стор
	Вступ	6
1	Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи	7
1.1	Характеристика операцій маркування, клеймування та встановлення металевої фурнітури, які потребують технологічного устаткування зі зворотно-поступальним рухом робочих органів	7
1.2	Огляд устаткування для виконання операцій зі зворотно-поступальним рухом робочих органів	12
1.3	Загальна характеристика лінійних електричних двигунів	25
1.4	Види магнітів	28
1.5	Технічні характеристики постійних магнітів	32
1.6	Використання лінійних магнітоелектричних двигунів в різних галузях промисловості	36
1.7	Задачі, які необхідно вирішити в магістерській роботі	41
1.8	Висновки до розділу	41
2	Розробка конструкції пресу з лінійним магнітоелектричним двигуном для встановлення металевої фурнітури	43
2.1	Загальні відомості про розробку виробу	43
2.2	Розробка конструкції преса з магнітоелектричним приводом	45
2.3	Принцип роботи преса з магнітоелектричним двигуном	51
2.4	Розробка системи живлення та керування магнітоелектричним приводом	52
2.5	Загальний вигляд пресу з магнітоелектричним двигуном для встановлення металевої фурнітури	63

МРМА22.00.00.000 ПЗ			
Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Знак	Толстюк		
Вір.	Поліщук		
Нтр.	Поліщук С.І.		
Вер.	Поліщук		
Розробка пресу з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури		Літера	Аркуш
Розробка пресу з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури		М	4
Розробка пресу з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури		Аркушів	
Розробка пресу з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури		79	
ХНУ гр.ЕТМ-21-1			

2.6	Висновки до розділу	64
3	Розрахунок електричних параметрів магнітоелектричного двигуна	65
3.1	Вибір типу постійного магніту для двигуна	65
3.2	Розрахунок електричних параметрів двигуна	70
3.3	Висновки до розділу	74
	Висновки	75
	Перелік джерел посилання	77
	Додаток А	

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Однією з головних причин втрат енергії в легкій промисловості є недосконалість технологічного обладнання з точки зору енергетичних витрат. Особливо це відноситься до таких його частин, як приводи. Невідповідність режиму його роботи, типу приводу, потужності та інших характеристик параметрам технологічної операції, яка виконується на обладнанні, приводить до значних втрат енергії [1].

В легкій промисловості (ЛП) до якої відносяться взуттєва і швейна, існує багато технологічних операцій, що потребують пресового обладнання, в якому робочі органи устаткування виконують тільки зворотно-поступальний рух. В основному в ньому використовується пневматичний, електромеханічний, електрогідравлічний чи приводи. Основний недолік машин з даними приводами той, що відбуваються втрати електричної енергії під час холостого ходу робочих органів, а також під час їх завантаження і розвантаження об'єктами обробки [1].

Ряд цих проблем можна вирішити використавши лінійні магнітоелектричні двигуни (ЛМЕД) в якості приводу обладнання для виконання операцій в галузі легкої промисловості.

Раніше використання магнітоелектричних двигунів було не вигідним через те, що не було достатньо потужних магнітів, або магніти були дуже матеріалоемкими. Але тепер, коли з'явилися магніти на основі матеріалів Неодим-Залізо-Бор (Nd-Fe-B) ця проблема усунена завдяки тому, що вони мають невеликі розміри та більшу магнітну силу.

Через можливість надання ЛМЕД малих розмірів, збільшення магнітної сили стало актуальним для їхнього застосування в обладнанні для виконання операцій, що потребують устаткування зі зворотно-поступальним рухом робочих органів.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ТЕМАТИКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

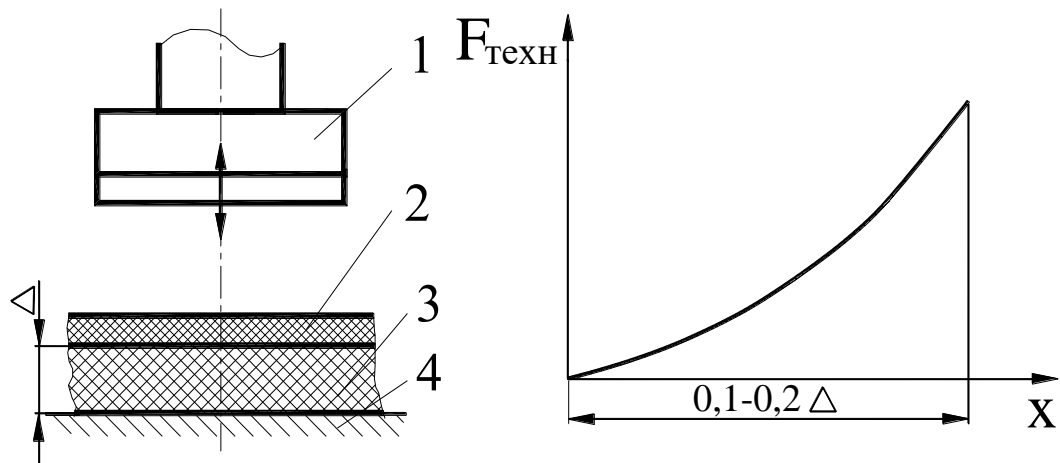
1.1 Характеристика операцій маркування, клеймування та встановлення металевої фурнітури, які потребують технологічного устаткування зі зворотно-поступальним рухом робочих органів

В ЛП існує багато технологічних операцій, що потребують устаткування пресової та ударної дії, в якому робочі органи виконують тільки зворотно-поступальний рух. Сюди можна віднести:

- преси для тиснення та перфорування деталей,
- машини для встановлення металевої фурнітури,
- клеймувальні машини,
- машини для забивання закріплювачів,
- машини для динамічного формування матеріалів,
- машини попереднього формування деталей взуття тощо.

Перша технологічна операція – це операція клеймування деталей верху взуття з різноманітних матеріалів літерними та цифровими знаками, а також товарного знаку на вкладних напівустілках і устілках через спеціальну фольгу. Схема такої операції та характер зміни технологічного зусилля в матеріалі при її виконанні показані на (рис.1.1).

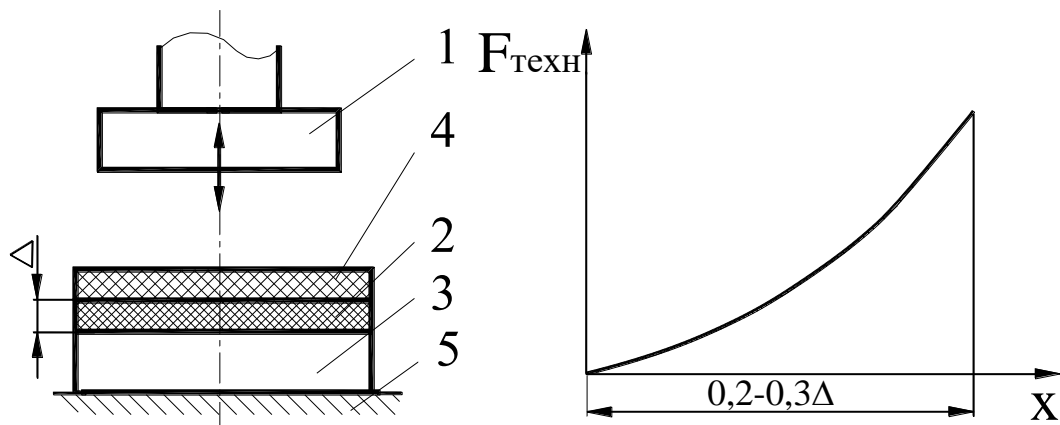
					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 - ударник з нумератором; 2 - фарбувальна стрічка; 3 - заготовка;
4 - плита; Δ - товщина матеріалу

Рисунок 1.1- Схема технологічної операції клеймування деталей верху взуття та характер зміни технологічного зусилля $F_{техн}$ в матеріалі:

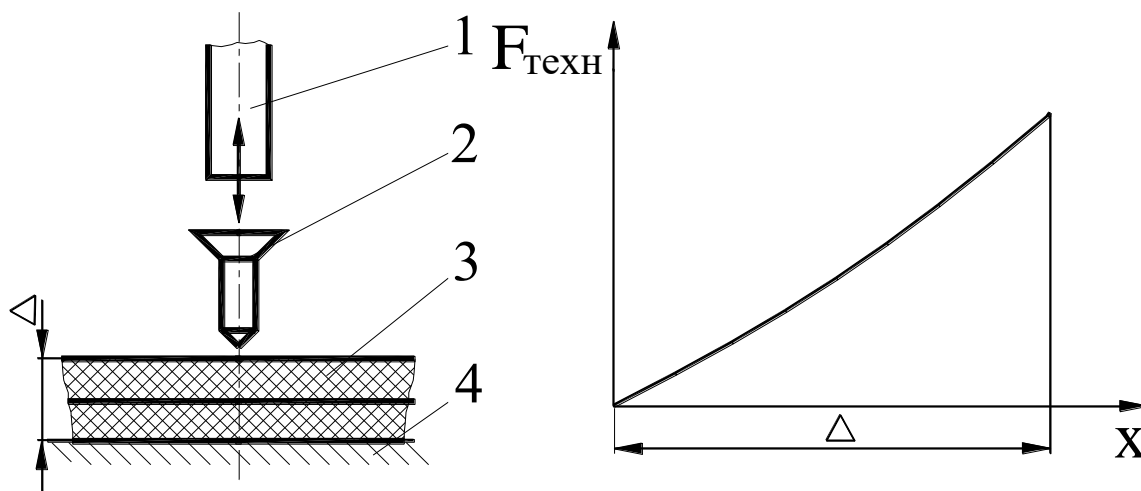
Друга технологічна операція - це операція гарячого тиснення декоративних рисунків на деталях з натуральної шкіри і деяких видів штучних шкір з метою оздоблення взуття, або швейних виробів (рис.1.2).



1- ударник; 2 - заготовка; 3 - узорна плита; 4 - прокладка; 5 - плита;
 Δ - товщина матеріалу

Рисунок 1.2-Схема технологічної операції гарячого тиснення декоративних малюнків на деталях взуття та характер зміни технологічного зусилля $F_{техн}$ в матеріалі:

Третя технологічна операція - це операція забивання металевих закріплювачів для кріплення устілок, напівустілок, затяжної кромки взуття, геленків, простілок, підошов, каблуків (рис.1.3).



1 - ударник; 2 - закріплювач; 3 - заготовка; 4 - плита;

Δ - товщина заготовки

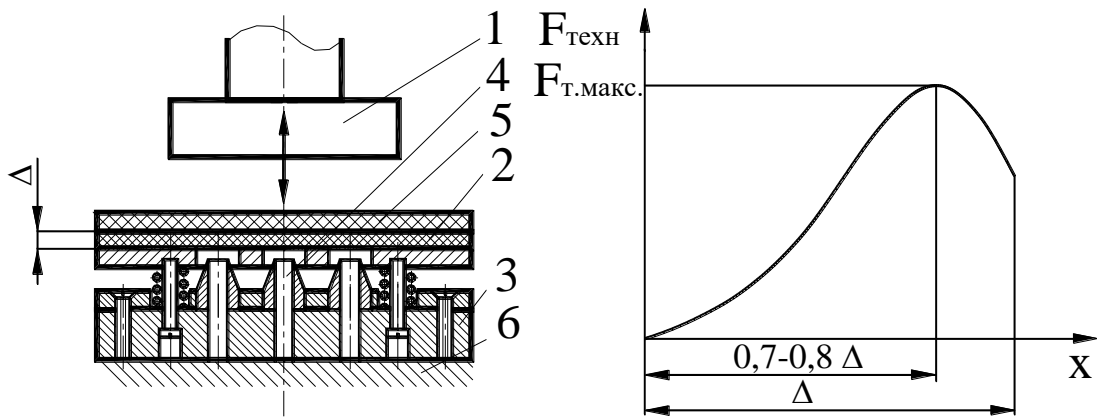
Рисунок 2.3-Схема технологічної операції забивання закріплювачів та характер зміни технологічного зусилля $F_{техн}$ в матеріалі

Четверта технологічна операція - це операція перфорування деталей верху взуття з різноманітних матеріалів змінними матрицями з метою оздоблення та збільшення повітропроникності верху літнього взуття (рис.1.4).

Максимальна сила пробивання отворів просікачами визначається за наступною формулою:

$$F_{пр.макс.} = nqLk_{\Delta}k_{\beta}k_{\nu}, \quad (1.1)$$

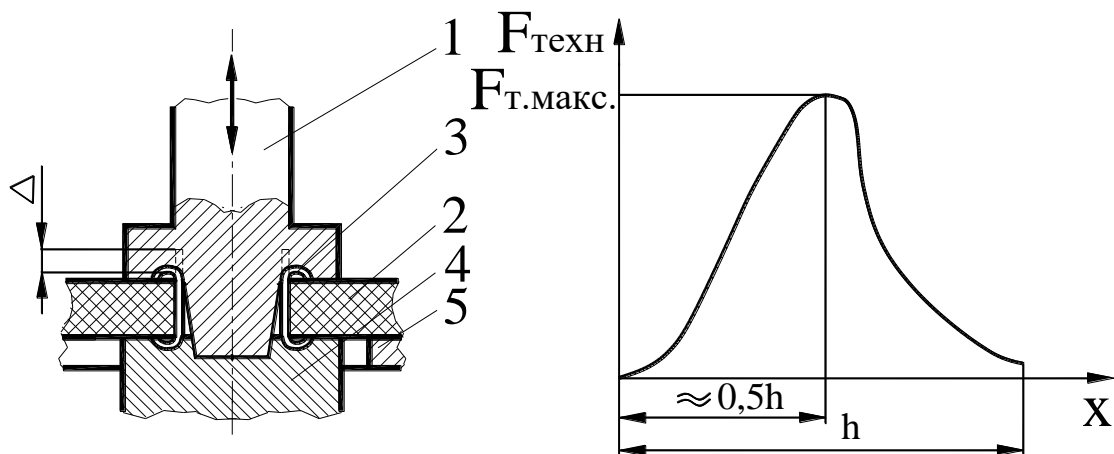
де n - кількість просікачів в матриці для перфорування.



1 - пуансон; 2 - заготовка; 3 - перфораційна матриця; 4 - просікач;
5 - прокладка; 6 - плита; Δ - товщина матеріалу

Рисунок 1.4-Схема технологічної операції перфорації деталей верху взуття та характер зміни технологічного зусилля $F_{техн}$ в матеріалі

П'ята технологічна операція - це операція вставлення металевої фурнітури (кнопок, блочок, гачків) в швейному, взуттєвому та шкіргалантерейному виробництвах (рис.1.5). Таку операцію можна розглядати, як операцію відбортуння циліндричних, порожнистих металевих деталей.

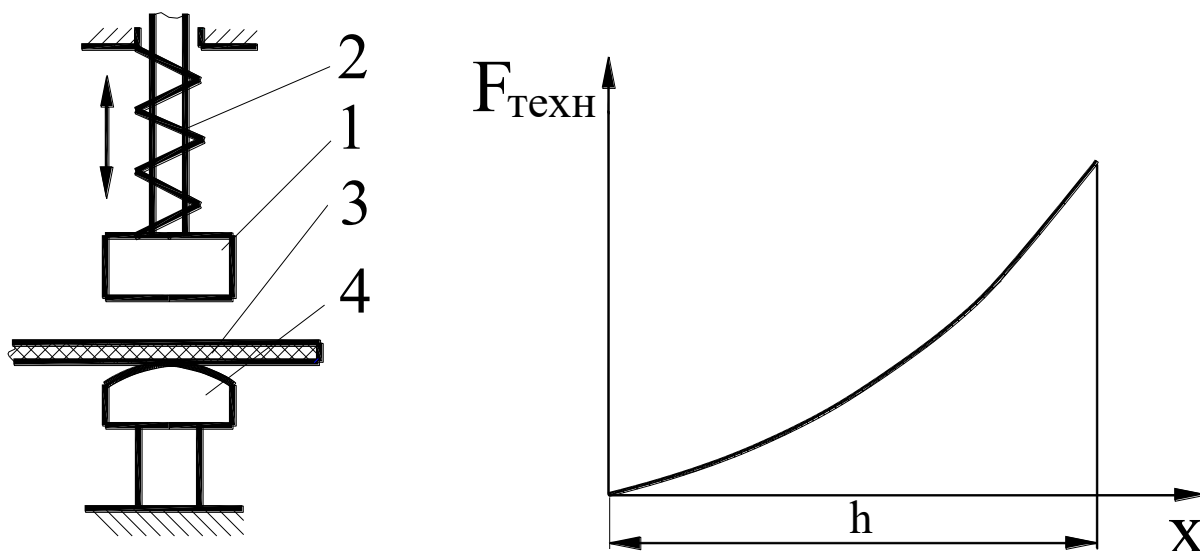


1 - пуансон для розклепування; 2 - заготовка деталі; 3 - фурнітура;
4 - матриця; 5 - плита; h - деформація матеріалу

Рисунок 1.5-Схема технологічної операції вставки фурнітури та характер зміни технологічного зусилля $F_{техн}$ в матеріалі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Шоста технологічна операція – операція динамічного формування матеріалів, яка використовується при околоті канту заготовок верху взуття, ранту, що прикріплений до взуття, носка і п'ятки зтягнутої заготовки верху взуття (рис.1.6).

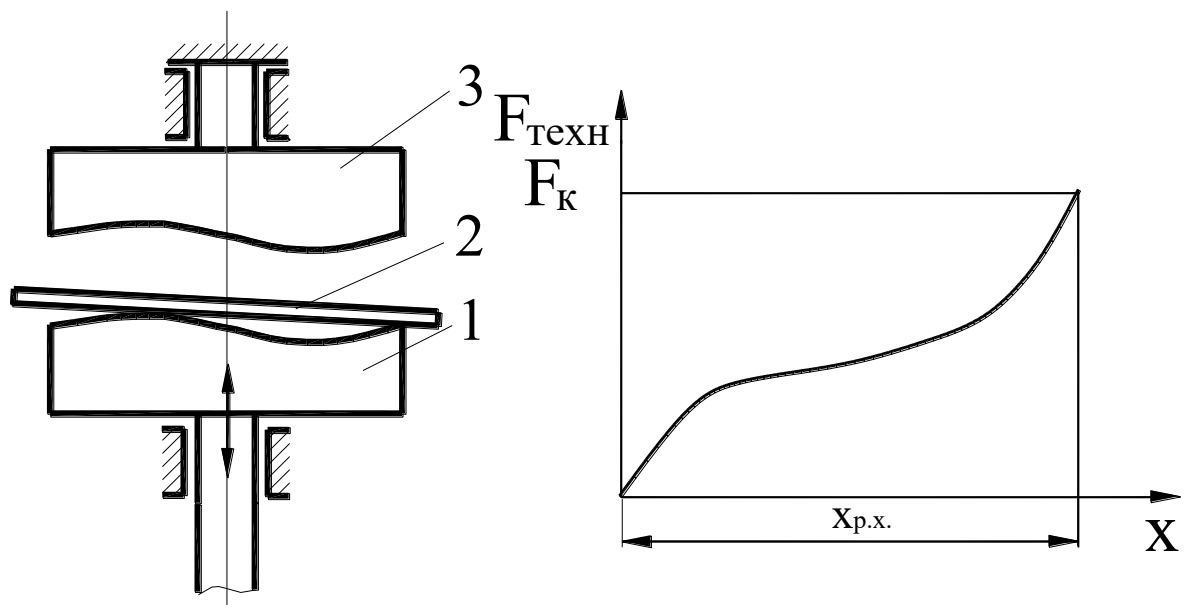


1 - ударник; 2 - пружина; 3 - матеріал виробу, що обробляється;
4 – колодка

Рисунок 1.6-Схема технологічної операції динамічного формування матеріалів та характер зміни технологічного зусилля $F_{техн}$ в матеріалі:

Сьома технологічна операція – це операція технологічного формування підошов і устілок (рис.1.7).

Існують і інші операції на підприємствах швейної та взуттєвої промисловості, які потребують обладнання пресової та ударної дії із зворотно-поступальним рухом робочих органів [1].



1-пуансон; 2-деталь, що обробляється; 3-матриця; F_k - кінцеве технологічне зусилля; $x_{p.x.}$ - робочий хід пуансона

Рисунок 1.7- Схема технологічної операції формування стисканням та характер зміни технологічного зусилля $F_{техн}$ в матеріалі:

В магістерській роботі буде розроблятися пристрій з лінійним електромагнітним двигуном в якості приводу, який має невеликі розміри і може розвинути необхідну силу. Виходячи з цього в подальшому в даній роботі будуть розглядатися технологічні операції виконання яких не потребує великих зусиль, а саме операції клеймування, маркування та встановлення металевої фурнітури.

2.2 Огляд устаткування для виконання операцій зі зворотно-поступальним рухом робочих органів

Найбільше розповсюдження в технологічному устаткуванні пресової та ударної дії із зворотно-поступальним рухом робочих органів, яке застосовується для виконання технологічної операції встановлення металевої фурнітури,

отримали пневматичні та електромеханічні приводи. Розглянемо приклади такого обладнання (аркуш [МРМА22.00.00.00.000ДО1]) [2].

Пневматичний прес для встановлення фурнітури J-93-A Aurora (Китай) (рис.1.8) [16].



Рисунок 1.8 - Пневматичний прес для встановлення фурнітури J-93-A Aurora

Основні переваги пресу:

- підвищення продуктивності за рахунок 3-х головок, на кожній з яких можна встановити різні спеціальні насадки для установки фурнітури в залежності від операцій (одна головка вирубляє отвір, інша встановлює люверс і т.п.);

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- сила притискання регулюється вбудованим регулятором тиску, що дозволяє налаштувати роботу преса в оптимальному режимі, тому що при встановленні різного виду фурнітури потрібен різний тиск;
- безшумний у роботі за рахунок вбудованого глушника;
- точне позиціонування за допомогою лазерного променя;
- незамінний під час випуску шкіргалантерейної продукції, пошиття одягу, спецодягу та взуття, виготовлення тентових наметів, чохлів для мобільних телефонів, спортивних сумок та інвентарю, дозволяючи встановлювати металеву фурнітуру, вирубувати отвори та формові заготовки, обтягувати гудзики та багато гудзиків;
- зручний та простий в експлуатації;
- оснащений пристроєм подвійного захисту.

Технічні характеристики пневматичного пресу для встановлення фурнітури J-93-A Aurora.

1. Габаритні розміри - 78x62x126 см.
2. Вага - 44 кг.
3. Тиск пресу - 0,4-0,6 МПа.
4. Сила притискання - 650 кг.
5. Виробник - Aurora (Китай)

Електричний прес для установки фурнітури МАХ-М838 (рис.1.9) [17].

Прес трьохпозиційний із вбудованим сервомотором для встановлення на швейні та галантерейні вироби металевої фурнітури: кнопок, блочок, хольнітенів та іншого. А також виконує вирубання отворів та формових заготовок, дозволяє обтягувати гудзики та багато іншого. Електронне керування налаштуваннями тривалості та сили удару.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Рисунок 1.9 - Електричний прес для встановлення фурнітури МАХ-М838

Застосовується у виробництві шкіргалантерейної продукції, пошиття одягу та капелюхів, спецодягу та взуття, виготовлення тентових наметів, чохлів для мобільних телефонів, спортивних сумок та інвентарю, виробів із пластмаси. Підвищує продуктивність за рахунок 3-х головок, на кожній з яких можна встановити різні насадки для вирубування отворів, установки фурнітури або обтягування гудзиків. Прес оснащений стандартним комплектом насадок: на пробивання отворів під кнопки та встановлення верхньої та нижньої кнопок, та перехідником з метричним різьбленням.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Технічні характеристики.

1. Напруга - 220 В
2. Частота – 50-60 Гц
3. Потужність – 550 Вт
4. Швидкість двигуна - 1000-5000 об/хв
5. Габарити - 520x410x245 мм

Електромагнітний прес для установки фурнітури 4389 Presmak (рис.1.10) [18].

Прес електромагнітний для встановлення на швейні та галантерейні вироби металевої фурнітури: люверсів, заклепок, гудзиків, кнопок та хольнітенів та ін. А також виконує вирубування отворів та формових заготовок, дозволяє обтягувати гудзики та багато іншого. Електронний пульт для налаштування сили удару від 1 до 1700 кг/см². Лічильник ударів. Укомплектований пусковою педаллю.

Застосовується у виробництві шкіргалантерейної продукції, пошиття одягу та капелюхів, спецодягу та взуття, виготовлення тентових наметів, чохлів для мобільних телефонів, спортивних сумок та інвентарю, виробів із пластмаси.

Основні переваги:

- зручний та простий в експлуатації;
- пускова педаль дозволяє звільнити руки оператора;
- функція автоматичного підрахунку ударів;
- не потребує підключення до компресора.

Технічні характеристики.

1. Ударне зусилля 1-1700 кг/см².
2. Продуктивність - 3000 комплектів/раб. зміна (8 годин).
3. Напруга - 220 В.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Вага - 22 кг.



Рисунок 1.10 - Електромагнітний прес для встановлення фурнітури
4389 Presmak

Прес для встановлення фурнітури трипозиційний SewQ SGY4-806 D (рис.1.11) [19].

Електричний прес SewQ SGY4-806D застосовується для встановлення кнопок, блочок, люверсів, холнітенів на предметах одягу, сорочках, нижній білизні, жакетах і т.п. Також підходить для шкіряних сумок, капелюхів та інших шкіряних та пластмасових продуктів. Ця машина робить практично одночасно отвір, клепку та заклепку. Прес має автоматичне регулювання сили, швидкості удару та кількості ударів. Для фокусування та відцентрування розташування кнопки в момент удару використовується лазерне наведення.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



Рисунок 1.11 - Прес для встановлення фурнітури трипозиційний
SewQ SGY4-806 D

Технічні характеристики.

1. Потужність – 55 Вт
2. Частота ходів - 10 разів/хв.
3. Робоча напруга – 220 В.
4. Продуктивність 3000 комплектів за 8 годин.

Прес для встановлення фурнітури BROST BR-T1 з сервомотором (рис.1.12)
[21].

Там, де випуск одягу, взуття або шкіргалантерейних виробів поставлений на потік, широко використовується прес для встановлення фурнітури BROST BR-

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Т1 з сервомотором. Він дає можливість мінімізувати використання ручної праці для даної технологічної операції, дозволяючи при цьому суттєво підвищити якість і ефективність її виконання.



Рисунок 1.12 - Прес для встановлення фурнітури BROS T1 з сервомотором

Прес призначений для встановлення різних видів фурнітури: джинсових гудзиків, заклепок, кнопок, люверсів, хольнітенов. Механізм подачі приводиться в дію потужним, але практично безшумним сервомотором потужністю 550Вт. За рахунок цього вдається розвивати зусилля до 1,2 тони, що дозволяє працювати з матеріалами будь-якої щільності і товщини. Сила продавлювання може регулюватися, що забезпечує акуратне поводження з виробом, що оброблюється.

Дану модель відрізняє відмінна ергономіка і сучасний дизайн. Всі функції керування доступні на лицьовій сенсорній панелі, що оснащена яскравим цифровим світлодіодним табло.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

За допомогою кнопок, що розміщені на табло можна виконати точне налаштування робочих параметрів і активувати їх в ручному або автоматичному режимі.

Модель BR-T1 відмінно зарекомендувала себе на виробництві за рахунок вдалих конструкційних рішень:

- прес встановлюється на промисловий робочий стіл, оснащений педаллю для ногого керування. Це дозволяє оператору зосередити увагу на маніпуляціях з виробом і фурнітурою;

- для забезпечення безпеки робоча зона оснащена світлодіодним підсвічуванням;

- лазерний покажчик дозволяє швидко виставити ділянку виробу для максимально точного встановлення фурнітури в потрібному місці.

Технічні характеристики.

1. Сила удару - до 1200 кг.
2. Тип двигуна - вбудований сервопривід 550Вт.
3. Габаритні розміри – 455x365x250 мм.
4. Вага - 16 кг.
5. Напруга живлення - 220 В.
6. Тип змащування – крапельна.

Електромеханічний прес для установки металевої фурнітури ТУ-818 Protex (рис.1.13) [20].

Прес електромеханічний призначений для встановлення металевої фурнітури (кнопок, блочок, хольнітенів тощо) на швейних і галантерейних виробках.

Основні переваги.

1. Можливо встановити спеціальні різні насадки в залежності від виконуваних операцій.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Прес є незамінним при виготовленні шкіргалантерейної продукції, пошитті одягу, спецодягу і взуття, тентових палаток, чохлів для мобільних телефонів, спортивних сумок та інвентарю. Він дозволяє встановлювати металеву фурнітуру, здійснювати пробивання отворів, обтягувати гудзики та багато іншого.

3. Зручний та простий в експлуатації.

4. Оснащений пристроєм подвійного захисту.

Технічні характеристики:

1. Максимальна швидкість обертання основного вала - 300 об/хв.

2. Зовнішні розміри головки машини (Д х Ш х В) - 300 х 280 х 465 мм.

3. Маса брутто - 65 кг.

4. Величина ходу пробійника - 34 мм.



Рисунок 1.13 - Електромеханічний прес для встановлення металеві фурнітури ТУ-818 Protex

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Машина КДВ-1 для клеймування деталей верху взуття з різних матеріалів цифровими та літерними знаками.

Для клеймування деталей верха взуття, що виготовлені з різних матеріалів на підприємствах ще використовуються машини КДВ-1, КДВ, 06049/РЗ, ТЗ та інші. Технічні характеристики зазначених машин наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1- Технічна характеристика машин для клеймування

Параметри	Типи пресів		
	КДВ-1	КДВ	06049/РЗ
Продуктивність при клеймуванні фарбою, деталей за годину	3000	2600	2625
Потужність електродвигуна, кВт	0,27	0,27	0,2
Розмір, мм	700	900	800
Глибина, мм	750	950	900
Висота, мм	1400	1380	1400
Маса, кг	170	190	187

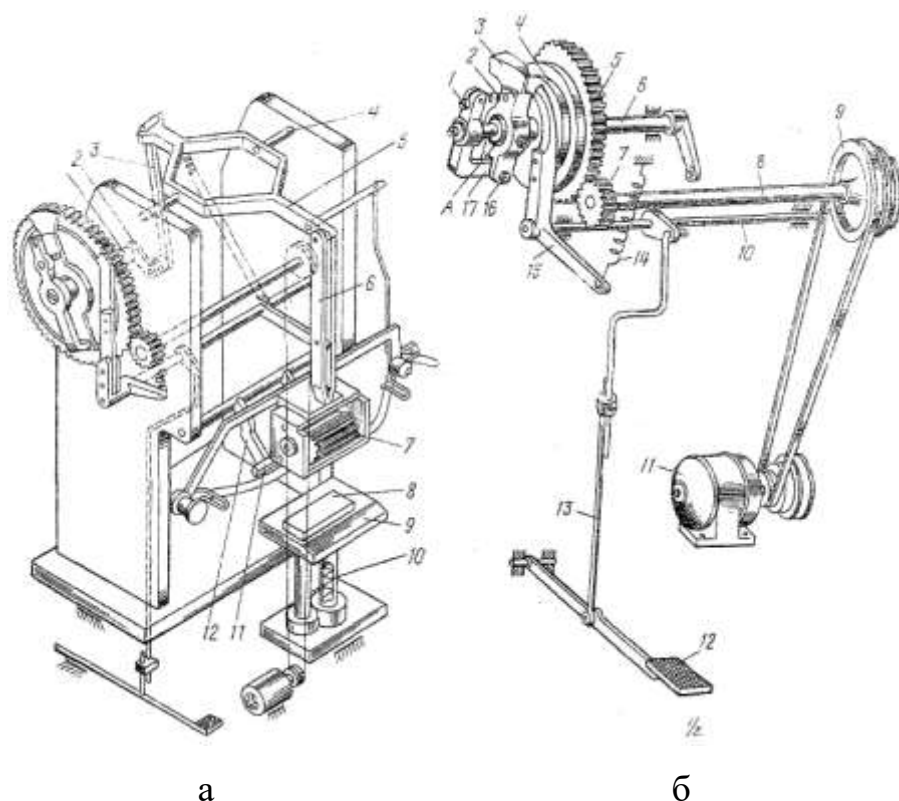
Основне призначення машини КДВ-1 - клеймування деталей верху взуття з різних матеріалів цифровими та літерними знаками. На даній машині можна проводити клеймувати деталей взуття фарбою і гарячим тисненням через кольорову фольгу, чи стрічку.

Деталі, які клеймуються, поштучно вкладаються на робочий стіл і натисканням на педаль працівник приводить машину в дію. Барабан, що клеймує опускається, натискає на деталь, залишає на ній відтиск та повертається у своє верхнє вихідне положення.

Щоб перейти від клеймування до тиснення через кольорову стрічку потрібно зняти коробку з бавовняною підкладкою, встановити на машину механізм транспортування стрічки і заправити його стрічкою, а також прогріти електричними нагрівачами клеймувальний барабан і клеймувальну головку.

Машина для клеймування КДВ-1 має основу головку для клеймування з механізмом передачі руху, привід і механізм транспортування стрічки.

Головка для клеймування вміщує у собі барабан 7 (рис. 1.14), на осі якого знаходяться диски з 12 набірними знаками. Висота знаків складає 5 мм, а ширина - 2,7 мм. Необхідне при клеймуванні сполучення цифр і літр отримується шляхом встановлення поворотних дисків на вісі барабана. На головці, що клеймує можуть бути встановлені змінні планки з вказаним державним стандартом.



а – кінематична схема; б – схема приводу

Рисунок 1.14 - Машина КДВ-1:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Головка для клеймування прикріплена знизу до шатуна 6, що верхнім кінцем шарнірно з'єднаний з переднім кінцем коромисла 5. При коливанні коромисла 5 навколо вісі 4 головка через шатун 6 створює зворотно–поступальний рух по дузі окружності догори і вниз. Нижня частина шатуна поєднана з важелями 12, що передають рух штемпельній подушці 11 із повсті, що просочена фарбою [3].

Задній кінець коромисла 5 поєднаний із шатуном 3, шарнірним з'єднанням із кривошипом 2, закріпленим на валу 1, що передає рух механізму головки для клеймування. Барабан здійснює рух по криволінійній траєкторії, дотична до якої в крайньому нижньому положенні барабана перпендикулярна поверхні деталі. Подушка 11 рухається по дузі окружності також, стикається зі знаками барабана у верхньому положенні і наносить на них фарбу.

Операція клеймування виконується на пружній подушці 5, розташованій на столі 9. Подушка забезпечує добрий дотик клеймувальних знаків барабана до деталі. Втулка столу входить в отвір кронштейну і пружиною 10 піднімається до верхнього положення.

Положення столу по висоті регулюється зміною числа шайб, на які спирається кронштейн столу, а ступінь відбитка – стисканням пружини 10, що підтримує столик, за допомогою гвинта.

Сила тиснення штемпельної подушки з фарбою до клеймувального барабана 7 регулюється поворотом ексцентрикового пальця, який розміщується позаду головки машини.

Температура нагрівання барабана для клеймування 7 регулюється поворотом рукоятки пристрою на лівих дверях станини. Вимірювання температури головки для клеймування проводиться термометром, який вставляється в спеціальний отвір.

Машина УКМ-0 для клеймування деталей низу взуття.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Дана машина призначена для клеймування деталей низу взуття (крім гумових) шляхом тиснення на них цифр і знаків. Деталь при клеймуванні вкладається на столик (рис. 1.15) так, щоб її частина, на яку повинен бути нанесений відбиток клейма, знаходилася в центрі столика. Швидкість клеймування регулюється.

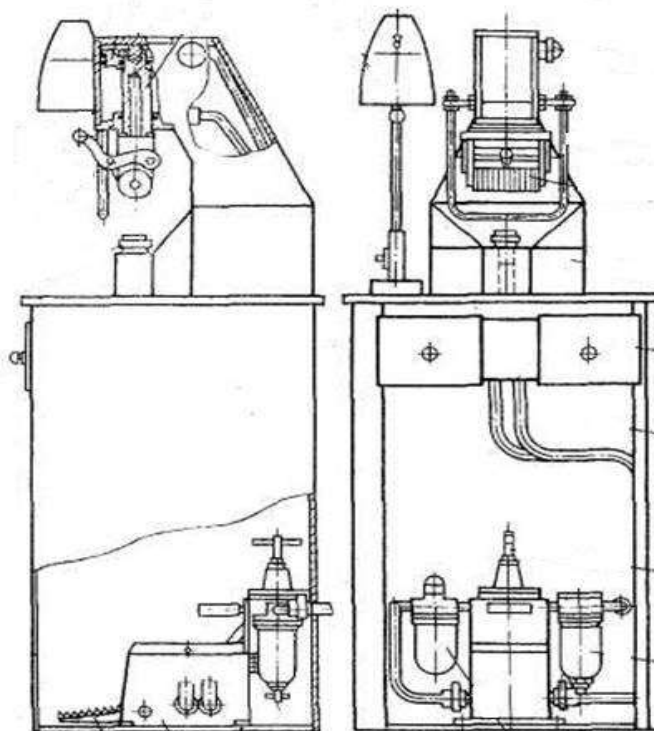


Рисунок 1.15 - Схема машини УКМ-0

Машина УКМ-0 складається з корпусу, головки для клеймування, пневматичного приводу, органів керування, столика і електричного обладнання [3].

1.3 Загальна характеристика лінійних електричних двигунів

Лінійні електричні двигуни (ЛЕД) представляють собою самостійний клас електричних машин, що мають ряд специфічних властивостей. На

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

відміну від двигунів обертової дії, що здатні виконувати тривалий обертовий рух при неперервному обміні енергією між електричною і механічною системами, в таких двигунах здійснюється обмежене механічне поступове і зворотно-поступове переміщення при дискретному енергетичному перетворенні енергії.

Основним фактором, що визначає конструктивні та технічні можливості лінійних електричних двигунів є їхній принцип дії. Відповідно до нього такі двигуни підрозділяються на наступні основні типи, що найбільш широко використовуються в електроприводі:

- електромагнітні;
- електродинамічні;
- індукційні;
- магнітоелектричні;
- індукційно-динамічні;
- магнітострикційні;
- електрострикційні.

Розглянемо принцип дії основних типів ЛЕД, основні їхні характеристики, переваги та недоліки, а також сфери застосування. До основних параметрів, які характеризують такі двигуни, можна віднести:

- зусилля, яке створює електродвигун;
- частоту ходів;
- амплітуду динамічного переміщення;
- ККД;
- питому силу тяги;
- питому корисну потужність.

В табл.1.2 приводяться орієнтовні граничні параметри лінійних електричних двигунів. Вони отримані автором роботи на основі ЛЕД, що

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

виготовлялися промисловістю та на базі одиничних експериментальних зразків.

Таблиця 1.2 - Орієнтовні граничні показники ЛЕД

Тип ЛЕД	Параметри ЛЕД					
	Тягове зусилля, Н	Переміщення, м	Частота ходів, Гц	Прискорення, м/с ²	Питома корисна потужність, Вт/кг	Питома сила тяги, Н/кг
Електромагнітний	15x10 ⁴	2	600	10 ⁵	50	3x10 ³
Індукційний	7x10 ⁴	Не обм.	200	10 ⁶	4	8
Електродинамічний	45x10 ⁴	0,3	15x10 ³	5x10 ⁴	5	20
Магнітоелектричний	10 ³	3x10 ⁻²	15x10 ³	5x10 ⁴	3	1
Індукційно-динамічний	15x10 ⁵	5x10 ⁻²	60	5x10 ⁴	85	4x10 ³
Магнітострикційний	60x10 ⁴	4x10x ⁻³	3x10 ⁴	10 ⁻¹	0,5	50
Електрострикційний	10 ²	10 ⁻³	15x10 ³	10 ⁻¹	10 ²	5x10 ²

Серед усіх наведених типів лінійних електричних двигунів слід відмітити лінійні магнітоелектричні двигуни. Принцип дії лінійних магнітоелектричних двигунів (ЛМЕД) базується на взаємодії магнітного поля котушки з феромагнітним осердям, що здійснює переміщення по лінійній траєкторії. До них також можна віднести і поляризовані ЛЕМД з постійним підмагнічуванням феромагнітного осердя.

Основною причиною розгляду такого типу приводу є:

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- максимально ефективно використання електричної енергії;
- малі габарити;
- виконання якорем зворотно-поступального руху робочих органів [1].

1.4 Види магнітів

Магніти – це об’єкти, що мають магнітне поле навколо себе, яке приваблює або відштовхує деякі матеріали. Магніти були визнані дуже корисними за свою власність притягування металів. Магніти мають величезне застосування в сфері побуту, так і в різних галузях промисловості (рис.1.16) [13].



Рисунок 1.16 – Загальний вигляд постійного магніту

Вони знайшли використання в іграшках, побутовій техніці і сотнях речей, які є у нас вдома. Основне використання магніти знайшли в наступних галузях, як:

- видобуток корисних копалин;
- гірничодобувна промисловість;
- при виробництві кераміки, пластмаси і скла та багатьох інших.

Магніти мають різну форму, розміри і міцність. Вони поділяються два основних типи:

- створені людиною;
- природні.

Природні магніти називаються магнетитом. Вони насичені залізом і мінералами.

Людина створила синтетичні магніти, які є сильнішими, ніж природні. Їх виготовляють з металевих сплавів. Штучні магніти знайшли застосування для тисяч цілей і розрізняються за силою та магнітними властивостями.

Нижче наведені три типи штучних магнітів:

- постійні;
- тимчасові;
- електромагніти.

Постійні магніти.

Постійні магніти дуже сильні і такими, що найбільш часто використовуються. Ці магніти називаються так тому що, як тільки отримують намагнічування, то зберігають надовго свій магнетизм або назавжди.

Причина цього заключається в тому, що ці магніти виконані з речовин, що вміщують атоми і молекули, які мають магнітні поля, що підсилюють один одного. Однак за певних, передбачених умов зазначені магніти можуть втратити свої магнітні властивості, наприклад, в струмі.

Постійні магніти мають велике практичне застосування, починаючи з магнітиків на холодильник до магнітів для великих промислових підприємств. Вони бувають різних розмірів і різної форм та розрізняються тільки за своїм складом (рис.1.17, 1.18).

Розглянемо найбільш поширені типи постійних магнітів. До них можна віднести:

- керамічні;

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- алніко магніти;
- самарій-кобальт;
- неодим, залізо і бор;
- гнучкі.



Рисунок 1.17 - Типи магнітів

Із зазначених магнітів самарій-кобальтові і неодимові відносяться до категорії рідкоземельних.



Рисунок 1.18 – Форми магнітів

Керамічні.

Керамічні магніти ще також називають феритами. Вони складаються з оксиду заліза і барію чи карбонату стронцію. Це дійсно сильні магніти і знайшли широке використання в наукових лабораторіях. Це магніти, які найбільш часто застосовуються з експериментальною метою.

Алніко магніти.

Назва складається з перших літер хімічних елементів, з яких вони виготовляються: ал(юміній), ні(кель), ко(бальт). Алніко-магніти є дуже сильними, їх застосовують в якості заміни керамічних магнітів для різних експериментів, завдячуючи тому, що вони більш стабільні і більш стійкі до розмагнічування. Однак вони є вартісними.

Самарій-кобальтові магніти.

Такі магніти відносяться до категорії рідкоземельних. Вони мають дуже високу магнітну силу і є дуже стійкими до розмагнічування та окислення. Такі магніти є дуже вартісними і використовуються для цілей, що потребують високого магнетизму і стійкості. Вони вперше з'явилися в 1970-х роках.

Неодим-залізо-бор.

Це ще один представник рідкоземельних магнітів. Неодимові магніти є дуже схожими на самарій-кобальтові, але вони є менш стійкими. Сантиметр такого магніту здатний підняти металеву пластину розміром до декількох метрів. Через їхній надзвичайно високий магнетизм вони є найдорожчими магнітами в світі. Саме це веде до того, що вони використовуються рідше.

Гнучкі магніти.

Гнучкі магніти виготовляються з плоских листів і смуг. Такі магніти мають найменший магнетизм.

Тимчасові магніти.

Тимчасові магніти діють як магніти тільки в тому випадку, коли поміщаються в сильне магнітне поле від сильного магніту. Будь-які металеві

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

предмети, наприклад такі як скріпки і цвяхи після впливу сильного магнітного поля можуть діяти також як магніти. Однак, як тільки вони віддаляються від поля, то миттєво втрачають свій магнетизм. Тимчасові магніти, незважаючи на їхній тимчасовий магнетизм, є корисними в повсякденному житті і на виробництві. В більшості випадків вони використовуються в телефонах і електродвигунах.

Електромагніти.

Електромагніти дуже сильні. Вони суттєво відрізняються від зазначених вище магнітів. Такі магніти працюють за принципом, що провід, по якому протікає електричний струм, створює магнітне поле.

Електромагніт складається з металевої середини з котушкою із проводом. Коли струм проходить через провід, то створюється магнітне поле, яке в свою чергу, намагнічує осердя металу.

Полярність магніту може бути змінена шляхом регулювання величини струму, що протікає, а також шляхом зміни його напрямку.

Такі магніти широко використовуються в телевізорах, радіо, комп'ютерах, моніторах і тощо.

1.5 Технічні характеристики постійних магнітів

Розробка нового магнітного матеріалу такого як неодим-залізо-бор (NdFeB) розпочалася з 80-х років ХХ століття, а його використання в оборонній і цивільній промисловості - з 1984 року. Розробники шукали магнітний матеріал, який мав би високі магнітні властивості і був би відносно недорогим. Таким чином і був створений магнітний матеріал NdFeB, що може вважатися матеріалом ХХІ століття. Він увібрав в себе всі досягнення в галузі створення постійних магнітів, титанічні зусилля наукових колективів і побив усі рекорди магнітних характеристик. Відкриття зазначеного матеріалу

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підняло магнітну індустрію на принципово новий рівень. Неодимові магніти можуть зберігати свої магнітні властивості від 50 до 100 років.

Практично скрізь, де є конвеєри по яких рухається сировина, стоїть проблема потрапляння металоманітних домішок у потенційно небезпечні відсіки машини. На підприємствах будівельної індустрії відсутність магнітного загородження призводить до поломок та ремонту вартісного обладнання або погіршення якості продукції, яка випускається (особливо це стосується підприємств скляної і керамічної промисловості). Існує очевидна потреба в таких композитах.

Неодимовий магніт відразу знайшов своє широке застосування в багатьох областях, завдяки ряду переваг, зокрема тому що однорідне магнітне поле при малих розмірах дає можливість створювати мініатюрні пристрої, такі як мініатюрні вимірювальні прилади, мобільні телефони, комп'ютери, медичні прилади високої точності і так далі. Велика кількість магнітів застосовується при виробництві мобільних телефонів, електричних двигунів, електрогенераторів, лічильників і датчиків. Практично неможливо знайти галузі де ще не використовується неодимовий магніт в сучасному виробництві.

Постійні рідкоземельні магніти зі сплаву Nd-Fe-B представлені в табл. 1.3, а на рис. 1.19 напрямки магнітного поля [10].







Магніти з матеріалу неодим-залізо-бор мають невеликі розміри й більшу магнітну силу. В зв'язку з цим є актуальним їхнього використання в легкій промисловості. Характеристика постійних магнітів різних типів представлені в табл. 1.4.

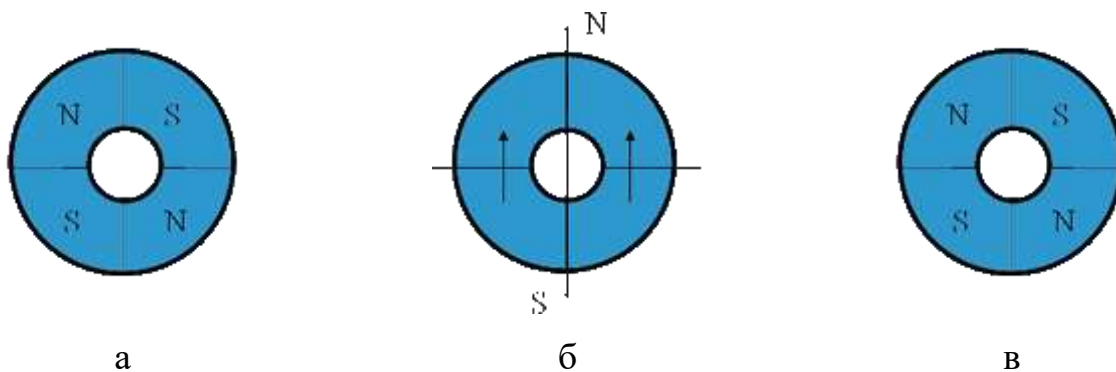
					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики постійних магнітів

Марка магніту	Залишкова магнітна індукція Вr.		Коерцитивна сила iHc.		Максимальна магнітна енергія ВН(max) кДж/м3	Примітка
	Тл	кГс	кАм	кЭ		
N33	< 1,1	< 11,0	< 950	< 12	< 245	Поганий магніт
N35	1,17	11,7	950	12	275	Затребуваний магніт
N35M	1,2	12,0	1100	14	285	Гарний магніт
N35H	1,17	11,7	1350	17	280	Високотемпературний магніт
N38SH	1,25	12,5	1600	22	300	Дуже високотемпературний магніт
N40	1,28	12,8	950	12	340	Дорогий магніт
N45	1,38	13,8	950	12	360	Дуже дорогий магніт

Таблиця 1.4 - Характеристики постійних магнітів

Тип	Номер	Розмір, мм	Об'єм, см ³	Вага, г	Покриття	Матеріал	Зусилля зацеплен ня, кг
Шайба 	D-45-30	d=45 h=30	47,7	360	Нікель (Ni-Cu- Ni)	N45	78
Квадрат 	P-51- 51-25	50,8x 50,8x 25,4	65,6	500	Нікель (Ni-Cu- Ni)	N45	100
Шайба 	D-80-20	d=80 h=20	100,6	750	Нікель (Ni-Cu- Ni)	N45	155
Шайба 	D-70-20	d=70 h=20	77	574	Нікель (Ni-Cu- Ni)	N45	110
Кільце 	D-60-30	d=60 h=30		-	Нікель (Ni-Cu- Ni)	N45	110
Квадрат 	P- 100- 100- 20	100x 100x2 0	200	15 00	Нікель (Ni- Cu-Ni)	N45	265



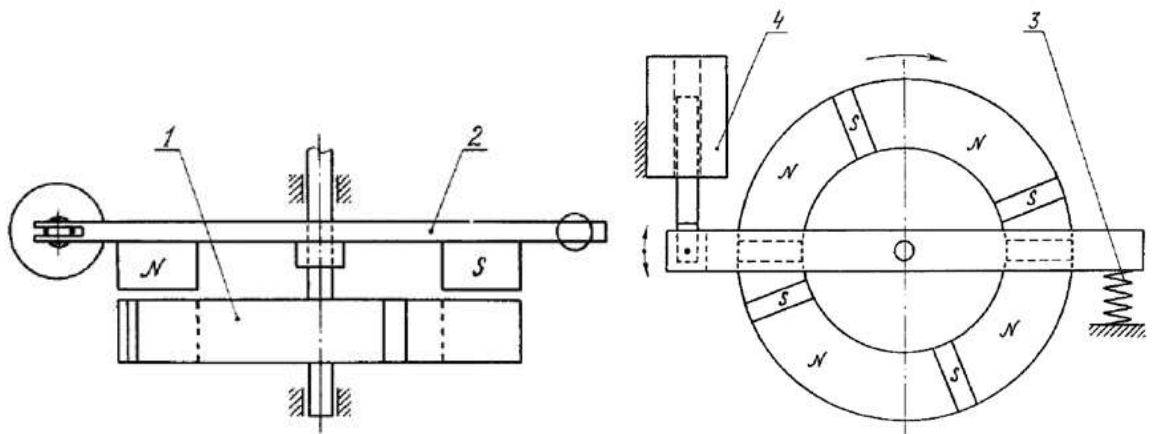
а – аксіальне; б – діаметральне; в – аксіальне багатополісне

Рисунок 1.19 - Напрямки магнітного поля:

1.6 Використання лінійних магнітоелектричних двигунів в різних галузях промисловості

В ході проведеного огляду патентів та технічної літератури було виділено декілька типів магнітоелектричних двигунів, що наведені нижче [5-7].

Магнітоелектричний двигун, який вміщує ротор і статор з постійними магнітами, а також пульсатор у вигляді електромагніта, що керується комутатором й пружини для приведення статора в коливальний рух показаний на рис.1.20 (аркуш [МРМА22.00.00.000ДО2]) відрізняється тим, що статор встановлений на вісі обертання ротора та виконаний у вигляді, щонайменше, одного важеля або диска, на якому встановлені постійні магніти, ротор спроектований у вигляді, щонайменше, одного розрізаного на кілька частин кільцеподібного магніту, у проміжках - розрізах якого виконані вставки з постійних магнітів, грані яких мають однойменні полюси й вони перпендикулярні граням постійних магнітів статора, що має різнойменні полюси.



1-ротор; 2-статор; 3-пружина; 4-електромагніт, що керується комутатором

Рисунок 1.20 - Схема магнітоелектричного двигуна:

Обертання ротора проходить шляхом взаємодії магнітних полів ротора й статора, а як пульсатор може виступати, зокрема, «анкер годинникового механізму». Іншим словом кажучи, судячи з опису, пропонується так званий вічний двигун із замкненим механічним циклом, тобто пристрій з коефіцієнтом корисної дії більшим за 100%. Однак дослідження показали, що ККД пристрою, що пропонується становить по орієнтовній оцінці не більше 10%.

Технічне завдання, що розв'язуване даним винаходом, складається в значному підвищенні коефіцієнта корисної дії магнітоелектричного двигуна, а також у спрощенні самої конструкції. Сутність технічного рішення, що пропонується полягає в наступному. Для збільшення корисної магнітної сили постійних магнітів ротор представляє собою кільцеподібний магніт, що розрізаний на дві або більше частини, в результаті чого на проміжках розрізів створюються потужні пучки магнітного поля протилежної полярності, які додатково підсилюються вставками, що виконані з постійних магнітів. Кільцеподібний магніт в такому випадку може служити також маховиком. Статор предствляє собою один або декілька постійних магнітів із гранями, що мають різні полюси, які встановлені на одному важелі чи легкому диску. В

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

коливний рух статор приводиться одним пульсатором, що складається з електромагніта та пружини, яка може бути встановлена безпосередньо на осерді електромагніта, що втягує. Статор при цьому встановлюється на вісі обертання ротора. Для забезпечення взаємодії магнітних полів ротора й статора використовується проста тиристорна комутаторна схема керування.

Магнітні проміжки ротора, які направлені однойменними полюсами до статора, притягаються до граней магнітів статора, що має протилежні полюси й перпендикулярні грані магнітів ротора. Під впливом коливного руху статора магнітні проміжки ротора переборюють магнітні бар'єри сил відштовхування однойменних полюсів й які порівнюються із шириною магнітних проміжків магнітів статора й ротора, після чого магнітні проміжки ротора будуть відштовхуватися від граней магнітів статора, що мають однойменні полюси, у той же час притягаються до граней магнітів статора із протилежними полюсами, що приводить, в свою чергу, до обертання ротора. Статор може мати конструкцію, при якій статорні магніти будуть охоплювати ротор, при цьому в роботі будуть брати участь як верхні, так і нижні магнітні проміжки ротора.

Двигун реверсивний при зміні моменту спрацьовування електромагніта, що керується за допомогою комутатора. Така ж властивість застосовується й для регулювання частоти обертання ротора. Живлення електродвигуна здійснюється як від змінного, так і від постійного струму; витрата електроенергії в порівнянні з іншими електродвигунами невелика, тому що електромагніт вмикається на досить короткі проміжки часу, в іншому ротор обертається за рахунок сил притягування і відштовхування постійних магнітів, а також інерції самого маховика-ротора. Виготовлені діючі моделі пропонованого двигуна. В свою чергу він простий і дешевий у виготовленні й обслуговуванні, а також надійний, тому що не має статорної та роторної обмоток. Сам електромагніт розташовується ззовні ротора й статора. Ротор і статор можуть також бути багатодисковими.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для порівняння, як приклад, наведена конструкція лінійного довгохідного магнітоелектричного приводу постійного струму.

Розрахунки, що проводилися по магнітоелектричних приводах постійного струму з втяжними якорями різної форми показали, що відносно великий хід якоря не може бути отриманий при незмінно досить великій силі, що розвивається приводом. Тому було доповнено конструкцію постійними магнітами, щоб позбутися від вищезазначеного недоліку. В результаті було створена довгохідний лінійний привід, конструкція якого показана на рис. 1.21.

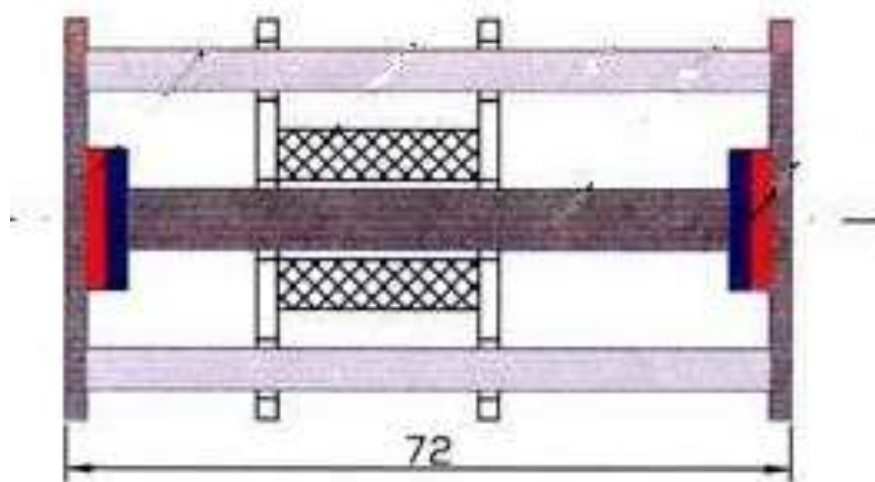


Рисунок 1.21-Конструкція довгохідного лінійного магнітоелектричного приводу постійного струму

Привід складається із котушки та рами, що здатні переміщатися один відносно одного. Рама включає в себе циліндричне сталеве осердя, на кінцях якого закріплені постійні дискові магніти, і сталеві напрямні, які, в свою чергу, замикають магнітний потік. Уздовж осердя по напрямних може переміщатися циліндрична котушка (соленоїд) у корпусі виконаному з немагнітного матеріалу (або навпаки, котушка закріплена нерухомо, а рама рухається). Напрямок зусилля, що створюється приводом, і, відповідно, напрям переміщення робочого органу визначаються полярністю струму в котушці [4].

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 1.22 приведений зовнішній вигляд магнітоелектричного приводу такого як і попередній але з іншими характеристиками.



Рисунок 1.22-Зовнішній вигляд магнітоелектричного приводу

Основне призначення - це лінійне позиціонування й переміщення штока на задану відстань.

Особливості пристрою:

- можливість встановлення й утримання штока в заданому положенні в границях ходу ротора;
- виключені внутрішні ударні навантаження за рахунок магнітного демпфера;
- можливість утримання штока у фіксованому положенні в знеструмленому стані з потрібним зусиллям без витрат енергії (для дискретного варіанту);
- висока швидкість переміщення штока.

Дослідні зразки циліндричних лінійних магнітоелектричних двигунів показані на рис. 1.23 [8].

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



а



б

а – зразок із псевдо-радіальною магнітною системою; б зразок з аксіально-намагніченими постійними магнітами

Рисунок 1.23-Зразки лінійних магнітоелектричних двигунів

1.7 Задачі, які необхідно вирішити в магістерській роботі

В магістерській роботі необхідно вирішити наступні задачі

- 1 Розробити конструкцію пресу з магнітоелектричним приводом.
2. Здійснити розрахунок електричних параметрів приводу пресу.
3. Розробити систему живлення та керування пресом.

1.8 Висновки до розділу

На даний час постала проблема виготовлення не дорогого, практичного, простого у застосуванні на підприємствах, універсального, малогабаритного а найголовніше економічного устаткування для виконання операцій легкої промисловості, зокрема: встановлення металевої фурнітури, пробивання отворів, клеймування деталей та виробів. Всі зазначені операції потребують обладнання в якому робочі органи виконують тільки зворотно-поступальний рух. Тому було вирішено спроектувати прес який би відповідав заданим умовам. Також проєктований пристрій повинен бути конкурентоспроможним, а тому мати ряд переваг над аналогічними.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Провівши огляд патентів та технічної літератури та розглянувши переваги та недоліки існуючого пресового устаткування, розглянувши конструкції лінійних магнітоелектричних приводів та оцінивши технічні характеристики постійних «супер магнітів», було прийнято рішення розробити багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом, що забезпечував би зворотно – поступальний рух робочого органу (ударника) та виконував би операції встановлення металевої фурнітури в матеріал, пробивання отворів та клеймування.

Через невеликі розміри самого приводу весь пристрій має мати малі габарити, бути легким та компактним і не займати багато місця в цеху. При цьому технологічне зусилля повинно досягати 3000 Н. З цією метою необхідно розробити конструкцію преса та розрахувати параметри магнітоелектричного приводу в подальших розділах роботи.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРЕСУ З ЛІНІЙНИМ МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИМ ДВИГУНОМ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТАЛЕВОЇ ФУРНІТУРИ

2.1 Загальні відомості про розробку виробу

Розробка виробу - стадія його життєвого циклу, яка полягає у зміні стану виробу - від формулювання вимог технічного завдання щодо виконання дослідно-конструкторської роботи (ДКР) чи науково-дослідної роботи (НДР) на створення (модернізацію) виробу до втілення їх у нових чи модернізованих дослідних зразках, у нових чи модифікованих матеріалах [14].

Метою і результатом розробки новітніх виробів є сам виріб як технічна система, що належить до матеріальних об'єктів, які використовуються для задоволення вимог виробництва та/чи потреб людини.

Проектування і конструювання.

Розробка нового виробу проводиться інженерно-технічним персоналом шляхом проектування й конструювання, що є взаємно пов'язаними процесами, що доповнюють одне одного. Конструктивні форма і розміри об'єкта уточнюються з використанням методів проектування - проведенням розрахунків на міцність, розрахунків параметрів, оптимізаційних розрахунків тощо. У свою чергу, проектування є можливим лише при попередньо обраних варіантах конструктивного виконання об'єкту. Часто ці два процеси не розділяють, так як вони виконуються, в більшості випадків, спеціалістами однієї професії - інженерами-конструкторами, хоча кожен з них має свої певні особливості.

Проектування передуює конструюванню і полягає в пошуку науково обґрунтованих, технічно здійснених й економічно доцільних інженерних

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рішень у вигляді проекту об'єкта розробки. Проект аналізується, обговорюється, коректується і приймається як основа для подальшої розробки.

Конструюванням створюється однозначна конкретна конструкція виробу.

Конструкція - це будова, взаємне розташування елементів і частин виробу, що визначаються його призначенням.

Вона передбачає спосіб з'єднання, взаємодію частин, розміри з допусками, параметри шорсткості поверхонь деталей а також матеріал з якого деталі повинні бути виготовлені.

Конструювання опирається на результати проектування і уточнює всі інженерні рішення, прийняті в процесі проектування та представляє їх у вигляді технічної документації.

Проектування і конструювання переслідують одну мету: розробку нового виробу, який до цього часу не існував чи існував в іншій формі, або має інші розміри. Це види розумової діяльності людини, коли в голові розробника створюється конкретний уявний образ, що піддається мисленим експериментам, що вміщують у собі перестановку складових частин або їх заміну іншими. Одночасно проводиться оцінювання ефекту від внесених змін та оцінюється кінцевий результат. Мислений образ створюється у відповідності із загальними правилами проектування і конструювання й у набуває кінцевому результаті остаточного технічно обґрунтованого вигляду.

Розробка є технічною творчістю, в результаті якої створюються технічні рішення на об'єкт. Створенню технічного рішення передують підготовчий процес. Під час підготовчого процесу узагальнюється попередній досвід, ставиться задача, вияснюється мета. Безпосередньо у розробку технічного рішення входить створення його варіантів та їхній аналіз, вибір остаточного варіанту. В процесі конструювання конструктор детально

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проробляє технічне рішення, втілює його у конкретну форму реального вже виробу.

Розробка, складовими частинами якої є проектування і конструювання, - термін, який часто застосовується у технічній літературі у вузькому розумінні як синонім проектно-конструкторських робіт. В дійсності ж у розробку новітніх виробів дуже часто входить і проведення науково-дослідних робіт. Розробка входить у комплекс заходів, що спрямовані на випуск виробів промисловістю. Поряд з такими роботами, як створення технології виготовлення, організація виробництва, матеріально-технічне забезпечення, розробка займає провідне місце у технічній підготовці виробництва. Будучи вихідним етапом, розробка виробу робить суттєвий вплив на всі наступні стадії його життєвого циклу: виготовлення, реалізацію, експлуатацію та утилізацію.

2.2 Розробка конструкції преса з магнітоелектричним приводом

В основу винаходу покладене завдання створення високопродуктивного пресу для виконання технологічної операції встановлення металевої фурнітури, пробивання отворів під неї в матеріалі та клеймування при мінімальних затратах енергії.

Досягається вказана мета тим, що в багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом, до складу якого входить плита з закріпленням на ній лінійним магніто-електричним двигуном та ударником і основа, на якій розміщується матриця з матеріалом і фурнітурою, попередньо встановленою в отвір у взуттєвому матеріалі, або вирубна плита з матеріалом, привід виконаний у вигляді постійного магніту та електромагнітної котушки.

На рис. 2.1 (аркуш [МРМА22.00.00.000К2]) показано багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом складається з:

- постійного магнітна 1;
- електромагнітної котушки 2;
- ударника 3;
- підпружинених утримувачів з немагнітних матеріалів 4, які розташовані у пазах 12;
- корпусу 6;
- плити 7.

Електричний струм подається від імпульсного блоку живлення 9.

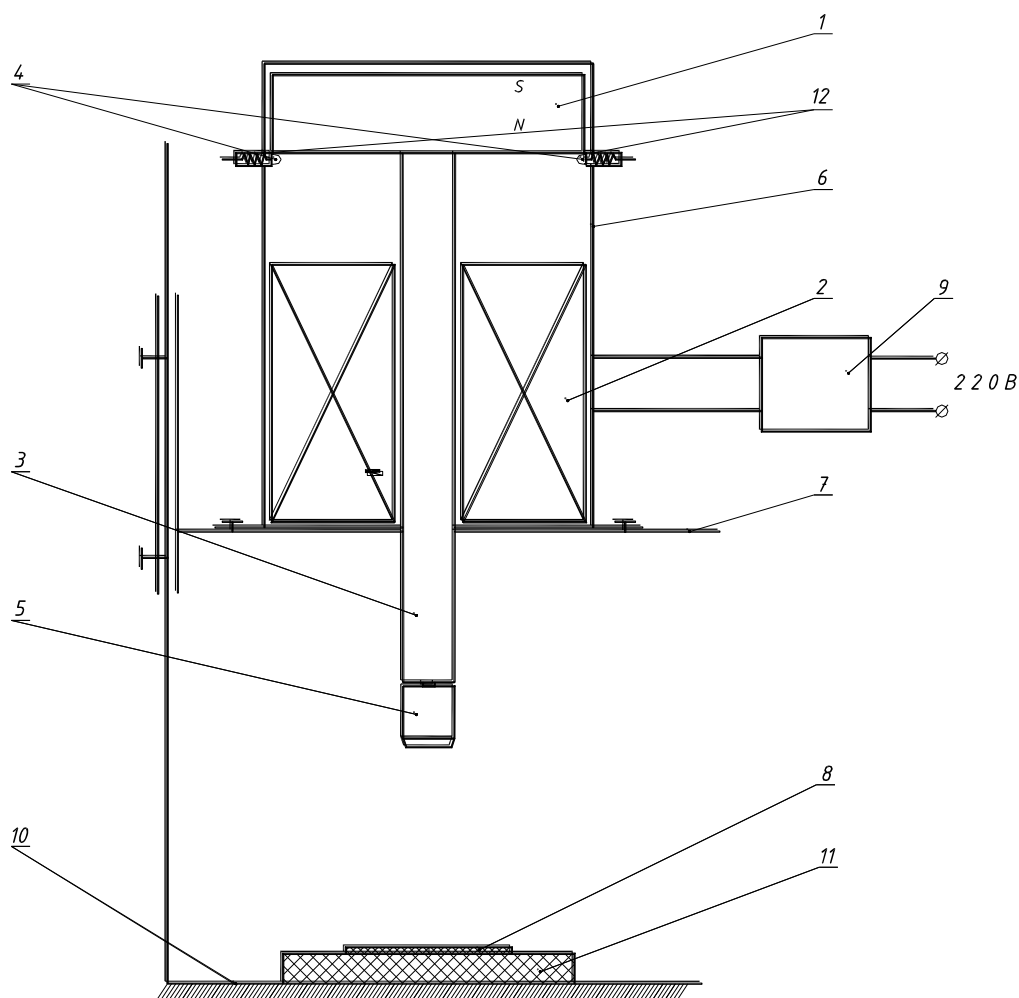


Рисунок 2.1- Багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

На рис. 2.2 представлено оснащення для виконання технологічної операції пробивання отворів в матеріалі, в який встановлюється металева фурнітура: 14 – пуансон для пробивання отворів (пробійник); 9 – матеріал; 15 – вирубна плита.

Для виконання технологічної операції пробивання отворів матеріал 9 розміщується на вирубній плиті 15 (рис. 2.2), яка розміщена на основі 10.

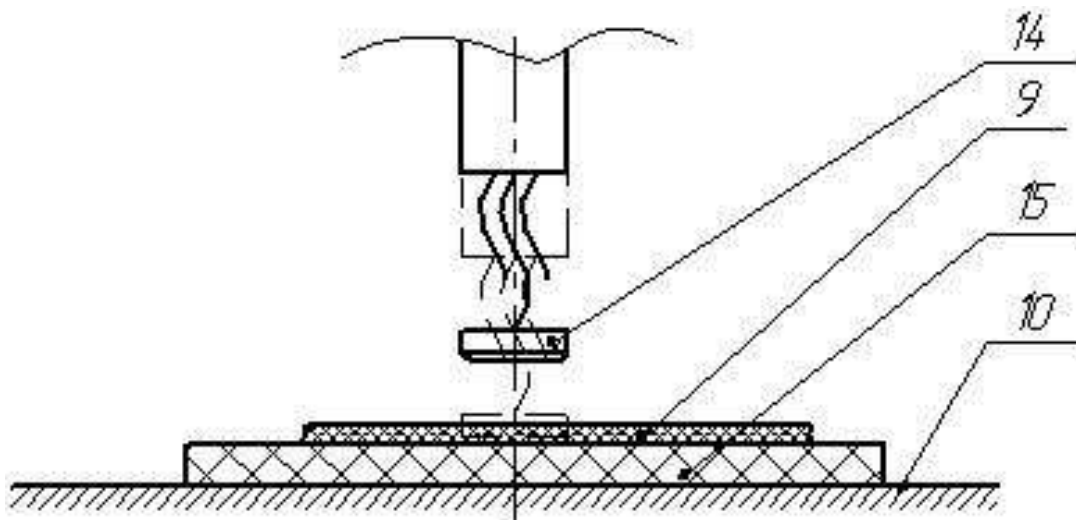


Рисунок 2.2 - Технологічна операція пробивання отворів в матеріалі

Пунктирними лініями на рис. 2.2 та рис.2.4 показано кінцеві положення пуансона для встановлення металевої фурнітури і пробійника для пробивання отворів (аркуш [МРМА22.00.00.000ДТ]).

На рис. 2.3 представлено механізм утримувача з немагнітних матеріалів: 16 – штифт циліндричної форми, 17 – пружина, 13 – паз корпусу, 18 – гвинт для регулювання натягу самої пружини.

Комбінована схема багатофункціонального пресу з магнітоелектричним приводом під час виконання операції встановлення металевої фурнітури в матеріал приведена на рис.2.4 та на аркуші [МРМА22.00.00.000С2].

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

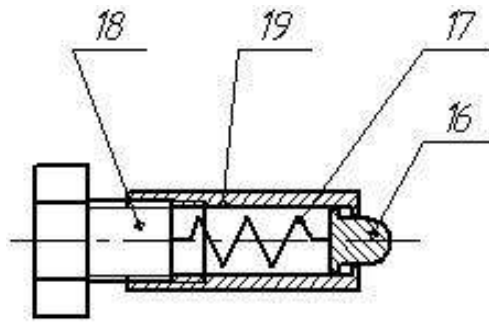


Рисунок 2.3- Механізм утримувача з немагнітних матеріалів

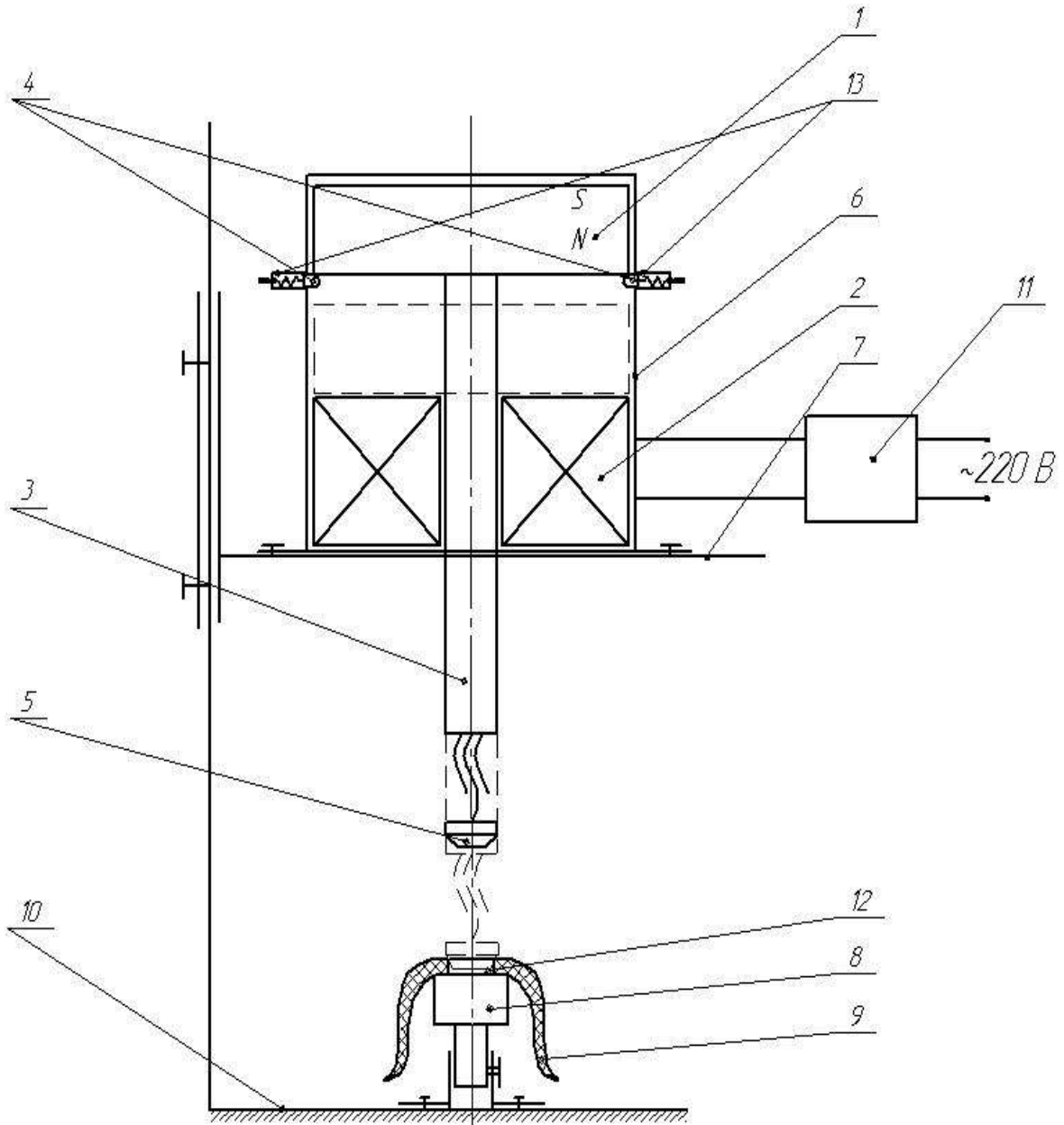


Рисунок 2.4 - Багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом
(виконання операції встановлення металевої фурнітури в матеріал)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.

48

В технологічне оснащення для виконання технологічної операції встановлення металевої фурнітури входять пуансон 5 та матриця 8.

На основі розробленої схеми пристрою з магнітоелектричним приводом було розроблено його конструкцію [1, 3, 5, 6, 7-9, 12]. Така конструкція показана на рис.2.5, 2.6. та на аркуші [МРМА22.00.00.000ВЗ].

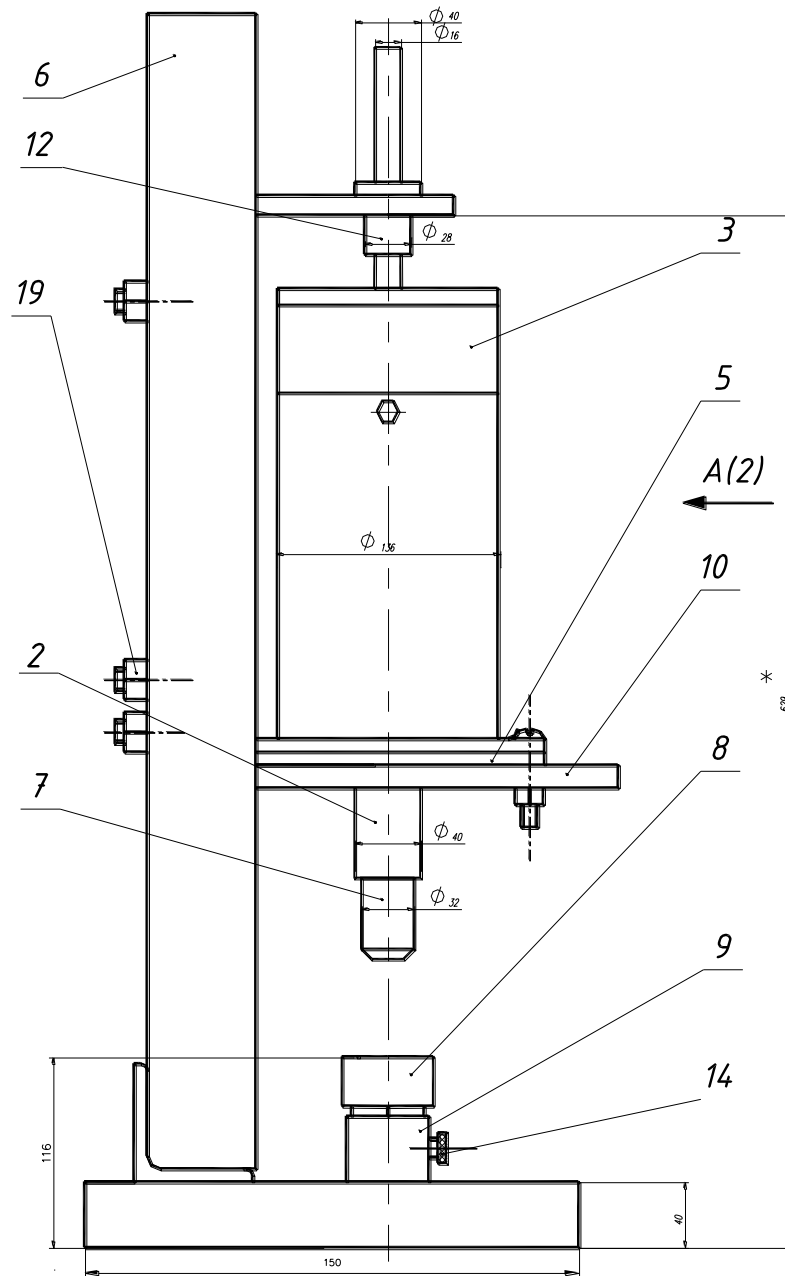


Рисунок 2.5 – Загальний вигляд пресу для встановлення металевої фурнітури з магнітоелектричним приводом

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

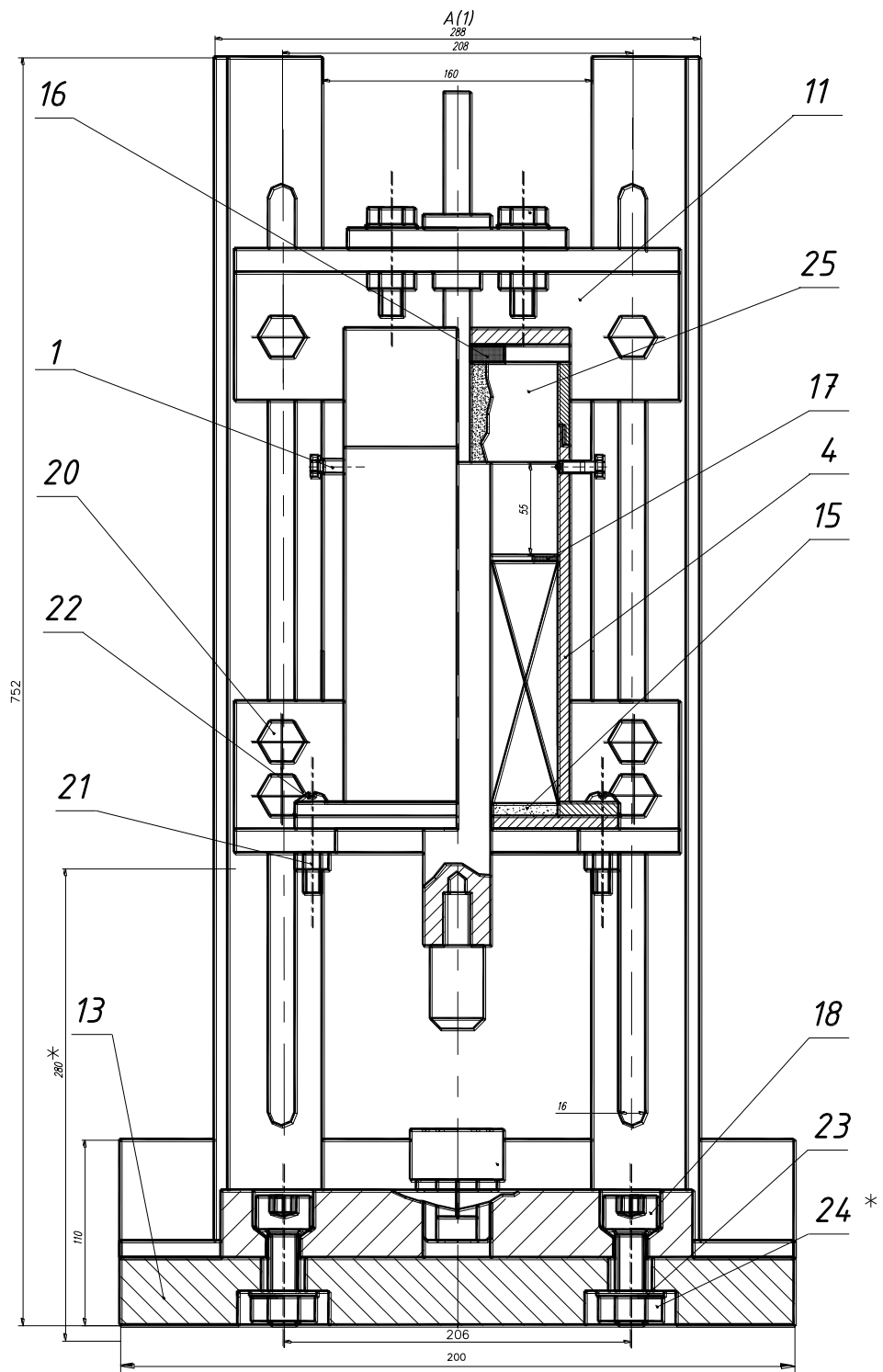


Рисунок 2.6 – Загальний вигляд пресу для встановлення металеві фурнітури з магнітоелектричним приводом (вид А)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.

50

2.3 Принцип роботи преса з магнітоелектричним двигуном

Прес для встановлення металевої фурнітури працює таким чином. В початковому стані постійний магніт 1, що закріплений на ударнику 3, під дією утримувачів 4 знаходиться в початковому верхньому положенні (рис. 2.4, аркуш [МРМА22.00.00.000ДТ]). При подачі імпульсу напруги оберненої полярності до полярності постійного магніта від джерела живлення на котушку 2 виникає електромагнітна сила, яка заставляє постійний магніт притягнутися до котушки. Таким чином, утворюється два незалежних магнітних потоки:

- поляризує, який створюється постійним магнітом;
- робочий магнітний потік, який виникає під дією намагнічувальної сили робочої обмотки.

При цьому ударник 3 з прикріпленим до нього пуансоном 12 з певною силою і швидкістю здійснює рух в напрямку до матриці 8, на якій розташований матеріал з фурнітурою, в який її потрібно закріпити. Перед цим металева фурнітура встановлюється вручну в пробитий попередньо отвір в матеріалі. Після досягнення пуансоном металевої фурнітури, наприклад, люверса, проходить її розклепування і закріплення в матеріалі. В подальшому з блоку живлення подається протилежний за зарядом до полюсів постійного магніту імпульс напруги. Завдяки цьому явищу відбувається відштовхування, і, відповідно, повернення постійного магніту з ударником у початкове положення. Утримання магніту забезпечують підпружинені немагнітні утримувачі.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

2.4 Розробка системи живлення та керування магнітоелектричним приводом

Джерела живлення постійної напруги.

Більшість споживачів енергії вимагають живлення постійною напругою. Джерела живлення перетворюють змінну напругу промислової мережі на постійну напругу. Джерела живлення поділяються:

- за функціональними можливостями на некеровані та керовані джерела;
- за структурою на джерела з безпосереднім перетворенням та з проміжним перетворенням;
- за потужністю на випрямлячі малої, середньої та великої потужності, хоча останній поділ дуже умовний.

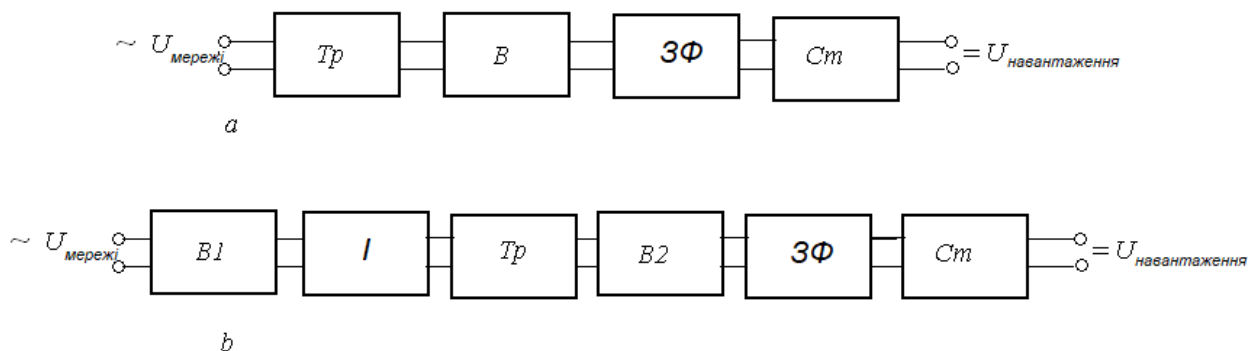
Основними елементами джерела живлення з безпосереднім перетворенням (рис. 2.7, а) є:

- трансформатор (Тр), який забезпечує необхідне значення випрямленої напруги, а також служить гальванічною розв'язкою між мережею живлення і навантаженням;
- випрямляч (В), за допомогою якого забезпечується односпрямоване протікання струму в колі навантаження, в результаті чого змінна напруга перетворюється на однополярну пульсуючу напругу;
- згладжуючий фільтр (ЗФ) для зменшення пульсацій напруги живлення;
- стабілізатор (Ст), що забезпечує сталість вихідної напруги при зміні напруги в мережі живлення і потужності навантаження, що споживається [22].

Джерело живлення з проміжним перетворенням (рис. 2.7, б) крім названих елементів містить інвертор І, який перетворює постійну напругу на виході випрямляча змінну напругу високої частоти (понад 20 кГц). Така

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

структура дозволяє замінити трансформатор, що працює на низькій частоті і має велику вагу, на високочастотний трансформатор значно меншої ваги [22].



а – з безпосереднім перетворенням; б – з проміжним перетворенням

Рисунок 2.7 – Структурні схеми джерел живлення:

Фільтр, що згладжує, на високій частоті при однаковій ефективності також має менші геометричні розміри. Інвертор, високочастотний трансформатор та випрямляч (B2) утворюють перетворювач постійної напруги, який називають конвертором. Часто вводять зворотний зв'язок із виходу джерела на інвертор, що дозволяє стабілізувати вихідну напругу та виключити стабілізатор із схеми [22].

Випрямлячем називають пристрій, що перетворює змінну напругу на постійну. А точніше в однополярну, так як напруга на виході випрямляча є однополярними імпульсами косинусоїдальної форми. Випрямлячі поділяються:

- за кількістю фаз на однофазні, трифазні та багатофазні;
- за схемним рішенням на випрямлячі з нульовою (середньою) точкою та мостові;
- за потужністю на випрямлячі малої, середньої та великої потужності, хоча останній поділ дуже умовний.

Випрямлячі великої потужності (сотні кіловат) застосовуються в електроприводі постійного струму, системах збудження електричних машин,

системах керування та регулювання електричної тяги на залізничному транспорті, при передачі електроенергії постійним струмом на далекі відстані.

Однофазний випрямляч із середньою точкою [22].

Однофазний випрямляч із середньою точкою (рис. 2.8) є однією з найпоширеніших схем.

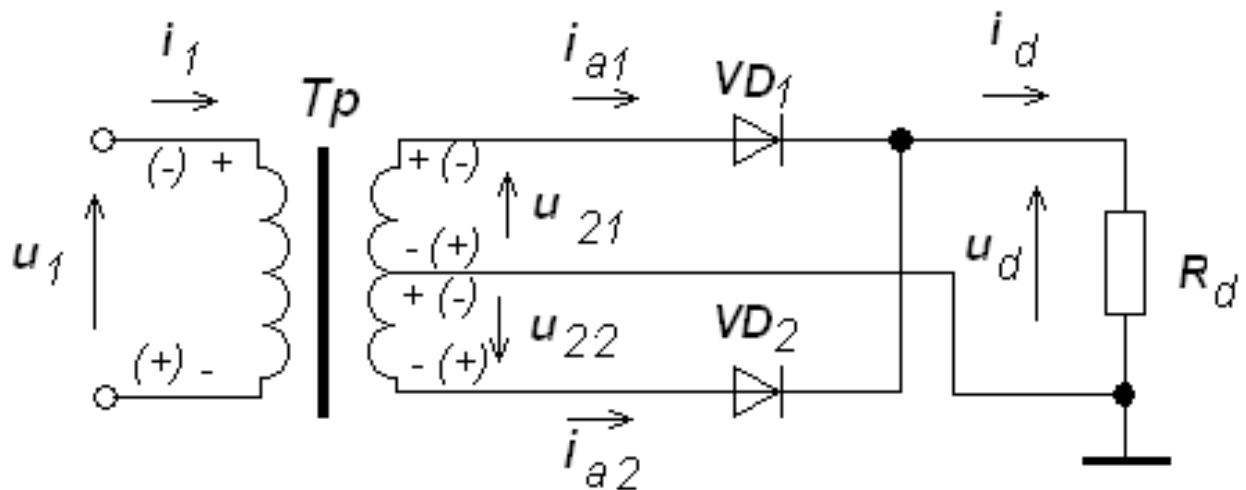


Рисунок 2.8 - Однофазний випрямляч із середньою точкою

Випрямляч складається з трансформатора, вторинна обмотка якого має середню точку.

Тимчасова діаграма роботи однофазного випрямляча із середньою точкою приведена на рис.2.9.

Однофазна мостова схема випрямляча [22].

Прагнення спростити конструкцію трансформатора, необхідність безтрансформаторної схеми призвело до розробки мостової схеми випрямляча (рис. 2.10).

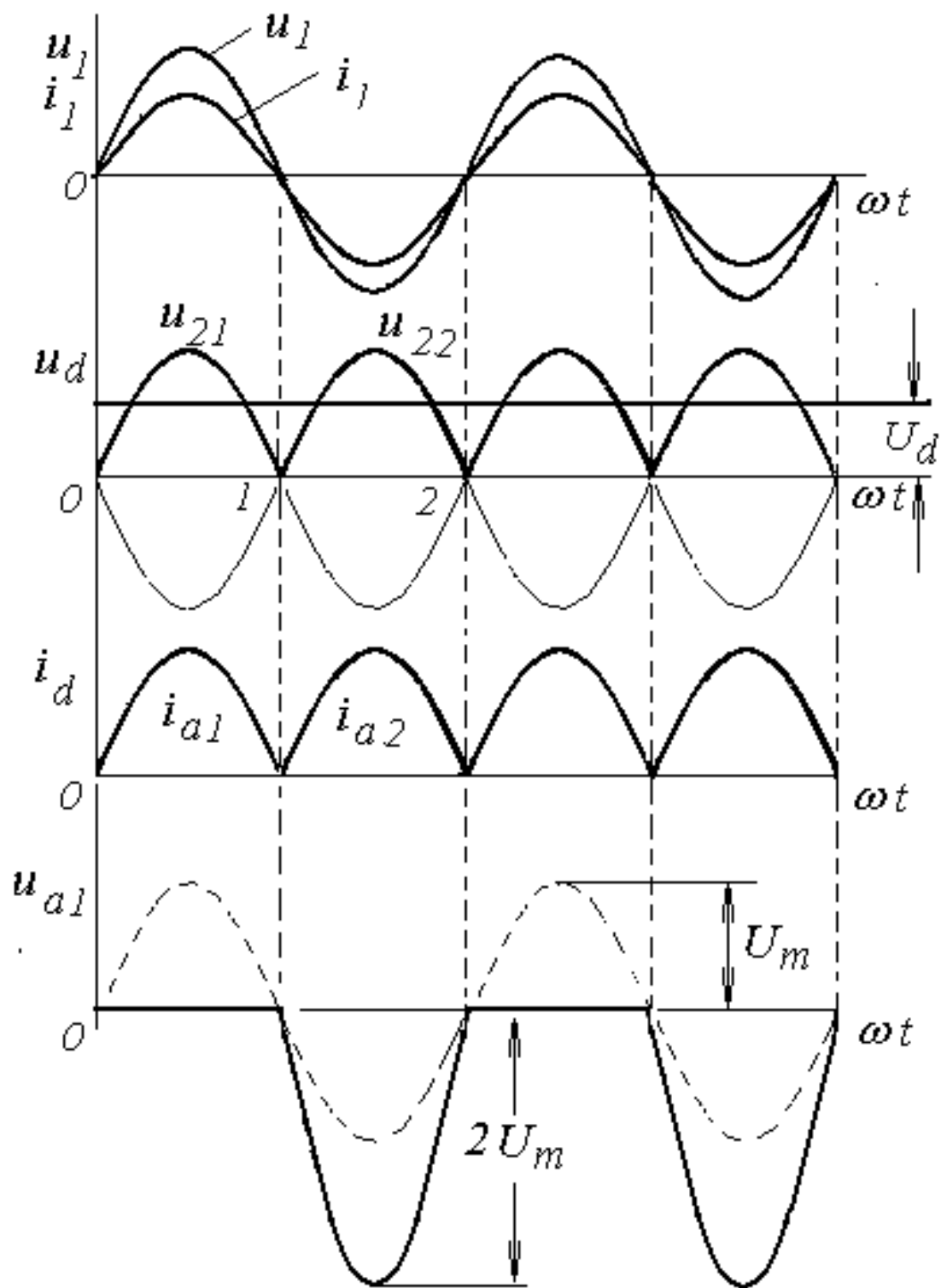


Рисунок 2.9 – Тимчасова діаграма роботи однофазного випрямляча із середньою точкою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

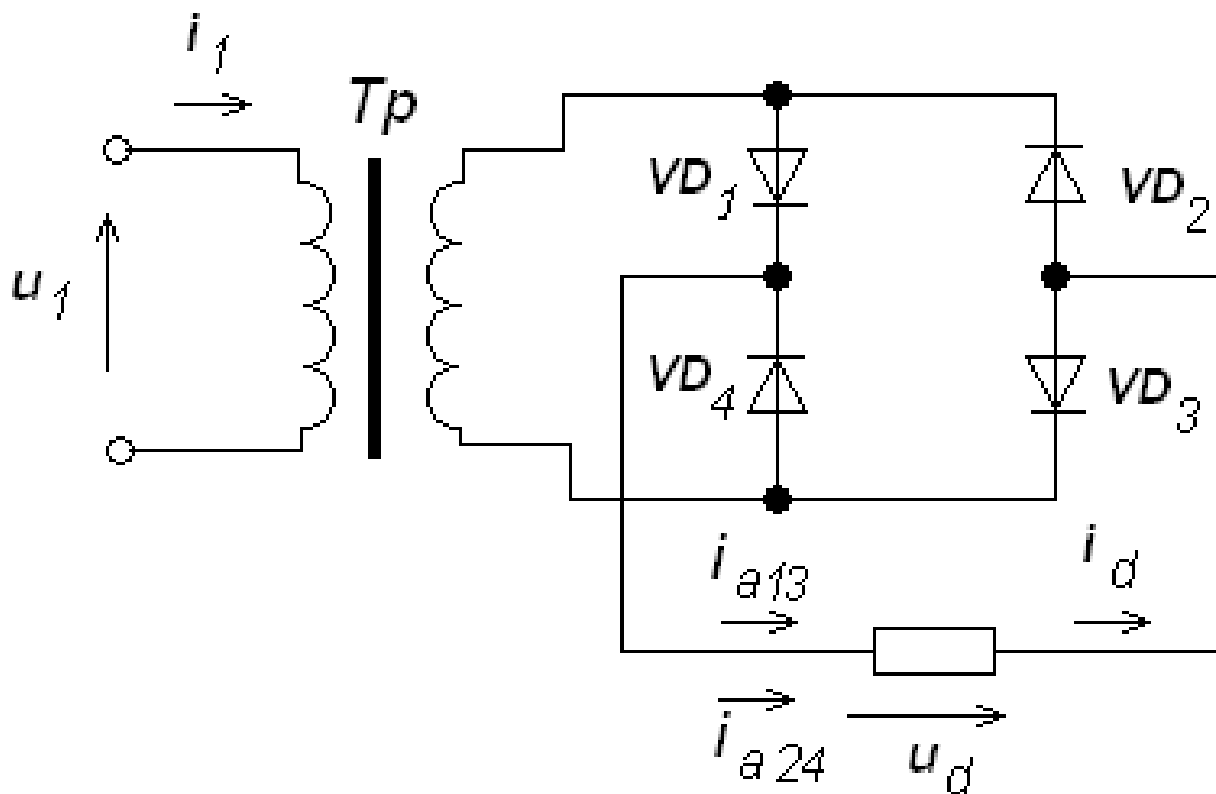


Рисунок 2.10 - Мостова схема однофазного випрямляча

Трансформатор тут не є обов'язковим елементом, як у схемі випрямляча із середньою точкою. Залежно від полярності струми через навантаження протікають по черзі через пару діодів VD1, VD3 або VD2, VD4.

Форма випрямленої напруги та форма струму через навантаження аналогічні схемі із середньою точкою (рис. 2.11).

Згладжуючі фільтри [22].

Значні пульсації випрямленої напруги не дозволяють використовувати його для безпосереднього живлення розроблених пристроїв. Для зменшення коефіцієнта пульсації використовують фільтри, що згладжують. Залежно від елементів, що входять до їх складу, фільтри поділяють на прості фільтри, L, Г-подібні RC, LC і комбіновані CRC, CLC. Наявність фільтра, що згладжує, істотно впливає на роботу випрямляча, навантаженням якого він є.

Навантаження може мати резистивно-ємнісний або резистивно-індуктивний характер.

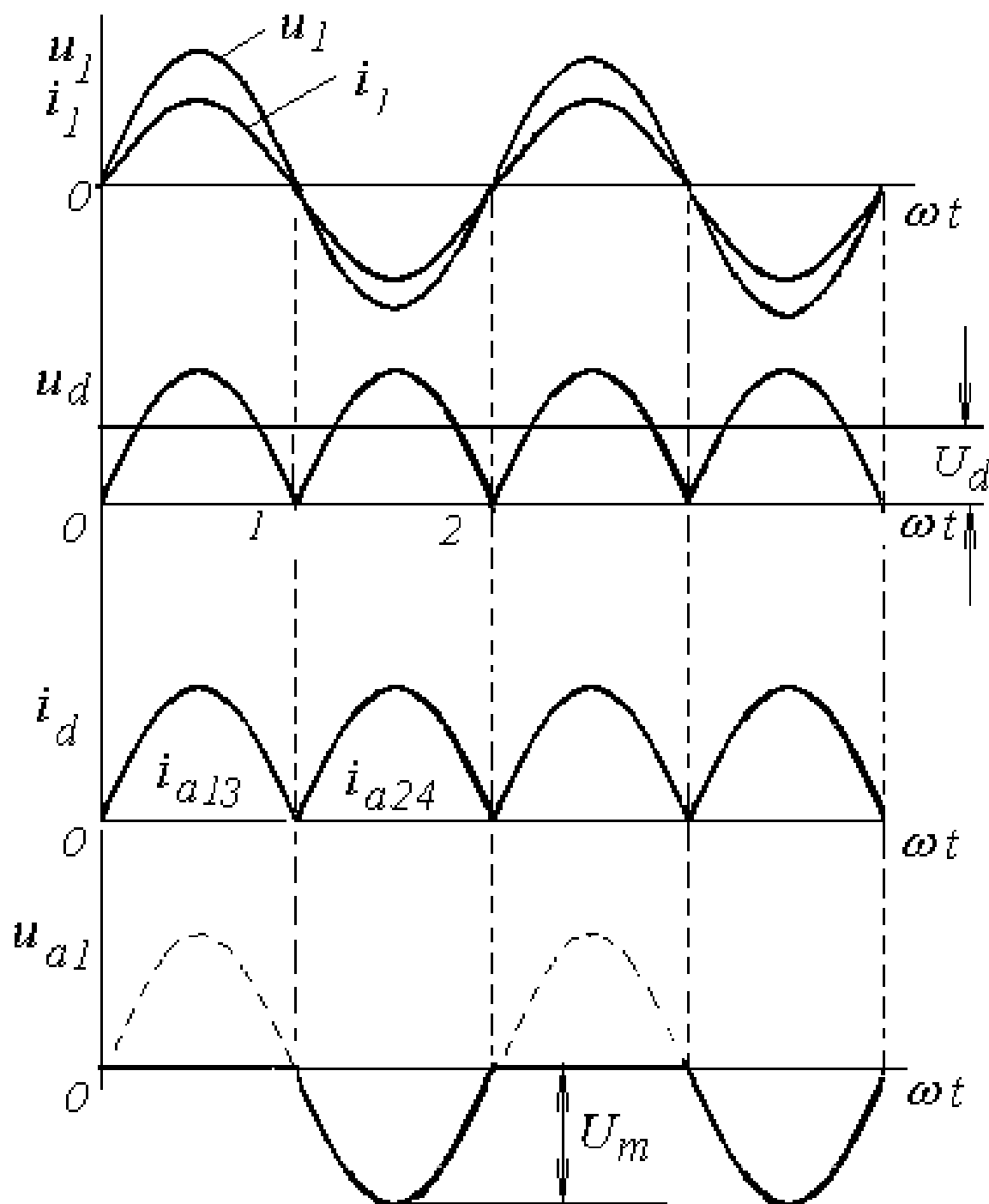


Рисунок 2.11 – Тимчасова діаграма роботи мостового однофазного випрямляча

Ємнісний фільтр [22].

Для зниження пульсацій випрямленої напруги паралельно до навантаження підключають конденсатор. На рис. 2.12 наведено схему однофазного випрямляча із середньою точкою, а на рис. 2.13 - відповідні їй криві струмів та напруг.

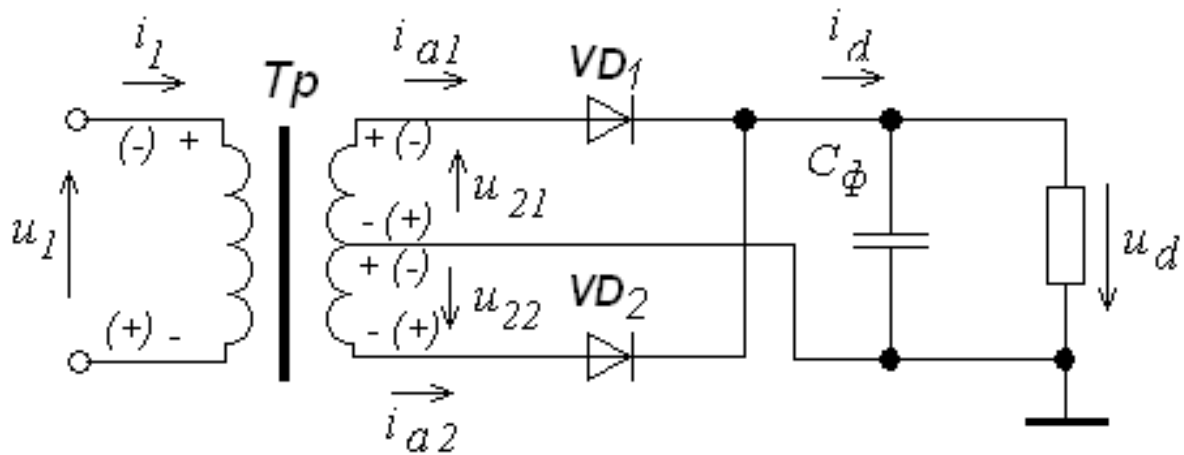


Рисунок 2.12 - Схема однофазного випрямляча із середньою точкою та ємнісним фільтром

Тимчасові діаграми роботи випрямляча з ємнісним фільтром приведена на рис. 2.13.

Дія ємнісного фільтра заснована на тому, що конденсатор протягом провідного інтервалу запасає енергію, а потім віддає її в навантаження, підтримуючи вихідну напругу на рівні, близькому до постійного.

У точці 1 (тимчасової діаграми) діод VD1 відкривається, і конденсатор заряджається через малий опір відкритого діода практично по синусоїді. У точці 2 діод закривається, так як напруга на катоді його більше напруги на аноді і анодний струм припиняється. На інтервалі (2-4) конденсатор розряджається через навантаження згідно із певним законом.

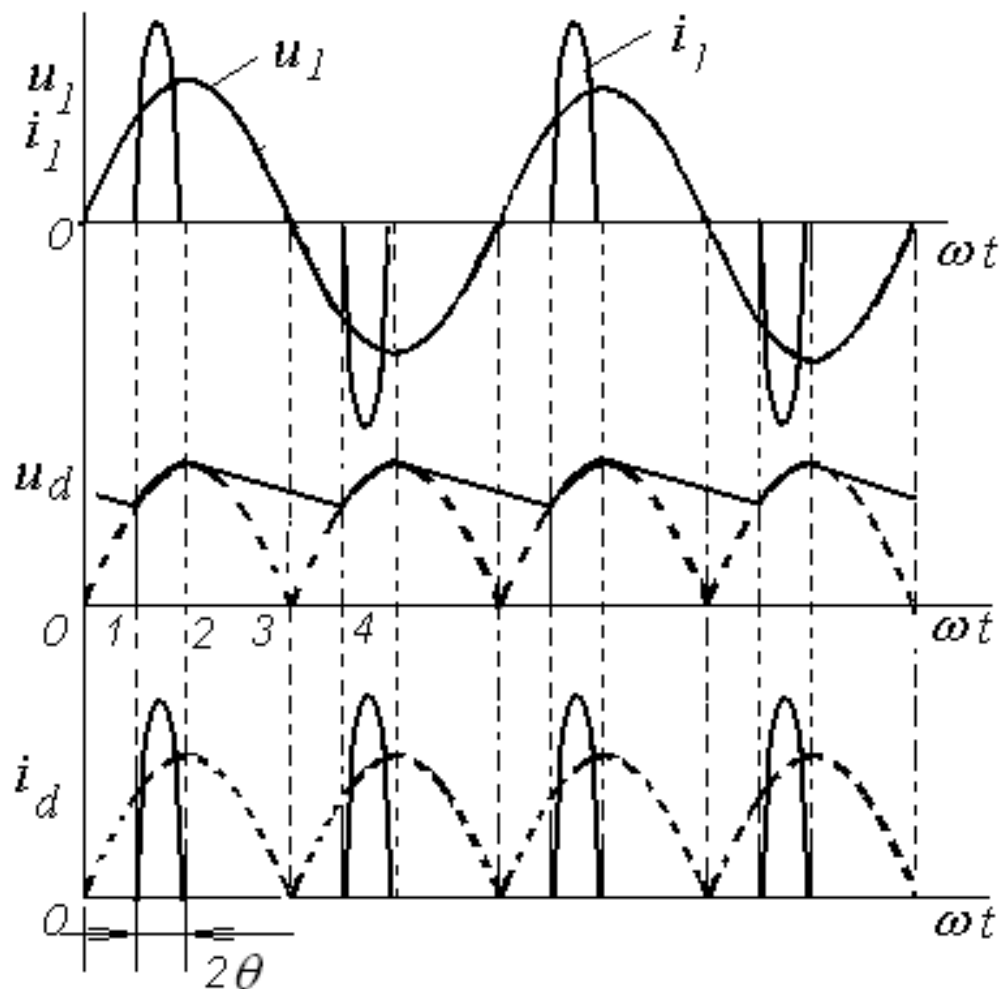


Рисунок 2.13 – Тимчасові діаграми роботи випрямляча з ємнісним фільтром

Індуктивний фільтр [22].

Для зменшення пульсацій струму та напруги послідовно з навантаженням підключають котушку індуктивності (дросель). У цьому випадку навантаження випрямляча має резистивно-індуктивний характер. Аналогічний характер навантаження отримується, коли використовується випрямляч живлення машини постійного струму. Схема однофазного випрямляча із середньою точкою з резистивно-індуктивним навантаженням та часова діаграма його роботи показані на рис. 2.14 та 2.15.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

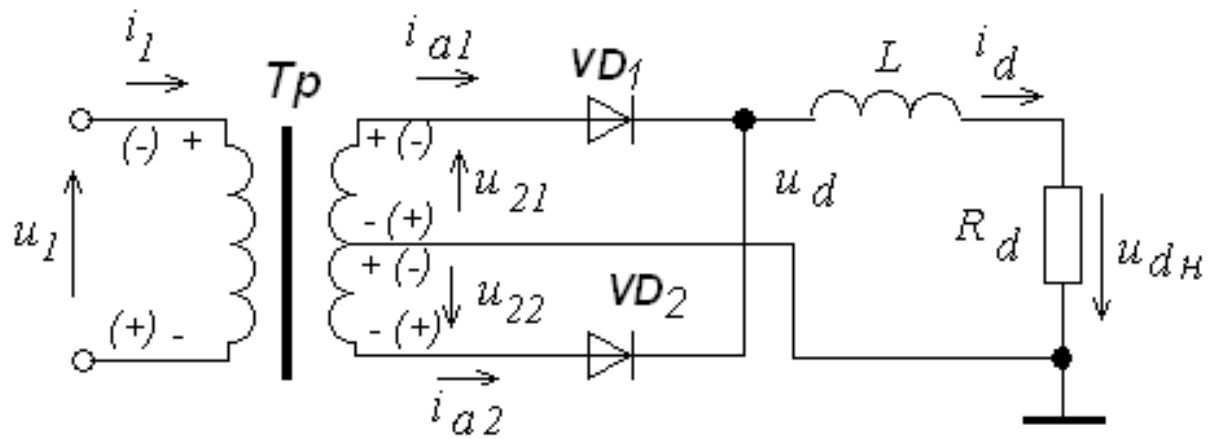


Рисунок 2.14 - Схема однофазного випрямляча із середньою точкою із резистивно-індуктивним навантаженням

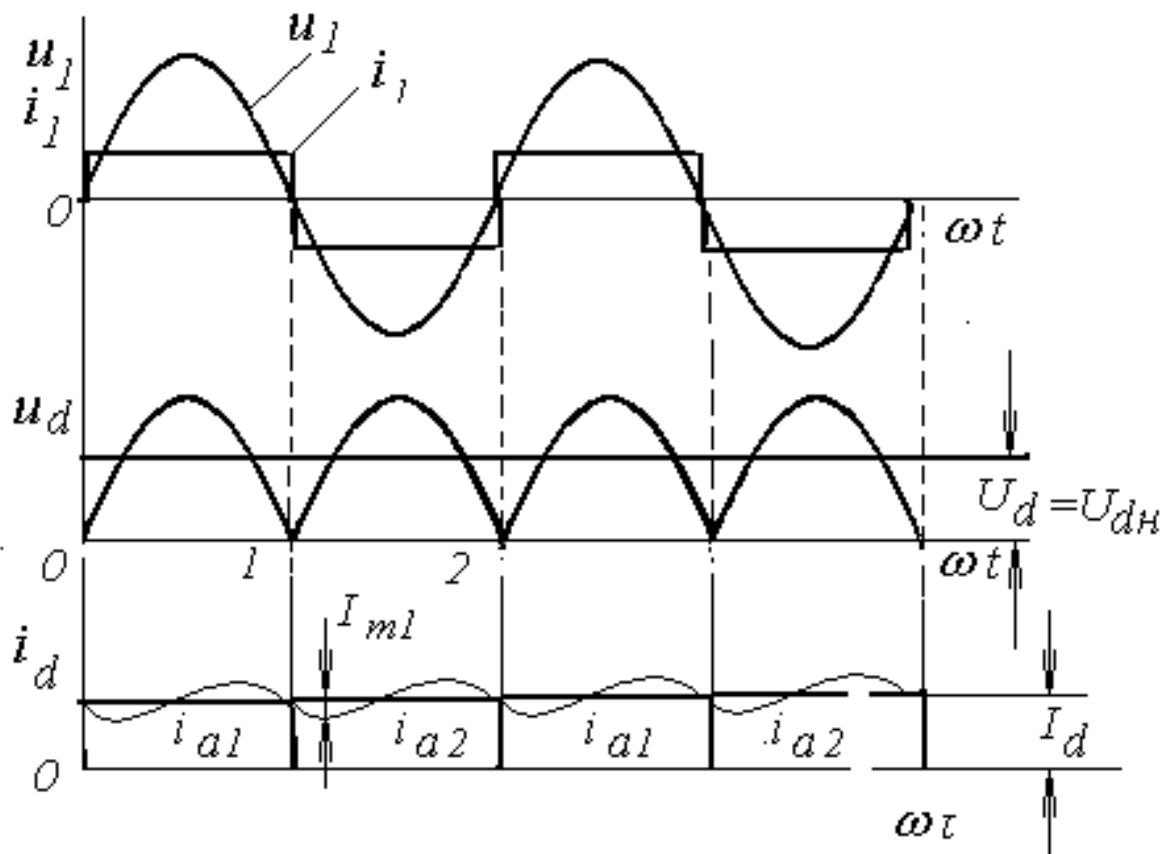


Рисунок 2.15 - Тимчасова діаграма роботи випрямляча

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

У залежності від технологічних операції і призначення пресового обладнання вимоги до вихідних параметрах ЛМЕД (зусиллю і механічної енергії) можуть бути різними. Для одних випадків вони не повинні змінюватися, для інших - виникає необхідність в їх регулюванні за рахунок зміни амплітуди і тривалості імпульсів.

Використовуючи інформацію по джерелам живлення наведену вище, було розроблено дві різних схеми для живлення та керування пристроєм з магнітоелектричним приводом. Дані схеми показані на рис.2.16 та 2.17 та на аркушах [МРМА22.00.00.000Е3] та [МРМА22.00.00.000Е2].

Перша схема дозволяє тільки регулювати енергію удару, а друга дозволяє регулювати ще й амплітуду та тривалість імпульсів.

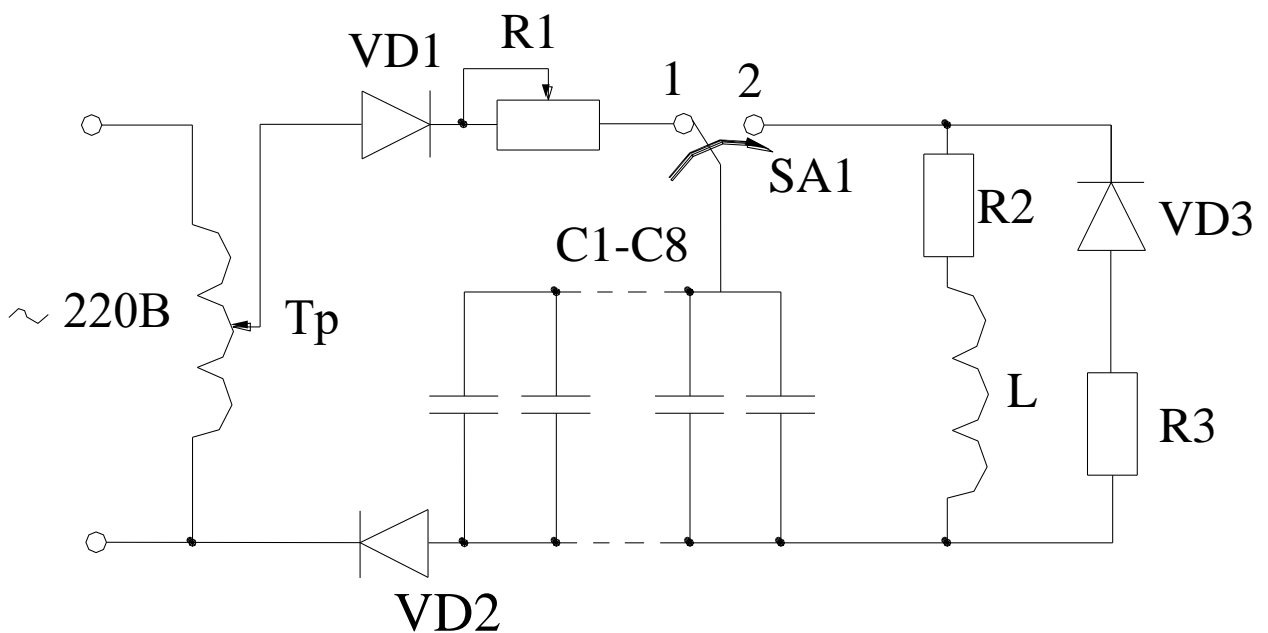


Рисунок 2.16 – Блок живлення пристрою з ЛМЕД

Розглянемо принцип роботи схеми, що приведена на рис. 2.16.

Принцип дії формувача імпульсу запуску, синхронізований з електричною мережею живлення. Обов'язковою умовою його нормальної роботи є потреба формування імпульсу на виході тригера DD2.3 у момент переходу мережі через нуль позитивного в від'ємне значення, що досягається за рахунок фазування обмотки трансформатора.

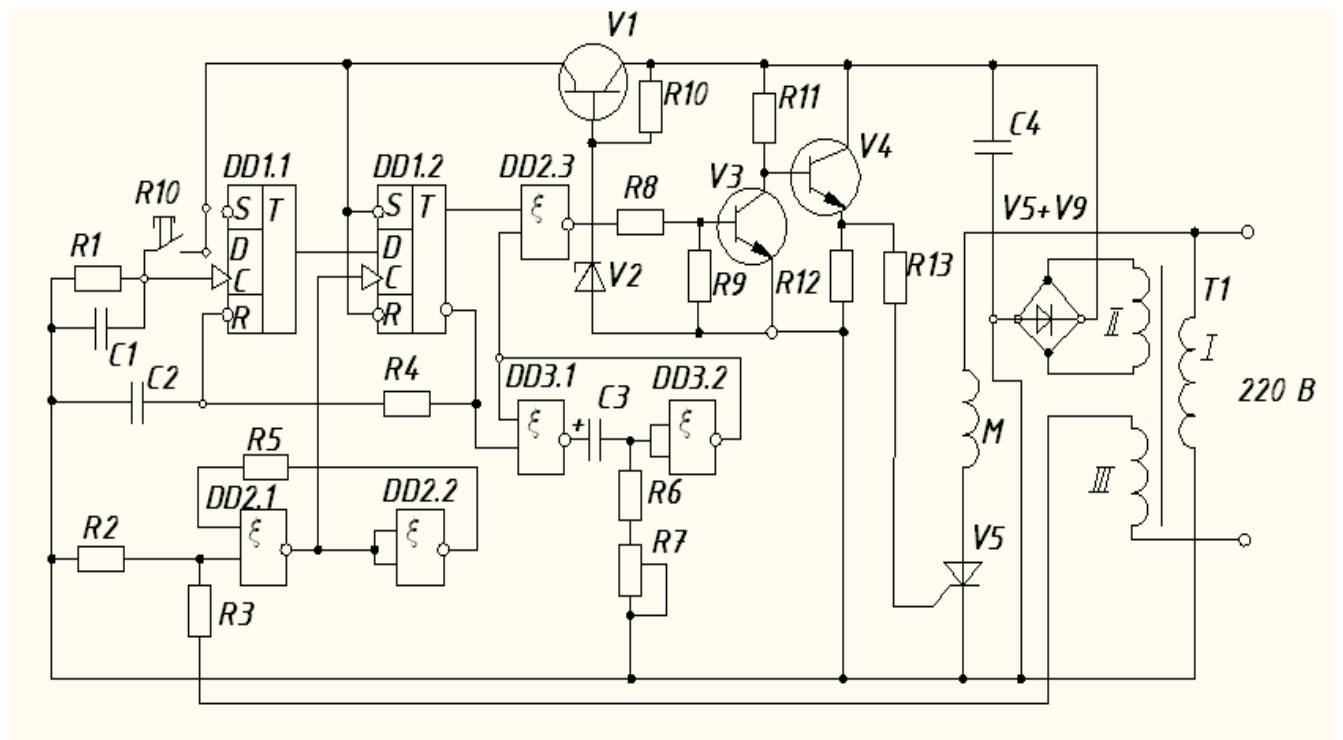


Рисунок 2.17 - Схема живлення та керування ЛМЕД

Блок регулювання початку імпульсу керування працює наступним чином. В початковому положенні на виході елемента DD2.3 сигнал рівний «1». Це відповідає замкнутому стані тиристора і забезпечується нульовим потенціалом з виходу тригера DD1.2. При появі імпульсу на виході тригера буде запускатися формувач імпульсу на елементах DD3.1 і DD3.2, що має регульовану тривалість. Незважаючи на те, що на першому вході елемента DD2.2 появився сигнал «1», його вихідний потенціал не буде змінюватися до тих пір, поки на другому вході елемента буде діяти вихідний сигнал

формувача імпульсу. Після закінчення імпульсу на виході DD3.2 вихідний потенціал DD2.3 буде змінюватися на «1», що призводить в цілому до відмикання тиристора. При регулюванні тривалості імпульсу з виходу DD3.2 буде змінюватися час початку імпульсу керування на силовому тиристорі V5.

Перевагою зазначеного способу регулювання початку імпульсу керування тиристором є те, що повне перекриття кута відмикання від 0 до 180° буде досягтися при двократній зміні тривалості імпульсу формувача на елементах DD3.1, DD3.2. Замикання тиристора буде відбуватися під дією негативної півхвилі напруги в момент часу, коли струм в обмотці ЛМЕД спадає до нуля.

2.5 Загальний вигляд пресу з магнітоелектричним двигуном для встановлення металевої фурнітури

Загальний вигляд пресу з магнітоелектричним двигуном для встановлення металевої фурнітури показано на рис. 2.18 (аркуш [MPMA22.00.00.000ДІ]). Його основними елементами є:

- прес з магнітоелектричним двигуном 1;
- технологічне оснащення 2;
- матеріал 4;
- блок живлення 5;
- педаль 6.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.18 – Загальний вигляд пресу з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури

2.6 Висновки до розділу

В даному розділі було розроблено прес з магнітоелектричним двигуном для встановлення металевої фурнітури. Було розроблено його комбіновану схему, конструкцію та блок живлення та керування.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

3.1 Вибір типу постійного магніту для двигуна

3.1.1 Обґрунтування вибору типу постійного магніту

Магніти (грец. Magnetis lithos «магнесійській камінь». Буквальний переклад – «камінь з Магнесії»). Магніти, як вже відмічалось в першому розділі роботи бувають природні та штучні [15].

Природним магнітом є шматок магнітного залізняку, який здатний притягувати залізні і сталеві предмети. Гігантськими природними магнітами є Земля й інші планети сонячної системи, оскільки ці небесні тіла мають магнітні поля.

Штучні магніти представляють собою вироби, які отримали магнітні властивості в результаті їхнього введення в магнітне поле або вони були намагнічені в магнітному полі.

Постійні магніти є штучними магнітами. Найчастіше постійні магніти представляють собою вироби у вигляді: циліндра, шайби, підкови, кулі, сфери, кільця, куба, стержня і т.п.

Основні характеристики постійних магнітів [23].

1. Магнітна індукція - B . Це векторна величина, що є силовою характеристикою магнітного поля «Сила магніту». Одиниці вимірювання – Тесла (у системі СІ) або Гаусс (у системі СГСЕ), $1 \text{ Тесла} = 10\,000 \text{ Гаусс}$.

2. Залишкова магнітна індукція - B_r . Це намагніченість, яку має феромагнітний матеріал при напруженості зовнішнього магнітного поля, рівній нулю. Одиниці вимірювання – Тесла (у системі СІ) або Гаусс (в системі СГСЕ).

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вона визначає, наскільки сильне магнітне поле (щільність потоку) може виробляти магніт.

4. Коерцитивна магнітна сила - H_c . Одиниці вимірювання – Ампер/метр (у системі СІ) або Ерстед (в системі СГСЕ). Опірність магніту до розмагнічування характеризує дана величина. Це величина зовнішнього магнітного поля, потрібного для повного розмагнічування магніту, намагніченого до стану насичення. Чим більше коерцитивної сила, тим «міцніше» залишкову намагніченість утримує магнітний матеріал.

5. Магнітна енергія - $(BH)_{max}$. Повна щільність енергії. Одиниці вимірювання - МГаусЕрстед (в системі СГСЕ). Вона визначає, наскільки сильним є магніт. Чим більшою є ця величина, тим більш потужними є неодимові магніти.

6. Температурний коефіцієнт залишкової магнітної індукції T_c of B_r . Одиниці вимірювання – процент на градус Цельсія. Він визначає, наскільки сильно магнітна індукція змінюється від температури. Величина – 0,20 означає, що якщо температура збільшиться на 100 °С, магнітна індукція зменшиться на 20 %.

7. Максимальна робоча температура - T_{max} . Одиниці вимірювання – градус Цельсія. Вона визначає границю температури, при якій магніт тимчасово втрачає частину своїх магнітних властивостей. При зниженні температури магніт повністю всі магнітні властивості відновлює.

8. Температура Кюрі - T_{cur} . Одиниці виміру – градус Цельсія. Вона визначає межу температури, при якій магніт повністю розмагнічується. При зниженні температури магніт не відновлюватиме магнітні властивості. Якщо магніт нагрівається в границя від T_{max} до T_{cur} , при зниженні температури магнітні властивості відновляються частково.

Ферити від лат. ferrum - залізо, в прямому сенсі - хімічне з'єднання окису заліза Fe_2O_3 з оксидами інших металів; в більш широкому розумінні - складні

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оксиди, що вміщують в собі залізо та інші елементи [23].

Феромагніти або ферити - це пресовані, феррітобарієві, феррітостронцієві, керамічні магніти. Мають достатню стійкість до впливу зовнішніх магнітних полів. Одною з основних переваг феритів є високий питомий електричний опір. Це особливо є цінним при їхньому застосування в приладах, що працюють на високих частотах при малих індукціях.

За електричними властивостями ферити є напівпровідниками, провідність яких збільшується із зростанням температури. По вартості вони на порядок дешевше ЮНДК, маючи, при цьому, вищі показники коерцитивної сили. ЮНДК є сплавом на основі заліза з додаванням алюмінію, нікелю, кобальту, міді, титану і т.п.

Характеристики феритів:

- магнітна індукція $B_r = 0,1 - 0,4$ Тл (1000 - 4000 Гаус), сучасні - від 0,2 до 0,43Тл;
- температурний коефіцієнт становить 0,20% на °С;
- максимальна робоча температура / Точка Кюрі: $T_{max} / T_{cur} = 250-300 / 450$ °С;
- коерцитивна сила по індукції, кілоерстед: $H_{cb} = 2-4$ кЕ.
- діапазон максимальної енергії від 1,1 до 4,5 МГЕ.

Для феромагнітів, найнебезпечнішими видами деформації є розтяг і згин. Межа міцності феритових матеріалів при розтягуванні $(1-2) \cdot 10^4$ кПа, при згині - в 2...2,5 рази більше, а при стисканні - в 10...15 разів більше, ніж при розтязі.

При застосуванні феритів в різному устаткуванні необхідно враховувати їх експлуатаційні характеристики.

Магнітопласти - це полімерні постійні магніти. Магнітопласти виготовляють із суміші магнітного порошку і з'єднувальної полімерного матеріалу.

Розрізняють жорсткі і гнучкі полімерні магніти.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Жорсткі магнітопласти мають кращі показники, ніж гнучкі магніти. У жорстких полімерних магнітах в якості полімерного зв'язуючого використовуються реактопласти і термопласти. Реактопласти (найчастіше епоксидні смоли) при отвердженні не можуть бути розм'якшені впливом підвищеної температури. Термопласти (на основі полівініл-хлориду, поліаміду, полістиролу і т.п.) здатні розм'якшуватися при нагріванні і тверднути при охолодженні.

При виготовленні полімерних гнучких магнітів (гнучкі магнітопласти) використовують термопласти і еластомери (нітрилова гума, вініл, хайпалон). Магнітопласти стійкі в агресивних середовищах, стійкі до корозії. Максимальна робоча температура - до 120 – 220 °С, залежно від матеріалу, що з'єднує.

Магнітна індукція складає $B_r = 0.5 - 0.6$ Тл (5000 - 6000 Гаус).

Найбільш популярним є магнітний вініл.

Магніти альніко (AlNiCo, інша назва - ЮНДК) - це термостабільні литі або спечені магніти. Вони виготовляються на основі сплавів залізо-алюміній-нікель-мідь-кобальт. Вони не втрачають своїх властивостей при підвищених температурах. Показали високе значення залишкової магнітної індукції, мають високе значення максимальної енергії. Але основним недоліком магнітів Alnico, є доволі низьке значення коерцитивної сили, це означає, що відносно легко їх розмагнітити.

Магніти AlNiCo можуть використовуватися в пристроях без значної втрати властивостей, що працюють при температурі 500-600 °С.

Властивості магнітів AlNiCo:

- магнітна індукція $B_r = 0,7 - 1.$, Тл;
- втрати 0,02% на °С;
- максимальна температура $T_{max} / T_{cur} = 250-550 / 800-850$ °С.

Магніти SmCo - це рідкоземельні спечені магніти на основі сплавів самарій – кобальт. В порівнянні з іншими рідкоземельними магнітами вони

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мають кращу корозійну стійкість, великі значення максимальної робочої температури (є термостабільними до 350 °С). У порівнянні з AlNiCo - на порядок більшу коерцетивну силу.

Їх основними недоліками є крихкість і висока ціна.

Властивості магніти SmCo:

- втрати 0,035% на °С;
- температура $T_{max} / T_{cur} =$ від -60 до 250-500 / 700-800 °С;
- $H_{cb} = 8-10$ кЕ;
- діапазон максимальної енергії – від 18 до 32 МГс·Е.

Неодимові магніти (Nd-Fe-B).

Неодимові магніти - це постійні рідкоземельні магніти на основі сплаву NdFeB (неодим - залізо - бор). Такі магніти отримуються методом лиття, спікання чи пресування. Спечені неодимові магніти є одними з найбільш сильних магнітів на сьогодні у світі. Висока магнітна енергія, потужна опірність розмагнічування в сильних магнітних полях, доступна ціна і високі об'єми їхнього виготовлення ставлять неодимові магніти на перше місце і роблять не замінними в багатьох галузях виробництва.

Такі супер магніти, завдяки своїм понад властивостям, з легкістю здатні вирішувати різні виробничі завдання в промисловості та побуті. Від коду матеріалу залежить сила намагнічування (N35, N38, N40, N42 і т.п.). Чим вищим є код матеріалу, тим більше намагніченість і сильнішим є постійний неодимовий магніт.

Властивості магнітів Nd-Fe-B:

- $H_c = 12$ кЕ;
- діапазон максимальної енергії – від 1 до 50 МГЕ.

Виходячи із здійсненого огляду найбільше підходить постійний магніт для пресу з магнітоелектричним приводом виготовлений із неодиму-заліза-бору.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69


3.1.2 Вибір постійного магніту для пресу, що розробляється

Для нашого пристрою ми повинні вибрати постійний магніт який повинен забезпечити наступні вимоги:

- мати невеликі розміри;
- розвивати необхідне зусилля.

Потрібний магніт було вибрано з табл. 1.4 В табл. 3.1 наведено його характеристики.

Таблиця 3.1-Характеристика постійного магніту

Тип	Номер	Розмір, мм	Об'єм, см ³	Вага, г	Покриття	Матеріал	Зусилля зачеплення, кг
Кільце 	D-60-30	d=60 h=30	-	-	Нікель (Ni-Cu-Ni)	N45	110

3.2 Розрахунок електричних параметрів двигуна

Від щільності струму в обмотці двигуна залежить потужність тепловиділення й, відповідно, її температура. Ця температура не повинна перевищувати допустимої для даної марки дроту. Розрахунок температури всередині обмотки й, відповідно, допустимої щільності струму в обмотках можна провести методом кінцевих елементів. Величина допустимої щільності струму в проводах обмотки залежить від конструкції привода і для котушок з

товщиною намотування до 20...30 мм може досягати 5...8 А/мм² при тривалій роботі в повітряному середовищі температурою до 40 °С [7-8].

Якщо фактор упакування прийняти рівним 0,6, то при щільності струму в обмотувальному проводі 5 А/мм² щільність струму в обмотці складе:

$$5 \cdot 0,6 = 3 \text{ А/мм}^2.$$

При цьому перевищення температури обмотки над температурою навколишнього середовища буде не більшим 60 °С, а теплостійкість ізоляції обмотувального дроту повинна бути приблизно 100 °С.

Якщо щільність струму в дроті обмотки досягає 8,4 А/мм² (щільність струму в дроті обмотки 8,4 А/мм², щільність струму в самій обмотці 5 А/мм²), то перевищення максимальної температури обмотки при тривалій роботі над температурою навколишнього середовища може досягати 150 °С. Якщо режим роботи привода повторно короткочасний (наприклад, час вмикання - кілька секунд, відношення сумарного часу вмикання до загального часу роботи до 50 %), то така щільність струму може бути цілком допустимою. При тривалих режимах роботи привода у ввімкненому стані потрібно застосовувати дріт з ізоляцією підвищеної термостійкості (до 200 °С).

При повторно-короткочасних режимах роботи, коли час одного вмикання невеликий (порядка декількох секунд) і відношення сумарного часу вмикання до загального часу роботи мало (порядка 10 %), щільність струму в обмотці (і в обмотувальному проводі) може бути істотно збільшена [9].

Від діаметра обмотувального проводу залежить активний опір соленоїда а, отже, і струм в обмотці при заданій напрузі живлення. Вибираючи діаметр проводу, необхідно домогтися необхідної щільності струму в обмотці (для вищенаведеного привода в заданому режимі повторно-короткочасного

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вмикання розрахункова допустима щільність струму в обмотці становить 7,3 А/мм²).

Число витків N дроту діаметром D визначається площею вікна обмотки S соленоїда й фактором упакування розраховується за наступною формулою:

$$N = \frac{4 \cdot S \cdot \lambda}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,004 \cdot 0,6}{3,14 \cdot 0,00042^2} = 17371 \text{ в.} \quad (3.1)$$

Тоді опір соленоїда R може бути розрахований наступним чином:

$$R = r \cdot \frac{4 \cdot L_{AV} \cdot N}{\pi \cdot D^2} = r \cdot \lambda \cdot \frac{16 \cdot S \cdot L_{AV}}{\pi^2 \cdot D^4} = 1,67 \cdot 10^{-8} \cdot 0,6 \cdot \frac{16 \cdot 0,004 \cdot 0,2512}{3,14^2 \cdot 0,00042^4} = 52 \text{ Ом.} \quad (3.2)$$

де L_{AV} - середня довжина одного витка;

r - питомий електричний опір дроту обмотки.

Струм I , що протікає в обмотці з опором R під дією напруги U , визначається за законом Ома:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{52} = 4,2 \text{ А} \quad (3.3)$$

Щільність струму j в обмотці визначається із виразу:

$$j = \lambda \cdot \frac{4 \cdot I}{\pi \cdot D^2} = r \cdot \lambda \cdot \frac{\pi \cdot D^2 \cdot U}{4 \cdot r \cdot S \cdot L_{AV}} \quad (3.4)$$

Звідси можна знайти діаметр дроту обмотки:

$$D = 2 \sqrt{\frac{r \cdot S \cdot L_{AV} \cdot j}{\pi \cdot U}} = \sqrt{\frac{1,67 \cdot 10^{-8} \cdot 0,004 \cdot 0,2512 \cdot 7,3 \cdot 10^6}{3,14 \cdot 220}} = 0,00042 \text{ м.} \quad (3.5)$$

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Для циліндричного соленоїда середня довжина одного витка визначається за формулою:

$$L_{AV} = \pi \cdot (R_1 + R_2) = 3,14 \cdot (0,02 + 0,06) = 0,2512 \text{ м.} \quad (3.6)$$

а площа вікна обмотки з виразу:

$$S = H \cdot (R_2 - R_1) = 0,1 \cdot (0,06 - 0,02) = 0,004 \text{ м}^2 \quad (3.7)$$

де R_2 - зовнішній радіус соленоїда,

R_1 - радіус отвору.

Вихідні дані для розрахунку ЛМЕД для пресу: $U = 220 \text{ В}$, $j = 7300000 \text{ А/м}^2$, $R_2 = 0,06 \text{ м}$, $R_1 = 0,02 \text{ м}$, $L_{AV} \sim 0,2512 \text{ м}$, $S \sim 0,004 \text{ м}^2$, $r \sim 1,67 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ (мідний дріт), $\lambda \approx 0,6$.

Використовуючи програмне середовище MathCad та наведені вище формули було розраховано параметри двигуна, а саме: $D = 0,42 \text{ мм}$; $N = 17371$ витків; $R = 52 \text{ Ом}$; $I = 4,2 \text{ А}$.

Сила, що розвивається приводом, може бути збільшена за рахунок збільшення щільності струму в обмотці при відповідному скороченні відносного часу знаходження обмотки під струмом. З цією метою необхідно збільшити діаметр обмотувального проводу. Якщо є запас по зусиллю, що створюється, то можна відповідно зменшити щільність струму в обмотці, при цьому полегшиться тепловий режим роботи обмотки привода. Для цього діаметр обмотувального проводу потрібно зменшити [9].

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

3.3 Висновки до розділу

В даному розділі здійснено обґрунтування типу постійного магніту для магнітоелектричного приводу пресу для встановлення металевої фурнітури та проведено розрахунок параметрів двигуна.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ВИСНОВКИ

В різних галузях промисловості існує багато технологічних операцій, що потребують пресового обладнання з зворотно-поступальним рухом робочих органів. Здійснений аналіз існуючого устаткування для їхнього виконання показав, що в ньому використовується електромеханічний, гідравлічний та пневматичний привід. Магнітоелектричні двигуни, на сьогодні в якості приводу ще не застосовуються.

Проведений огляд патентної та технічної літератури показав, що серед різних типів лінійних електричних двигунів застосування знайшли і лінійні магнітоелектричні двигуни. Пресове устаткування з ЛМЕД в якості приводу частково застосовується в різних галузях промисловості як за кордоном, так і в Україні. Але зовсім не використовується в легкій промисловості. Лінійні магнітоелектричні двигуни знайшли доволі широке застосування в обладнанні для виконання наступних технологічних операцій: різання, вирубання, пробивання, чеканки, клеймування, просікання, клепання в галузевому машинобудуванні та інших галузях промисловості, аналогічних деяким технологічним операціям, таких як: вирубання, клеймування, перфорації деталей легкої промисловості.

Преси з ЛМЕД мають принципові переваги над пресовим устаткуванням з іншими приводами за рахунок того, що в лінійних магнітоелектричних двигунах проходить безпосереднє перетворення електричної енергії в механічну роботу і її споживання йде тільки під час виконання робочого ходу, тобто виконання технологічної операції. Така перевага веде до суттєвого зменшення енерговитрат. Використання магнітоелектричного привода в різноманітних машинах в цілому дасть можливість поліпшити їхні техніко-економічні показники.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Також суттєвою перевагою є невеликі розміри ЛМЕД порівняно з електричними двигунами. Це стало можливим завдяки тому, що з'явилися так звані «супер магніти».

Другий розділ магістерської роботи був присвячений розробці саме пресу з ЛМЕД для виконання операції встановлення металевої фурнітури у виробках легкої промисловості.

В третьому розділі проведено розрахунок основних параметрів лінійного магнітоелектричного двигуна.

В загальному можна констатувати, що розроблений в даній роботі багатофункціональний прес з магнітоелектричним приводом для встановлення металевої фурнітури знайде застосування не тільки в легкій промисловості, але і в інших.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Поліщук О.С. Підвищення ефективності застосування пресового обладнання в легкій промисловості: Автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.05.10/ КНУТД. – К.; 2001. – 17с.
2. Поліщук О.С., Польшун О.А., Гурська С.В. Перспективи застосування енергозберігаючого пресового обладнання для вставки металевої фурнітури при виготовленні виробів швейної, взуттєвої та шкіргалантерейної галузей // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 2.
3. Колосков В.И., Колясин Б.П. Оборудование и механизация обувного производства.-1979.-320с.
4. Линейный длинноходовый магнитоэлектрический привод постоянного тока. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://imlab.narod/MechSys/EMD_Coil/EMD_Coil.htm.
5. Пат. 10262 Україна, МКИ 7 В21J7/00, А43D8/04, А43D8/36. Енергозберігаючий прес для вирубання деталей взуття/ Д.В.Прибега, А.К.Кармаліта, О.С.Поліщук, С.С.Шевчук - № u200503000; Заявл. 01.04.2005; Опубл. 15.11.2005, Бюл. № 11.
6. Пат. 44618 Україна, МПК (2009) А41Н 37/00. Прес для вставки фурнітури і пробивання отворів/ О.С.Поліщук, Прибега Д.В., Гурська С.В. -№ u 2009 04065; Заявл. 27.04.2009; Опубл. 12.10.2009, Бюл. №19.
7. Ряшенцев Н.П. Электромагнитные прессы. – Новосибирск: Наука, СО, 1989. – 216 с.
8. Рыжков А.В. Анализ и выбор рациональных конструкций цилиндрического линейного двигателя с магнитоэлектрическим возбуждением: Автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.09.01 ГОУ ВПО. – К.; 2008. – 15с.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

9. Расчет электромагнитного привода постоянного тока с втяжным якорем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://imlab.narod/MechSys/EMD_Calc/EMD_Calc.htm.

10. Рідкоземельні магніти. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ua.greatmagtech.com/rare-earth-magnets/>.

11. Швейна фурнітура. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://welltex.ua/ua/shveynaya-furnitura/>.

12. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985.-656с.

13. Види магнітів. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sajvo.in.ua/2015/01/vydy-magnitiv.html>

14. Розробка виробу. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org>

15. Різновиди і характеристика постійних магнітів.[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://hello-world.com.ua/riznovid-i-harakteristika-postijnih-magnitiv.html>

16. Пневматический пресс для установки фурнитуры J-93-A Aurora. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://satu.kz/p71842195-pnevmaticheskij-press-dlya.html>.

17. МАХ-М838 электромеханический пресс с электронным управлением на 3 позиции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://sm-ua.com/ru/pressa-dlya-ustanovki-metallofurnitury/max-m838-elektromehaniческиiy-press-s-elektronnym-uproavleniem-na-3-pozicii](https://sm-ua.com/ru/pressa-dlya-ustanovki-metallofurnitury/max-m838-elektromehaniческиiy-press-s-elektronnym-upravleniem-na-3-pozicii).

18. Прес 4389 електричний універсальний PRESMAK Д. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://welltex-lviv.com.ua/ua/p731481453-pres-4389-elektrichnij.html>.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. SEWQ SGY4-806D. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://softorg.com.ua/product/sewq-sgy4-806d>.

20. Protex TY 818. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.haltex.sk/eshop.php?ItemID=522&show=1>.

21. Прес для встановлення фурнітури BROST BR-T1 з сервомотором. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://sweika.com.ua/ua/press-dlia-ustanovki-furnitury-brost-br-t1-s-servomotorom>.

22. Источники питания постоянного напряжения. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/2190096/>

23. Магніт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82>.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

ДОДАТОК А

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80