

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Розробка електропривода для побутової вязальної машини

Галузь знань 14 Електрична інженерія
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма Електропобутова техніка

Шифр МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Виконав студент
2 курсу група ЕТМ-23-1


Підпис


Сушко В.В.
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

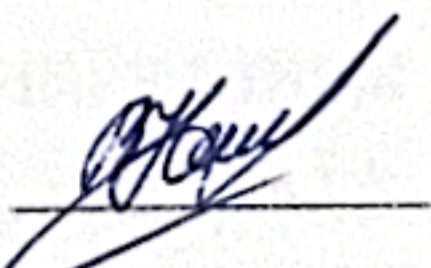
к.т.н., доц. Романець Т.П.
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

С.І. Пукіш
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри МАЕЕС


Підпис, дата

к.т.н., доц. Неймак В.С.
Ініціали, прізвище

17 12 2024 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та 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

Освітня програма «Електропобутова техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

к.т.н., доц. Неймак В.С.

Неймак . 12 . 2024р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Сушко Василь Васильович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка електропривода для побутової в'язальної машини

керівник роботи Романець Тарас Петрович, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від 26 08 2024 р. № 60

2. Строк подання студентом роботи на кафедру _____
3. Вихідні дані до роботи звіт з переддипломної практики, технічні характеристики побутових в'язальних машин
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. 1. Технічне завдання до виконання роботи. 2. Аналіз існуючих приводів в'язальних машин. 3. Розробка конструкції електропривода побутової в'язальної машини. 4. Розрахунок основних вузлів електропривода. Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

1. Приводи в'язальних машин (ДО, А1). 2. Блок-схема керування електроприводом побутової в'язальної машини (ТК, А1). 3. Електропривод побутової в'язальної машини (СК, А1). 4. Друкована плата електропривода (МК, А1). 5. Схема електрична принципова електропривода в'язальної машини (ЕЗ, А1). 6. Загальний вигляд в'язальної машини з розробленим приводом (ДІ, А1)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

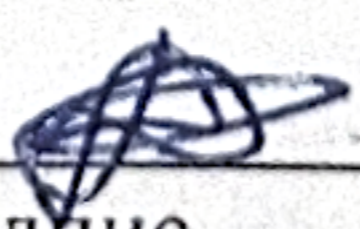
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

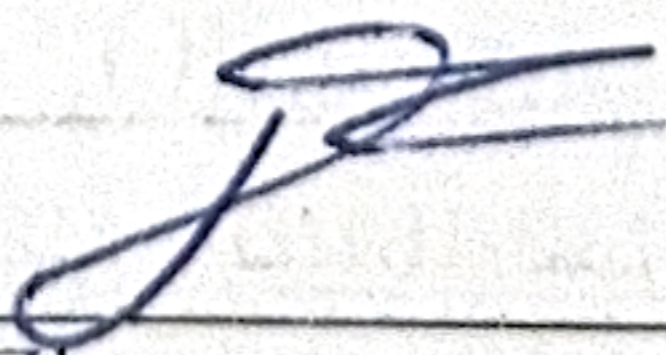
Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. <u>Технічне завдання до виконання роботи</u>	до 15.10.24р.	
2. <u>Аналіз існуючих приводів в'язальних машин</u>	до 30.10.24р.	
3. <u>Розробка конструкції в'язальної електроприводу побутової машини</u>	до 15.11.24р.	
4. <u>Розрахунок основних вузлів електропривода</u>	до 25.11.24р.	
5. <u>Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу</u>	до 10.12.24р.	

Студент


Підпис

В.В. Сушко
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Т.П. Романець
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи студента
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

1. Прізвище, ім'я та по батькові

Сушко Василь Васильович

2. Тема магістерської роботи Розробка електропривода для побутової в'язальної машини

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

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 6 арк., сторінок записки 70

5. Всі ми носимо в'язані речі. Вони зручні, практичні, модні. Купити їх можна на ринку – але як правило низької якості, або в салонах моди – але досить дорого. Однак існує прошарок людей, які самі виготовляють в'язані речі для себе, друзів та знайомих, реалізуючи при цьому свої творчі здібності. Саме для них ідеально підходять побутові в'язальні машини з комп'ютерним керуванням. Вони дозволяють реалізувати досить широкий асортимент одно та двошарових переплетень. Зручна робота з узорами та слідування за голками при добавлянні та збавлянні петель. Однак при в'язанні більшої частини виробу в'язальниця виконує монотонну фізичну роботу, переміщаючи каретку. Тому досить актуальною є проблема розробки електричного привода для зворотно-поступального переміщення каретки. Магістерська робота спрямована на розробку електропривода для побутової в'язальної машини. Використання дозволить звести до мінімуму ручну працю оператора в'язальної машини і підвищити продуктивність і якість виготовлених виробів, а також обслуговування одним оператором кількох машин. Якість виробів покращується за рахунок рівномірності руху каретки в'язальної машини, а також постійної швидкості руху каретки. В першому розділі розрахунково-пояснювальної записки розроблено технічне завдання до виконання роботи. В другому розділі виконано аналіз існуючих приводів в'язальних машин. В третьому розділі розроблено конструкцію електроприводу побутової в'язальної машини. У четвертому розділі виконано розрахунок основних вузлів електропривода.

Підпис студента _____

" 17 " 12 20 24 р.

Р І Ш Е Н Н Я Е К :

Протокол 4 від " 26 " 12 20 24 р.

Оцінка проекту ЕК добре / с

Рекомендації ЕК _____

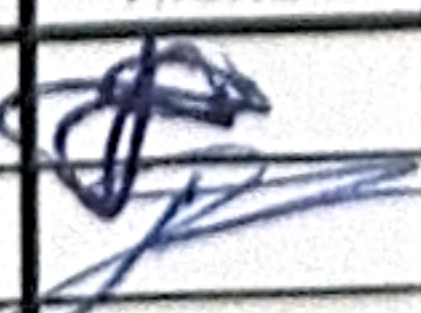
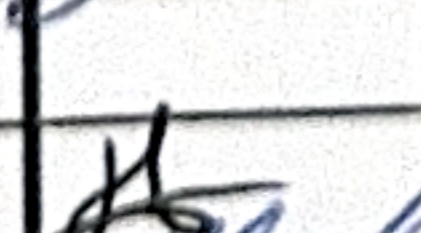
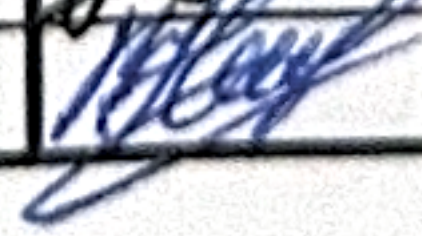
Особливі відмітки _____

Технічний секретар _____

" 26 " 12 20 24 р.

Зміст

	с.
Вступ.....	6
1 Технічне завдання.....	7
2 Приводи в'язальних машин	10
2.1 Приводи плосков'язальних фангових машин	10
2.2 Механізм привода і робота електромагнітної муфти	11
2.3. Електропривід SILVER PP0002 для в'язальних машин	14
2.4 Електропривід Brother KE-180 для побутових в'язальних машин... ..	16
2.5 Електропривід RZ-320	17
2.6 Комп'ютерний електропривод для в'язальної машини	20
2.7 Огляд можливих застосувань приводів для в'язальних машин	21
3 Розробка конструкції електроприводу побутової в'язальної машини	27
3.1 Пристрій подачі нитки з датчиками натягу та якості пряжі	30
3.2 Датчик Холла	34
3.3 Зубчастий пас	35
3.4 Кроковий двигун	36
3.5 Розробка структурної та електричної принципової схеми керування елект- роприводом	38
4 Розрахунок основних вузлів електропривода	44
4.1 Кінематичний розрахунок пасової передачі	44
4.2 Розрахунок зубчасто-пасової передачі	48
4.3 Розрахунок зубчасто-пасової передачі на міцність	56
4.4 Розрахунок шпонки та підшипника	59
4.5 Розрахунок блока живлення електропривода	61

МРМА 24.00.00.000 ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка електропривода для побутової в'язальної машини	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Сушко В.В.					4	70
Перевір.		Романець Т.П.				ХНУ ЕТМ-23-1		
Т.Контр								
Н. Контр.								
Затверд.		Неймак В.С.						

Висновки	68
Перелік джерел посилань	69
Додатки	71

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Усі ми носимо трикотаж. Вони зручні, практичні та модні. Трикотажні вироби представлені на ринку, але, як правило, низької якості.

Однак є люди, які використовують свій творчий потенціал, виготовляючи в'язані вироби для себе, своїх друзів і знайомих. Для таких людей ідеально підходять домашні в'язальні машини з комп'ютерним керуванням.

Домашні в'язальні машини з комп'ютерним керуванням дають змогу виконувати широкий спектр в'язальних операцій - від одношарового до двошарового в'язання. Також спрощується в'язання візерунків, і легше стежити за положенням спиць під час додавання та зменшення петель.

Однак під час в'язання більшої частини виробу в'язальниця виконує монотонну фізичну роботу, переміщаючи каретку. Тому проблема розробки електроприводу для переміщення каретки вперед-назад є надзвичайно важливою.

Використання електроприводу зводить до мінімуму ручну працю оператора в'язальної машини, підвищує продуктивність і якість продукції, що випускається. Якість продукції поліпшується завдяки рівномірному переміщенню каретки та постійній швидкості її руху на в'язальних машинах.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

У промислово розвинених країнах світу за останні 20-30 років трикотаже виробництво розвивалося набагато швидше, ніж текстильне. Основні причини цього полягають у тому, що методи виробництва трикотажу досягли високих техніко-економічних показників, розроблено й освоєно нові структури й технології отримання тканин, що імітують полотняні трикотажні полотна, стійкі до формування, замшу, оксамит, вельвет тощо, що значно розширило сферу застосування трикотажу (жіночі й чоловічі костюми, жіночі й дитячі пальта, постільну білизну, штори й тюль, меблі, оббивні й декоративні матеріали).

Розробка та освоєння маловідходних технологій виробництва виробів певної форми. Технічні можливості трикотажних машин практично не обмежені, а якість виробів висока, тому трикотаж використовується для технічних цілей у багатьох галузях народного господарства.

У всьому світі широко використовуються безвузлові знаряддя лову (сітки, тралові сітки), виготовлені на в'язальних машинах на основі основи. Штучні шкіри, виготовлені на основі трикотажу, використовують для оздоблення салонів легкових автомобілів, автомобільних сидінь, інтер'єрів літаків і суден.

Трикотаж зі скловолокна і нових видів органічних ниток використовують у виробництві армованих пластиків і тришарових інженерних конструкцій, його застосовують багато компаній по всьому світу, зокрема в авіа- і суднобудуванні.

Трикотажні вироби також знаходять дедалі ширше застосування в медичному секторі, зокрема в гігієнічних виробах: спідня білизна, головні хустинки, одяг для пацієнтів і медичного персоналу, панчохи, шкарпетки, індивідуальні пакети тощо. Лікувально-профілактичні вироби: бинти, фільтри для переливання крові, кровозамінники, плазма, кістковий мозок, захисні чохла для кукусів верхніх і нижніх кінцівок, для профілактики й лікування грибкових захворювань, а також для лікування варикозного розширення вен, радикуліту, ревматизму та поліартрити, наприклад, мерили.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Хірургічні вироби для протезування тіла: сітчасті тканини різних конструкцій для фіксації внутрішніх органів і відновлення їхніх фізіологічних функцій; протези поліорганів, таких як гортань, кровоносні судини та сечовий міхур; частини серцевої системи (шматки клапанів, шлуночки, передсердя або міжшлуночкові перетинки тощо).

Трикотажні вироби включають різноманітні фільтри, пожежні та рятувальні шланги, іригаційні труби та снігозатримувачі, сітки для захисту виноградників від граду й птахів, контейнери різного призначення та багато інших виробів технічного призначення знаходять широке застосування. За останні 25-30 років трикотажна промисловість домоглася значних успіхів у підвищенні продуктивності трикотажних машин і розширенні їхніх технічних можливостей для вироблення різних малюнків в'язання.

Однофонтурні та двофонтурні в'язальні машини, як-от Silver Reed, Brother, Toyota і Veritas, дуже часто використовують у трикотажних майстернях, у будинках, де в'яжуть дизайнерські вироби за індивідуальними замовленнями і для особистих потреб. Їхні технічні можливості досить широкі. Вони можуть виробляти широкий асортимент трикотажних полотен, включно з будь-якими складними трикотажними виробами, а також полотняним переплетенням, візерунчастим і композитним в'язанням.

Однак ручний привід вимагає значної монотонної праці. Оснащення ручної в'язальної машини електроприводом дало б змогу полегшити працю в'язальниці та підвищити продуктивність машини.

Метою даної роботи є розробка електроприводу для домашньої в'язальної машини Silver Reed SK 840. Привід повинен задовольняти таким вимогам:

- зусилля переміщення каретки 120 Н;
- максимальний робочий хід каретки 1200 мм;
- максимальна швидкість переміщення каретки 1 м/с;
- регулювання ходу каретки від 0,2 до 1 м.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Необхідні також системи контролю якості продукції, що випускається, а також системи захисту машини та електроприводів від заклинювання каретки та інших механічних пошкоджень. Необхідна також функція зупинки в разі обриву нитки і система контролю натягу нитки.

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

2 ПРИВОДИ В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

2.1 Приводи плосков'язальних фангових машин

Приводи плоскогов'язальних бивневих і реверсивних машин, що входять у цю групу, перетворюють обертальний рух, одержуваний від електродвигуна, на зворотно-поступальний рух блокувальної каретки та нитководителя [4]. При цьому каретка повинна проходити через зону робочих голок з постійною швидкістю, оскільки будь-яка зміна швидкості впливає на розмір петлі.

Найпростіша конструкція приводу цієї групи показана на рис. 2.1. Зірочка 1 приводиться в рух електродвигуном [3]. Інша зірочка 2 жорстко закріплена на її валу і з'єднана ланцюгом Галлея з такою самою зірочкою 5 на протилежному кінці голкового стрижня. Повзун 3 обертально закріплений на ланцюгу і може ковзати по вертикальній напрямній стійці 4 каретки.

Відстань між осями зірочок, що несуть галетний ланцюг, каретка долає з постійною швидкістю. На ділянці, де повзун огинає одну із зірочок, швидкість каретки синусоїдально зменшується до нуля, а потім так само збільшується до заданої робочої швидкості. Цей метод, що враховує передачу руху на картку, зазвичай використовується на верстатах із постійним ходом.

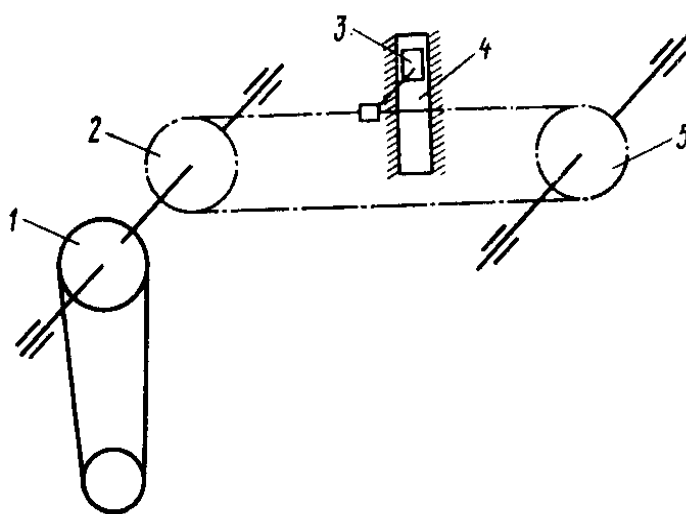


Рисунок 2.1 – Схема приводу машини з постійним робочим ходом

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У верстатах, де робочий хід каретки може змінюватися, для перетворення обертального руху на зворотно-поступальний часто використовують дві електромагнітні муфти, що складаються з котушок 2 і 3 (рис. 2.2) і дисків-зірочок 1 і 4. Струм до муфт подається по черзі.

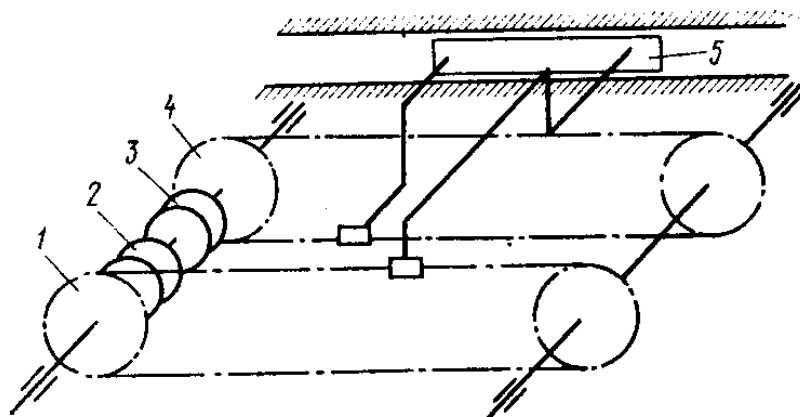


Рисунок 2.2 – Схема привода машини з змінним робочим ходом каретки

Обидві муфти розташовані на одному валу і передають рух на два ланцюги [3]. Ланцюги з'єднані з проміжною кареткою 5, один з яких має нижню гілку, а інший - верхню. Під дією електромагнітної сили котушок (2 або 3) фрикційний диск із зірочками (1 або 4) з'єднується з муфтою і переміщує ланцюг, а отже, і каретку. Коли різні ланцюги приводяться в рух різними електромагнітними котушками, напрямок руху каретки змінюється на протилежний. Хід переміщення каретки залежить від часу ввімкнення соленоїда муфти.

2.2 Механізм привода і робота електромагнітної муфти

Приводний механізм. Привід верстата здійснюється від окремого електродвигуна 1 (рис. 2.3), встановленого на направляючому кронштейні 2, привареному до рами шафи верстата 7.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Рух від електродвигуна передається на двоступеневий пасовий редуктор, подвійний шків 6 якого вільно обертається на двох шарикопідшипниках, установлених на валу кронштейна 5.

Кронштейн має два вертикальних пази, через які проходять болти, що кріплять кронштейн до вертикальної стінки шафи 7. Від малого шківів клиноремінна передача передається на шків 4 електромагнітної муфти 3.

Нормальний натяг ременя в нижній клиноремінній передачі забезпечується опусканням електродвигуна і фіксацією його в пазу під кутом 2. Нормальний натяг ременя верхньої клиноремінної передачі створюють шляхом установлення кронштейна 5 на необхідну висоту за знятого ременя нижньої передачі.

Шків 4 і корпус муфти жорстко закріплені на валу, що вільно обертається, двома шарикопідшипниками [3]..

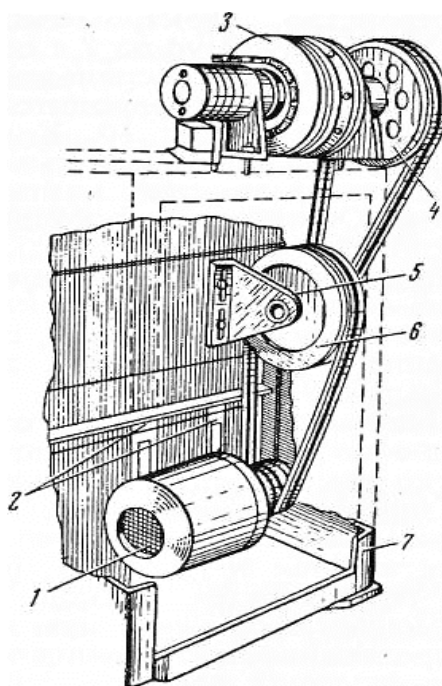


Рисунок 2.3 – Механізм приводу

Структура електромагнітної муфти показана на малюнку 2.4. Корпус муфти має кільцеву канавку, обмотки муфти розташовані з обох торцевих сторін. Колекторне кільце знімає струм з пружних мідно-графітових контактів у пазах корпусу контактора 9, який встановлений на обплетенні 8.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Колектор захищений від короткого замикання кожухом. З обох боків корпусу муфти 7 вільно встановлені диски 6, які можуть переміщатися вздовж вала. Їхній рух обмежується, з одного боку, диском 2, угвинченим у корпус муфти 7, а з іншого - стопорним кільцем 4.

У кільцевих пазах диска 6 закріплені спеціальні накладки. Для регулювання муфти в диску 2 є шість отворів. В один з отворів входить штифт 1 хомута. Зірочка 5 жорстко закріплена на диску 6 і через ланцюгову передачу приводить у рух проміжну каретку.

Під час проходження струму через одну з обмоток муфти диск 6 притягується до диска 2, поверхні тертя дисків зближуються, і ланцюгова передача зірочки 5 приводить у рух проміжну каретку.

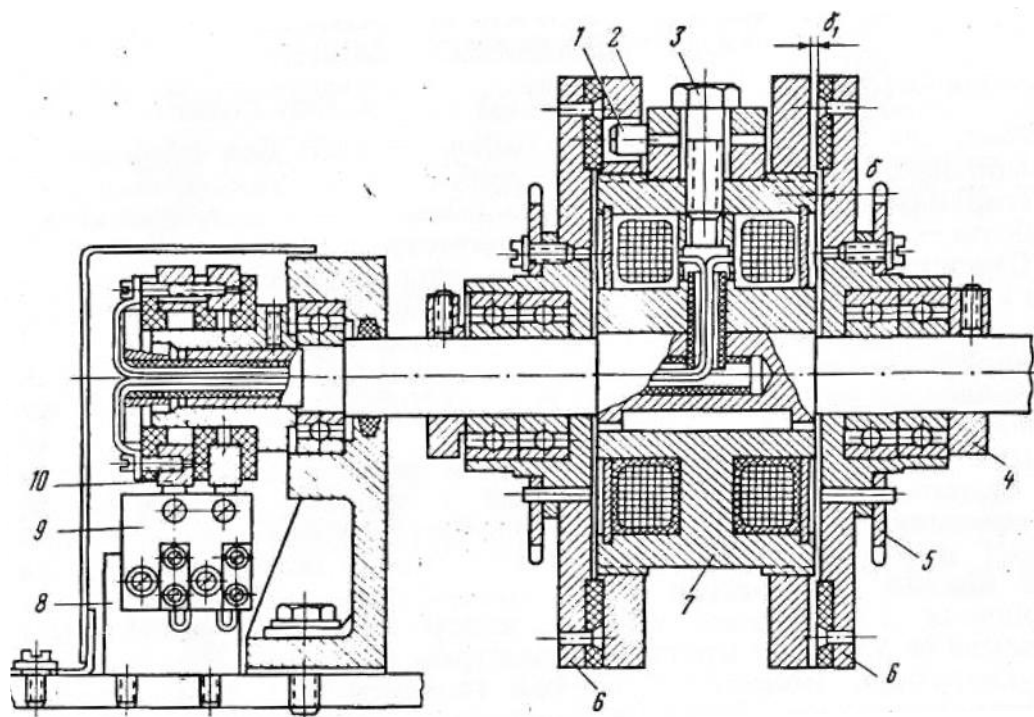


Рисунок 2.4 – Електромагнітна муфта плосков'язальної машини

Поперемінне протікання струму в тій чи іншій обмотці муфти змінює напрямок руху проміжної каретки і, відповідно, з'єднаної з нею блокувальної каретки [5].

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2.3 Електропривід SILVER PP0002 для в'язальних машин

Використання такого електроприводу зводить до мінімуму ручну працю оператора верстата, підвищує продуктивність і якість продукції, що випускається, а також дає змогу одному оператору обслуговувати до чотирьох верстатів. Якість продукції покращується за рахунок рівномірності руху каретки і постійної швидкості її переміщення [20].

Швидкість руху каретки задається оператором. Швидкість може регулюватися в широких межах, залежно від технічних можливостей машини. Рекомендована швидкість становить 40-50 циклів на хвилину. Регулятор швидкості знаходиться в електронному блоці управління двигуном.

Електропривод оснащений трифазним асинхронним двигуном (живлення трифазного двигуна здійснюється через частотний перетворювач в електронному блоці управління) і не потребує спеціального обслуговування. Двигун оснащений електричним вентилятором, який підтримує постійну температуру на мінімальній швидкості.

Електронний блок керування допомагає стабілізувати ККД двигуна, який залишається незмінним на всіх обертах. Електронний блок керування також автоматично знімає зусилля в разі застрягання каретки. Зусилля зняття вантажу може бути встановлено оператором за допомогою спеціального регулятора.

Така операція дає змогу уникнути механічних пошкоджень каретки та голчастого стрижня. Довжина ходу каретки регулюється положенням магнітного датчика.

У конструкції використовується цифровий датчик Холла, який спрацьовує під впливом магнітного поля і, на відміну від оптичних датчиків, не схильний до ризику засмічення. Датчик може спрацьовувати необмежену кількість разів (на відміну від геркона). Його безперебійну роботу гарантовано протягом усього періоду експлуатації.

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Загальний вигляд електропривода SILVER PP0002 показано на рисунку 2.5 та [МРМА 24.00.00.000 ДО].

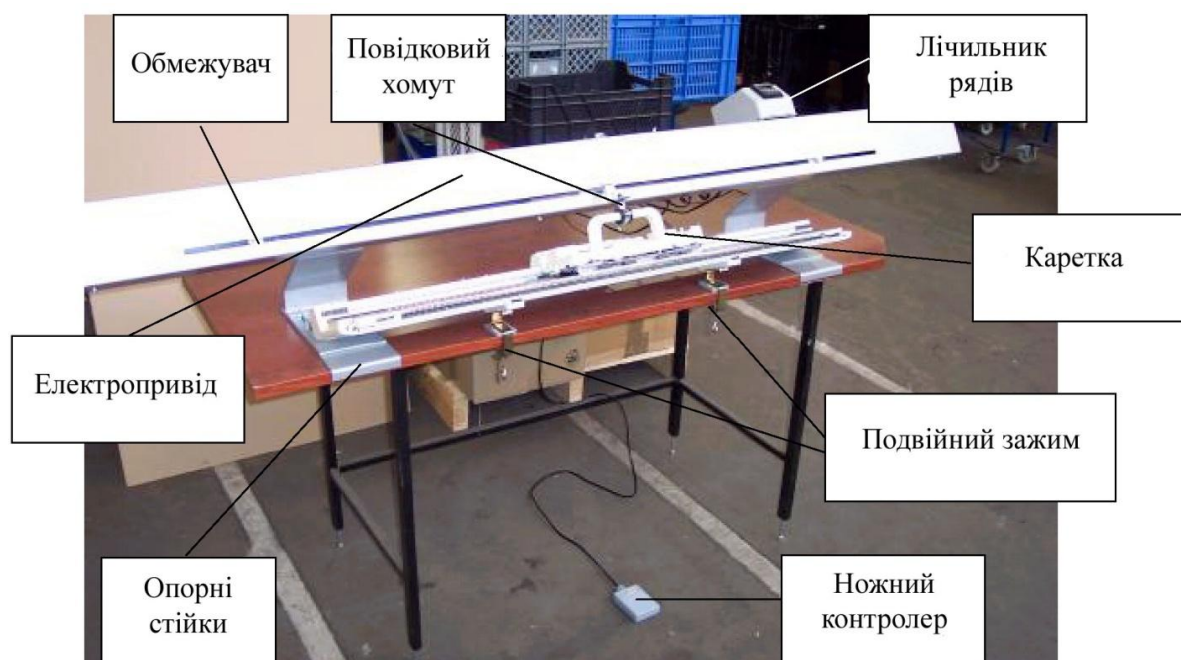


Рисунок 2.5 – Електропривід SILVER PP0002 та його складові вузли

Механічні частини конструкції не потребують обслуговування, за винятком періодичного очищення поверхні елементів електроприводу [5]. Електропривод оснащений електронним лічильником кількості пройдених рядів. Цей лічильник містить 10 незалежних лічильників зворотного відліку по 999 рядів кожний і оснащений енергонезалежною пам'яттю. Числа зберігаються в пам'яті навіть після вимкнення живлення від мережі.

Клавіатура на лічильнику мінімізована для зручності використання. Складність програмування лічильника не перевищує складності встановлення часу на електронному годиннику, і встановлення нічим не відрізняється.

Лічильник працює в циклічному режимі й не потребує доступу під час виготовлення аналогічних компонентів. Рама електропривода складається для зручності транспортування і зберігання.

Електронний блок керування електропривода живиться від мережі змінного струму з напругою 220 вольт 50 Гц. Електропривод Silver PP0002 може використовуватися з усіма механічними приводами Empisal, Silver Reed і Knitm-

?ster. Електропривод має великий потенціал і може бути використаний для будь-якого типу в'язання і будь-якого візерунка завдяки регулятору потужності. Двигун вмикається і вимикається за допомогою ножного регулятора (педалі). Додаткові аксесуари включають лічильник рядів і датчик обриву пряжі.

Технічні характеристики привода SILVER PP0002:

Максимальна потужність: 160 Ватт

Мережева напруга: 230 Вольт - 50/60 Гц

Максимальна швидкість: 0,67 м / с.

Клас захисту: 11

Продуктивність: 85% при максимальному безперервному навантаженні 12 годин.

Опорні стійки: Безступінчатє регулювання по горизонталі 3,5 см

Просування по рейках: Безступінчатє регулювання 15 см - 120 см

Сила тяги: Безступінчатє регулювання 15Н – 100Н

Габаритні розміри: 196 x 35 x 31см

Маса: 27,5 кг

2.4 Електропривід Brother KE-180 для побутових в'язальних машин

Електропривод для в'язальних машин - це нова розробка, яка за багатьма параметрами перевершує імпортні аналоги [21]. На відміну, наприклад, від двигуна електроприводу Brother KE-100, який має реверсивний рух, ротор двигуна пропонованого електроприводу обертається завжди в один бік, незалежно від напрямку руху каретки. Зміна напрямку руху каретки в'язальної машини досягається за допомогою спеціального вузла, конструкція якого запатентована.

Двигун не змінює напрямок обертання, що робить виріб більш довговічним і знижує рівень шуму та енергоспоживання. Потужність двигуна становить 180 Вт.

Привід Brother KE-180 (мал. 2.6) має захист від перевантаження (вимкнення в разі заплутування пряжі) і дає змогу користувачеві встановлювати кіль-

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

кiсть рядiв до зупинки та довжину ходу каретки по голковому стрижню залежно вiд кiлькостi голок, обраних для в'язання. Залежно вiд моделi в'язальної машини поставляється адаптер для заміни ручки на стандартних в'язальних машинах. Адаптери доступні для в'язальних машин Brother і Silver Reed.



Рисунок 2.6 – Електропривід Brother KE-180

Привід можна використовувати в безперервному режимі або в'язати тільки один ряд за допомогою ногого управління. Привід має складну раму-стіл, на яку можна встановити в'язальну машину. Оснащення в'язальної машини електроприводом дає змогу створити автономне робоче місце, де люди можуть працювати на в'язальній машині практично без участі людини.

2.5 Електропривід RZ-320

Привід (рис. 2.7) призначений для автоматизації процесу в'язання на в'язальних машинах різних класів [МРМА 24.00.00.000 ТО]. Цей привід призначений для машин Silver Reed, Brother 970, Brother 960 і Brother 968. Цей привід також може бути встановлений на машини інших виробників, якщо виробник внесе в нього певні зміни [22].

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



Рисунок 2.7 – Електропривід RZ-320

Використання цього електроприводу не тільки мінімізує ручну працю оператора верстата, підвищуючи продуктивність і якість продукції, що випускається, а й дає змогу одному оператору обслуговувати до чотирьох верстатів. Рівномірний рух каретки і постійна швидкість підвищують якість продукції.

Швидкість руху каретки задається оператором. Швидкість можна регулювати в широкому діапазоні залежно від технічних можливостей машини. Рекомендована швидкість становить 40-50 циклів на хвилину.

Регулятор швидкості знаходиться в електронному блоці управління двигуном. Електропривод оснащений трифазним асинхронним двигуном (живлення трифазного двигуна забезпечується частотним перетворювачем в електронному блоці управління) і не потребує спеціального обслуговування, наприклад, заміни колекторних щіток.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Двигун оснащений електровентилятором і може працювати за постійної температури навіть на мінімальній швидкості. Електронний блок керування забезпечує стабільний ККД двигуна, який залишається незмінним за будь-яких обертів двигуна.

Електронний блок керування також автоматично знімає зусилля під час зупинки каретки (зусилля зняття навантаження також може бути встановлене оператором за допомогою спеціального регулятора). Довжина ходу каретки регулюється положенням магнітного датчика.

У цій конструкції використовується цифровий датчик Холла, що спрацьовує під впливом магнітного поля і, на відміну від оптичних датчиків, не схильний до засмічення. Датчик може спрацьовувати необмежену кількість разів (на відміну від герконів). Його безперебійну роботу гарантовано протягом усього терміну експлуатації. За винятком періодичного очищення поверхні елемента приводу, обслуговування механічних частин не потрібне.

Електропривод оснащений електронним лічильником кількості пройдених рядів. Цей лічильник має 10 незалежних лічильників зворотного відліку, кожен з яких містить 999 рядів, і енергонезалежну пам'ять. Значення зберігаються в пам'яті навіть у разі вимкнення мережевого живлення. Клавіатура на лічильнику мінімізована і проста у використанні. Складність програмування лічильника не перевищує складності встановлення часу на електронному годиннику, те ж саме стосується і монтажу. Лічильник працює в циклічному режимі і не потребує доступу під час виготовлення аналогічних компонентів. Рама з електроприводом складається для зручності транспортування і зберігання.

2.6 Комп'ютерний електропривод для в'язальної машини

Моторний привід SB - це комп'ютерний електропривод для в'язальних машин (мал. 2.8) з можливістю програмування і шестиступінчастою коробкою

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

передач [20]. Він може використовуватися для всіх типів в'язальних машин Silver Reed, Veritas і Brother.



Рисунок 2.8 – Електропривід SB Motor Drive

Оснастіть свій трикотажний цех silver reed sk840/srp60n, silver reed sk280/srp60n або Brother моторним приводом silver reed SB, щоб розширити зону обслуговування. Одна в'язальниця може в'язати на трьох в'язальних машинах одночасно. Такі деталі в'язання, як додавання або видалення петель, можна в'язати самостійно (без участі в'язальниці).

Моторний привід SB складається з п'яти вузлів:

- 1) робочий вузол із зубчастим ременем і рухомим важелем;
- 2) блок електродвигуна з електронікою, що керує електродвигуном;
- 3) 6-ступенева коробка передач;
- 4) комп'ютерний блок із головним процесором;
- 5) блок керування з дисплеєм і клавішами програмування.

Технічні особливості

- Програмування та керування за допомогою пульта дистанційного керування

- Пам'ять

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

- 15 програм
 - USB-порт для запису програм на комп'ютер або флеш-накопичувач
 - Датчик обриву нитки і звуковий сигнал
 - Датчик заклинювання каретки і звуковий сигнал
 - Функція зупинки в разі обриву нитки або заклинювання каретки
- Функція зупинки
- Регулювання швидкості:
передача: 6 швидкостей;
 - Регулювання ширини в'язання;
 - Діапазон в'язання: повна ширина фону в'язальної машини;
 - Напруга: 220 Вольт-50 Гц;
 - 3 датчиком застрягання каретки та звуковим сигналом;
 - Функція зупинки в разі обриву нитки або застрягання каретки:
220 Вольт-50 Гц;
 - Потужність: 240 Вт;
 - розмір упаковки: 176 x 42 x 20 см;
 - вага упаковки: 28 кг.

2.7 Огляд можливих застосувань приводів для в'язальних машин

Зубчасто-рейковий привід (рис. 2.9).

Принцип роботи цього електроприводу полягає в такому. Шестерні отримують обертальний рух від електродвигуна і переміщуються по напрямних рейках, закріплених на корпусі в'язальної машини. Таким чином, електродвигун, закріплений на каретці, переміщається по направляючій разом із шестернями, переміщаючи каретку вздовж голкового стрижня.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

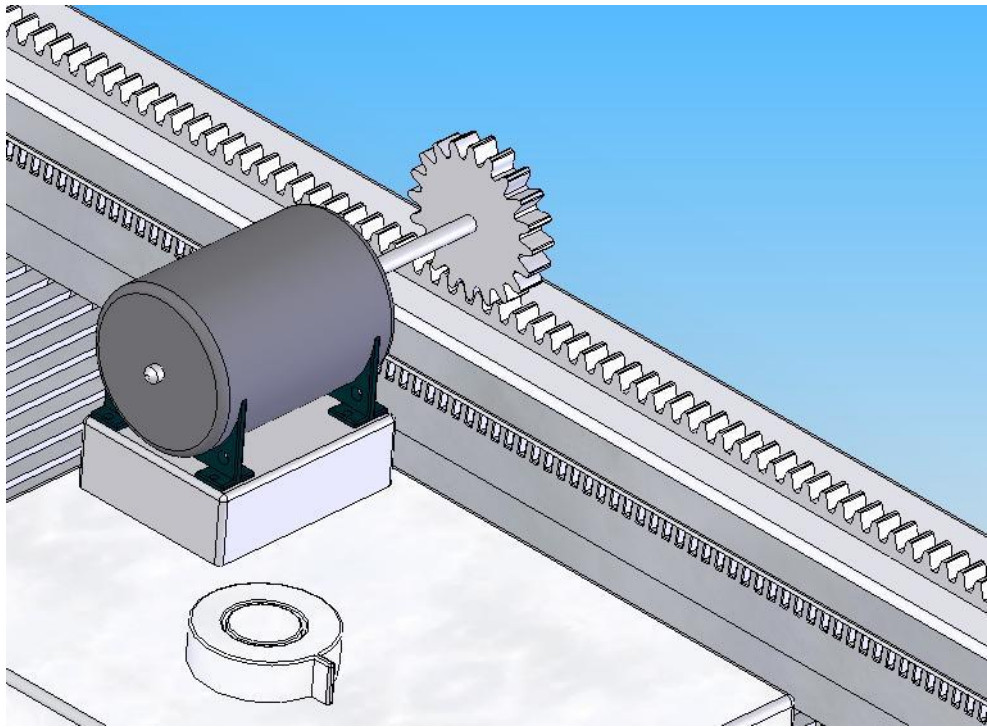


Рисунок 2.9 – Зубчато-рейковий привід

Привід типу ”Гвинт - гайка” (рис. 2.10).

У цих приводах двигун високомоментний безпосередньо з’єднаний з ходовим гвинтом, який обертаючись переміщує гайку разом з кареткою.

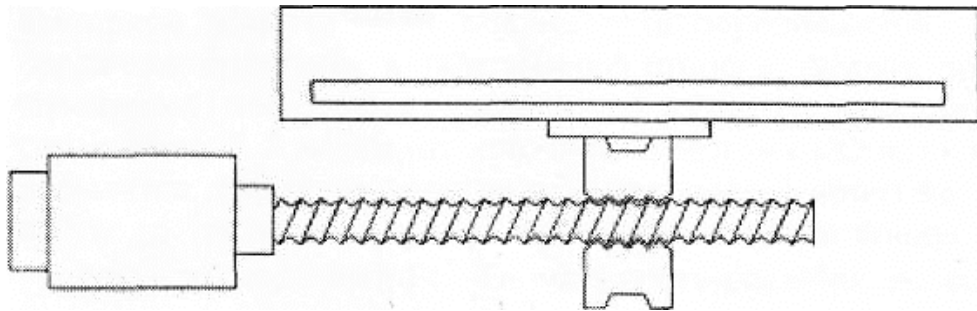


Рисунок 2.10 – Привід типу ”Гвинт - гайка”

Недоліки зазначених видів приводів очевидні й досить відомі:

- величезна інерційність цих елементів, особливо у великогабаритних приладах;
- наявність зазорів у передавальних пристроях;
- температурні і пружні деформації практично всіх передавальних ланок;

- тертя в деталях, що сполучаються, (різко змінюється при переході системи зі стану спокою в стан руху);
- погрішності в кроці гвинта ходового і накопичена погрішність по довжині;
- знос елементів, що сполучаються, у процесі експлуатації і втрата точності;
- низька швидкість переміщення, що не задовольняє технічні умови в'язальної машини.

Оскільки ці недоліки визначають основні якісні характеристики приводів (точність і рівномірність ходу приводу, величину мертвого ходу у зворотному напрямку, допустиме прискорення і швидкість руху приводу), інженери давно намагаються якось зменшити їхній вплив на роботу приводів та обладнання загалом.

Наприклад, для зниження тертя між ходовим гвинтом і гайкою давно використовують дорогі та складні шарико-гвинтові з'єднання. Для усунення зазорів між гвинтовим і гайковим з'єднаннями з'явилися спеціальні пристрої натягу з'єднань.

Отже, вже давно стало зрозуміло, що проблеми приводів, оснащених гребними гвинтами, не можна вирішити через їхню фізико-технічну природу.

Архаїчність цих приводів давно очевидна, і прогресивні конструктори давно працюють над завданням радикальної заміни типових приводів у металообробному обладнанні на інші, досконаліші. Усе геніальне просто. І геніальним рішенням стало використання лінійних двигунів для приводу подачі верстата.

Принцип роботи лінійного двигуна (ЛД) не новий, а прототип ЛД відомий навіть школярам, оскільки являє собою просту електромагнітну систему (рис. 2.11). Система складається з магніту з металевим сердечником і обмотки статора [13].

Коли в обмотку подається струм певної полярності, сердечник переміщується в будь-якому напрямку, причому практично миттєво.

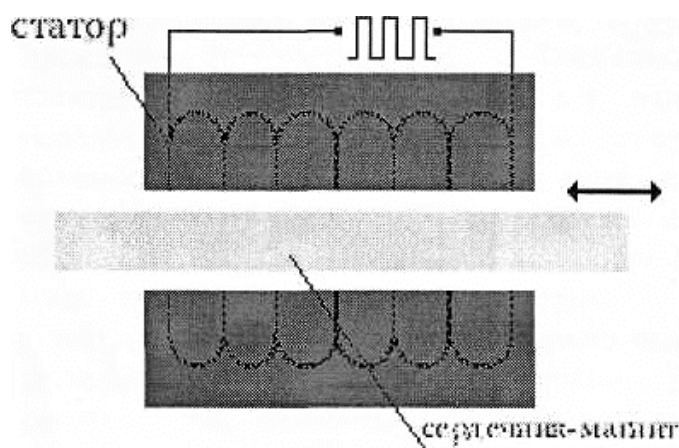


Рисунок 2.11 – Електромагнітна система

Зміна полярності сигналу, що подається на обмотку, реверсує сердечник. Як бачите, між джерелом енергії та ротором немає проміжного елемента, енергія передається через повітряний зазор, нічого не потрібно обертати, а основне завдання поздовжнього переміщення ротора відразу стає можливим. Природно, геніальність такого рішення було відразу ж оцінено.

Електроавтоматика, електричні гальмівні системи, системи захисту, спеціальні протиударні пристрої та інші елементи вже кілька десятиліть працюють на цьому принципі. Він був напрочуд простий у розробці та застосуванні: майже миттєва зупинка, миттєвий реверс, відмінна швидкість реакції, велика потужність і простота налаштування.

Однак одного не вистачало. Це здатність електромагнітної системи регулювати швидкість обертання РО і тим самим забезпечувати контрольований поступальний рух РО (сердечника).

А без цієї можливості було б неможливо використовувати електромагнітний привід (незважаючи на його видатні характеристики) як двигун для пристрою.

До успіху привели багаторічні зусилля вчених і конструкторів з різних країн [11]. Особливо інтенсивно ці дослідження велися в Японії, де електромаг-

нітний привід (уже лінійний) став першою успішною силовою установкою для високошвидкісних поїздів.

Були спроби створення лінійних приводів для металообробних верстатів, але вони мали серйозні недоліки: створювали потужні магнітні поля, виділяли тепло і, головне, не забезпечували рівномірність руху РО.

Нова конструкція LD вирішує всі ці проблеми, забезпечуючи рівномірний рух верстата з надвисокою точністю, широким контролем швидкості, великим прискоренням, миттєвим реверсом, а також простотою обслуговування та налаштування.

У принципі, конструкція LD практично не змінилася (рис. 2.12). Корпус двигуна складається всього з двох елементів - електромагнітного статора і ротора з плоскою пластиною, між якими є лише повітряний зазор.

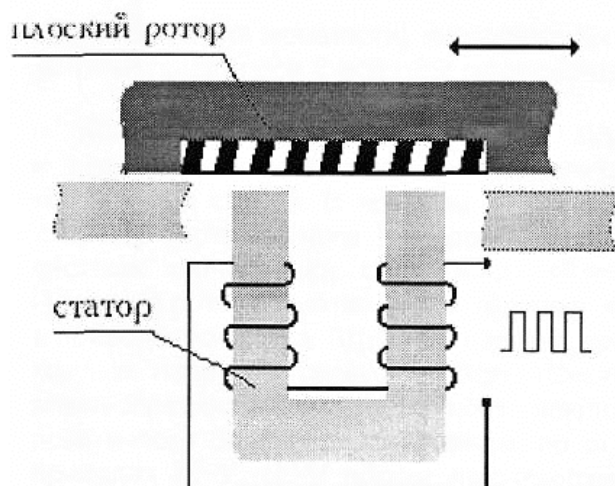


Рисунок 2.12 – Лінійний електродвигун

Третій важливий елемент - оптична або інша вимірювальна лінійка з високою роздільною здатністю (0,1 мкм). Без неї система управління пристроєм не зможе визначити поточні координати.

Статор і ротор виконані у вигляді плоских блоків, що легко знімаються. Статор встановлюється на станину або колону машини, а ротор - на робочий ор-

ган (РО). Ротор простий і складається з низки прямокутних потужних (рідкоземельних) постійних магнітів.

Магніти встановлені на тонких пластинах зі спеціальної високоміцної кераміки з коефіцієнтом теплового розширення вдвічі меншим, ніж у граніту. Використання кераміки в поєднанні з ефективною системою охолодження розв'язує багато проблем лінійних приводів, пов'язаних із температурними факторами, наявністю сильних магнітних полів і жорсткістю конструкції.

Точна і рівномірна подача охолоджувальної рідини в усьому діапазоні швидкостей і навантажень забезпечується двома технічними рішеннями: встановленням постійних магнітів під фіксованим кутом, виявленим під час тривалих експериментів, і впровадженням високоефективної шестифазної системи імпульсного управління (система 5MS).

SODIK - це подача було організовано безперервне виробництво широкого спектру токарних верстатів з такими характеристиками:

хід від 100 до 2220 мм,

максимальна швидкість переміщення 180 м/хв,

максимальне прискорення 20 g і задана точність переміщення, а також точність нагріву і нахил.

Під час роботи нагрівання цих світлодіодів не перевищує $+2^{\circ}\text{C}$ від кімнатної температури; забезпечується практично миттєва зупинка РП, реверс і миттєва реакція приводу на команди ЧПУ. На одну заготовку можна встановити кілька лінійних двигунів (наприклад, для збільшення потужності).

Основним недоліком таких приводів є їхня висока ціна, тому в цій роботі цей тип приводу не використовується.

Висновки по другому розділу.

У розділі 2 цієї роботи представлено огляд приводів, що використовуються в машинах для плоского плетіння. Аналізуються їхні переваги та недоліки.

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Обирається тип приводу, який найбільше підходить для домашніх в'язальних машин.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПОБУТОВОЇ В'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ

З огляду на переваги та недоліки перерахованих вище приводів в'язальних машин, було розроблено редукторний привід [МРМА 24.00.00.000 СК] на базі крокового двигуна.

На рис. 3.1 і [МРМА 24.00.00.000 ДИ] показано загальний вигляд електропривода. Він складається з двигуна 2, на якому встановлено приводний шків 1, що приводить у рух зубчастий ремінь 3. Натяг ремня регулюється за допомогою натяжної станції 7, на якій закріплено приводний шків 6.

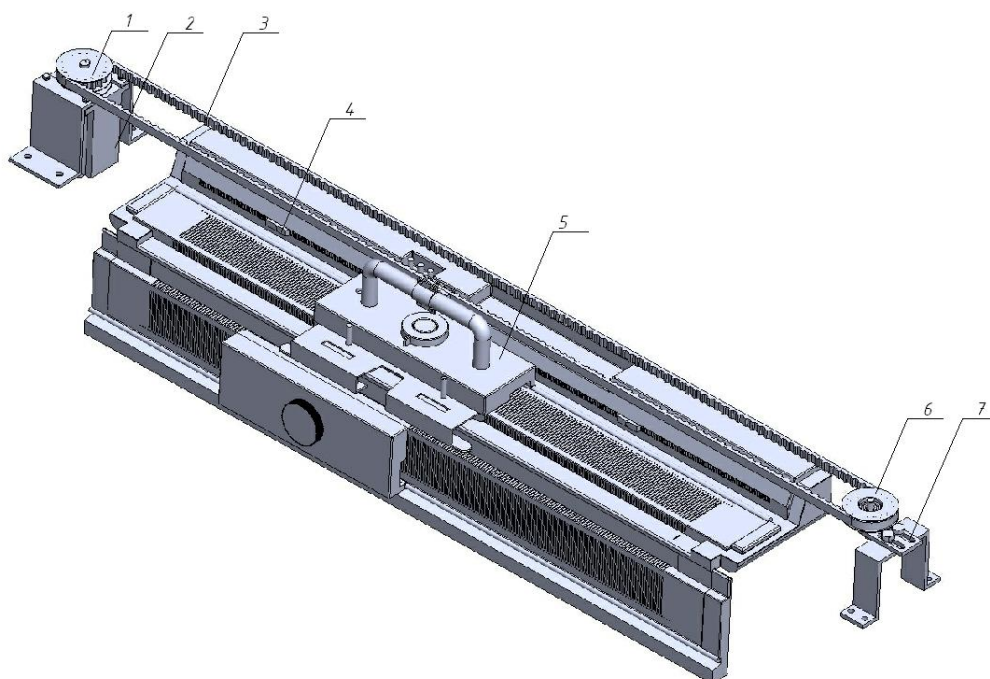


Рисунок 3.1 - Загальний вигляд електропривода в'язальної машини

Принцип роботи: електродвигун обертає зубчасті шківів і приводить у рух зубчастий ремінь, до якого прикріплена каретка 5. Таким чином, каретка в'язальної машини рухається вперед-назад.

Хід каретки регулюється шляхом зміни положення постійного магніту 4, встановленого в корпусі в'язальної машини. У разі обриву або розриву пряжі, поломки вузла або великого навантаження на двигун машини приводний меха-

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

нізм оснащений функцією швидкої зупинки. У разі аварійної зупинки на екрані відображається код помилки, що викликала зупинку.

Швидкість приводу залежить від ширини виробу, але в середньому становить близько 20-25 проходів за хвилину, включно з автоматичною зміною кольору. Усі параметри приводу трикотажної машини налаштовуються на окремому блоці керування, включно з довжиною шляху, типом руху і швидкістю.

Панель керування машиною вбудована в основний блок. Керування двигунами здійснюється з окремого пульта. У комп'ютер можна ввести до 200 рядів (тобто всього 200 стібків) і 1200 рядів візерунків для стандартних візерунків і 200 рядів і 300 рядів для багатобарвних візерунків (жаккард).

Візерунки Silverlead SK840 створюються за допомогою програми KnittStyler. Машина може в'язати одно- і двофонтурні багатобарвні жакарди, печворк (псевдоопенворк), одно- і двофонтурні смужки. Машина ідеально підходить для автоматичного в'язання полотна.

Різниця між промисловими і домашніми в'язальними машинами полягає в їхніх особливостях. Промислові в'язальні машини призначені для виконання конкретних видів робіт, але роблять це швидко й ефективно.

Тому їх можна використовувати для масового виробництва (виготовлення великої кількості одного і того ж виробу або компонента). Домашні в'язальні машини призначені для виготовлення індивідуальних виробів, і саме тут стає важливим діапазон можливостей - багатобарвне в'язання, ажурне в'язання, створення виробів індивідуального розміру тощо.

Промислові в'язальні машини і домашні в'язальні машини - це абсолютно різні завдання, і не можна сказати, що одне не підходить для того чи іншого. У нашому випадку побутова в'язальна машина SK 840 призначена для виготовлення індивідуальних виробів, звідси і широкий функціонал, простота і зручність використання.

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Автоматичний електропривод перетворює Silverlead SK840 на напівпромислову машину, яка може чудово виконувати певні завдання в автоматичному режимі та досягати необхідної швидкості виробництва.

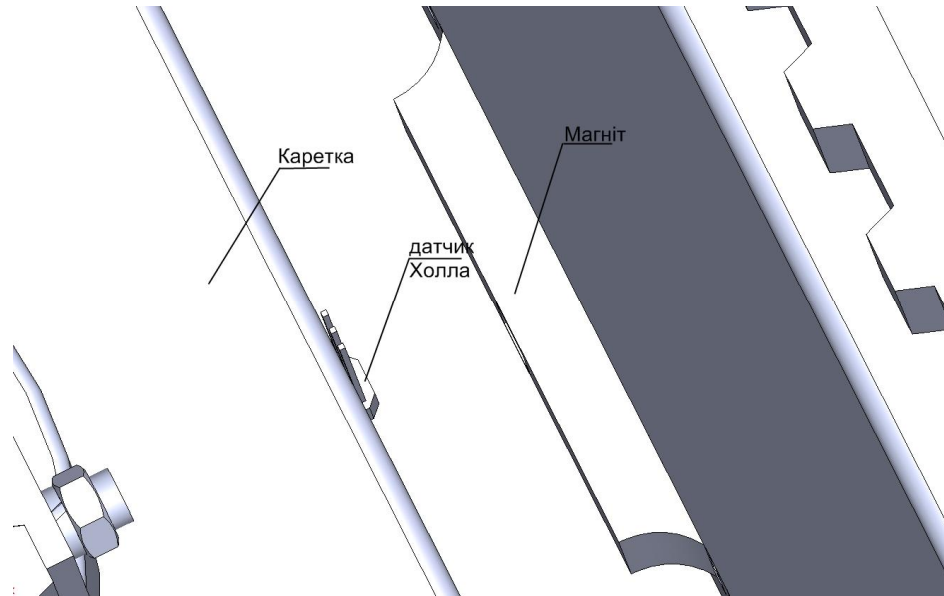


Рисунок 3.2 – Розміщення датчика Холла

Коли датчик Холла (рис. 3.2), встановлений на каретці, проходить через магнітне поле постійного магніту, сигнал надходить до мікроконтролерної схеми керування електроприводом, яка переключає і реверсує обмотку крокового двигуна, каретка змінює напрямок руху і досягає наступного магніту, і цей процес повторюється. Процес повторюється.

Натяг ремня регулюється за допомогою натяжної станції. Її конструкція показана на малюнку 3.3.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

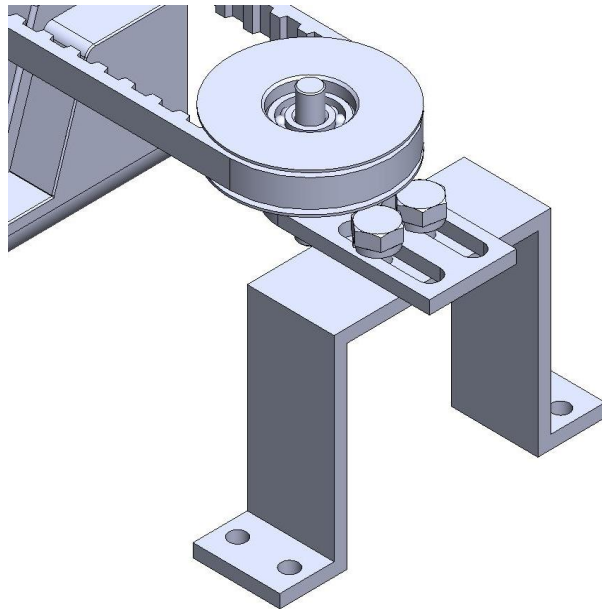


Рисунок 3.3 – Натяжна станція

3.1 Пристрій подачі нитки з датчиками натягу та якості пряжі.

Для забезпечення контролю натягу та пряжі, нами був розроблений спеціальний пристрій подачі нитки (рис. 3.4).

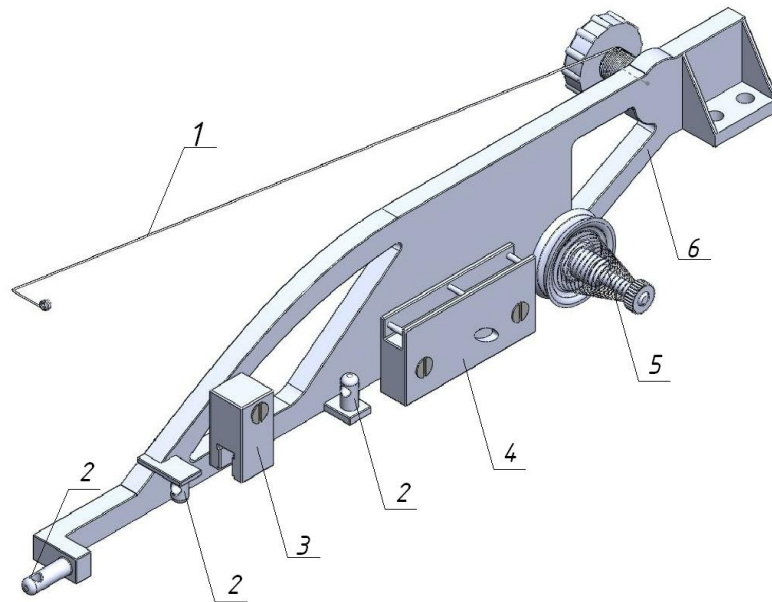


Рисунок 3.4 – Пристрій подачі нитки

Пряжа зі шпульки надходить до регулятора натягу (5), що складається з пластини і пружини натягу, потім пряжа надходить до датчика натягу пряжі

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

TS5/D (4) і по напрямній пряжі (2) повз датчика ISSC (3) до компенсатора натягу (1).

Для забезпечення якості продукції, що випускається, і захисту машини від можливих ушкоджень, спричинених низькою якістю пряжі, у пристрої використовується мікропроцесорна система контролю якості процесів текстильного виробництва BTSR.

Датчик ISSC (мал. 3.5) - електронний очищувач пряжі та цифровий сигнальний процесор (DSP), що призначений для виявлення «змін малюнка» в зовнішньому вигляді пряжі, попереджаючи користувача про наявність можливих дефектів пряжі та контролюючи її якість.



Рисунок 3.5 – Датчик ISSC

Основні функції системи виявлення дефектів пряжі (рис. 3.6): виявлення й аналіз дефектів пряжі (вузли, шишки, товщина, тонкість скручування, обривність і розрив пряжі).

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

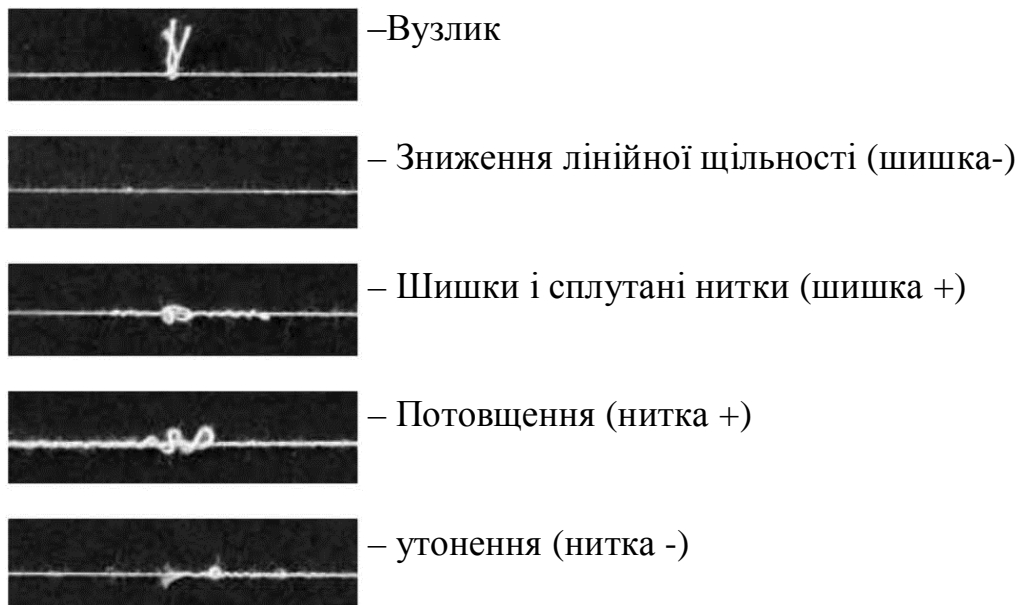


Рисунок 3.6 – Основні функціональні можливості виявлення вад пряжі

Особливості та переваги:

- Негайне зупинення робочого положення машини або активація блока керування в разі виявлення дефекту
- Робота датчика не залежить від умов виробництва, стану пряжі (вміст вологи, питома провідність, вібрації машини)
- Відсутність контакту між пряжею та датчиком дає змогу здійснювати контроль без порушення властивостей пряжі (наприклад, натягу)
- Два світлодіодні індикатори пряжі (червоний та зелений) і функція «сенсорного світла» для найкращого контролю й діагностики
- Повністю параметрична система - для кожного типу дефекту пряжі можна встановити максимально допустиму величину дефекту
- Для кожного типу дефекту пряжі можна встановити Два світлодіоди (червоний і зелений) і функція «сенсорного світла» для кращого контролю та діагностики
- Можна створити повністю параметричну систему

- Повністю параметрична система - для кожного типу дефекту пряжі можна встановити максимально допустиме значення відхилення якості для кожного датчика, у разі перевищення якого буде подано сигнал тривожної зупинки.

Для контролю натягу пряжі ми використовуємо датчик TS5/D (рис. 3.7), який використовує принцип цифрового сигнального процесора (DSP) для перетворення натягу, який чинить пряжа на тензодатчик датчика, на цифровий сигнал [17].



Рисунок 3.7 – Датчик TS5/D

Характеристика та переваги використання.

Точність - точність аналізу вимірювань натягу пряжі в процесі обробки.
Точність - точність вимірювання та аналізу натягу пряжі забезпечується датчиком TS5 «Intelligent Tension Scanning» компанії VTSR.

Розширене програмування датчика - набір програмованих робочих параметрів (нормальний робочий натяг пряжі, мінімальне і максимальне порогові значення натягу, мінімальне і максимальне пікові значення натягу, при перевищенні яких інше робоче місце або вся машина зупиняється, пряжа відсутня).

Пам'ять параметрів виробів - можна створювати, редагувати і зберігати налаштування параметрів для 40 виробів, що спрощує і прискорює програмування і перепрограмування датчиків.

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3.2 Датчик Холла

Для регулювання ходу каретки використовуємо датчик уніполярний Холла S41 компанії Honeywell (рис. 3.8)



Рисунок 3.8 – Датчик Холла S41

Функціональна схема магнітного поля датчика з лінійним виходом зображена на рисунку 3.9

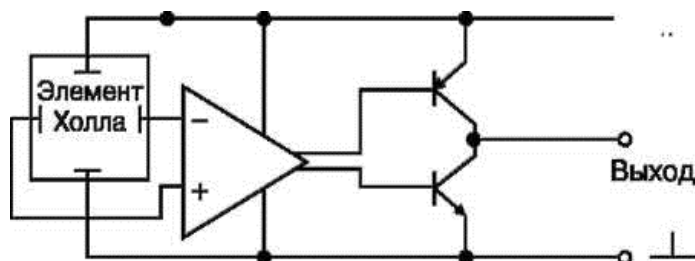


Рисунок 3.9 – Функціональна схема датчика магнітного поля

Технічні характеристики датчика Холла S41 наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики датчика Холла S41

Тип вихідного сигналу	цифровий
Тип чутливого елементу	Елемент Холла
Тип чутливості до поля	Уніполярний
Індукція спрацювання	-40...+40 Гаус
Максимальна робоча частота	100кГц
Напруга живлення	4,5-24 В
Максимальний вихідний струм	20мА
Температурний діапазон	-55°...150°С
Корпус	S41

3.3 Зубчастий пас

Зубчастий пас (ОСТ 38 05114-76) складається із каркаса 1 (рис. 3.10) і охоплюючого його масиву 2, і представляє собою безкінечну стрічку з зубцями з трапецеїдальним профілем з внутрішньої (*a, б*) та з зовнішньої (*в*) сторони стрічки.

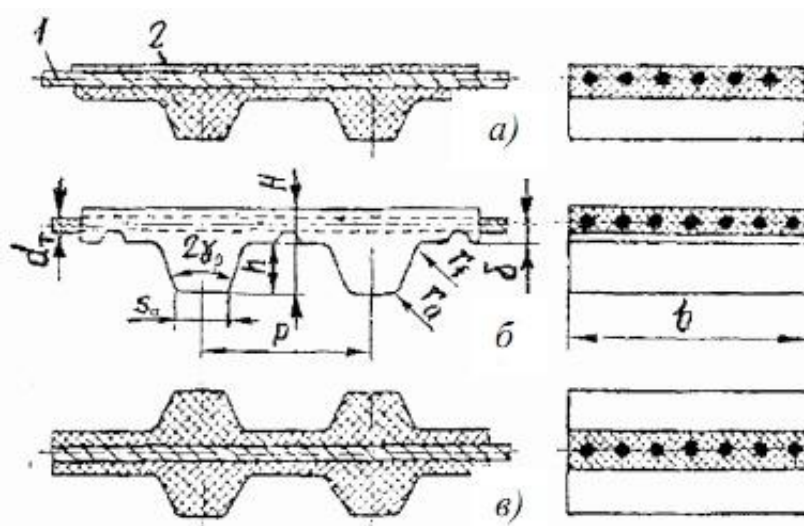


Рисунок 3.10 Зубчастий пас

Каркас складається зі спірально намотаних скловолоконних або поліамідних металевих тросів або гонок, розташованих уздовж стрічки, які слугують для передачі тягового зусилля і забезпечення стабільності кроку стрічки.

Масив виготовляється з бутадієнового каучуку, непропану або каучуку на основі поліуретану. Вони призначені для інтеграції ременя, захисту рами від пошкоджень і передачі тягового зусилля від шківів через зуби до ременя.

Для підвищення зносостійкості зуби покриваються нейлоном або іншою тканиною..

3.4 Кроковий двигун

В якості приводу використовуємо кроковий двигун FL86STH118-6004A (рис. 3.11) .



Рисунок 3.11 – Кроковий двигун FL86STH118-6004A

Характеристики двигуна [19]:

Кутовий крок, град – 1,8°;

Похибка кутового кроку, град $\pm 5\%$ (повний крок, без навантаження)

Робоча температура -20 ° C ~ +50 ° C

Похибка індуктивності, $\pm 20\%$

Опір ізоляції ≥ 100 МОм, 500 VDC

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Діелектрична міцність 820 VAC (1 сек, 3 мА)

Максимальне радіальне биття вала двигуна, 0.02 мм (при навантаженні 450грам)

Максимальне осьове биття вала двигуна, 0.08 мм (при навантаженні 450 грам)

Максимальне допустиме осьове навантаження на вал 60 Н

Максимальне допустиме радіальне навантаження на вал 220 Н

Максимальний нагрів двигуна 80 ° С (при номінальному струмі, 2 фази)

Крутний момент, 87 кг*см

Момент інерції ротора 2700 г*см²

Струм фази , 6А

Індуктивність фази 6,5 мГн

Напруга живлення 24В

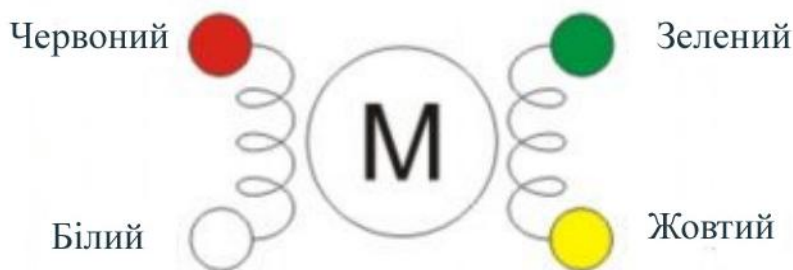


Рисунок 3.12 – Виводи обмоток двигуна

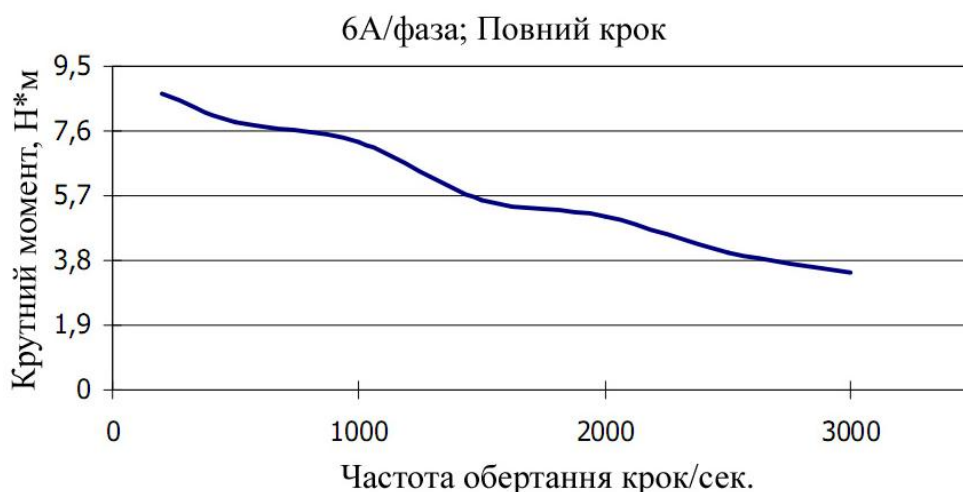


Рисунок 3.13 – Навантажувальна характеристика крокового двигуна

FL86STH118-6004A

З наведеної на рисунку 3.13 характеристики бачимо, що двигун володіє високим моментом який не падає із зростанням частоти обертання.

3.5 Розробка структурної та електричної принципової схеми керування електроприводом

Структурна схема даного пристрою зображена на рисунку 3.14 та [МРМА 24.00.00.000 ТК].

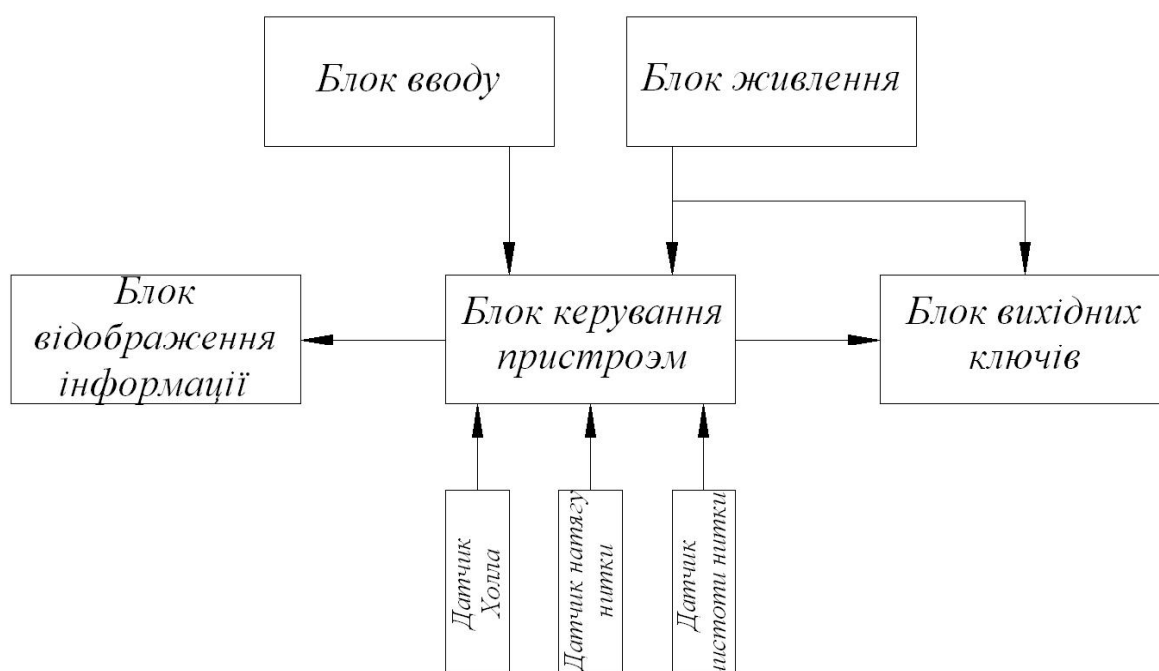


Рисунок 3.14 – Блок-схема роботи пристрою

3.5.1 Блок вводу

Блок введення складається з дев'яти клавiш, що утворюють матричну клавіатуру 3*3. Як клавiші використовуються кнопки. Робота цієї клавіатури описана в описі програми. Резистори R3 - R5 використовуються для обмеження струму через лінії матричної клавіатури.

Система матричної клавіатури показана на малюнку. 3.15.

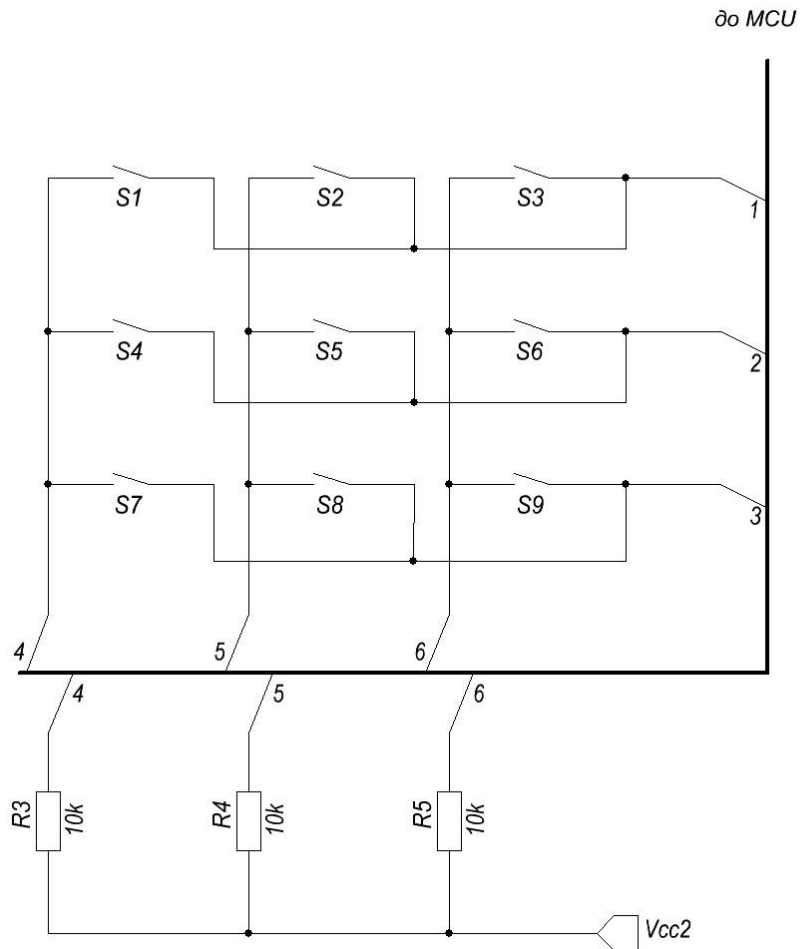


Рисунок 3.15 – Схема матричної клавіатури

3.5.2 Блок керування пристроєм

Для керування основною роботою пристрою (керування вихідними каналами та відображення інформації) було обрано мікроконтролер Atmel Atmega8515. Характеристики цього мікроконтролера, наведені в таблиці 3.2, прийнятні для драйвера. У нього достатньо пам'яті для запису програми і достатньо виводів для керування зовнішніми периферійними пристроями.

Таблиця 3.2 – Характеристика мікроконтролера Atmega 8515

Позначення	Пам'ять програм (FLASH), Кбайт	Пам'ять даних (SRAM), байт	Пам'ять даних (EEPROM), байт
Atmega8515	4	512	512

Кількість контактів вводу/виводу	Напруга живлення, В	Тактова частота, МГц	Тип корпусу
32	4,5...5,5	0...20	DIP – 40

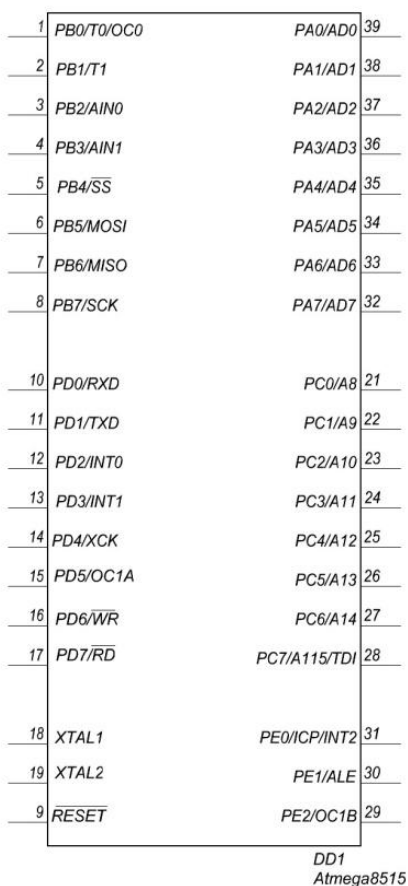


Рисунок 3.16 – Розпайка мікроконтролера Atmega8515

З огляду на технологію виробництва пристроїв, зручніше і доцільніше використовувати мікроконтролери в корпусах DIP (рис. 3.16).

3.5.3 Блок відображення інформації

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Електрична схема блоку керування індикацією зображена на рисунку 3.17.

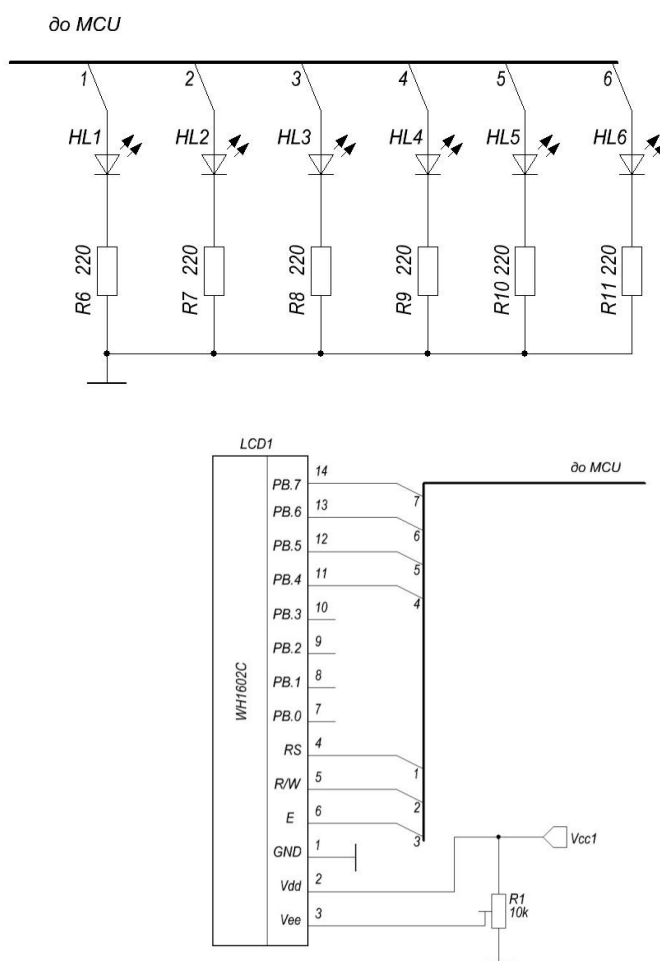


Рисунок 3.17 – Електрична схема інтерфейсу

Пристрій складається з РК-інтерфейсу та світлодіодної стрічки. Інтерфейс слугує для відображення системної інформації для керування пристроєм, а світлодіодна доріжка є додатковим елементом і призначена тільки для створення потрібного ефекту під час роботи пристрою.

Для інтерфейсу було використано індикатор WINSTAR WH1602C. Характеристики

1. тип: символний (символьна композиція);
2. розширюваність:
- 2 рядки, 16 символів;
3. розміри модуля, мм: 66.0 x 16.0, діагональ 2.7 дюйма;

4. розміри пікселя, мм: 0.55 x 0.65;

5. тип контролера: S6B0066U.

3.5.4 Драйвер двигуна

Електрична схема блоку вихідних ключів зображена на рисунку 3.18.

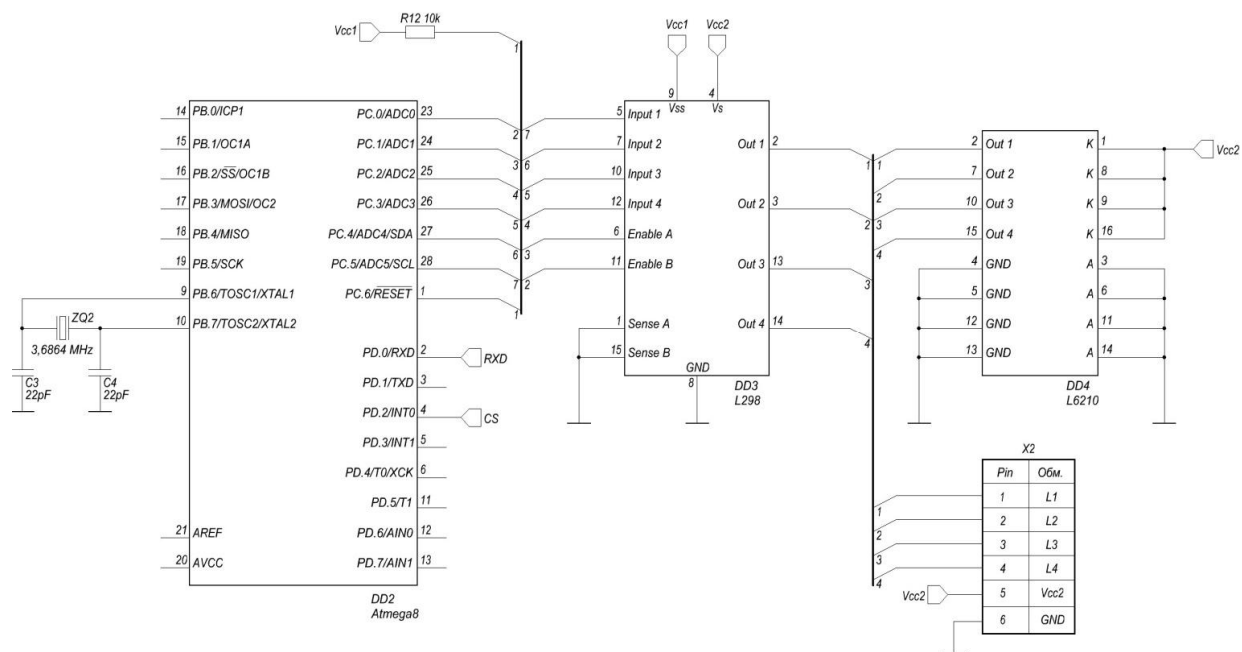


Рисунок 3.18 – Електрична схема драйвера двигуна

В якості двигуна крокового використовуємо двигун FL86STH118-6004A, Функції елементів схеми є стандартними і пояснення не потребують.

3.5.5 Блок живлення

Електрична схема блоку живлення зображена на рисунку 3.19.

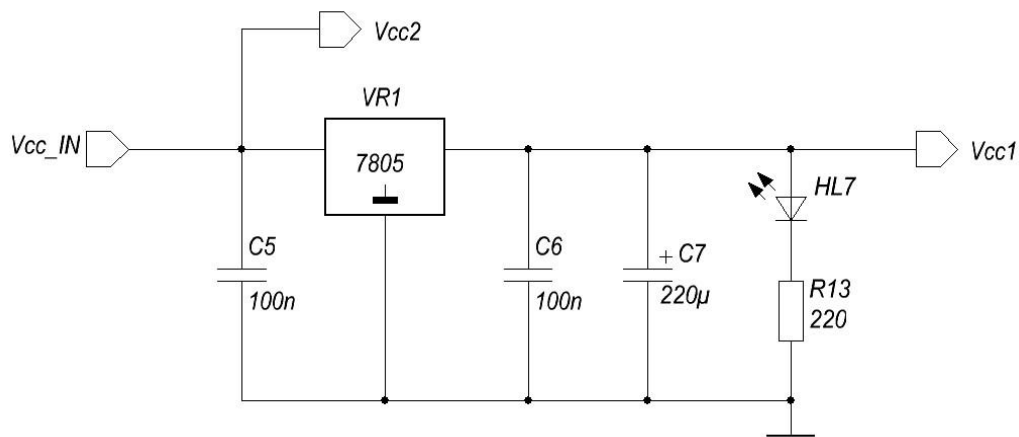


Рисунок 3.19 – Блок живлення

Схема складається з компенсаційного регулятора VR1 зі стабілізованою напругою 5 В, який живить мікроконтролер пристрою. На вході та виході живлення шунтується конденсаторами C5 і C6, які компенсують відповідне збурення. Конденсатор C7 слугує додатковим згладжувальним фільтром струму.

Висновки по третьому розділу.

У третьому розділі цієї роботи запропоновано конструкцію приводу побутової в'язальної машини. Обрано основні конструктивні елементи. Складено структурну та електричну схеми керування електроприводом.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

4.1 Кінематичний розрахунок привода

Вихідні дані:

- хід каретки – 1,25 м;
- швидкість переміщення каретки $v \leq 1$ м/с;
- маса каретки $m_k = 2,2$ кг;
- маса кріплення $m_{кр} = 0,3$ кг.
- зусилля переміщення каретки $F \leq 120$ Н;

Крутний момент $M_H = 8,7$ Н*м.

Радіус шківів приймаємо $R = 0,032$ м.

Момент інерції ротора $J_M = 2,7 \cdot 10^{-4}$ кг*м².

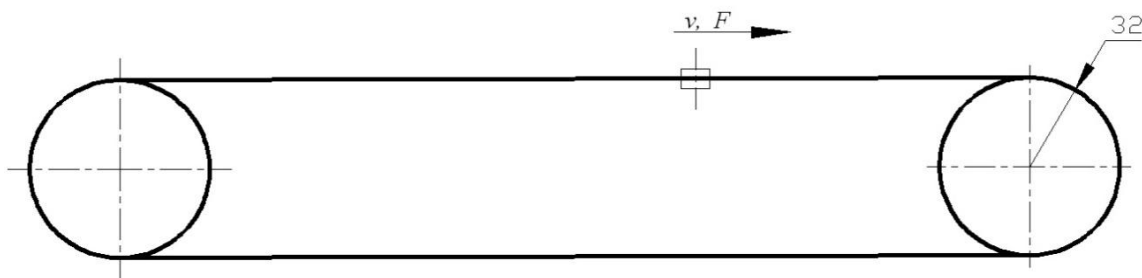


Рисунок 4.1 – Схема зубчасто-пасової передачі

Робочий момент який потрібно для переміщення каретки [2]:

$$M_p = F \times R; \quad (4.1)$$

$$M_p = 120 \times 0,032 = 3,84 \text{ Н} \times \text{м}$$

Розгін:

Визначаємо пусковий момент каретки:

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$v_0=0 \text{ м/с}; v_k=1 \text{ м/с.}$$

Зовнішній момент інерції каретки

$$J_x = 91,2 \times m \times \frac{v^2}{n_{\text{дв}}}; \quad (4.2)$$

$$J_x = 91,2 \times 2,5 \frac{1}{450} = 11,3 \times 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

де маса робочої частини $m_{p.ч.} = m_k + m_{kp} = 2,2 + 0,3 = 2,5 \text{ кг}$

Обертальний статичний момент двигуна

$$M_L = \frac{F \times V \times 9,55}{n_{\text{дв}}}; \quad (4.3)$$

$$M_L = \frac{25 \times 9,55}{450} = 0,53 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Механічний привід здійснює циклічні зворотно-поступальні рухи. Кожен цикл складається з таких фаз: розгін із кінцевого положення до робочої швидкості - рух із постійною швидкістю - гальмування - зупинка, розгін у зворотному напрямку - рух - гальмування - зупинка, і цикл повторюється. Циклограма роботи приводу показана на малюнку 4.2.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

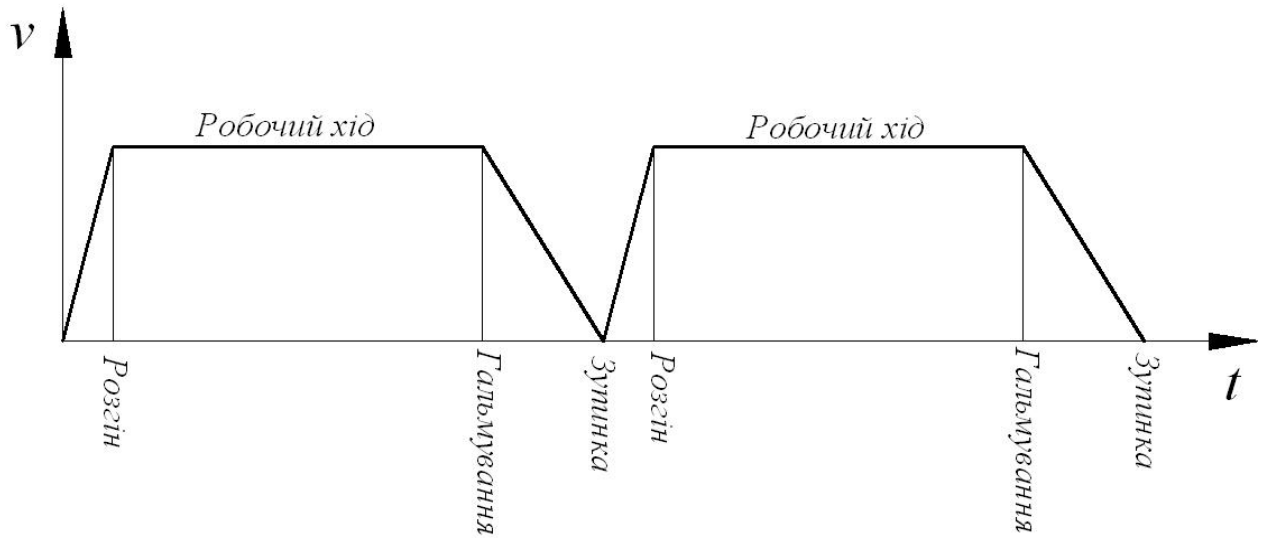


Рисунок 4.2 – Циклограма роботи привода

Час розгону:

$$t_p = \frac{\frac{J_M}{C_e} + \frac{J_X}{h} \cdot \frac{\ddot{\varphi}}{\dot{\varphi}} \cdot \eta_{дв}}{9,55 \frac{M_H}{C_e} - \frac{M_L}{h} \cdot \frac{\ddot{\varphi}}{\dot{\varphi}}}; \quad (4.4)$$

$$t_p = \frac{\frac{2,7 \times 10^{-4}}{C_e} + \frac{11,3 \times 10^{-4}}{0,94} \cdot \frac{\ddot{\varphi}}{\dot{\varphi}} \cdot 450}{9,55 \frac{8,7}{C_e} - \frac{0,53}{0,94} \cdot \frac{\ddot{\varphi}}{\dot{\varphi}}} = 0,0085c.$$

де ККД системи $h = h_i \cdot \eta_{\varphi,i} = 0,99 \cdot 0,95 = 0,94$;

ККД підшипника $\mu_p = 0,99$;

ККД зубчасто пасової передачі $\mu_{з.п} = 0,95$.

Прискорення при розгоні:

$$a_p = \frac{V}{t_p}; \quad (4.5)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$a_p = \frac{1}{0,0085} = 117,6 \text{ м / с}^2.$$

Шлях розгону:

$$S_p = \frac{1}{2} \times v_p \times V \times 1000; \quad (4.6)$$

$$S_p = \frac{0,0085 \times 1 \times 1000}{2} = 4,25 \text{ мм}$$

Гальмування:

Час гальмування:

$$t_2 = \frac{(J_M + J_X \times h) \times n_{де}}{9,55 \times M_L \times h}; \quad (4.7)$$

$$t_2 = \frac{(2,7 \times 10^{-4} + 11,3 \times 10^{-4} \times 0,94) \times 450}{9,55 \times 0,53 \times 0,94} = 0,126 \text{ с.}$$

Сповільнення при гальмуванні:

$$a_2 = \frac{V}{t_2}; \quad (4.8)$$

$$a_2 = \frac{1}{0,126} = 7,94 \text{ м / с}^2.$$

Довжина гальмівного шляху:

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$S_2 = \frac{1}{2} \alpha_2 \times V \times 1000; \quad (4.9)$$

$$S_2 = \frac{0,126 \times 1 \times 1000}{2} = 63 \text{ мм.}$$

4.2 Розрахунок зубчасто-пасової передачі

Вихідні дані:

передаточне число $u=1$;

частота обертання швидкохідного вала $n=450 \text{ хв}^{-1}$;

передана потужність $P=0,4 \text{ кВт}$;

коефіцієнт використання передачі в добі $K_{\text{доб}}=0,33$.

Розраховуємо зубчасту передачу із ременем із трапецеїдальною формою зубів, при якій коефіцієнт форми зуба $k=3,5$. При коефіцієнті динамічності $K_F=1,0$ і вихідних даних значення модуля [6]:

$$m = k \sqrt[3]{P \times 10^3 K_F / n}; \quad (4.10)$$

де P – номінальна потужність на ведучому валу, кВт;

k – коефіцієнт, що залежить від форми зуба;

K_F – коефіцієнт динамічності навантаження.

$$m = 3,5 \sqrt[3]{0,4 \times 10^3 \times 1,0 / 450} = 3,37 \text{ мм.}$$

Отримане значення m округляємо до стандарту з таблиці [2] $m=4 \text{ мм}$.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо число зубів шківа малого z_1 , в залежності від частоти його обертання і модуля [2]. Приймаємо $z_1=16$. Число зубів шківа великого

$$z_2 = z_1 \times i; \quad (4.11)$$

$$z_2 = 16 \times 1 = 16.$$

Обчислюємо діаметри окружностей ділільних шківів, вимірюваних по розташуванню осей металевих тросів:

ведучого:

$$d_1 = m \times z_1; \quad (4.12)$$

$$d_1 = 4 \times 16 = 64 \text{ мм};$$

веденого:

$$d_2 = m \times z_2; \quad (4.13)$$

$$d_2 = 4 \times 16 = 64 \text{ мм}.$$

Мінімальна міжосьова відстань

$$a_{\min} = 0.5 \times (d_1 + d_2) + 2m; \quad (4.14)$$

$$a_{\min} = 0.5 \times (64 + 64) + 2 \times 4 = 72 \text{ мм}.$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Згідно технічного завдання попередньо приймаємо $a' = 1250 + a_{\min} = 1322 \text{ мм}$,
при цьому міжосьова відстань в кроках:

$$a_{\frac{\phi}{p}} = a_{\phi} P = a_{\phi} \pi m; \quad (4.15)$$

$$a_{\frac{\phi}{p}} = a_{\phi} P = a_{\phi} \pi m = 1322 / 3,14 \times 4 = 105,25 \text{ мм.}$$

Обчислюємо середнє число зубів z_m і похибку Δ_1

$$z_m = 0.5(z_1 + z_2);$$

$$z_m = 0.5(16 + 16) = 16;$$

(4.16)

$$\Delta_1 = (z_2 - z_1) / 2\pi = 0;$$

$$\Delta_1 = (16 - 16) / (2 \times 3.14) = 0.$$

Попередньо визначаємо довжину пасу в кроках (число зубів пасу)

$$z_{\phi} = 2 \times a_{\frac{\phi}{p}} + z_m + \Delta_1^2 / a_{\frac{\phi}{p}}; \quad (4.17)$$

$$z_{\phi} = 2 \times 105,25 + 16 = 226,5$$

З таблиці [6] вибираємо згідно стандарту $z_p = 235$.

При цьому довжина пасу

$$L_p = z_p \times \pi \times m; \quad (4.18)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$L_p = 235 \times 3,14 \times 4 = 2951,6 \text{ мм.}$$

Обчислюємо :

$$A = z_p - z_m; \quad (4.19)$$

$$A = z_p - z_m = 235 - 16 = 219$$

Дійсну міжосьову відстань визначаємо з врахуванням A , Δ_1 і кроку P по формулі:

$$a = 0,25 \times P (A + \sqrt{A^2 - 8 \times \Delta_1^2}); \quad (4.20)$$

$$a = 0,25 \times 2,57 \times (219 + \sqrt{219^2 - 8 \times 0^2}) = 1376,41 \text{ мм.}$$

Розраховуємо кут обхвату пасу шківа малого:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3 \times (d_2 - d_1) / a; \quad (4.21)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3 \times (64 - 64) / 1375,32 = 180^\circ .$$

Число зубів у зачепленні на цьому шківі:

$$z_0 = z_1 \times \alpha_1 / 360^\circ; \quad (4.22)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$z_0 = 16 \times 180 / 360^\circ = 8 > [z_0] = 6.$$

Швидкість руху паса:

$$V = \rho \times d_1 \times n / (60 \times 10^3); \quad (4.23)$$

$$V = 3,14 \times 64 \times 450 / (60 \times 10^3) = 1,5 \text{ м / с.}$$

Визначаємо колову розрахункову силу:

$$F_{\text{тр}} = 10^3 \times P \times K_F / V; \quad (4.24)$$

$$F_{\text{тр}} = 10^3 \times 0,4 \times 1,0 / 1,5 = 266,67 \text{ Н.}$$

З таблиці [6] знаходимо номінально питому допустиму силу, $[F_{\text{пит}}]_0 = 25$ Н/мм.

Коефіцієнт режиму роботи при $K_{\text{доб}} = 0,33$ и $K_F = 1,0$ встановлюємо $K_p = 1$.

З таблиці [6] вибираємо величину $q_0 = 6 \times 10^{-3}$ кг/(м*мм).

За рекомендацією приймаємо коефіцієнт $K_\beta = 0,85$.

Тоді розрахунково допустима питома сила:

$$[F_{\text{пит}}]_p = [F_{\text{пит}}]_0 \times K_p \times K_\beta - q_0 \times V^2; \quad (3.16)$$

$$[F_{\text{пит}}]_p = 25 \times 1 \times 0,85 - 6 \times 10^{-3} \times 1,5^2 = 24,987 \text{ Н/мм.}$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

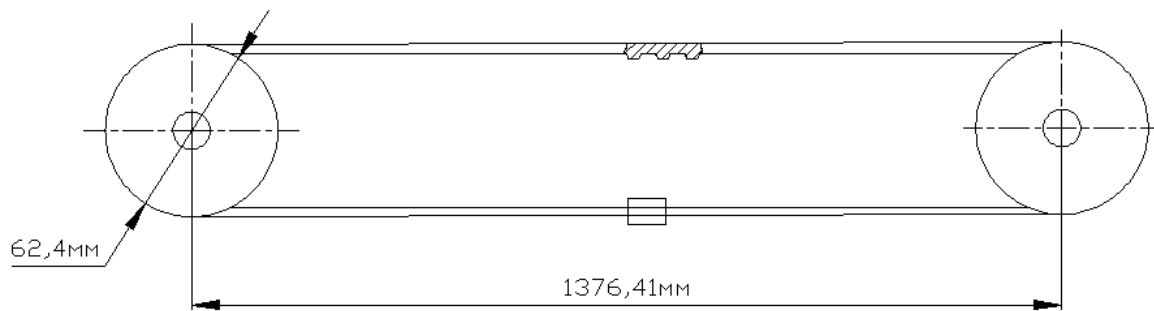


Рисунок 4.3 – Схема зубчато-пасової передачі

З умови забезпечення працездатності пасу визначаємо його ширину:

$$b \geq F_{tp} / [F_{пит}]_p; \quad (4.25)$$

$$b = 266,67 / 24,987 = 10,67 \text{ мм.}$$

З таблиці [6] ширина пасу стандартна $b_{ст} = 12,5$ мм.

Сила, що діє на вали й опори:

$$F_B = K_B \times F_{tp}; \quad (4.26)$$

$$F_B = 1,1 \times 266,67 = 293,337 \text{ Н}$$

Обчислюємо розміри шківів:

Ширина обода зубчастого шківа:

$$B = b + m; \quad (4.27)$$

$$B = 12,5 + 4 = 16,5 \text{ мм.}$$

З таблиці [6] відстань від осі троса до западин ремня $d = 0.8\text{мм}$.

Розраховуємо поправки до діаметрів шківів, що враховують деформацію паса радіальну, при піддатливості витків каркаса $l = 8 \times 10^{\text{Ø}4} - \text{мм}^2 / \text{Н}$.

Для ведучого:

$$k_1 = 0,2(F_t / b) \times l \times z_2; \quad (4.28)$$

$$k_1 = 0,2 \times (266,67 / 12,5) \times 6 \times 10^{\text{Ø}4} \times 6 = 0,041\text{мм}.$$

Для веденого:

$$k_2 = 0,2(F_t / b) \times l \times z_1; \quad (4.29)$$

$$k_2 = 0,2 \times (266,67 / 12,5) \times 6 \times 10^{\text{Ø}4} \times 6 = 0,041\text{мм}.$$

Діаметри окружностей зубів вершин шківів:

$$d_{a1} = d_1 - 2 \times d + k_1 = 64 - 2 \times 0,8 + 0,041 = 62,359\text{мм} \quad (4.30)$$

$$d_{a2} = d_{a1} = 62,359\text{мм}$$

З таблиці [6] висота зуба $h_3 = 4\text{мм}$. Діаметри кіл зубів впадин шківів:

$$d_{f1} = d_{a1} - 2 \times h_3; \quad (4.31)$$

$$d_{f1} = 62,359 - 2 \times 4 = 54,359\text{мм}.$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$d_{f2} = d_{f1} = 54,359 \text{ мм}$$

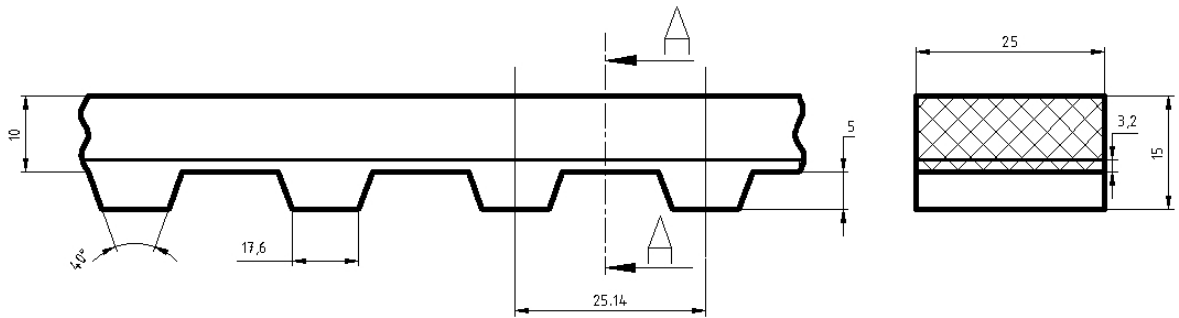


Рисунок 4.4 – Зубчастий пас

Згідно проведених розрахунків приводимо всі отримані результати у вигляді таблиці 4.1 [6]

Таблиця 4.1 - Параметри зубчастого пасу

Модуль, t	4,0
Крок, P	12,57
Ширина зубця, S	4,4 мм
Висота зубця, h	2,5 мм
Висота пасу, H	5,0 мм
Відстань від впадин пасу до осі троса, δ	0,8 мм
Кут профіля зуба, γ	40
Ширина пасу, b	12,5 мм
Число зубців пасу, Z	235
Довжина пасу, L	2951,6 мм

Нормальний модуль	m_n	4
Кількість зубців	Z	16

Тип зубця	–	Трапецеїдальний
Ділильний діаметр	d	64 мм
Діаметр западин зубів шківа	D_f	54,4 мм
Ширина шківа	$S_{ш}$	18,8 мм
Висота зуба	$h_{ш}$	4,0 мм

Таблиця 4.2 Параметри зубчастого шківа

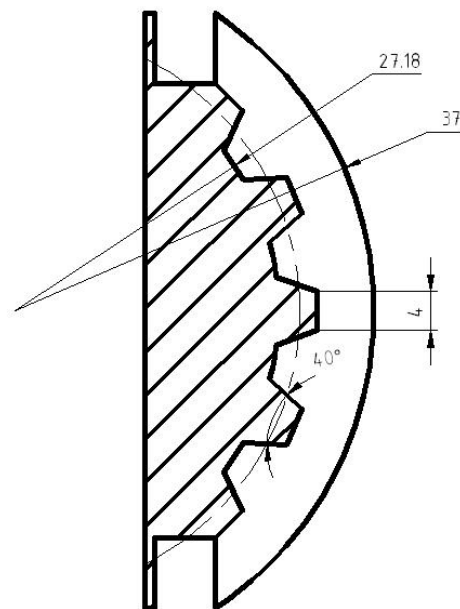


Рисунок 4.5 – Зубчастий шків

4.3 Розрахунок зубчасто-пасової передачі на міцність

Розрахунковий тиск на зубцях паса:

$$P = \frac{F_{tp} \times j}{z_0 \times b \times h} \times \xi [P]_z. \quad (4.32)$$

де $j \gg 2$ – коефіцієнт концентрації навантаження між зубцями, по довжині і висоті зубців.

$$P = \frac{266,67 \times 2}{8 \times 2,5 \times 2,5} = 2,13 \text{Па} = 2,13 \times 10^6 \text{МПа}. \quad (4.33)$$

$P \times \xi [P]_z = 1,5 \text{МПа}$ – умова виконується

Допустима напруга на зсув з врахуванням режиму роботи для зубців паса, МПа:

$$(t_{zc})_p = \frac{(t_{zc})}{K_p} \quad (4.34)$$

Загальний корегуючий коефіцієнт: $K_\phi = 1,1$ [1]

Базова кількість циклів: $N_0 = 10^6$.

Кількість циклів передачі: $N_u = 60 \times \frac{z_1}{Z_p} \times \alpha_2 \times \alpha_1$; $N_u = 11,95 \times 10^6$.

Допустима напруга для матеріалу паса: $t_{zc} = 4 \text{МПа}$.

$$K_p = K_\phi \sqrt[6]{\frac{N_u}{N_0}}; \quad (4.35)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$K_p = 1,1 \sqrt[6]{\frac{11,95 \times 10^6}{10^6}} = 1,66.$$

отже: $(t_{zc})_p = \frac{(t_{zc})}{K_p} = 2,4 \text{ МПа},$

Напруження зубців на зсув, МПа:

$$t_{zc} = \frac{F \times K_D}{z_0 \times S_1 \times b \times K} \quad (4.36)$$

Колова сила на ведучому шківі, Н:

$$F = \frac{60P \times 10^6}{\rho \times n_1 \times m \times z_1}; \quad (4.37)$$

$$F = 265,4 \text{ Н.}$$

Динамічний коефіцієнт умов роботи: $K_D = 1,1.$ [1]

Коефіцієнт, що враховує конструктивні параметри зубців: $K = 2,65$ [1]

Напруження зубців на зсув, МПа:

$$t_{zc} = \frac{265,4 \times 1,1}{6 \times 4,4 \times 12,5 \times 2,65} = 0,33 \text{ МПа}; \quad (4.38)$$

Перевірка умови на працездатність:

$$t_{zc} = 0,33 \text{ МПа} \leq (t_{zc})_p = 2,4 \text{ МПа.}$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- умова виконується, отже передача зубчато-пасова працюватиме.

4.4 Розрахунок шпонки та підшипника

Розрахунок на міцність шпонкових з'єднань.

Прийняті призматичні шпонки по СТ СЭВ 189-75 [6].

Розрахунок на зминання від моменту обертового M виконують за формулою:

$$s_{зм} = \frac{2,2M}{dl_p(h - t_1)} = \frac{4,4M}{dl_p h} \leq [s]_{зм}; \quad (4.39)$$

де M – обертовий момент; d - діаметр вала, мм; l_p – довжина робоча шпонки, мм; $l_p=l+b$; l, b - відповідно ширина і довжини шпонки, мм; h, t_1 – відповідно висота та глибина паза вала, мм;

$[s]_{зм} = 10 \text{ Н / мм}^2$ - напруга деформування. [2, стор.94].

Умова стійкості на зріз:

$$t_{зр} = \frac{2M}{bl_p d} \leq [t]_{зр}; \quad (4.40)$$

де $[t]_{зр}$ - допустиме напруження зрізу, Н / мм^2 , $[t]_{зр} = 100 \text{ Н / мм}^2$

Прийнято шпонку $b = 5 \text{ мм}$, $h = 5 \text{ мм}$. [2]

Вал двигуна $d = 12 \text{ мм}$.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Глибина паза вала $t=3\text{мм}$, втулки $t_1=2,3\text{мм}$;

Довжину вибираємо із стандартного ряду (по ГОСТу 8789-68) $l=25$.

$$s_{зм} = \frac{4,4M}{dl_p h} = \frac{4,4 \times 8,55}{(25 - 5) \times 2 \times 5} = 0,03H / \text{мм}^2; \quad (4.41)$$

$s_{зм}$, $\xi [s]_{зм}$, – умова виконується

Перевірка по напруженням зрізу

$$t_{зр} = \frac{2 \times 8,55}{5 \times (25 - 5) \times 2} = 0,014H / \text{мм}^2 \xi [t_{зр}] - \text{умова виконується.}$$

Кінцево приймемо шпонку :

призматична 5 ´ 5 ´ 25.

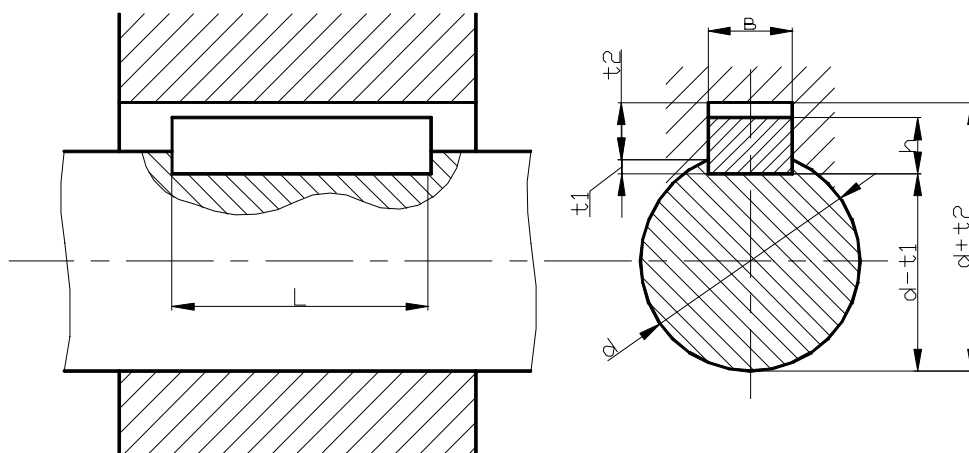


Рисунок 4.6 – Призматична шпонка

Розрахунок підшипників кочення:

Обираємо шарикопідшипник радіальний опорний легкої серії 200 з такими параметрами:

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$\text{№}200, d = 10 \text{ мм}, D = 30 \text{ мм}, B = 9 \text{ мм}$ [2]

$R = 1 \text{ мм}; d_2 = 15,9 \text{ мм}; D_2 = 25,1 \text{ мм}.$

Статична вантажопідйомність $C_0 = 2,61 \text{ кН}$

Динамічна вантажопідйомність $C = 4,6 \text{ кН}$

$m = 0,03 \text{ кг}.$

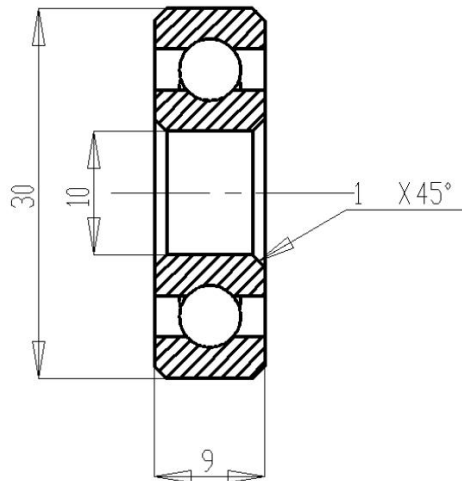


Рисунок 4.7 – Підшипник

4.5 Розрахунок блока живлення електропривода

Для зовнішнього живлення цієї схеми необхідне мережеве джерело живлення. Такий блок розрахований тут (рис. 4.8). Для цього необхідні трансформатор Т1, діодні мости VD1 - VD4 і згладжувальний конденсатор С4.

Вихідні дані для розрахунку блока живлення схеми керування:
 $U_{н0} = 12 \text{ В}, I_0 = 50 \text{ мА}, f = 50 \text{ Гц}, K_{н.сун.} = 50 \text{ Гц}.$

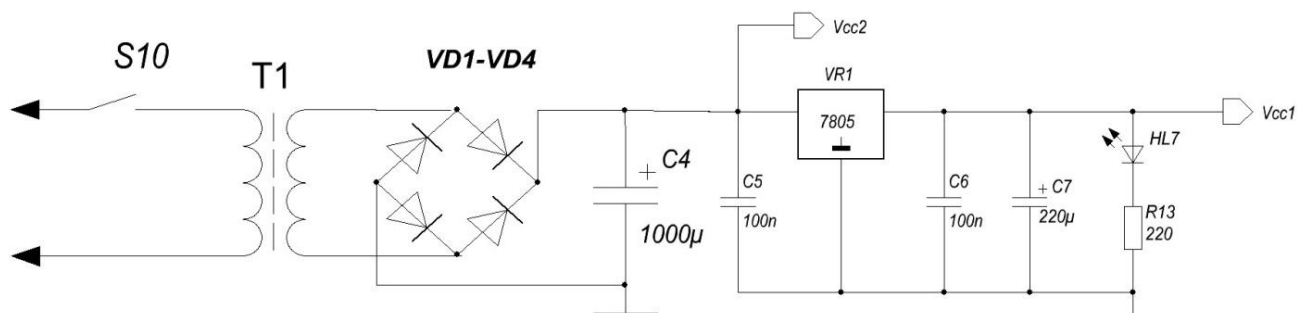


Рисунок 4.8 – Електрична схема блоку живлення

4.5.1 Вибір типу діодів

Визначаємо напругу зворотну:

$$U_{зв} = 1,5U_0; \quad (4.42)$$

$$U_{зв} = 1,5 \times 14,4 = 21,6B.$$

тут прийнято $U_0 = 1,2U_{н0} = 1,2 \times 12 = 14,4B$.

Середній струм :

$$I_{cp} = 0,5I_0; \quad (4.43)$$

$$I_{cp} = 0,5I_0 = 0,5 \times 50 = 25mA.$$

Обираємо діоди типу *КД522Б* з $I_{np.max} = 100mA$, $I_{зв.max} = 1мкА$, $U_{зв} = 50B$,
 $U_{np} = 1.1B$, $R_{зв} = 50МОм$, $R_{np} = 11Ом$ [14].

4.5.2 Розрахунок трансформатора

Визначаємо опір трансформатора:

$$R_{mp} = \frac{830U_0}{I_0^4 \sqrt{U_0 I_0}}; \quad (4.44)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$$R_{mp} = \frac{830 \times 4.4}{50 \times \sqrt{14.4 \times 50}} = 46 \text{ Ом.}$$

Напруга на обмотці вторинній трансформатора:

$$U_2 = 0,75U_0 + \frac{I_0(2R_{np} + R_{mp})}{530}; \quad (4.45)$$

$$U_2 = 0,75 \times 4.4 + \frac{50(2 \times 1 + 122)}{530} = 24 \text{ В.}$$

Струми:

$$I_2 = 1,41I_0 + \frac{16,6U_0}{2R_{np} + R_{mp}}; \quad (4.46)$$

$$I_2 = 1,41 \times 50 + \frac{16,6 \times 4,4}{2 \times 1 + 122} = 72 \text{ mA};$$

$$I_1 = \frac{1,2U_2I_2}{U_1}; \quad (4.47)$$

$$I_1 = \frac{1,2 \times 24 \times 72}{220} = 9,4 \text{ mA.}$$

Визначаємо потужність габаритну трансформатора, яка для двонапівперіодної схеми визначається:

$$P_G = \frac{1,2U_2I_2}{1000}; \quad (4.48)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$P_G = \frac{1,2 \times 24 \times 72}{1000} = 2,07 \text{ ВА.}$$

Для проводу марки ПЭЛ визначаємо площу приведену поперечного перерізу осердя:

$$Q_c Q_0 = 1,6 P_G; \quad (4.49)$$

$$Q_c Q_0 = 1,6 \times 2,07 = 3,3 \text{ см}^4.$$

З таблиці 6 [3] обираємо для трансформатора пластини типу Ш-14 з $Q_0 = 1,47 \text{ см}^2$, шириною стержня середнього осердя $y = 1,4 \text{ см}$, висотою вікна $h = 2,1 \text{ см}$, шириною вікна $b = 0,7 \text{ см}$, рисунок 4.9.

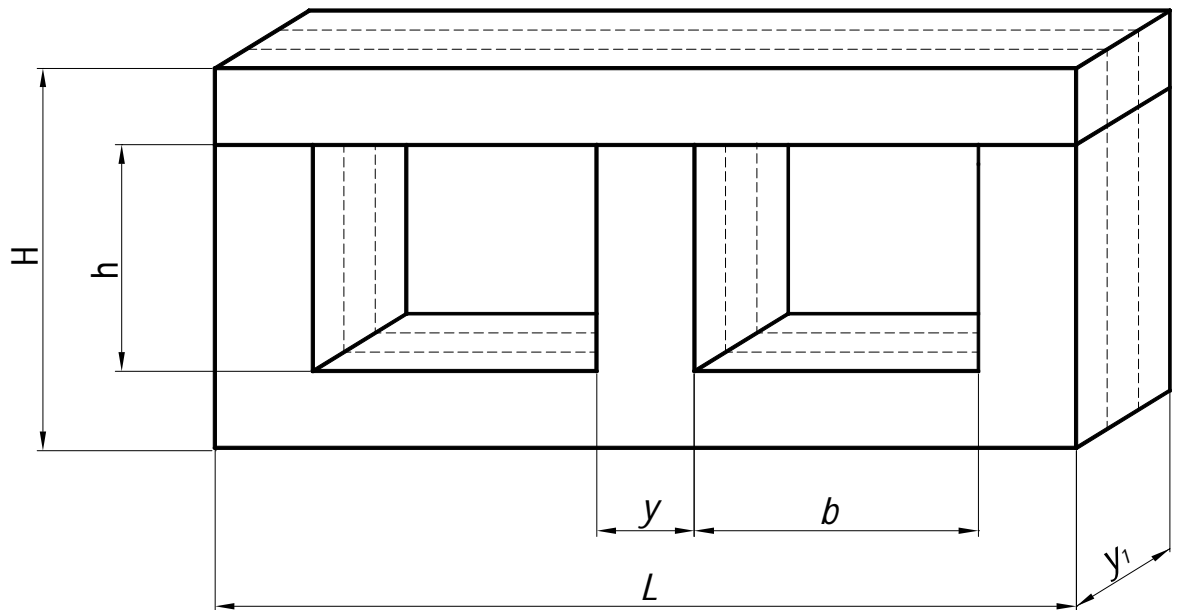


Рисунок 4.9 – Ш-подібний магнітопровід з пластин

При цьому отримуємо:

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$Q_c = \frac{Q_c Q_o}{Q_o}; \quad (4.50)$$

$$Q_c = \frac{3,6}{1,47} = 2,44 \text{ см}^2.$$

Необхідна товщина пакету пластин

$$c = \frac{Q_c}{a}; \quad (4.51)$$

$$c = \frac{2,44}{1,4} = 1,74 \text{ см}.$$

Визначаємо товщину дроту і кількість витків первинної та вторинної обмотки трансформатора:

$$w_1 = \frac{48U_1}{Q_c}; \quad (4.52)$$

$$w_1 = \frac{48 \times 220}{2,44} = 4328 \text{ витків};$$

$$w_2 = \frac{54U_2}{Q_c}; \quad (4.53)$$

$$w_2 = \frac{54 \times 24}{2,44} = 531 \text{ витків};$$

$$d_1 = 0,05\sqrt{I_1}; \quad (4.54)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$d_1 = 0,05\sqrt{10,3} = 0,08 \text{ мм};$$

$$d_2 = 0,05\sqrt{I_2}; \quad (4.55)$$

$$d_2 = 0,05\sqrt{72,5} = 0,43 \text{ мм} (0,5 \text{ мм}).$$

4.5.3 Розрахунок ємнісного фільтра

Ємність конденсатора на вході фільтра:

$$C_0 = \frac{30I_0}{U_0}; \quad (4.56)$$

$$C_0 = \frac{30 \times 50}{17} = 88 \text{ мкФ}.$$

Обираємо $C_0 = 100 \text{ мкФ}$.

Номинальна напруга конденсатора $U_c \approx 1,2U = 1,2 \times 12 = 14,4 \text{ В}$. Приймаємо $U_c = 16 \text{ В}$.

Для отримання стабілізуючої напруги для живлення мікроконтролера в схемі використовується мікросхема-стабілізатор 7805, що забезпечує стабілізуючу напругу 5 В. Ця мікросхема має бути встановлена на радіатори площею не менше ніж 150 мм^2 .

Висновки по четвертому розділу.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

У розділі 4 цієї роботи були розраховані основні конструктивні елементи розробленого приводу. Зокрема, було розраховано зубчасто-ремінну передачу, шпонкові з'єднання і підшипники. Також було розраховано блок живлення електропривода.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ВИСНОВКИ

У результаті проектування було розроблено електропривод для домашньої в'язальної машини Silver Reed SK 840. Привід оснащений функцією швидкої зупинки в разі обриву пряжі, обриву нитки, пошкодження компонентів або великого навантаження на двигун в'язальної машини. У разі аварійної зупинки на екрані відображається код помилки, що викликала зупинку.

Швидкість приводу залежить від ширини виробу, але в середньому становить близько 20-25 проходів за хвилину, включаючи автоматичну зміну кольору. Усі параметри приводу в'язальної машини налаштовуються на окремому блоці керування, включно з довжиною проходу, типом руху і швидкістю.

До комп'ютера можна вводити візерунки та малюнки: до 200 рядів (тобто 200 стібків у сумі) і 1200 рядів для стандартних візерунків і 200 рядів і 300 рядів для багатобарвних візерунків (жаккард).

Побутова в'язальна машина Silver Reed SK840 призначена для виготовлення індивідуальних виробів. Вона вирізняється широким набором функцій, простотою і зручністю у використанні.

Автоматичний електропривод перетворює Silver Reed SK840 на напівпромислову машину, здатну виконувати технічні завдання в автоматичному режимі та розвивати необхідну швидкість виробництва.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель. – Київ : Алерта, 2005. – 368 с.
2. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник / В. Т. Павлице. – 2-ге вид., перероб. – Львів : Афіша, 2003. – 560 с.
3. Присяжнюк П.А. Накладка и эксплуатация плосковязальных трикотажных машин. – К.: Техніка , 1983 – 136 с.
4. Мойсеєнко Ф. А. Проектування в'язальних машин. – Харків: «Основа», 1994. – 336 с.
5. Б.В. Орловський, В.М. Дворжак. Плосков'язальні машини (комп'ютерні, напівавтоматизовані, ручні). Конструкція та сервісне обслуговування: Навчальний посібник. – К.: КНУТД, 2012.– 247 с.
6. Г. В. Архангельський. Деталі машин. Розрахунок та конструювання : підручник. – Київ : Талком, 2014. – 684 с.
7. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин[Текст]:підручник/ Я.Т. Кіницький.-К.:Наукова думка,2002.-659с.
8. Полотна трикотажні. Види, в'язальне устаткування, переплетення. Терміни та визначення. ДСТУ 2319-93. – К.: Держстандарт України. – 72 с.
9. Коваленко І. О. Кроковий електропривод з векторним керуванням / І. О. Коваленко, М. О. Остапець, Т. О. Остапець. URL: http://epa.kpi.ua/wp-content/uploads/2016/02/15-KROKOVIIJ-ELEKTROPRIV_OD-Z-VEKTORNIM-KERUVANNYAM.pdf (дата звернення: 24.10.24).
10. Белікова Л.Я. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л.Я. Белікова, В.П. Шевченко. – Одеса : Наука і техніка, 2012. – 478 с.
11. Московець П. А. Дослідження електроприводів постійного струму з імпульсними перетворювачами напруги / П. А. Московець. URL: <http://masters.donntu.org/2013/etf/moskovets/diss/indexu.htm>. (дата звернення: 26.10.24).

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

12. Minimum Torque Ripple, Maximum Efficiency Excitation of Brushless Permanent Magnet Motors. // IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS. – С. 292–300.

13. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : підручник / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін; за ред. В.І.Мілих. – Київ : Каравела, 2012. – 688 с.

14. Мілих В.І. Електротехніка та електромеханіка / В.І. Мілих. – Київ : "Каравела", 2006. – 376 с.

15. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.

16. Офіційний сайт компанії Юнітех Україна. URL: <https://unitech.com.ua/> (дата звернення: 26.10.24).

17. Офіційний сайт засобів контролю якості пряжі фірми "BTSR". URL: <http://www.btsr.com> (дата звернення: 12.10.24).

18. Офіційний сайт компанії МікроАмпер. URL: <https://uamper.com/> (дата звернення: 26.10.24).

19. Офіційний сайт компанії група TME. URL: <https://www.tme.eu/ua/news/library-articles/page/41861/krokovii-stribkovii-dvighun-tipi-ta-prikladi-zastosuvannia-krokovikh-dvighuniv/> (дата звернення: 08.11.24).

20. Офіційний сайт компанії Салон швейних машин. URL: https://sewing-saloon.com/ua/vyazalnie_mashini_/ (дата звернення: 08.10.24).

21. Офіційний сайт компанії Швейний світ. URL: <https://shveinyisvit.ua/> (дата звернення: 10.10.24).

22. Офіційний сайт компанії Штіф. URL: <https://shtif.com.ua/uk/35-aksesuari-dlya-v-yazalnikh-mashin/> (дата звернення: 14.10.24).

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Додаток А

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72