

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Туровець Олександр Анатолійович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Реконструкція деревообробної майстерні на базі круглопильного торованого
верстату ЦПА-40**

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Туровець О.А.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи:

Соколовський Олег Феліксович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,

автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир 2023

АНОТАЦІЯ

Туровець О.А. Реконструкція деревообробної майстерні на базі круглопильного торцовочного верстату ЦПА-40. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Метою кваліфікаційної роботи є покращення роботи з деревиною за для поліпшення якості готової продукції, економії природних ресурсів та електроенергії, а також покращення безпеки праці під час роботи із деревиною на верстаті ЦПА-40.

Ключові слова: верстат, електродвигун, обробка деревини, частотний перетворювач, програмує релє.

ABSTRACT

Turovets O.A. Reconstruction of the woodworking workshop on the basis of the CPA-40 circular saw facing machine. Qualifying work for obtaining the master's degree 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2023.

The purpose of the qualification work is to improve working with wood for improving the quality of finished products, saving natural resources and electricity, as well as improving occupational safety when working with wood on the TsPA-40 machine.

Key words: machine tool, electric motor, woodworking, frequency converter, programming relay.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. СТАН ДЕРЕВООБРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УКРАЇНІ.....	5
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В МАЙСТЕРНІ ПО ОБРОБЦІ ДЕРЕВЕНИ.....	9
2.1. Фугування.....	9
2.2. Рейсмусування.....	10
2.3. Шліфування.....	11
2.4. Свердління.....	12
РОЗДІЛ 3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕРЕВЕНИ НА КРУГЛОПИЛЬНОМУ ТОРЦОВОЧНОМУ ВЕРСТАТІ ЦПА40.....	13
3.1. Опис технологічного процесу об'єкта проектування.....	13
3.2. Принцип роботи схеми.....	15
3.3. Технічні завдання проектування.....	17
3.4. Розрахунок та аналіз циклограми роботи механізмів та агрегатів верстату (устаткування, установки).....	18
3.5. Визначення вхідних та вихідних елементів та їх функціональне призначення.....	19
3.6. Розробка циклограми вхідних та вихідних елементів	20
3.7. Розробка математичної моделі системи управління	22
3.8. Розробка схеми електричної принципової.....	22
3.9 Побудова схеми автоматизації технологічного процес.....	23
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДА, ПУСКОЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СХЕМИ УПРАВЛІННЯ.....	26
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ.....	33
РОЗДІЛ 6. РЕАЛІЗАЦІЯ ОСНОВНИХ ЗАВДАНЬ ПРОЕКТУВАННЯ.....	35
РОЗДІЛ 7. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УКРАЇНІ.....	38
ВИСНОВОК.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	41

ВСТУП

Сучасна динаміка розвитку деревообробної промисловості визначає необхідність вдосконалення технологічних процесів та впровадження новітніх технічних рішень для оптимізації виробництва та підвищення ефективності використання природних ресурсів. У цьому контексті, відновлення та модернізація деревообробних майстерень стає стратегічно важливим завданням, спрямованим на вдосконалення виробничих процесів і зменшення екологічного впливу.

В рамках цього дослідження фокусується на реконструкції деревообробної майстерні за допомогою круглопильного торцювочного верстату ЦПА-40. Цей технічний засіб визначається своєю високою продуктивністю та гнучкістю у роботі з деревною сировиною. Однак, для досягнення максимальної ефективності та адаптації до сучасних вимог виробництва, необхідна комплексна перебудова деревообробного цеху.

Мета даного дослідження полягає в розробці та впровадженні оптимальної концепції реконструкції майстерні, яка базується на використанні круглопильного торцювочного верстату ЦПА-40. Враховуючи технічні характеристики цього верстату та специфіку деревообробного виробництва, ми спрямовуємося на досягнення оптимальної ергономіки, збільшення продуктивності та зменшення витрат сировини.

Ця робота розкриє актуальність обраної теми, обґрунтує необхідність реконструкції, а також визначить ключові аспекти планування та впровадження зазначеного технічного обладнання в процес виробництва. Такий підхід має на меті надати практичні рекомендації для вирішення завдань, пов'язаних з модернізацією деревообробної майстерні та підвищенням її конкурентоспроможності в сучасному ринковому середовищі.

РОЗДІЛ 1. СТАН ДЕРЕВООБРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УКРАЇНІ

Лісова промисловість охоплює різноманітні галузі та підприємства, які займаються вирощуванням, збиранням та обробкою деревини та інших природних ресурсів лісу. Цей сектор включає в себе весь цикл дій, починаючи від заготівлі деревини і закінчуючи її подальшою переробкою. Крім того, важливою частиною лісової промисловості є використання інших лісових продуктів, таких як лікарські рослини, ягоди, плоди і гриби.

Основні галузі лісової промисловості включають лісозаготівельну, деревообробну, целюлозно-паперову та лісохімічну сфери.

У середині 1990-х років лісова промисловість в Україні стикнулася з серйозним економічним спадом. Приватизація багатьох лісопромислових підприємств та виходження на нові зовнішні ринки сприяли певному оживленню економічного розвитку лісового сектору. Протягом останнього десятиліття Україна зазнала трансформації від імпортера до експортера деревини та виробів із дерева. Деревообробний сектор став одним з найпривабливіших для інвесторів.

За даними Державного агентства лісових ресурсів України на 2020 рік, загальна площа лісового фонду становила 10,4 млн гектарів, із яких 9,6 млн гектарів покрито лісовою рослинністю. Протягом останніх 50 років площа лісів зросла на 21%, а запас деревини практично утричі збільшився. Відновлення лісів здійснюється через відновлення на лісових ділянках та лісорозведення на менш продуктивних і деградованих землях. Приблизно 46,9% лісових земель є частиною заповідних територій [16].

Україна характеризується переважанням лісів із обмеженою сировинною базою та низькою експлуатаційною цінністю, зокрема сосни, бука, дуба та ялини. Заготівля лісосировини відповідає приблизно третині потреб національної економіки. Розвиток галузі ґрунтується на лісовому господарстві, яке включає насадження, упорядкування, захист і охорону лісів. Основний розвиток цієї галузі спостерігається в регіонах, таких як Полісся, Прикарпаття та Карпати. Лісова промисловість складає приблизно 4,5%

обсягу промислового виробництва України, займаючи близько 4,1% робочої сили в цьому секторі.

Лісозаготівельна промисловість займається проведенням вирубування, експортом та первинною обробкою деревини, а також постачає сировину для лісопильного виробництва, галузей деревообробки, целюлозно-паперової промисловості, лісохімічного сектору, гірничої промисловості, машинобудування, будівництва, залізничного транспорту та інших галузей.

Основним лісозаготівельником в Україні є підприємства Державного агентства лісових ресурсів, відомі як держлісгоспи, які контролюють більшість обсягів лісозаготівельної діяльності, охоплюючи приблизно 80%. Решта обсягів лісозаготівлі припадає на підприємства інших відомств і організацій, що використовують лісові землі, а також на підрядні колективи, які виконують роботи за угодами.

Основна частка з вирубування деревини спрямована, головним чином, на Карпатські регіони (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська та Чернівецька області) та Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська області). Найбільші ділянки вирубування знаходяться в Закарпатській, Івано-Франківській та Чернівецькій областях. Річний обсяг деревини, що заготовляється в Україні, коливається від 12 до 15 млн кубічних метрів.

У 2019 році підприємства галузі заготували 15,6 млн кубічних метрів деревини, що на 947 тис. кубічних метрів (або 5,7%) менше, ніж у 2018 році. Це пояснюється низьким зупом на внутрішньому ринку, в той час як використання деревини в промисловості та будівництві зазнає змін до зменшення, а постачання деревини для населення збільшується.

Деревообробна промисловість включає різноманітні галузі, які займаються механічним і хіміко-механічним обробленням та переробленням деревини. Ця галузь включає лісопильне виробництво, виготовлення будівельних матеріалів (фанери, деревостружкових та деревоволокнистих плит, блокхаусу і т.д.), меблів, сирників і інше. Деревообробна галузь є однією з небагатьох українських промислових галузей, яка зуміла витримати усі кризи, значно збільшивши обсяги виробництва. Порівнюючи з 2012 роком,

виробництво деревообробної продукції в Україні збільшилось на 25,9% до 2019 року.

Підприємства лісопильної промисловості та виробництва деревинних матеріалів сконцентровані в лісозаготівельних зонах, зокрема в Карпатах (Чернівецька, Івано-Франківська, Львівська та інші області) і на Поліссі (Волинська, Рівненська, Житомирська). Найбільшим виробником фанери в Україні, щорічно випускаючи 90 тис. куб. м (50% від загального обсягу виробництва фанери в країні), є ТОВ "ОДЕК" (Рівненська область).

Сірники в Україні виробляє "Рівненська сірникова фабрика" з щорічним випуском 630 млн коробок. З переходом до ринкової економіки зросла потреба на виробу мебельної промисловості, що призвело до потуного зростання цієї галузі з середини 1990-х. Підприємства меблевої промисловості розташовані практично в усіх великих містах (зокрема в Києві, Харкові, Львові, Ужгороді, Сваляві, Чернівцях, Дніпрі) та в багатьох середніх і малих містах. У 2021 році частка меблевої промисловості в обсязі всієї деревообробної промисловості складала близько 50%.

Меблева промисловість - єдина в лісопромисловому комплексі, яка виготовляє продукцію на експорт з високою доданою вартістю. Понад 80% українських меблів експортується до країн ЄС.

Целюлозно-паперова промисловість включає підприємства, які спеціалізуються на виробництві паперу, картону, штучного волокна, шпалер, целюлози, деревної маси з рослинної сировини, такої як деревина хвойних порід та відходи її обробки, солома, костриця конопель і льону, очерет, макулатура, ганчір'я та інше. Галузь виробляє понад 50 видів паперу й понад 20 видів картону, покриваючи приблизно половину потреб України у цих продуктах. Серед наймасштабніших підприємств можна відмітити Жидачівський картонно-паперовий комбінат (Львівська область), Київський картонно-паперовий комбінат у м. Обухові, який виробляє близько третини цілюлозно-паперової продукції в Україні та експортує санітарно-гігієнічні виробу в 35 країн, Дніпровська паперова фабрика, Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат, Понінківська картонно-паперова фабрика (Хмельницька

область), Херсонський целюлозно-паперовий комбінат, Корюківська фабрика технічних паперів (Чернігівська область), а також Львівська та Рахівська (Закарпатська область) картонні фабрики [16].

Станом на 2020 рік виробництво паперу та паперових виробів в Україні зменшилося на 2,8%.

Лісохімічна промисловість включає виробництва, які базуються на хімічній переробці деревини і виробляють різноманітні продукти, такі як кормові дріжджі, камфора, каніфоль, ефірна олія, хвойно-вітамінне борошно, скипідар, метиловий спирт та інші. Сировиною для виробництва служать відходи від лісозаготівельної і деревообробної промисловості, такі як гілки, живиця, тирса і інші, тому виробництва зосереджені в лісопромислових районах. На території України ця галузь не отримала значного розвитку. Найбільші підприємства цієї галузі розташовані в Закарпатській області, зокрема у містах Перечині (виробництво деревного вугілля, етилацетату, карбамідоформальдегідних смол), Сваляві (карбамідні смоли, формалін, деревне вугілля та інші), а також на Поліссі, у м. Коростені (виробництво плит МДФ, ХДФ та ламінату). Кормові дріжджі для сільського господарства виробляє Караванський завод на Харківщині (м. Люботин). Важливими напрямками розвитку лісохімічної галузі є раціональне використання лісових ресурсів, модернізація підприємств та створення безвідходних технологій виробництва [16].

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В МАЙСТЕРНІ ПО ОБРОБЦІ ДЕРЕВЕНИ

2.1 Фугування

Фугування - це конкретний вид обробки деревини, спрямований на досягнення гладкої і рівної поверхні. Під час цього процесу усуваються всі дефекти, що можуть бути присутні на поверхні деревини. Для невеликих побутових завдань можна використовувати звичайний фуганок або рубанок. Однак у випадку великих обсягів робіт просто неможливо обійтися без фугувального верстата [10].

На підприємстві використовується фугувальний верстат - RST 510 INDUSTRY 9.



Рисунок 1.1.1 – Фугувальний верстат – RST 510 INDUSTRY 9

Деякі технічні характеристики фугувального станка – RST 510 INDUSTRY 9

- Потужність електродвигуна – 7,5 кВт.

- Діаметр ножового валу – 116 мм.
- Кількість ножів – 4
- Макс. Ширина фугування – 500 мм.

Розмір стола – 2700*510 мм.

2.2 Рейсмусування

Рейсмусування у столярній справі використовує рейсмуси у формі колодки, яка виготовлена з твердих порід дерева. В отворах цієї колодки знаходяться один або два паралельних бруски (рейки) з затискачами, а часто мають і вбудовану міліметрову шкалу. Бруски мають рисувалку на одному з кінців (острим металевим стрижнем або олівцем), що використовується для проведення паралельних розміткових ліній, які вказують напрямок рейсмусування. Рейсмус з двома рейками застосовується, наприклад, для розмічання шипів та гнізд для них у деревообробці [10].

На підприємстві використовується рейсмусний верстат – МР 415



Рисунок 1.2.1 – Рейсмусний верстат – МР 415

Деякі технічні характеристики рейсмусного станка – МР 415

- Макс. ширина рейсмусування – 400 мм.
- Макс. висота рейсмусування – 230 мм.
- Швидкість рейсмусування – 5/10 m/min. 50 Hz
- Розміри стола рейсмусного станка 750*408 мм.

2.3 Шліфування

Шліфування - це процес обробки поверхні заготовок за допомогою абразивних різальних інструментів. Під час шліфування мікрорізання поверхневого шару деревини виконується за допомогою великої кількості малих зерен, які об'єднуються в інструмент за допомогою зв'язки і розташовані на паперовій або тканинній основі.

На підприємстві використовується шліфувальний станок – KDR 603



Рисунок 1.3.1 – Шліфувальний станок – KDR 603

Деякі технічні характеристики Шліфувальний станок – KDR 603

- Потужність електродвигуна – 1,5 кВт
- Розмір шліфувальної стрічки – 150*2515 мм.
- Кут нахилу – 0 – 45°
- Розмір стола – 250*300 мм.

2.4 Свердління

Свердління - це поширений технологічний метод отримання отворів різанням, що відноситься до виду механічної обробки матеріалів різанням. У цьому процесі за допомогою спеціального різального інструменту, який обертається (свердла), створюють отвори різного діаметра і глибини, або багатогранні отвори різного перетину і глибини. Свердлення може виконуватися на свердлильних, розточувальних, токарних та інших верстатах, а також вручну - за допомогою коловороту, дрелей з ручним або механізованим приводом (електричним, пневматичним, гідравлічним). На підприємстві використовується цей процес для виготовлення отворів у виробках [10].



Рисунок 1.4.1 – Шліфувальний станок – KDR 603

Деякі технічні характеристики шліфувального станка – KDR 603

- Напруга живлення: 220 В
- Кількість швидкостей: 5
- Мінімальне число обертів (холостий хід): 580
- Потужність двигуна: 350 Вт
- Максимальне число обертів (холостий хід): 2650 об./хв

РОЗДІЛ 3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕРЕВЕНИ НА КРУГЛОПИЛЬНОМУ ТОРЦОВОЧНОМУ ВЕРСТАТІ ЦПА-40

3.1 Опис технологічного процесу об'єкта проектування

Основні відомості про об'єкт проектування: опис та умови та перебіг технологічного процесу, стан і можливості обладнання, екологічне середовище.

Круглопилльний торцювальний верстат з прямолінійним рухом суппорта, представлений моделлю ЦПА-40, розроблено для виконання поперечного розпилювання дощок, брусів і щитів. Крім того, його можна застосовувати для вирізки пазів. Цей верстат вважається універсальним обладнанням для виробництва деревообробних виробів. (рисунок. 3.3.1) [15].



Рисунок 3.1.1 – Загальний вид торцювального круглопилльного верстату моделі ЦПА-40

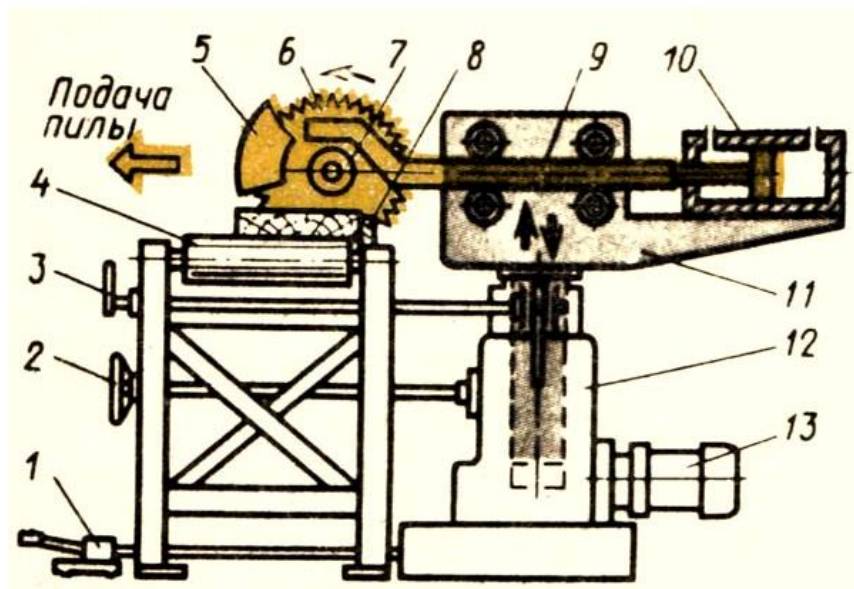


Рисунок 3.1.2 – Технологічна схема верстату моделі ЦПА-40

1 – педаль керування подачею супорта, 2 – маховичок підйому і опускання супорта, 3 – зажим супорта по висоті, 4 – валики транспортні, 5 – захист пилкового диска, 6 – дискова пила, 7 – вал пилкового диска, 8 – запекла планка, 9 – супорт, 10 – гідроциліндр подачі супорта, 11 - опорний корпус супорта, 12 – станина верстата, 13 – гідропривід.

Круглопилльний торцовочний верстат ЦПА-40 призначений для поперечного розкрою пиломатеріалів, щитів і заготовок. У верстаті закріплена колонка на станині з опорними роликками, яка служить для переміщення супорта. Супорт має електродвигун з подовженим валом, на якому розташована пила з огорожею. Механізм установки супорта по висоті складається з маховичка, зубчастої пари і гвинта для підйому колонки. Подача пилки здійснюється супортом за допомогою гідроприводу.

Робочий стіл закріплений на кульковій опорі, що дозволяє встановлювати його в різних положеннях при розпилюванні дощок, брусів і брусків довжиною до 1200 мм під різним кутом. При поперечному розкрої більших матеріалів змінюється положення головки, що можливо завдяки механізму різання.

У верхній частині верстата розташовані електродвигун, кнопки управління, рукоятки для переміщення вручну вузла різання в напрямку

подачі. Огорожа, яка розташована над пильним диском, може зберігати своє положення в горизонтальній площині при русі подачі. Система кріплення огорожі дозволяє підтримувати стабільне положення огорожі.

Для регулювання положення стійки верстата по висоті використовується маховичок, зубчаста пара і гвинт. Вузол різання може повертатися пружиною у вихідне положення, з'єднане з системою важеля. Управління верстатом здійснюється за допомогою кнопок і рукояток, а система пружини регулюється гвинтом і гайкою [15].

3.2 Принцип роботи схеми

На рисунку 1.5.3 представлена схема електрична принципова кругло пильного торцювального верстату моделі ЦПА-40 до модернізації, яка складається з:

М1 – двигун головного приводу ріжучого інструменту;

М2 – двигун приводу гідронасосу..

Підключення верстата до електромережі проводиться включенням автомата QF1. Увімкнення електродвигунів М1, М2 проводиться кнопкою SB2, за допомогою магнітних пускачів КМ1 і КМ2. Зупинка електродвигунів здійснюється кнопкою SB3, розриваючи ланцюг управління. Пускачі КМ1 і КМ2 відключаються, при цьому нормально закритий блок-контакт КМ2.1 замикається, спрацьовує пускач КМ3 і на обмотки електродвигуна М1 подається постійний струм - відбувається динамічне гальмування. Через певний проміжок часу електрична схема знеструмується за допомогою реле часу КТ1.

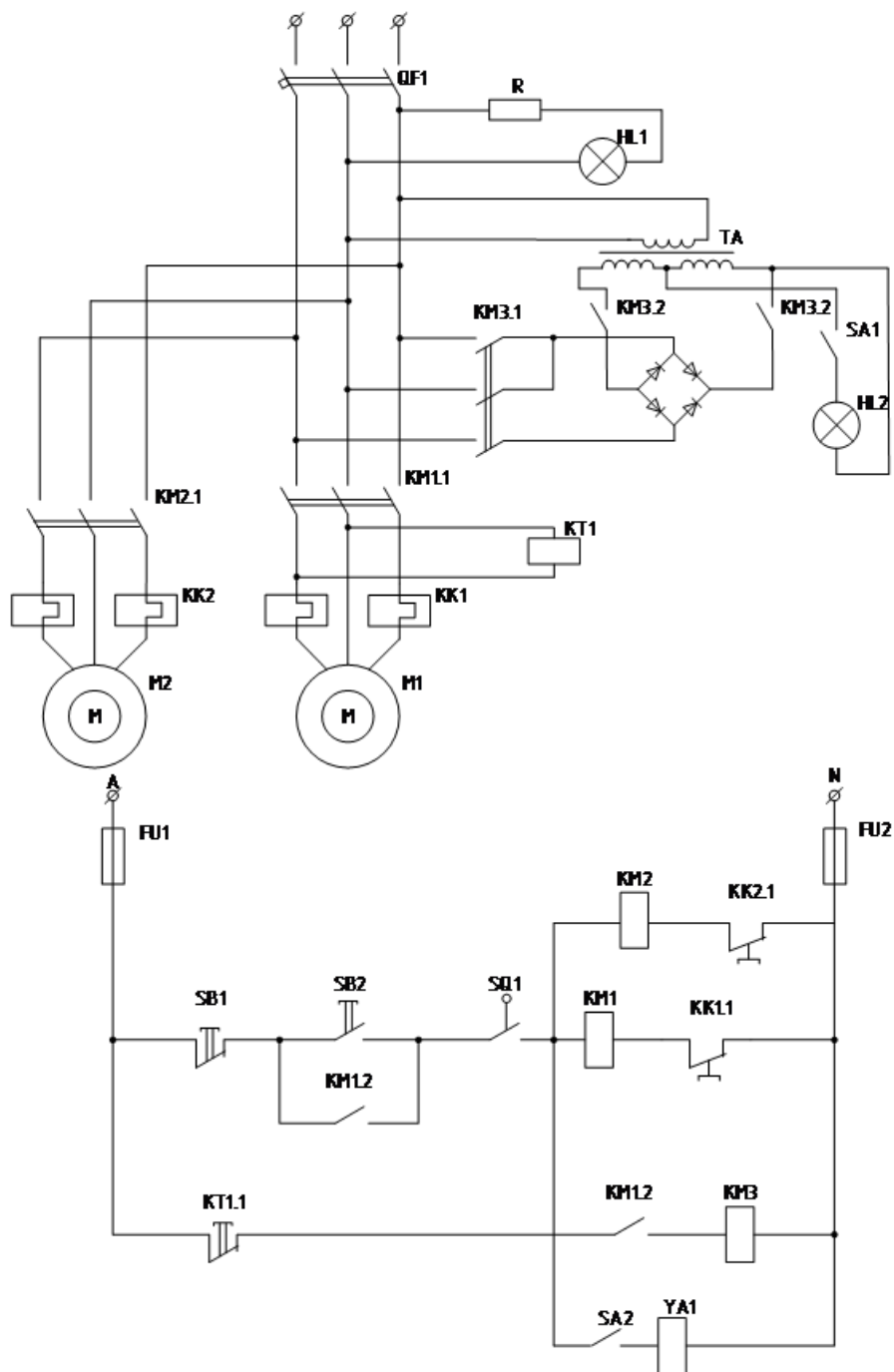


Рисунок 3.2.1 – Схема електрична принципова кругло пильного торцювального верстату моделі ЦПА-40 до модернізації

До недоліків схеми е/приводу верстата слід віднести:

- відсутність регулювання швидкості обертання робочого валу в залежності від навантаження на ньому (товщина шару, матеріал деревини і його вологості) з метою покращення якості, нормалізації коефіцієнта потужності, збільшення частки споживаної активної енергії, зменшення енергоємності за рахунок оптимального навантаження двигуна приводу робочого валу.

- відсутність контролю температури опорних підшипників робочого валу з метою наявності мастила в підшипниках. При погіршенні змащування підшипників зростає їх температура, що призводить до їх руйнування.
- відсутність контролю натягу пасової передачі.
- відсутність контролю наявності огороження з метою покращення техніки безпеки.
- відсутність захисту людини від ураження електричним струмом.
- відсутність сучасного захисту електродвигунів і сучасної енергозберігаючої елементної бази.
- відсутність екстастерної установка з метою покращення кліматичних умов в цеху [15].

3.3 Технічні завдання проектування

Модернізація схеми е/приводу верстата ЦПА-40 повинна забезпечити:

- Регулювання швидкості обертання пили в залежності від навантаження на валу двигуна.(Оптимізація режимів роботи верстата)
- Контроль температури опорних підшипників шпінделя з метою контролю наявності мастила в підшипників.
- Контроль наявності огороження з метою забезпечення техніки безпеки.
- Захист людини від ураження електричним струмом
- Оперативний захист обладнання при аварійних режимах.
- Зберігання тепла в цехах майстерні за рахунок використання сучасної екстастерної установки.
- Аварійну сигналізацію про стан обладнання.
- Усі розрахунки здійснити на основі наступних вихідних даних:
 - Найбільша ширина і товщина деревини при розпилюванні, мм-125x80;
 - Найбільший діаметр пили, мм -315;
 - Товщина пили, мм – 5;
 - Частота обертання вала, об/хв -3000;
 - Напір повітря при всмоктуванні, Па-250;

- Продуктивність всмоктування, м³/с-5,6
- Потужність двигуна приводу пили,кВт-4,2.
- Потужність освітлення, кВт-4,0.

3.4 Розрахунок та аналіз циклограми роботи механізмів та агрегатів верстату (устаткування, установки).

Циклограма – це часова діаграма стану (положення) робочих органів за один цикл роботи.

В нашому випадку циклограма включає два двигуни: двигун приводу робочого шпинделя і двигун приводу ексгаустреної установки, які працюють в тривалому режимі і час залежний від розмірів заготовок, швидкості руху при розпиленні (залежить від верстатника) і розрахунку не підлягає.

Циклограма роботи приведена на рисунку 3.4.1.



Рисунок 3.4.1. Циклограма роботи механізму

T1-час між вмиканням двигуна ексгаустерної установки і двигунами головного приводу і гідроприводу.

T2-час роботи верстата (залежить від вимог процесу)

3.5 Визначення вхідних та вихідних елементів та їх функціональне призначення.

Для побудови циклограми логічного зв'язку між елементами і розробки математичної моделі (алгоритму) управління (схемний алгоритм в математичному виді) необхідно визначити ці елементи і їх функціональне призначення.

Вхідні елементи:

SB1 – кнопка «Стоп» двигуна ексгаустерної установки,

3B2 – кнопка «Пуск» двигуна ексгаустерної установки,

SB3 – кнопка «Стоп» двигуна робочого валу,

SB4 – кнопка «Пуск» робочого двигуна,

SQ1 – кінцевий вимикач контролю наявності огороження,

SQ2 – кінцевий вимикач контролю наявності пасової передачі,

RK1 – контроль температури верхнього опорного підшипника,

RK2 – контроль температури нижнього опорного підшипника,

SV – датчик контролю швидкості обертів валу робочого двигуна,

Вихідні елементи

KM1 – магнітний пускач двигуна ексгаустерної установка,

UZ1 – регулятор швидкості обертів валу двигуна робочого валу,

A1 – вторинний прилад контролю температури опорних підшипників,

KV1 – реле контролю аварійних режимів,

HL1 – сигналізація про відсутність огороження,

HL2 – сигналізація про критичну температуру,

HL3 – сигналізація про захисне відключення двигунів при КЗ, перегріві.

3.6 Розробка циклограми вхідних та вихідних елементів.

Циклограма логічного зв'язку між елементами розробляється з метою показати не тільки зв'язок між елементами, а показує і функціональне призначення кожного елемента, їх взаємодію і вплив на роботу механізмів. Ця циклограма є обов'язковою у теорії релейних схем в частині аналізу і синтезу їх.

Для більш зрозумілого функціонального зв'язку між елементами розробимо дві циклограми логічного зв'язку:

Нормальний робочий режим (див. рис. 3.6.1).

Аварійний (критичний) режим (див. рис. 3.6.2).

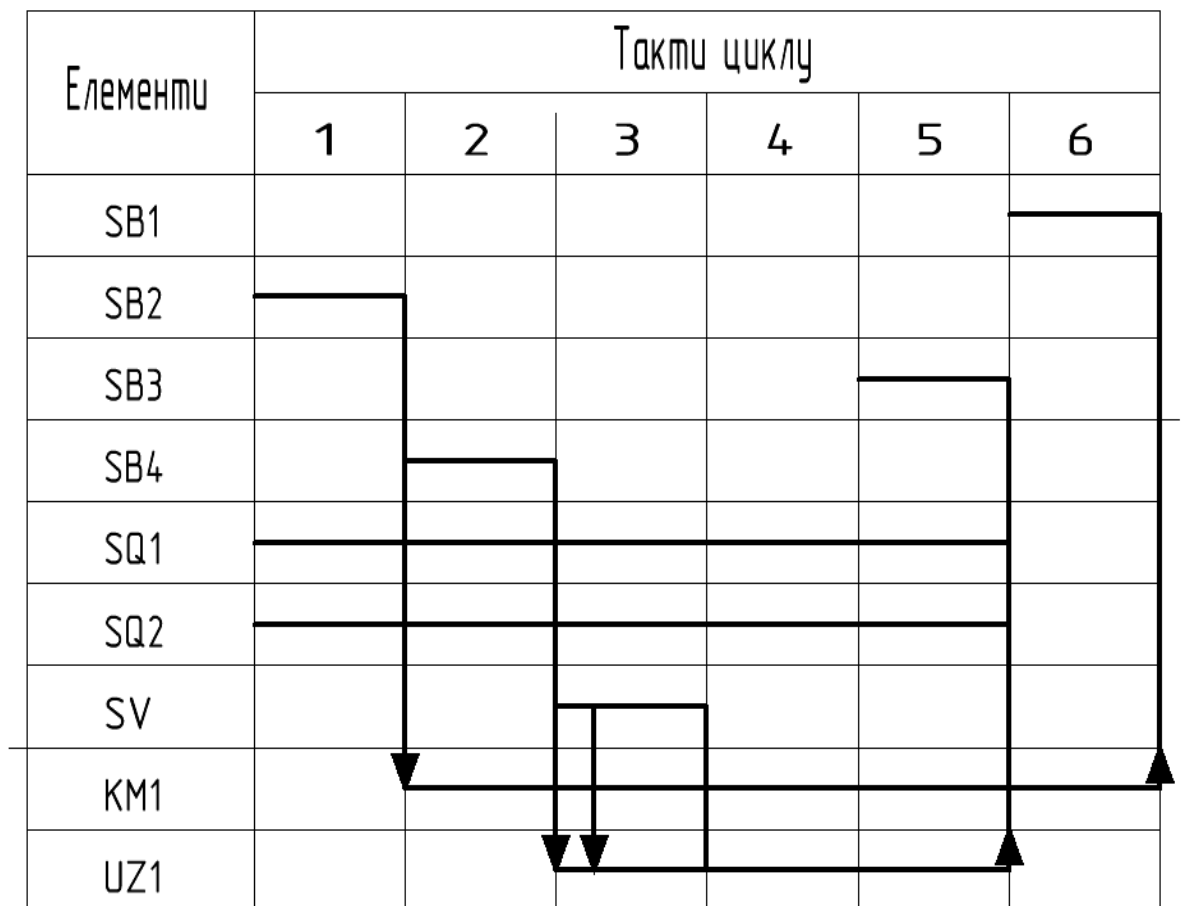


Рисунок 3.6.1. Циклограма логічного зв'язку між елементами при нормальному робочому режимі

Пояснення. Двигун ексгаустерної установки вмикається натисканням кнопки SB2 і через KM1 дає дозвіл на вмикання робочого двигуна при

натисканні кнопки SB4 при наявності захисного огороження. Натискання SB1 і SB3 двигуни вимикаються. Датчик SV безперервно управляє регулятором швидкості UZ1.

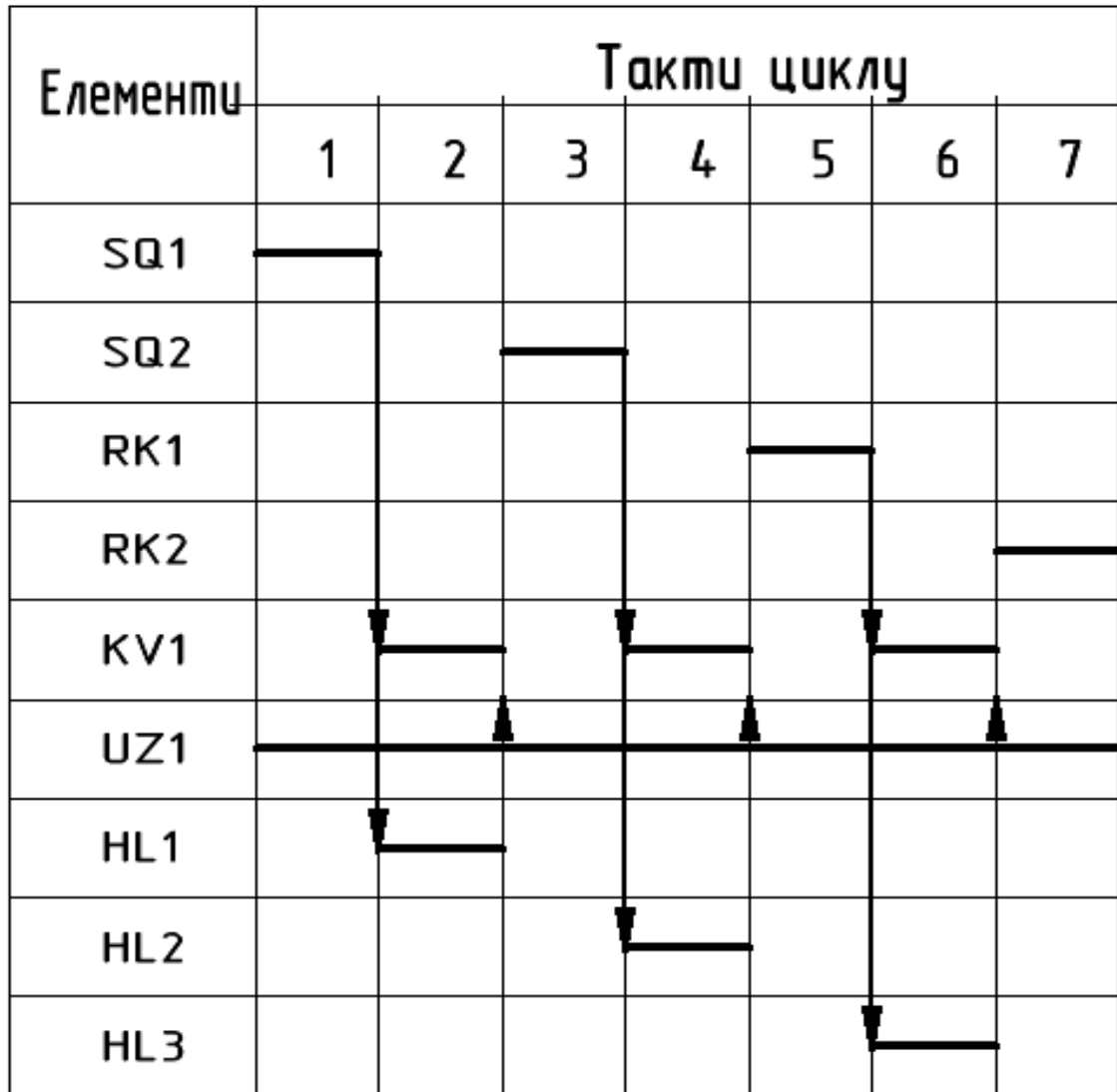


Рисунок 3.6.3-Циклограма логічного зв'язку між елементами при аварійному (критичному) режимі

Пояснення. спрацювання будь якого датчика призводить до ситуації аварійного спрацювання реле KV1, який вимикає регулятор UZ1 робочого двигуна і вмикає відповідну сигналізацію аварійної причини відключення двигуна [3].

3.7 Розробка математичної моделі системи управління.

Математична модель системи управління, це фактично схемний алгоритм управління, який дозволяє реалізовувати схему на

релейно-контактних і безконтактних (логічних) елементах, а при використанні контролерів забезпечити їх програмування.

Розробимо математичні моделі для нормального робочого режиму і аварійного режиму [3].

Робочий режим

$$KM1 = SB1 (SB2 + KM1) KV1 KM1$$

$$UZ1 = SB3 KV1 (SB4 \cdot KM1 + UZ1) UZ1$$

Аварійний режим

$$KV1 = (SQ1 + SQ2 + KV2 + KV3) KV1$$

$$HL1 = SQ1 HL1$$

$$HL2 SQ2 HL2$$

$$HL3 = (KV2 + KV3) HL3$$

3.8 Розробка схеми електричної принципової.

Схема електрична принципова проведена на рис.2.4 і розробляється на основі математичних моделей і циклограм робочого і логічного зв'язку.

Принципи роботи схеми в робочому режимі.

Вмикаємо автоматичні вимикачі:

- QF1 ввідний автоматичний вимикач, який подає живлення в схему,
- QF2 подає живлення у коло двигуна M1 ексгаустерної установки
- QF3 подає живлення у коло двигуна M2 приводу робочого валу,
- QF4 подає живлення у коло управління і аварійного захисту.

Натискаємо кнопку SB2. При умові наявності огороження,

нормальному натяжінні пасової передачі і нормальній температурі опорних

підшипників (контакт KV1.1 замкнений) спрацьовує магнітний пускач KM1.

Силовими контактами KM1 підключає двигун M1 до мережі і починає працювати ексгаустерна установка, блокуючим контактом KM 1.1 стає насамоблокування (відпускаємо кнопку SB2), а блокуючим контактом KM1.2 дозволяє вмикання частотного перетворювача UZ1 в колі головного двигуна M2.

Натискаємо кнопку SB4 При умові наявності огороження, нормальному натяжінні пасової передачі і нормальній температури опорних підшипників (контакт KV1.2 замкнений) спрацьовує частотний перетворювач UZ1 і головний двигун M2.

Принципи роботи схеми в аварійному режимі.

При аварійному стані захисного огороження і натяжіння пасової передачі відповідно замикається контакт кінцевих вимикачів SQ1.1 або SQ2.1 в колі KV1, яке спрацьовує і відповідно розмикає контакт KV1.1 в колі магнітного пускача KM1 і контакт KV1.2 в колі частотного перетворювача UZ1, які аварійно вимикають двигуни M1 і M2.

При аварійній температурі опорних підшипників регулятор UZ2 видає команду реле KV2 або KV3, які замикають контакти KV2.1 або KV3.1 в колі захисного реле KV1, яке спрацьовує і відповідно розмикає контакт KV1.1 в колі магнітного пускача KM1 і контакт KV1.2 в колі частотного перетворювача UZ1, які аварійно вимикають двигуни M1 і M2. При аварійному вимкненні верстата контакти SQ1.2, SQ2.2, KV2.2, KV3.2 вмикають відповідну сигнальну арматуру, яка вказує причину вимикання.

На основі схеми автоматизації та хеми електричної принципової на релейно-контактних елементах будуємо нову електричну схему з використанням частотного перетворювача (рисунок 3.5.5) [4].

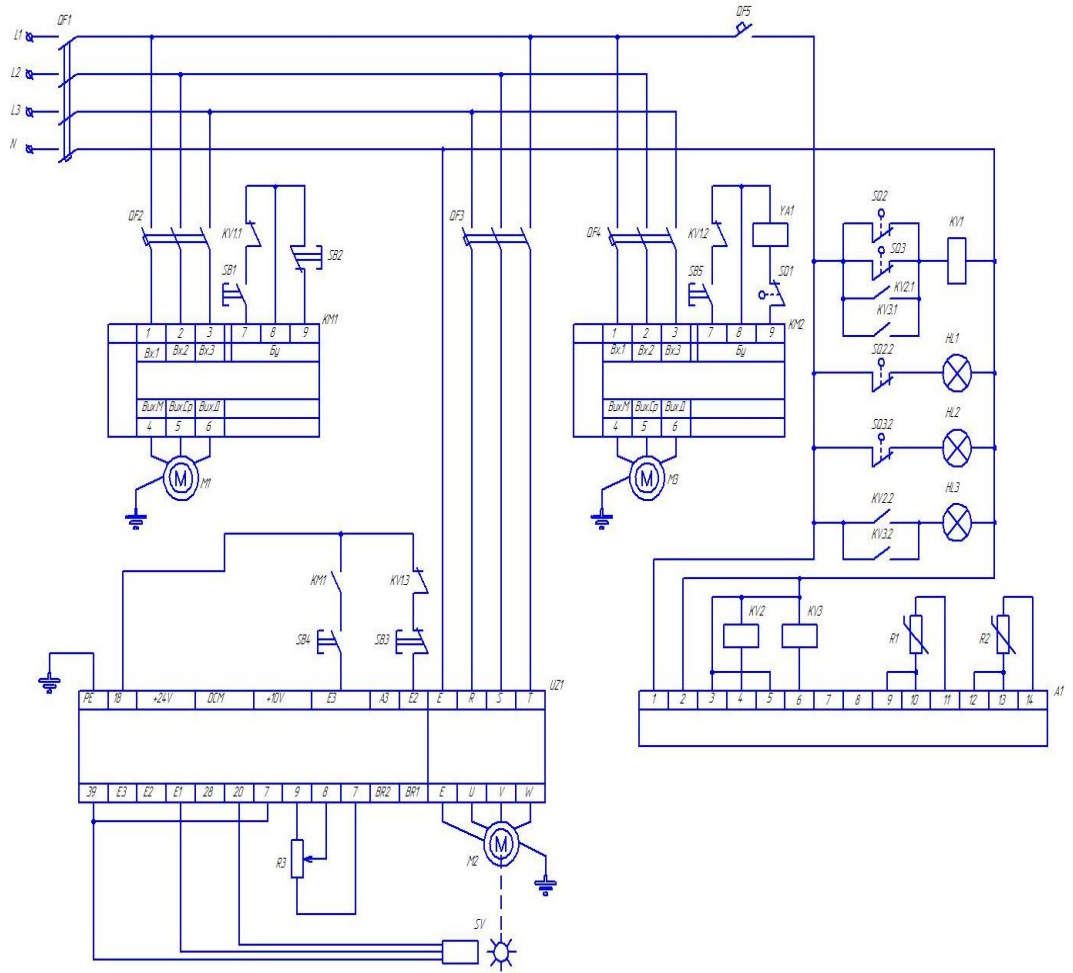


Рисунок 3.8.1 – ЦПА-40. Схема електрична принципова

3.9 Побудова схеми автоматизації технологічного процес

На основі принципу роботи та функціонування технологічної схеми, враховуючи вимоги ДСТУ Б А.2.4-16:2008 та ДСТУ Б А.2.4-3:2009, розробляємо схему автоматизації, включаючи керування за допомогою програмуючого реле (рисунок 1.5.4) [11].

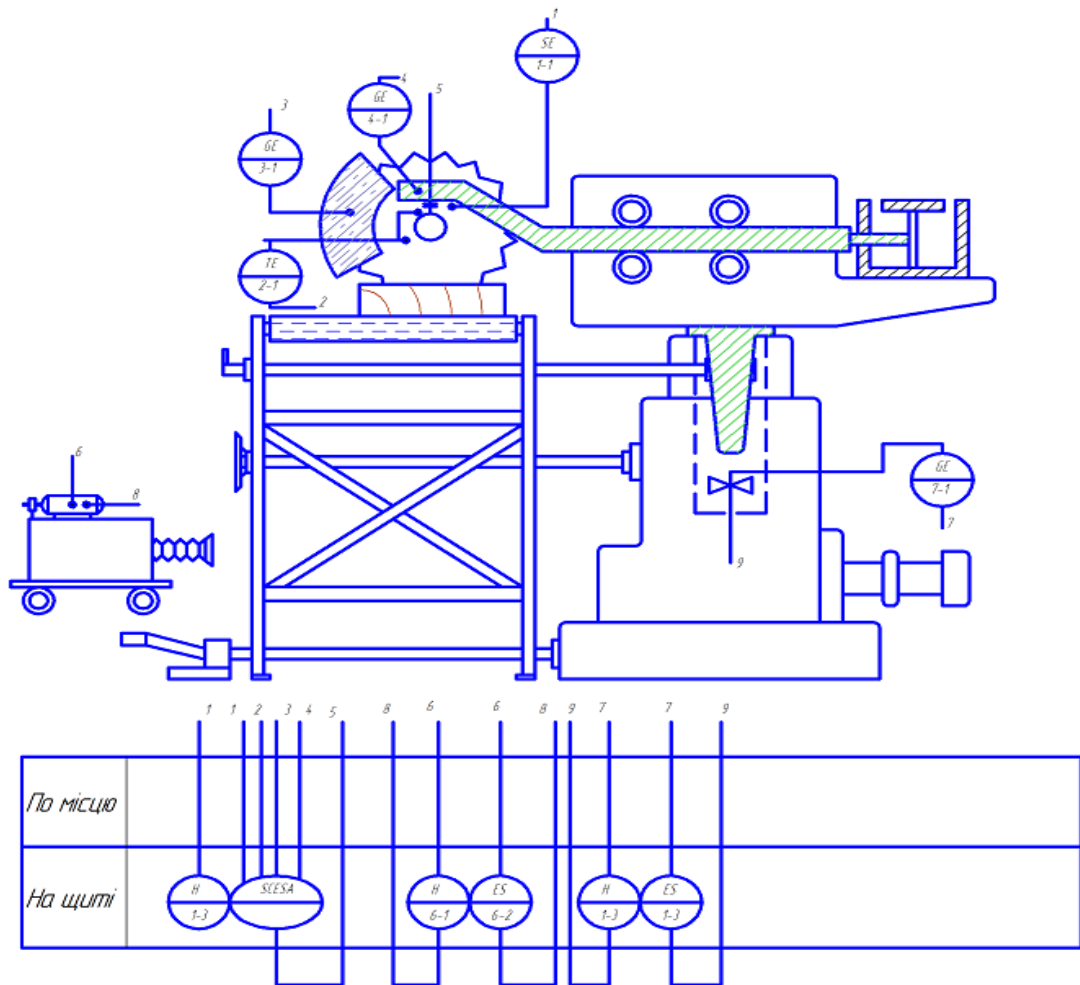


Рисунок 3.9.1 – Схема автоматизації процесу роботи за допомогою програмуючого реле

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДА, ПУСКОЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СХЕМИ УПРАВЛІННЯ

Потужність двигуна при пилянні розраховується за формулою:

$$P = \frac{K \times B \times H \times V}{\eta} \cdot 10^{-3} \text{ кВт} \quad (4.1)$$

де P - потужність пиляння, кВт;

K - питома робота пиляння, Н/мм²

B - ширина пиляння, 5 мм;

H - висота пиляння (товщина заготовки), 80мм;(п. 2.1.2.1)

V - швидкість пиляння, м/с;

η - загальний ККД приводу робочого валу.

Питома робота визначається за формулою:

$$K = K_T \times a_{\Pi} \times a_3 \quad (4.2)$$

де a_3 – коефіцієнт затуплення пили, для зміни в 8 год. він дорівнює по нормах 0,6.

a_{Π} поправочний коефіцієнт на породу деревини-0,3. [1. с. 348]

K_T – питома робота пилення для дуба найбільш твердої деревини дорівнює $0,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$ при ручній подачі.

Тоді коефіцієнт роботи при пилянні становить:

$$K = 0,8 \times 0,3 \times 0,6 = 0,14 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Швидкість пиляння при діаметрі пили 215 мм (по паспорту) визначається за формулою:

$$V = \pi \times n_{\Pi} \times D_{\Pi} \text{ м/с} \quad (4.3)$$

де $n_{\text{п}}$ – кількість обертів 3000 об/хв.

$D_{\text{п}}$ – діаметр пили

Підставимо відомі дані у формулу (4.3):

$$V = \frac{3,14 \times 3000 \times 0,215}{60} = 33 \text{ м/с}$$

Підставимо дані у формулу (4.1):

$$P = \frac{0,14 \times 0,005 \times 0,08 \times 33}{0,7} = 2,64 \text{ кВт}$$

При ручній роботі пиляння врахувати і чітко визначити режим роботи практично неможливо, тому вибираємо двигун для тривалого режиму роботи який відповідає паспортній потужності двигуна 4,2 кВт, а це не потребує вибору нового двигуна.

Експлуатаційні параметри двигуна 4А902У3 становлять:

$P_{\text{н}}=3,0$ кВт; $n=2840$ об/хв; $\eta=82\%$; $\epsilon=0,86$; $K=\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{н}}}=7,5$.

Розрахунок і вибір двигуна автоматичної експаустерної установки.

Потужність двигуна цієї установки розраховується за формулою:

$$P = \frac{kQH}{\eta_{\text{в}} \eta_{\text{пер}}} \quad (4.4)$$

де k – коефіцієнт запасу, $1 \dots 1,5$.

Q – продуктивність установки, $3 \text{ м}^3/\text{с}$;

H – напір повітря при всмоктуванні, 250 Па ;

$\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора, $=0,9$;

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі $= 0,9$;

Підставимо дані в формулу (4.4):

$$P = \frac{1,5 \times 3 \times 250}{0,9 \times 0,9} \times 10^{-3} = 1,5 \text{ кВт}$$

Режим роботи тривалий, тому вибираємо двигун 4A90L4Y3 $P_n = 1,5 \text{ кВт}$;

$$n_n = 1425 \text{ об/хв}, \quad 82,0\% \quad \cos \alpha_n = 0,83; \quad K = \frac{I_n}{I_n} = 6$$

Вибір магнітного пускача двигуна експаустерної установки КМ1

Магнітний пускач вибираємо на основі умов експлуатаці:

- напруги трифазної мережі – 380 В; 50 Гц,
- напруги живлення котушки – 220 В; 50 Гц,
- струму в колі силових контактів I_n ,
- типу і кількості блокуючих контактів по схемі, 2NO.

Визначимо номінальний струм двигуна установки за формулою

$$I_n = \frac{P_n \times 1000}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos \alpha_n \times \eta_n}, \text{ А} \quad (4.5)$$

Де: P_n – номінальна потужність двигуна; 1,5 кВт.

U_n – напруга трифазної мережі ; 380 В;

$\cos \alpha_n$ – коефіцієнт потужності; 0,83 (2.7.2);

η_n – номінальний ККД; 82%

Підставимо паспортні дані двигуна в формулу (4.5)

$$I_n = \frac{1,5 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,82 \times 0,82} = 3,5 \text{ А}$$

Вибираємо магнітний пускач ПМ1-09 [4. с. 12] з характеристиками

$I_n = 9 \text{ А}$; $U_n = 380 \text{ В}$ 50 Гц; $I_{коз} = 0,15$; $U_{коз} = 220 \text{ В}$ 50 Гц; 2 NO.

Вибір частотного перетворювача UZ1 двигуна головного приводу.

Частотні перетворювачі вибирають на основі:

Потужність двигуна; 3,0 кВт;

По виду живлючої напруги, трифазна з $U_n = 380 \text{ В}$ 50 Гц.

Виходячи з цього, вибираємо частотний перетворювач Lense типу

EVD 4902-E з характеристиками: $U_n = 380 \text{ В}$; 50 Гц; трифазна, $P_n = 3,0 \text{ кВт}$, час розгону – гальмування 3с., струм динамічного гальмування-0,7In, можливість фіксованих вставок (0;10;15;50; Гц), 2 напрямлення обертання.

Вибір безконтактного пускача двигуна автоматичного видалення пилю установки КМ1 та пускача гідроприводу КМ2

Пускач вибираємо на основі умов експлуатації та функціональних характеристик:

- напруги трифазної мережі – 380 В; 50 Гц;
- номінального струму I_n , (п.2.4.1.4.2...п.2.4.1.4.3);
- частота вмикань вкл./ч;
- час спрацювання струмового захисту;
- число комутуючих навантажень.

Вибираємо пускач ПБР-071 [5, с. 12] з характеристиками:

$I_n = 4$ А; $U_n = 380$ В 50 Гц; частота вмикань 10000 вмикань/час; 3 комутуючих канали, для двигуна ексгаустерної установки та магнітний пускач ПБР-069 [5, с. 12] з характеристиками: $I_n = 3$ А; $U_n = 380$ В 50 Гц; частота вмикань 10000 вмикань/час; 3 комутуючих канали.

Вибір приладу контролю критичної температури опорних підшипників.

Необхідно вибирати прилад на два входи і два виходи з вимірюванням температури до 100°C , в якості контролюючого приладу вибираємо вимірювач ОВЕН 2ТРМ1-Р двохканальний.

Характеристики приладу:

- напруга живлення - 220 В 50 Гц,
- споживаєма потужність – 7 ВА,
- тип вихідного пристрою – 2 є/м реле 8А 220В 50 Гц.
- терморезистори (термістори) ММТ8, які за характеристиками відповідають провідниковим терморезисторам (С450) $s=0,00426^{\circ}\text{C}$.(в комплекті).

Вибір датчика швидкості обертів двигуна головного приводу.

В якості такого датчика вибираємо індуктивний датчик ВБ2.08М.52.1,5 з вихідним сигналом 4...20 мА (по заказу). Завдяки нечутливості до діелектриків ,мають захищеність від впливу рук, емульсії, води, мастила.

Вибір узгоджувачих електромагнітних реле КV1...KV3

Напруга живлення котушок цих реле $U=220$ В 50 Гц, а струм контактів до 1 А, тому вибираємо реле R 15 2 с/о [б. с. 3] з характеристиками:

- напруга контактів – 220 В АС/DC;
- струм контактів – 1 А;
- напруга живлення котушки – 220 В;
- споживаєма потужність – 2.8 ВА4;
- час спрацювання 12 мсек;
- час повернення 10 мсек.

Вибір сигнальної арматури

В якості сигнальної арматури вибираємо KPL-202 з характеристиками :

- $U_n = 220$ В 50Гц; -лінза – червона; - $I_n = 0,035$ А.

Вибір кінцевих вимикачів SQ1 і SQ2

В якості кінцевих вимикачів SQ1 вибираємо ВП15.М.42.21.1P54.93 з малим роліком і поворотним ричагом, а в якості SQ2 вибираємо ВП15.М.42.33.1P54.93 з регульованим ричагом і роліком на підшипниках двоохрядних з характеристиками:

- номінальна напруга – 220 В 50 Гц;
- номінальний струм – 0,5 А;
- контактна група – 1NO+1NC.

Вибір кнопок управління SB1...SB4

В якості кнопок управління вибираємо кнопки XB2.660.Y3 для SB1, SB3 з червоним натискним елементом з характеристиками:

- I_n контактів – 2,5 А;
- тип контактів – 1NO+1NC.
- температура навколишнього середовища –5...+60 °С

Вибір автоматичних вимикачів

Вибір вимикача QF2, номінальний струм = 3,5А

визначаємо тип кривої відключення при короткому замиканні в колі двигуна М1 за формулою:

$$I_{\text{АВТ}} = \frac{K \times I_n}{\alpha}, \text{ А} \quad (4.5)$$

Де:

K – кратність пускового струму – 6

I_n – номінальний струм двигуна – 4,8 А

α – коефіцієнт режиму для вентилятора – 1

$$\text{тоді: } I_{\text{АВТ}} = \frac{6 \times I_n}{1} = 6I_n,$$

а це відповідає кривій електромагнітного захисту типу С.

Вибираємо автоматичний вимикач АВЗД2006 з характеристиками:

- $U_n = 380$ В 50 Гц;

-трьохполюсний;

- крива С;

- $I_n = 6$ А

-захист від КЗ, перегріву, обриву і перекосу фаз.

Вибір вимикача QF3

Номінальний струм частотного перетворювача Altivar дорівнює $1,5 I_n$
дв = $1,5 \times 7,2 = 10,8$ А

Частотний перетворювач сам забезпечую захист двигуна, а сам захищений запобіжниками, які входять в комплект, то автоматичний вимикач вибираємо ТемDin20 без захисту з характеристиками:

- $U_n = 380$ В;

-трьохполюсний;

- $I_n = 20$ А.

Вибір автоматичного вимикача QF4

Номінальний струм кола управління і сигналізації згідно з першим законом Кірхгофа дорівнює

$$I_y = I_{KM1} + I_{KV1} + I_{HL1} + I_{HL2} + I_{HL3} + I_{HL4} = 0,15 + 0,012 + 0,14 = 0,302 \text{ А}$$

Тоді крива відключення струму для таких кіл -В

Вибираємо автоматичний вимикач ТемDin 0,5 з характеристиками:

- $U_n = 220$ В 50 Гц ;

-однополюсний. $I_n = 0,5$ А;

-крива відключення В.

Вибір автоматичного вимикача QF1

QF1 згідно принципової схеми забезпечує подачу живлення в схему і захист людини від ураження електричним струмом. Загальний струм, який комутується вимикачем дорівнює

$$I_{\Sigma} = I_{M1} + I_{\text{чт}} + I_{\text{y}} = 3,5 + 18 + 0,302 = 21,8 \text{ А}$$

Тому вибираємо пристрій захисного відключення ПЗВ-2002 з характеристиками:

- $U_{\text{н}} = 380 \text{ В}$ 50 Гц; - $I_{\text{н}} = 25 \text{ А}$;

- чотирьохполюсний;

- $I_{\text{д}} = 30 \text{ мА}$.

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

На практиці широко застосовують приблизний (орієнтований) розрахунок надійності по середньо-груповим інтенсивностям відмов елементів.

Елементи системи розбивають на групи з приблизно однаковими інтенсивностями відмов в середині групи і підраховують їх кількість N_i :

- Магнітні пускачі – 1;
- Реле – 3;
- Двигуни – 2;
- Автоматичні вимикачі – 4;
- Кнопки управління – 4;
- Кінцеві вимикачі – 2
- Арматура сигнальна – 4.

За таблицями визначаємо значення інтенсивності відказів елементів кожної групи λ_i :

- Магнітні пускачі – $15 * 10^{-6}$ 1/год;
- Реле – $10 * 10^{-6}$ 1/год;
- Двигуни – $30 * 10^{-6}$ 1/год
- Автоматичні вимикачі – $10 * 10^{-6}$ 1/год;
- Кнопки управління – $8 * 10^{-6}$ 1/год
- Кінцеві вимикачі – $12 * 10^{-6}$ 1/год
- Арматура сигнальна – $30 * 10^{-6}$ 1/год.

Визначимо добуток $N_i \lambda_i$, який характеризує долю відказів, вносимих елементами кожної групи в загальну інтенсивність системи

- Магнітні пускачі – $1 * 15 * 10^{-6} = 15 * 10^{-6}$ 1/год;
- Реле – $3 * 10 * 10^{-6} = 30 * 10^{-6}$ 1/год15;
- Двигуни – $2 * 30 * 10^{-6} = 60 * 10^{-6}$ 1/год
- Автоматичні вимикачі – $4 * 10 * 10^{-6} = 40 * 10^{-6}$ 1/год;
- Кнопки управління – $4 * 8 * 10^{-6} = 32 * 10^{-6}$ 1/год;

-Кінцеві вимикачі $-2 * 12 * 10^{-6} = 24 * 10^{-6}$ 1/год

-Арматура сигнальна $-4 * 30 * 10^{-6} = 120 * 10^{-6}$ 1/год.

Підрахуємо інтенсивність відказів системи за формулою:

$$\lambda_c = \sum N_i \lambda_i = (15 + 30 + 60 + 40 + 32 + 24 + 120) \times 10^{-6} \text{ 1/год} = 321 \text{ 1/год}$$

Підрахуємо час напрацювання на відказ за формулою [9. с. 39]

$$T_0 = 1/\lambda_c = 10^6/321 = 3115 \text{ год}$$

Визначимо вірогідність безвідказної роботи системи

$$P_c(t) = e^{-\frac{t}{T_0}} P_c(3115) = e^{-\frac{3115}{3115}} = 0,37$$

$$P_c(0) = e^0 = 1$$

Будуємо номограму безвідказної роботи

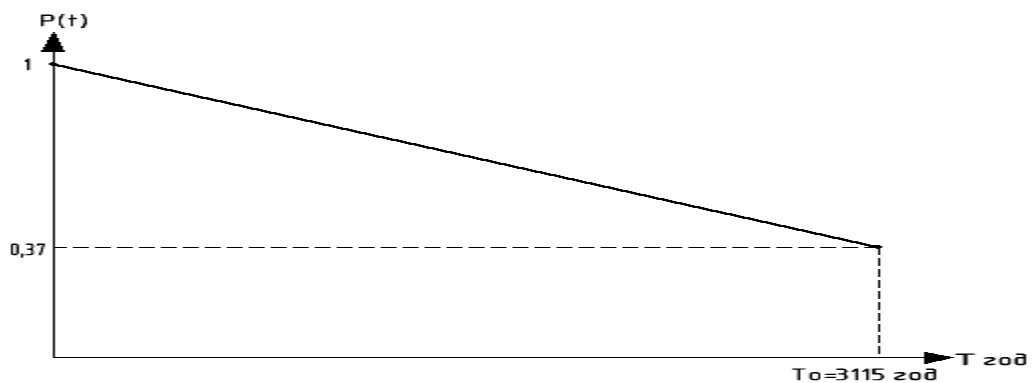


Рисунок 5.1 - Номограма безвідказної роботи системи електроустаткування

В розрахунку не враховується частотний перетворювач і контролер який має напрацювання на відмову згідно паспортних даних 30000 год. і не впливають на розрахунок [14].

РОЗДІЛ 6. РЕАЛІЗАЦІЯ ОСНОВНИХ ЗАВДАНЬ ПРОЕКТУВАННЯ

Регулювання швидкості обертання фрези будемо реалізовувати на базі частотного перетворювання, який змінює кількість обертів двигуна за результатами вимірювання навантаження на валу двигуна або кількості обертів (ємнісний, індуктивний датчик) від навантаження і оперує наступними функціями

- пуск\стоп і регулювання швидкості обертання валу двигуна
- прискорення та уповільнення,
- енергозбереження,
- ПД регулювання,
- захист двигуна і перетворювача,
- робота в покроковому режимі,
- обмеження роботи на нижній частоті.

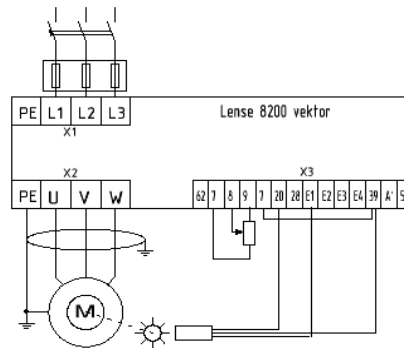


Рисунок 5.1 – Схема підключення частотного перетворювача і індуктивного датчика швидкості.

Для вимірювання температури опорних підшипників робочого вала будемо використовувати напівпровідникові терморезистори, які мають розмір в діаметрі 5 мм і легко монтуються в зоні посадочного місця підшипника, а температурний діапазон дорівнює 100...150 °С. Схема підключення і характеристика приведені на рисунку 1,4.

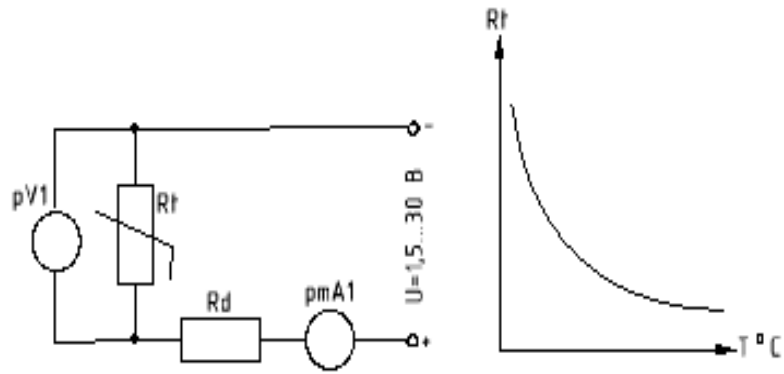


Рисунок 5.2 – Схема підключення і характеристика терморезистора (термістора).

При зміні температури середовища в місці розташування термістора змінюється його електричний опір.

Контроль наявності захисного огороження будемо реалізувати на базі кінцевих контактних або без контактних вимикачів.

Захист людини від ураження електричним струмом реалізують на базі реле захисного відключення РЗВ або диференційних автоматичних вимикачів на диференційний струм до 50мА. Доторкання людини до струмопровідних елементів призводить до спрацювання цих приладів, які розмикають свої силові контакти і знеструмлюють обладнання.

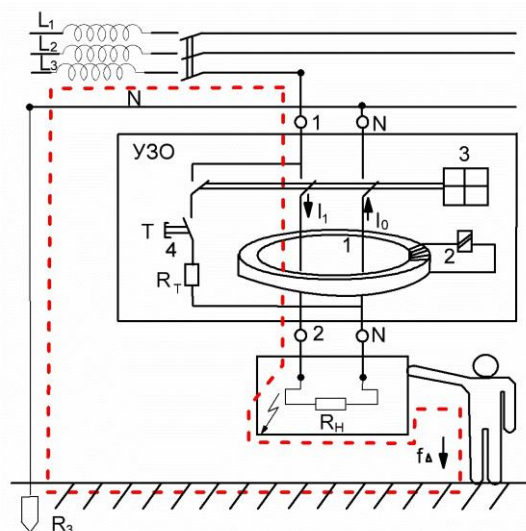


Рисунок 5.3 – Схема принципу роботи пристрою захисного відключення

Для реалізації сучасного захисту електрообладнання. (електродвигунів і мереж) широко застосовують автоматичні вимикачі з комбінованим захистом від струмів короткого замикання, перегріву двигунів, перекоосу і обриву фаз з надійним і швидкодіючим спрацюванням. Для забезпечення енергозберігання вибирають електродвигуни з високим ККД і $\cos \alpha$ (для нашого верстату).

Для теплозбереження в цехах майстерні “ВЖРЕП” необхідно використовувати автономні ексгаустерні установки (див.рис. 3.2.4) замість централізованого відсмоктування деревинної стружки, пилу від робочих зон верстатів разом з теплом і можливим протягом в цеху [2].

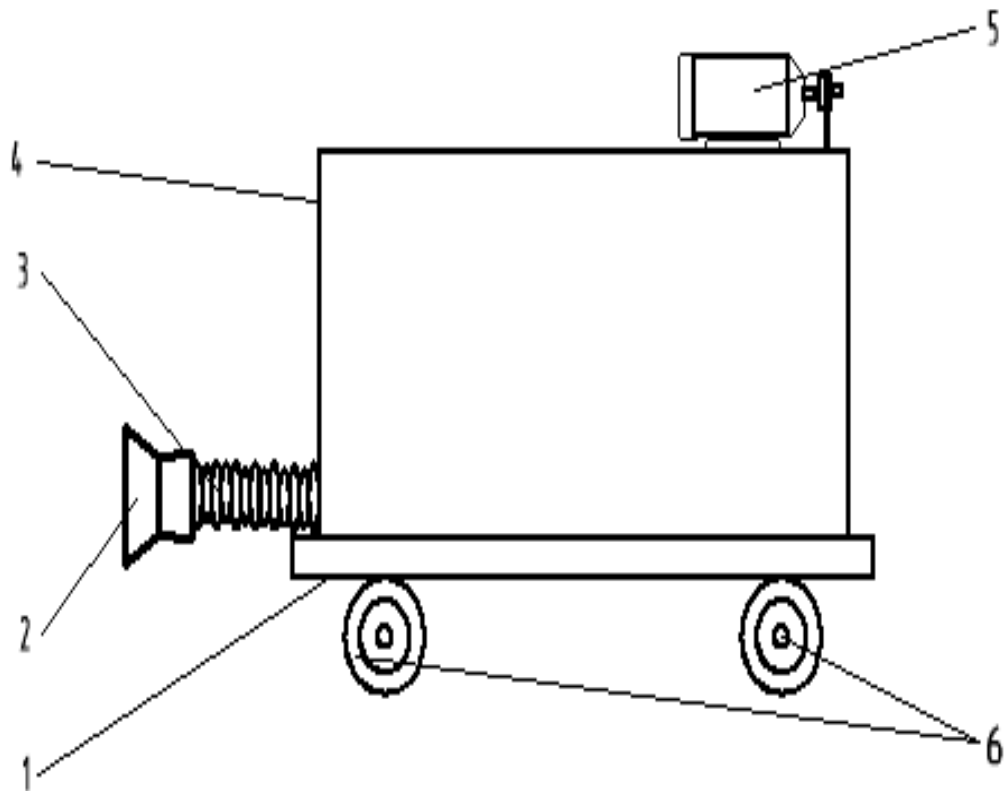


Рисунок 5.4 – Автономна ексгаустерна установка.

1-платформа, 2-приймач пилу, 3-гнучкий шланг, 4-корпус, 5-електродвигун, 6-колеса.

РОЗДІЛ 7. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УКРАЇНІ

Деревообробна промисловість в Україні володіє значним потенціалом для розвитку, який базується на багатих природних ресурсах, високоякісних породах дерева, та доступі до ключових ринків споживання. Однак, для досягнення максимальної ефективності і конкурентоспроможності, необхідно впроваджувати сучасні технології, удосконалювати логістику та розвивати екологічно стійкі підходи до виробництва.

Україна є однією з країн, яка має великі лісові ресурси, зокрема в Карпатах, Поліссі та інших регіонах. Це надає можливості для розвитку не лише виробництва обробленої деревини, але й для виробництва дерев'яних виробів вищого доданого вартості, таких як меблі високої якості, дерев'яні конструкції та інші.

Ростучий внутрішній ринок будівельних матеріалів та меблів в Україні створює попит на деревообробні вироби. Зростання середнього класу споживачів сприяє попиту на високоякісні товари, що відкриває нові можливості для розвитку сектору.

Україна має потенціал стати важливим гравцем на світовому ринку деревообробної продукції. З вдосконаленням технологічних процесів та високої якості продукції можна конкурувати на міжнародному ринку. Розвиток експорту деревообробної продукції також може допомогти в укріпленні економіки країни.

Впровадження сучасних технологій, таких як комп'ютерне керування виробництвом, робототехніка та інші інновації, може збільшити продуктивність та знизити витрати виробництва. Розвиток екологічно чистих технологій та дотримання високих екологічних стандартів може забезпечити сталість розвитку галузі та позитивний вплив на здоров'я населення та навколишнє середовище.

Створення ефективної системи навчання та підготовки кадрів в галузі деревообробної промисловості є ключовим елементом розвитку. Програми

навчання повинні відповідати сучасним вимогам та технологіям, що застосовуються в галузі.

Деревообробна промисловість в Україні має великий потенціал для розвитку, забезпечуючи робочі місця, підвищення експортних обсягів та сприяючи сталому економічному росту. Здатність адаптуватися до сучасних тенденцій, впроваджувати інновації та дотримуватися високих стандартів якості може зробити галузь конкурентоспроможною як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку [9].

ВИСНОВОК

Реконструкція деревообробної майстерні, з використанням круглопильного торцювочного верстату ЦПА-40, є ключовим кроком у підвищенні ефективності та конкурентоспроможності виробництва. Застосування цього сучасного обладнання дозволяє значно поліпшити точність та швидкість обробки деревини, що в свою чергу призводить до підвищення якості продукції.

Круглопильний торцювочний верстат ЦПА-40 відкриває нові можливості для роботи з різноманітними породами деревини, забезпечуючи гнучкість та універсальність виробничого процесу. Технічні характеристики цього обладнання дозволяють виробляти високоякісні дерев'яні вироби, що відповідають сучасним вимогам споживачів.

Покращена автоматизація та забезпечення безпеки робочого процесу також стають важливими перевагами реконструйованої майстерні. Це не лише підвищує ефективність виробництва, але і знижує ризик нещасних випадків та забезпечує комфортні умови для працівників.

Узагальнюючи, реконструкція деревообробної майстерні за допомогою круглопильного торцювочного верстату ЦПА-40 є вдалим вибором для підвищення продуктивності та якості виробництва. Це інвестиція в майбутнє, яка дозволить досягти високих стандартів в галузі деревообробки та забезпечити успішний розвиток підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Остапчук М.В., Сердюк Л.В., Овсянникова Л.К. Системи технологій. Київ: Центр навчальної літератури, 2019р. 110-314с.
2. Мархель І.І. Деталі машин: навчальний посібник. Київ: Алерта, 2016р. 78с.
3. Мілих В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка електроніка та мікропроцесорна техніка. Київ: Каравела, 2018р. 97с.
4. Сегеда С.М. Електричні мережі та системи. Львів: Львівська політехніка, 2015р. 211с.
5. Матвієнко М.П. Промислова електроніка: підручник. Київ: Ліра-К, 2019р. 97с.
6. Денесюк С.П., Радиш І.П., Кабацій В.М., Дерев'яно Д.Г. Основи електротехніки та електропостачання. Київ: Кондор, 2018р. 87с.
7. Василега П.О., Муріков Д.В. Електропривод робочих машин: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2019р. 25-28с.
8. Афанасьєв М.В., Селезньова Г.О. Планування і контроль на підприємстві. Харків: Інжек, 2012р. 84с.
9. Іванишин Т.В, Мазепа С.С. Основи автоматики та автоматизація виробничих процесів лісових і деревообробних підприємств. Львів: Магнолія, 2019р. 211-224с.
10. Апостолюк С.О. Охорона праці в деревообробній промисловості. Харків: Основа, 2003р. 401-453с.
11. Баралов О.В., Самойленко П.Г. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматизації керування. Київ: Аграрна освіта 2010р. 557с.
12. Хай М.В., Бурштинський М.В., Харчишин Б.М. Електричні апарати. Низьковольтна апаратура розподілу, керування та захисту. Загальний курс. Львів: Львівська політехніка, 2021р. 256с.
13. Маліновський А. А., Музичак А. З., Турковський В. Г. Ефективні технології енерговикористання. Львів: Львівська політехніка, 2022р. 325с.

14. Журахівський А. В. та ін. Надійність електричних систем і мереж. Львів: Львівська політехніка, 2016р. 243с.

15. Білецький М.О. та ін. Ресурсозберігаюча технологія розпилювання низькотоварної деревини круглопильними верстатами. Київ: ЦУЛ, 2017р, 122с.

16. <https://vue.gov.ua/>Україна: лісова, деревообробна та целюлозно-паперова промисловість.