

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису Любченко Сергій Олегович
УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування можливості удосконалення електричної частини
радіально-верлильного верстату

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело

Любченко С.О.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Голубенко А.А.
старший викладач

Консультант
Гончаренко Ю.П
к.т.н., доцент кафедри ІАВ та ІЕ

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Любченко С. О. Обґрунтування можливості удосконалення електричної частини радіальносверлильного верстату. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

У даній роботі розглянуто можливості удосконалення електричної частини радіальносверлильного верстату. Сверлильні верстати відіграють важливу роль у виробничих процесах, забезпечуючи точність та ефективність свердління отворів у виробах. Удосконалення електричної частини таких верстатів може сприяти підвищенню продуктивності, зниженню споживання енергії та поліпшенню якості обробки. У роботі будуть розглянуті існуючі проблеми та запропоновані можливі шляхи їх вирішення за допомогою удосконаленої електричної системи. Результати цього дослідження можуть бути корисними для виробників верстатів, які прагнуть підвищити ефективність своєї продукції та вдосконалити технічні характеристики радіальносверлильних верстатів.

Ключові слова: сверлильний верстат, сверління, електропривід, автоматичне керування, привід головного руху.

ABSTRACT

Lyubchenko S. O. Justification of the possibility of improving the electrical part of the radial drilling machine. Qualifying work for obtaining a bachelor's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

This paper explores the possibilities for improving the electrical component of a radial drilling machine. Radial drilling machines play a crucial role in manufacturing processes by providing precision and efficiency in drilling holes in workpieces. Enhancing the electrical component of such machines can contribute to increased productivity, reduced energy consumption, and improved machining quality. The paper examines existing issues and suggests possible solutions through an enhanced electrical system. The findings of this research may be beneficial for machine manufacturers seeking to enhance the efficiency of their production and improve the technical specifications of radial drilling machines.

Key words: drilling machine, drilling, electric drive, automatic control, main motion drive.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1.Огляд та аналіз аналогів об’єкту проектування.....	6
1.1 Блок управління на мікроконтролері.....	6
1.2. Короткий опис конструкції верстата.....	8
1.3 Напівавтоматичний свердлильний комплекс для друкованих плат на arduino і python.....	12
1.4 Стабілізований регулятор оборотів свердлильного верстата.....	15
1.5 Простий вузол керування обертів двигуна.....	18
Висновки по розділу 1.....	19
Розділ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕЛЕМЕНТИ РОЗРАХУНКУ.....	20
2.1. Опис структурної та принципової схеми.....	20
2.2. Розрахунок окремих блоків пристрою.....	23
2.3. Тепловий розрахунок пристрою.....	26
Висновки по розділу 2.....	28
Розділ 3. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	29
3.1. Основні поняття, терміни та визначення в сфері охорони праці.....	29
3.2. Вимоги електробезпеки.....	30
3.3. Пожежна безпека.....	31
Висновки по розділу 3.....	32
ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34
ДОДАТКИ.....	37

ВСТУП

Автоматичне керування — застосування певного впливу на керований об'єкт без безпосереднього втручання людини, який є необхідним і достатнім для того, щоб керований об'єкт виконував свою функцію з певною точністю.

Автоматичне управління використовується в багатьох технічних і біотехнологічних системах для наступних цілей.

- Для виконання операцій, які не під силу людині через необхідність обробки великих обсягів інформації за обмежений час.
- Підвищення продуктивності праці.
- Забезпечення необхідної якості та точності управління;
- Позбавити людину від управління системами, що працюють у відносно недоступних або небезпечних для здоров'я умовах.

Мета будь-якого управління, в тому числі і автоматичного, пов'язана з величиною, що підлягає певним чином регулюванню (контролю), тобто зі зміною в часі вихідної величини об'єкта управління. Для досягнення мети управління вплив об'єкта управління на майстерність виконавця, тобто керуючий вплив, коригується з урахуванням різної природи об'єкта управління і особливостей конкретних систем. Він також покликаний компенсувати вплив збурень, які намагаються порушити необхідну поведінку керованої змінної. Керуючий вплив генерується за допомогою керуючого пристрою. Сукупність керуючого пристрою та об'єкта керування взаємодіє через чутливі (вимірювальні) та виконавчі елементи (орган), утворюючи систему автоматичного керування (САК).

Актуальність теми: У сучасному виробництві верстати для свердління отворів в платах актуальні, а якість виконаних робіт залежить від керування такими параметрами як частота обертання, обертовий момент тощо.

Об'єкт дослідження: верстат радіально-сверлильний.

Предмет дослідження: Структурна схема свердлильного верстату.

Мета: створення САК, яка забезпечить стабільність і відповідність керованих параметрів свердлильного верстату.

Завдання дослідження: Необхідно виконати аналіз основних керованих параметрів та механізмів впливу на них, а також вибрати оптимальну схему САК, визначивши основні її параметри.

Методи дослідження: У процесі вирішення поставленої проблеми використовувалися методи аналізу, розрахунково-аналітичні методи та методи літературного пошуку для дослідження теми.

Практичне значення: Покращення керованості та надійності системи та забезпечення стабільних параметрів роботи свердлильного верстата.

Наукові публікації автора за темою дослідження:

Тези доповіді на тему «Напівавтоматичний свердлильний комплекс для друкованих плат на arduino і python» Голубенко А.А., Любченко С.О. // Збірка тез наукової конференції «Студентські читання-2024».

Тези доповіді на тему «Рекомендації по вибору структурної та принципової схеми свердлильного верстату» Любченко С.О. // Збірка тез наукової конференції «Студентські читання-2024».

Структура та обсяг роботи: Робота містить анотацію, вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел. Обсяг 37 сторінок А4 друкованого тексту.

Розділ 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Блок управління на мікроконтролері

На рис. 1 показана структурна схема блоку управління. Пристрій побудовано на двійково-десятковому реверсивному лічильнику K561IE14 (DD2). У даному випадку він працює у двійковому режимі, оскільки на вхід модуля рахунку подається логічна одиниця. Оскільки у цього лічильника відсутній вхід скидання R, для цієї цілі застосовується вхід попередньої установки S. При подачі на нього сигналу з рівнем логічної одиниці на виході встановлюється число 0, оскільки входи з'єднані із загальним провідником.

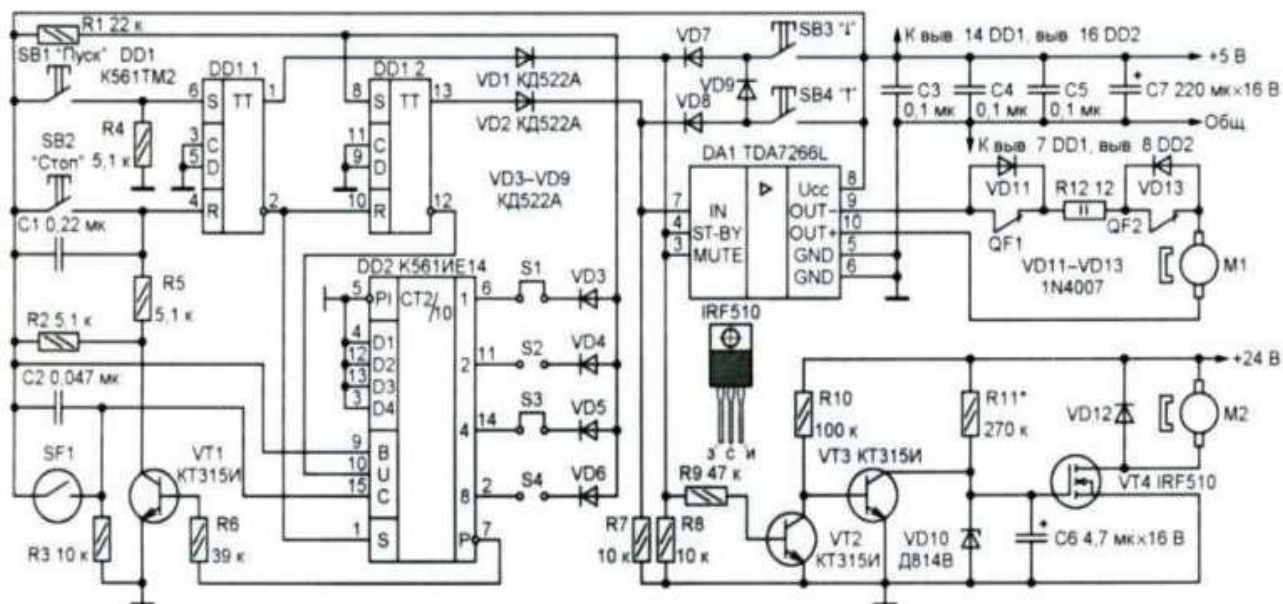


Рис.1.1. Блок управління на мікроконтролері. [3]

Пристрій працює згідно з наступною послідовністю дій. При ввімкненні живлення на прямому виході тригера DD1.1 (вихід 1) встановлюється рівень логічного 0, на вході R (висновок 10) тригера DD1.2 і вході S лічильника DD2 - рівень логічного 1. На вході напрямку рахунку U (висновок 10) лічильника DD2 - рівень логічного 1, а на всіх його виходах, крім виходу переповнення P (вхід 7), - рівень логічного 0.

Після натискання кнопки SB1 ("Пуск") тригер DD1.1 переходить в одиничний стан, на його інверсному виході (вивід 2) з'являється рівень логічного 0 і лічильник DD2 переходить в режим рахунку. Одночасно високий рівень подається на вхід ST-BY (вхід 4) мікросхеми DA1, щоб вона працювала разом з базою транзистора VT2.

Логічний 0 на вході IN (вхід 7) мікросхеми DA1 запускає двигуни M1 (подача свердла) і M2 (обертання свердла), а імпульси з резистора R3 генеруються герконом SF1 і подаються на тактовий вхід C (вхід 15) лічильника DD2 для початку рахунку. Конденсатор C2 зменшує деренчання контактів геркона.

На кожен оберт гвинта лічильник отримує один імпульс. Як тільки досягається необхідна кількість імпульсів (в даному випадку п'ять імпульсів), на вході установки S (вхід 8) тригера DD1 з'являється рівень логічної 1.2 Оскільки вхід IN мікросхеми DA1 тепер знаходиться на рівні логічної 1, на її інверсному виході з'являється рівень логічного 0, напрямок рахунку в лічильнику DD2 і обертання двигуна M1. Напрямок рахунку в лічильнику DD2 і обертання двигуна M1 змінюються. Підрахунок імпульсів починається знову, але цього разу лічильник працює на віднімання. Як тільки лічильник показує 0, вихід переповнення P (вихід 7) встановлюється в логічний 0, транзистор VT1 вимикається, тригер DD1 переходить в нульовий стан і весь пристрій повертається в початковий стан.

Необхідна швидкість обертання гвинта встановлюється знімними перемичками S1-S4, які підключають діоди VD3-VD6 до виходу лічильника DD2, а його анод - до входу S тригера DD1.2. У цій схемі всього дві перемички (S1, S3), що відповідає 5 (0101) в двійковій системі числення. Щоб отримати іншу кількість обертів, потрібно додати (або прибрати) деякі перемички. Наприклад, якщо потрібно 7 (0111), встановіть перемички S1 - S3.

Кнопка SB2 ("STOP") використовується для примусової зупинки верстата, а кнопки SB3 "↓" і SB4 "↑" - для управління ним в ручному режимі; натискання SB4 подає напругу позитивної полярності на всі входи мікросхеми DA1

(свердління вгору), а натискання SB3 перемикає входи ST-BY і MUTE Only (свердління вниз). Використання мікросхеми TDA7266L, однополярного мостового підсилювача потужності, дозволяє створювати безрелейні, спрощені і менші блоки живлення. Мікросхема корисна тим, що вхід вимикання є ST-BY і не потребує з'єднання. Мікросхема також більш надійна, ніж електромагнітні реле.

Резистор R12 обмежує крутний момент на валу двигуна M1. Це необхідно при роботі з тонкими свердлами, оскільки велике передавальне число може забезпечити достатнє зусилля, щоб зламати свердло навіть при малопотужному двигуні. Кінцеві вимикачі QF1 і QF2 спрацьовують в останньому положенні шпинделя верстата. Вони з'єднані послідовно з двигуном і тому шунтуються діодами VD11 і VD13. Наприклад, якщо спрацьовує перемикач QF1, двигун працює через діод VD11, але з іншою полярністю напруги.

Перемикач транзисторів VT2-VT4 працює наступним чином: Коли на резисторі R8 з'являється логічна 1, транзистор VT2 відкривається, а VT3 закривається. Напруга на конденсаторі C6 починає поступово зростати. Завдяки конденсатору C6 транзистор VT4 поступово вмикається і двигун M2 починає працювати плавно, без ривків. Стабілітрони VD10 і VD12 захищають транзистор VT4 від пробую.

1.2. Короткий опис конструкції верстата

Автоматичний свердлильний верстат з лазерною указкою побудований на базі вітчизняного мікроскопа МБИ-3 виробництва ЛОМО. Його роботою керує блок керування (БК), зображений на рисунку 1.2. 1.2 Він побудований на базі мікроконтролера ATtiny45. Після ввімкнення живлення блок керування встановлює машину у вихідне положення. Якщо його рухомі частини знаходяться в нижньому або проміжному положенні, він автоматично піднімається в перше верхнє положення.

Потім підкладка, яку потрібно обробити, розміщується під лазерним променем (так, щоб лазерний промінь потрапляв в центр отвору), притискається

рукою до робочого столу і натискається педаль. Одночасно з цим блок живлення подає живлення на двигун приводу патрона свердла і двигун подачі свердла. Після завершення свердління двигун подачі свердла повертає верстат у початковий стан, а СУ вимикає обидва двигуни. Тепер верстат готовий до свердління наступного отвору.

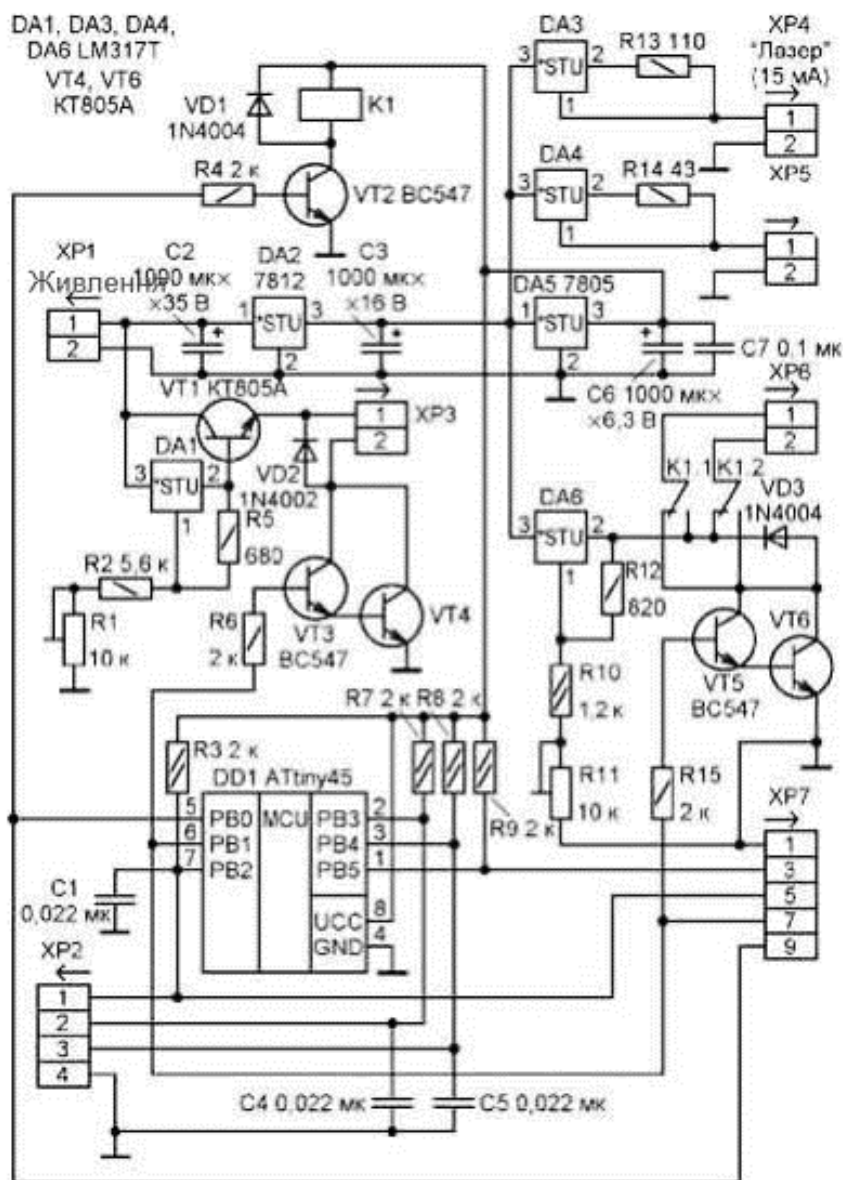


Рис.1.2. Свердильний верстат з лазерним покажчиком. [2]

У верстаті використовується доопрацьований лазерний модуль, який зазвичай використовується у дитячих іграшках як лазерний покажчик. Цей модуль піддався фокусуванню, щоб забезпечити тонкий промінь на короткій

відстані, і обмежений в робочому струмі, щоб лазер світився тільки-тільки. Це дозволяє знизити випромінення лазера до безпечного рівня.

Для подачі свердла використовується електродвигун з черв'ячним редуктором, який закріплений на тубусотримачі мікроскопа за допомогою трьох металевих стійок. При складанні механізму необхідна уважність, щоб уникнути пошкоджень шестерень та ручки.

Швидкість подачі свердла регулюється підлаштуванням резистора R11. Хоча електродвигун малопотужний (номінальна напруга - 6 В, струм - 30 мА), завдяки черв'ячному редуктору він ефективно справляється зі своїми функціями. Крім того, можна використовувати кроковий електродвигун.

Управління подачею свердла та його напрямком здійснюється за допомогою ключа на складених транзисторах VT5, VT6, який вмикає та вимикає електродвигун подачі свердла. Також транзистори VT2 і реле K1 керують напрямком його руху. Для управління електродвигуном приводу свердла використовується ключ на складених транзисторах VT3, VT4.

Мікросхема DA6 має стабілізатор напруги для двигуна подачі свердла. Інтегральні стабілізатори DA2 і DA5 використовуються для отримання стабілізованих напруг - 12 В та 5 В відповідно.

Блок живлення повинен забезпечити напругу не менше 14 В для живлення верстата, і вибір напруги здійснюється з врахуванням напруги, необхідної для роботи обраного електродвигуна.

На мікросхемі DA3 сконструйований стабілізатор струму для лазера, тоді як на DA4 - для світлодіодів підсвічування. Струм стабілізації розраховується за формулою $I = 1,25 / R$ і встановлюється підбором резисторів R13 і R14. Це забезпечує стабільний струм подачі як для лазера, так і для світлодіодів, що є важливим для їхньої ефективної роботи.

Роз'єм XP7 призначений для підключення програматора "TRITON + V5.7T USB" для програмування мікроконтролера, що дає можливість змінювати програмне забезпечення пристрою за потреби.

Напруга живлення верстата залежить від електродвигуна, використаного для приводу свердла. В даному випадку використовувався двигун приводу друкуючої головки струменевого принтера Canon з номінальною напругою живлення 24 В. Напруга живлення верстата вибрана з запасом по регулюванню і становить 30 В, щоб забезпечити надійну роботу. Згідно з вказаними параметрами, блок живлення повинен забезпечувати напругу на виході 30 В при споживанні струму не менше 3 А. Для цього використовується саморобний імпульсний лабораторний блок живлення з лінійним стабілізатором, що забезпечує плавний пуск двигунів і обмежує струм.

Постійні резистори R3, R7-R9, R15, керамічні конденсатори C1, C4, C5, C7 та мікроконтролер DD1 припаюють безпосередньо до друкованих провідників для забезпечення надійного електричного з'єднання. Решта резисторів - МЛТ-0,25, конденсаторів - оксидних імпортованих.

Транзистори VT1, VT4, VT6 можуть бути будь-якої серії КТ805, КТ819, ВС337, ВС547, КТ315, КТ3102; VT3, VT5 - ВС337, ВС547, серій КТ315, КТ3102. Транзистор VT2 - ВС337, будь-який з серій КТ630, КТ815, КТ972. Максимальне значення колекторного струму транзистора VT2 повинно бути не менше струму, який потрібен для роботи реле К1.

Як ключі VT5, VT6 можна використовувати один транзистор серії КТ829 або КТ972, а як ключі VT3, VT4 - один транзистор КТ827 або КТ829 з будь-яким буквеним індексом.

Можна використовувати реле К1 - R40-11D2-5 або будь-яке реле з двома перемикаючими контактами, розраховане на комутацію струму не менше 1 А з напругою спрацьовування 5 В. Також можна використовувати реле на 12 В, підключивши верхній висновок його обмотки до виходу мікросхеми DA2.

Плата управління встановлюється під столиком і прикручується з кута до основи мікроскопа; мікросхеми DA2 і DA5 встановлюються на радіатори, а для транзистора VT1 необхідно передбачити тепловідвід. Стіл виготовлений фірмою Tectolite.

1.3. Напівавтоматичний свердильний комплекс для друкованих плат на **arduino** і **python**

Виготовлення фрезера включало великий обсяг роботи над механічною частиною, де деякі проблеми затягували процес і затратили значну кількість часу. Однак, з програмного боку, було необхідно розробити прошивку для пристрою, яка мала реалізувати мінімальний набір простих команд для управління станком, а також клієнтську програму, що дозволяла складати і виконувати програму свердління.

Для переміщення по осях X і Y були застосовані пари гвинт - гайка з різьбленням. Використання різьблення з кроком 1 мм дозволяло здійснювати переміщення на 1 мм за один оборот гвинта. Оскільки використовуваний кроковий двигун вимагав 48 імпульсів на один оберт валу, крок переміщення по осях X і Z становив приблизно 0,02 мм.

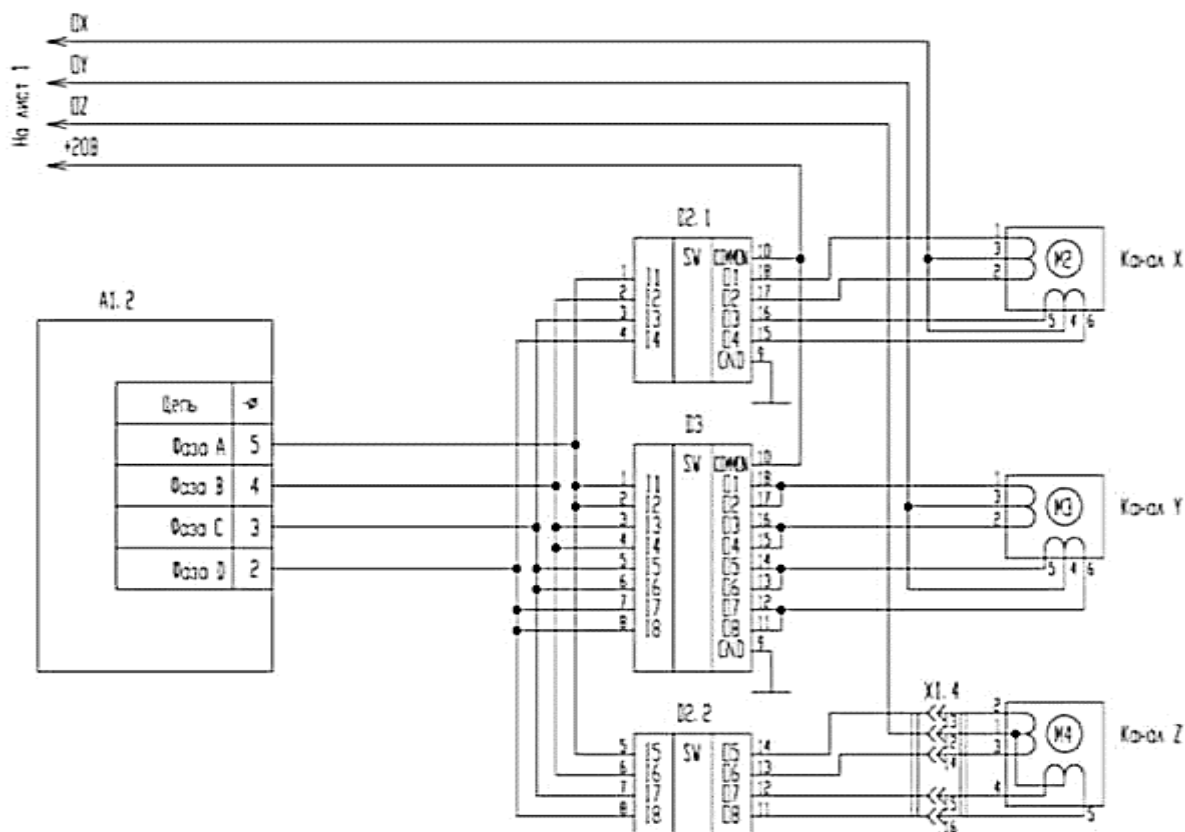


Рис.1.3. Свердильний комплекс на python [5]

Проте, існували чинники, які можуть призводити до відхилення величини кроку від розрахункового, такі як нерівності гвинта, неточності виготовлення деталей і люфт в деяких елементах. Тому в конструкції верстата були прийняті заходи для зменшення впливу цих факторів, такі як використання додаткових саморобних полімерних гаек, плаваюча посадка електродвигунів, що дозволяє їм переміщатися в певних межах під час роботи.

Каретка для підкладки і каретка для пробивного блоку рухаються по осях X і Y відповідно на напрямних DIN-рейки. Для зменшення тертя між кареткою для плати і напрямними застосовувалася фторопластова стрічка.

Для осі Z застосований малопотужний електродвигун з вбудованим редуктором. Оскільки використання пари гвинт - гайка призводить до занадто повільного переміщення, вирішено використовувати переміщення каретки, на якій встановлений електродвигун, по нерухомо закріпленій капроновій нитці. Це дає можливість забезпечити потрібну швидкість переміщення без необхідності високої точності.

Щоб запобігти пошкодженню свердла і визначити відстань до основи, наприклад, при переході від свердління до фрезерування, механізм свердління з'єднаний з кареткою за допомогою пружинного механізму з регульованим зусиллям пружини.

Коли свердло торкається поверхні основи, механізм свердління зупиняється і продовжує рухатися вниз, стискаючи несучі пружини. Навіть невелике стиснення пружини призводить до розмикання мікроперемикача упору і відправки відповідного сигналу в електричну частину верстата, щоб зупинити рух і запобігти пошкодженням.

Плата Arduino живиться безпосередньо від USB-порту, який забезпечує 5 В для живлення датчиків на машині. Для живлення двигунів використовується зовнішній блок живлення від ноутбука потужністю 75 Вт (19 В; 3,9 А).

Для підключення крокового двигуна використовуються стандартні мікросхеми драйверів (D2, D3), переключені на композитні транзистори і клеми

з відкритим колектором. Аналогічна мікросхема D1 використовується для перемикання виходу плати Arduino на транзистор.

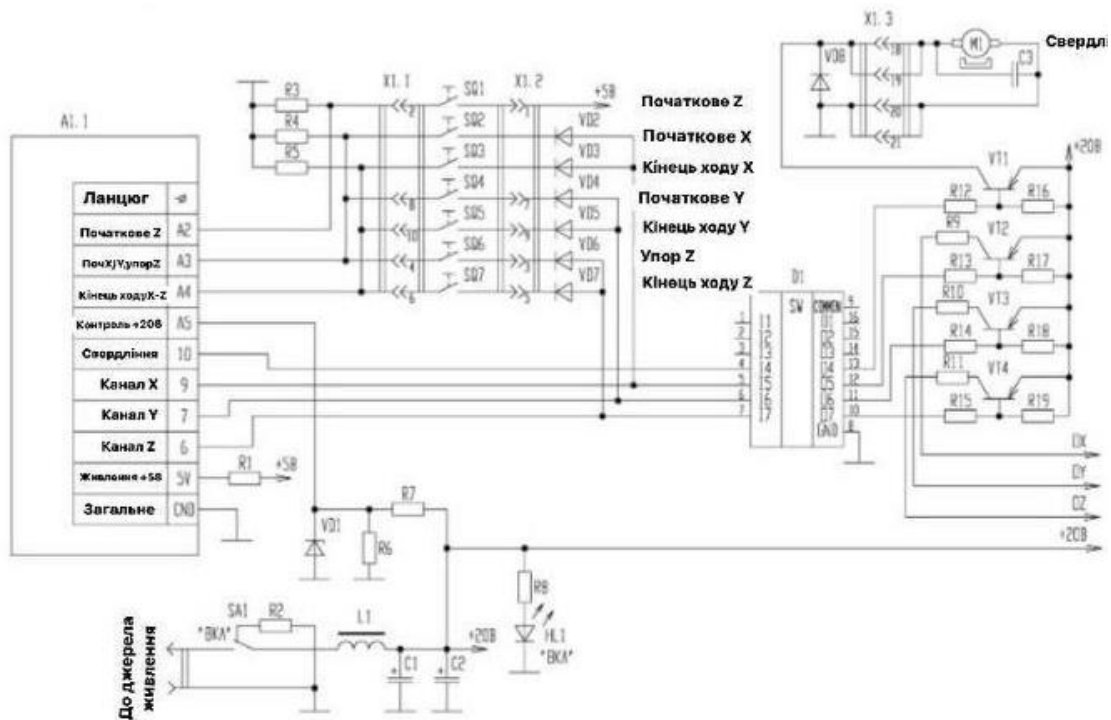


Рис.1.4. Свердлильний комплекс на arduino [5]

Оскільки робочий струм двигуна M3 перевищує робочий струм одного каналу обраної мікросхеми, для живлення відповідних обмоток використовуються двоканальні мікросхеми D3, з'єднані паралельно.

Діапазон робочої напруги приводу свердління M1 становить 6-24 В з урахуванням потужності та швидкості обертання. Для забезпечення необхідного режиму свердління на перемикач VT1 подається ШІМ-сигнал з вибраними параметрами.

Стан кінцевих вимикачів SB2 ... SB7 важливий тільки під час руху вздовж певної осі, тому вони об'єднані попарно в матрицю 3x2 і підключені між входом і виходом управління одним з каналів для економії входів / виходів контролера. Кінцевий вимикач SB1 підключається безпосередньо між входом і живленням 5 В і контролює його стан при прикладанні фізичних зусиль, щоб запобігти пошкодженню при переміщенні по осях X і Y.

1.4 Стабілізований регулятор оборотів свердлильного верстата

Схема стабілізує крутний момент шляхом регулятора обертів введення позитивного зворотного зв'язку з електродвигуном М1 через RC ланцюг, що складається з резисторів R12, R6, R1 та конденсаторів C2 і C1. Діод VD2 впевнюється, що на емітер транзистора VT1 подаються лише імпульси позитивної полярності з щіток електродвигуна.

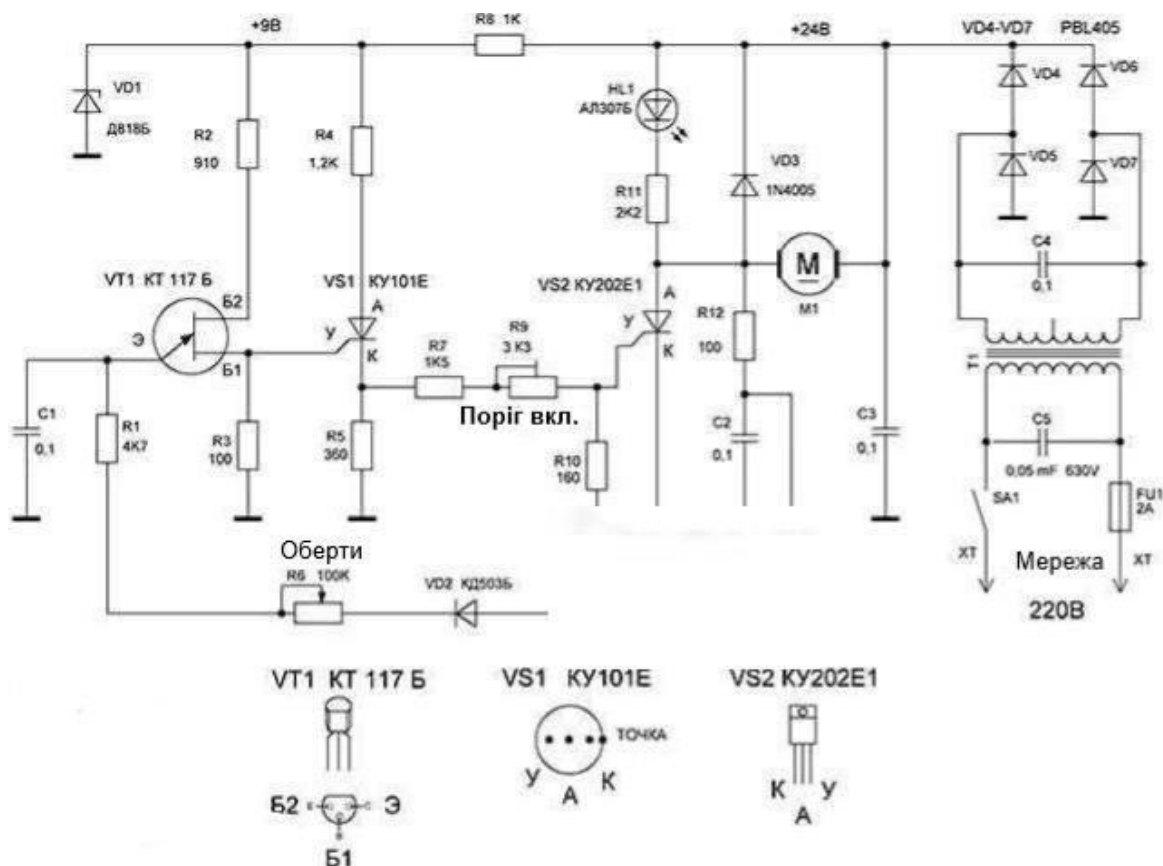


Рис. 1.5. Регулятор обертів свердлильного верстата [7]

Змінний резистор R6 виступає як регулятор обертів, дозволяючи користувачеві змінювати швидкість обертання електродвигуна. Оскільки опір R6 є змінним, він також дозволяє стабілізувати оберти при зміні навантаження, тобто зберігає швидкість обертання електродвигуна на практично постійному рівні, незалежно від змін у навантаженні.

Одноперехідні двоїні транзистори призначені для використання у генераторах періодичних та одноразових імпульсів. Опір між їх виходами

залежить від струму, який керує емітерним переходом. Вольт-амперна характеристика цих транзисторів має від'ємний диференціальний опір. При досягненні певної напруги на емітері відбувається відкриття транзистора і швидке збільшення струму через базу. Цей процес відбувається лавиноподібно. Одноперехідний транзистор є частиною сімейства тиристорів і входить до складу транзисторно-тиристорної збірки КУ106А-Г. Він представляє собою гібридний прилад, який складається з одноперехідного транзистора і триодного тиристора.

Відкриваючий імпульс від одноперехідного транзистора VT1 подається на керуючий електрод тиристора VS1, який переходить у провідний стан і залишається в цьому стані, поки прямий струм через тиристор VS1 перевищує його струм утримання. Напруга з резистора R3, що з'єднана з катодом VS1 через резистори R7 і R9, подається на керуючий електрод потужного тиристора VS2 і вмикає його.

Поріг вмикання тиристора VS2 встановлюється резистором R9, враховуючи велику зміну вхідної характеристики. Анод силового тиристора підключений безпосередньо до електродвигуна електродріля M1. Імпульси негативної полярності, що генеруються обертянням двигуна, компенсуються діодом VD3. Частина напруги з колектора двигуна використовується для стабілізації обертання, подаючи її на емітер одноперехідного транзистора VT1. Світлодіод HL1 відображає напругу на електродвигуні електродрілі та знижує імпульсні перешкоди напругою понад 300 вольт.

Діод VD3 подає зворотний струм на якір двигуна, коли тиристор закритий. На початку кожного напівперіоду випрямлена напруга через діод VD2 і резистори R1 і R6 використовується для заряду конденсатора C1, який ще не має електрорушійної сили. Крім того, напруга на аноді тиристора VS2 дорівнює різниці між напругою на діодному мості VD4-VD7 і електрорушійною силою якоря, тобто залежить від швидкості обертання.

Зменшення швидкості зі збільшенням моменту навантаження на валу майже повністю компенсується збільшенням заряду конденсатора C1 і зменшенням кута затримки ввімкнення тиристора.

Імпульси напруги з резистора R3 подаються на керуючий електрод малопотужного тиристора VS1 для попереднього підсилення і на керуючий електрод потужного тиристора VS2 з порогамі перемикаччя, встановленими резисторами R7 і R9. Ланцюги VD1 і R9 зменшують вплив напруги мережі і навантаження на роботу релаксаційного генератора на транзисторі VT1.

Струм тиристора VS1 обмежується номінальним значенням резистора R4. Зменшення цього значення не рекомендується, оскільки це може порушити відновлення керованості тиристором.

Час відновлення залежить від багатьох факторів, включаючи прямий і зворотний потік, амплітуду замикаючої напруги і напругу на керуючому електроді. Зворотний струм, який майже миттєво зникає при замиканні тиристора, може викликати перенапруження та радіоперешкоди.

Примусова комутація забезпечується діодом VD3 і дозволяє перервати струм в тиристорі VS2 на час, достатній для замикання.

Практичні випробування регулятора обертів електродвигуна в різних режимах підтвердили теоретичні обґрунтування використання позитивного зворотного зв'язку для стабілізації швидкості обертання. Швидкість холостого ходу не перевищувала 600 об/хв, а навантаження на вал двигуна становило приблизно 4 кг сили.

При введенні зворотного зв'язку крутний момент збільшується, але обороти трохи знижуються. Регулювання схеми регулятора обертів станка виконується наступним чином: спочатку, зменшуючи опір резистора R6 (що контролює обороти), встановити поріг включення тиристора VS2 шляхом зміни значення резистора R9. Потім, збільшуючи опір резистора R6, досягти необхідних обертів електродвигуна.

На друкованій монтажній схемі показані майже всі радіокомпоненти, крім комутаційної схеми, силового трансформатора і діодного моста. Регулятор обертів і світлодіодний індикатор HL1 розташовані на верхній кришці корпусу, а запобіжник FU1, вимикач SA1 і силовий шнур знаходяться на бічній стороні.

1.5 Простий вузол керування обертів двигуна

При включенні живлення, свердло обертається з низькою частотою приблизно 100 обертів за хвилину. На таких оборотах електродвигун практично не нагрівається при тривалому використанні, і це полегшує точне позиціонування свердла над отвором у платі. Під час натискання на свердло, частота обертання дреля швидко збільшується до номінальних значень, і починається свердіння. Після завершення свердіння, коли опір матеріалу плати різко падає, обороти автоматично зменшуються до мінімуму.

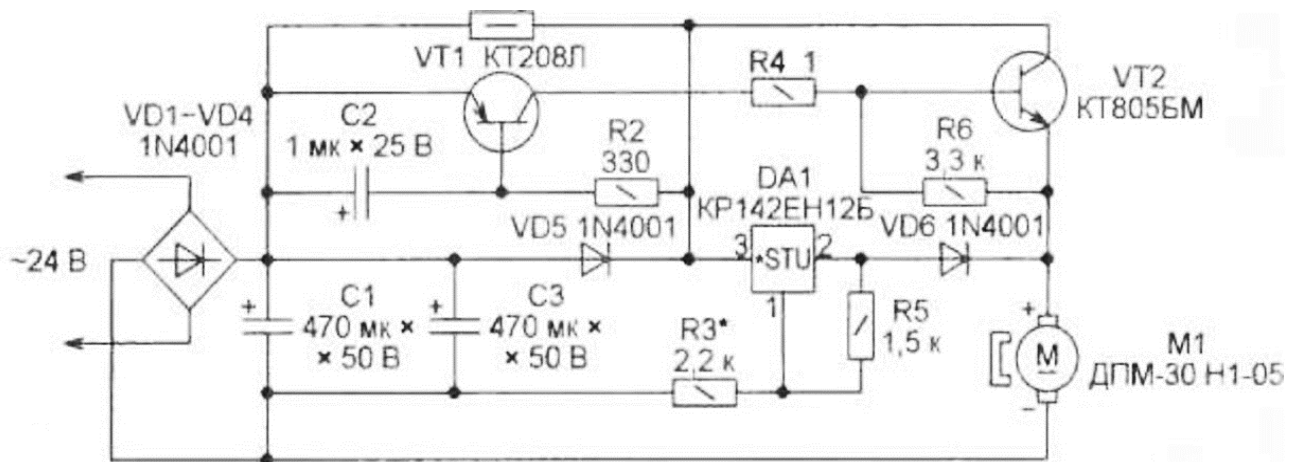


Рис.1.6. Вузол керування обертів двигуна.[4]

Схема керування, показана на рисунку 1.6, містить випрямляч на діодах VD1 - VD4 зі згладжувальними конденсаторами C1 і C2 та два канали для керування двигуном свердла M1. Перший канал забезпечує підтримку напруги приблизно 2,5 В на електродвигуні M1, який працює без навантаження. Для цього використовується інтегральний стабілізатор напруги DA1. Другий канал базується на транзисторах VT1 і VT2. При збільшенні навантаження (початок свердіння), струм електродвигуна зростає. Коли напруга на резисторі R1 досягає приблизно 0,6 В, відкривається транзистор VT1, відкривається транзистор VT2 і двигун підключається до випрямляча. Діод VD6 відключає вихід стабілізатора напруги від електродвигуна. Щоб обмежити падіння напруги на датчику струму, паралельно йому використовується діод VD5. Конденсатор C2 використовується для затримки повернення в режим холостого ходу після завершення свердіння.

Механічне навантаження на свердло, яке потрібне для перемикання режимів, залежить від значення резистора R1.

У схемі можна використовувати практично будь-який транзистор відповідної конструкції з максимальною напругою колектор-емітер 35 В або більше і максимальним струмом колектора 100 мА або більше (для VT1). Максимальний струм колектора транзистора VT2, його потужність і прямий струм діодів VD1 - VD5 повинні відповідати максимальному струму використовуваного електродвигуна.

Висновки по розділу 1

Для подачі свердла використовується електродвигун з черв'ячним редуктором, який закріплений на тубусотримачі мікроскопа за допомогою трьох металевих стійок. При складанні механізму необхідна уважність, щоб уникнути пошкоджень шестерень та ручки.

Запропонована схема управління головним приводом стабілізує крутний момент шляхом регулятора обертів введення позитивного зворотного зв'язку з електродвигуном через ланцюг, що складається з резисторів та конденсаторів.

Розділ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕЛЕМЕНТИ РОЗРАХУНКУ

2.1. Опис структурної та принципової схеми

В результаті аналізу технічної проблеми та аналогії об'єкта проектування в даній роботі запропоновано свердлильний верстат з покращеними експлуатаційними характеристиками за рахунок виключення лічильників в блоці керування. Це підвищує плавність та ресурс керування об'єкту удосконалення.

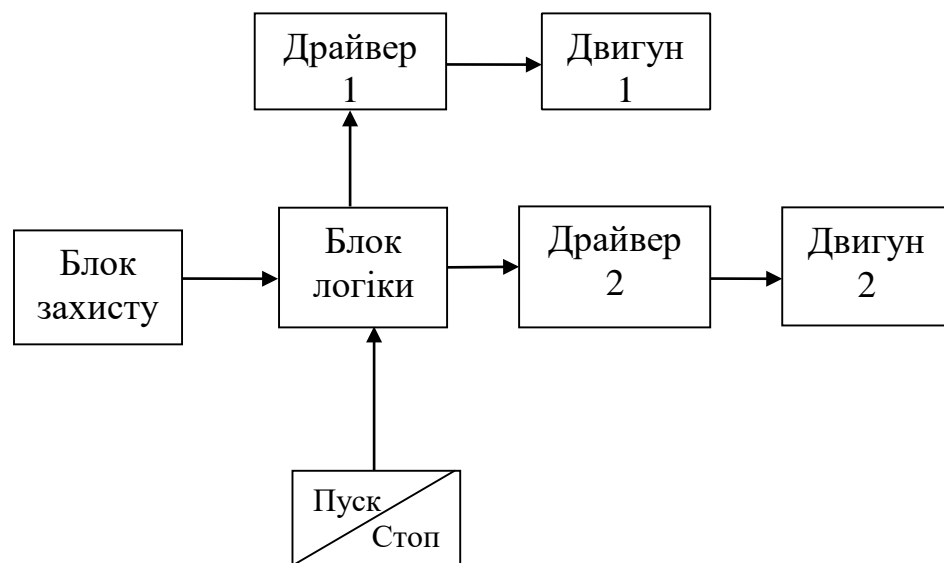


Рис. 2.1 Структурна схема свердлильного верстата.

Пристрій складається з блоку управління, підсилювача, двигунів D1 і D2, кнопок Р для запуску і зупинки, а також приводів за і проти годинникової стрілки.

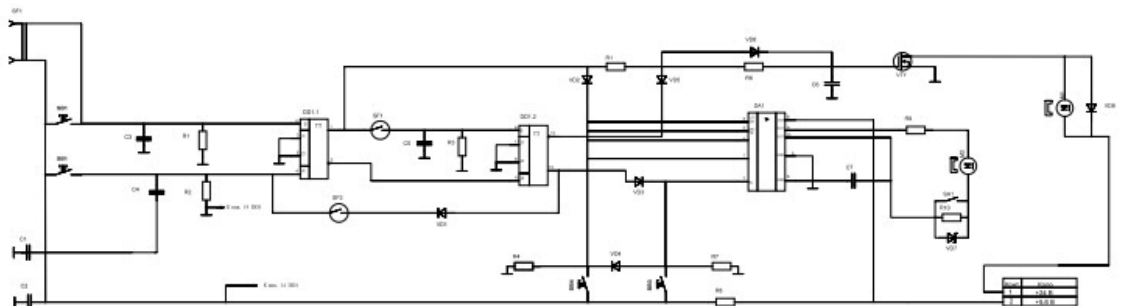


Рис. 2.2 Принципова схема блока управління свердлильного верстата.[1]

Блок управління свердлильним верстатом працює наступним чином: при включенні живлення тригер DD1.1 і тригер DD1.2 перебувають у нульовому стані. Обидва електродвигуни вимкнуті, і геркон SF2 не впливає на пристрій. При натисканні на кнопку "Пуск" тригер DD1.1 переходить у стан "1", що запускає електродвигуни M1 і M2, і процес свердління розпочинається. Коли спрацює геркон SF1, тригер DD1.2 також переходить у стан "1", і електродвигун M2 змінює напрямок обертання, починається відведення свердла у початкове положення. Коли спрацює геркон SF2, на вхід R тригера DD1.1 подається "1", і весь пристрій повертається у початковий стан.

Мікросхема DA1 і призначення інших кнопок пристрою описані докладніше в документі [3]. На вході IN мікросхеми DA1 подається логічний "0". Електродвигуни M1 і M2 запускаються, і починається відлік імпульсів з резистора R3, які формуються герконом SF1 і поступають на тактовий вхід С лічильника DD2. Конденсатор C2 пригнічує перепади напруги, що виникають від контактів геркона. При кожному оберті гвинта лічильник отримує один імпульс. Коли набереться необхідна кількість імпульсів (у цьому випадку - п'ять), на вході установки S тригера DD1.2 з'являється "1". Це призводить до зміни напрямку рахунку лічильника DD2 і напрямку обертання електродвигуна M1, оскільки на вході IN мікросхеми DA1 з'являється "1". Починається відлік імпульсів, тепер лічильник працює на віднімання. Коли лічильник дійде до нуля, на його виході переповнення встановлюється у "0", транзистор VT1 закривається, тригер DD1 повертається у нульовий стан, і весь пристрій повертається у початковий стан.

Конденсатори C2-C5 використовуються для захисту від перешкод. Діод VD1 перешкоджає передачі напруги живлення з кнопки SB2 на вихід тригера DD1.2, коли контакти геркона SF2 замкнуті. Діоди VD3 і VD2 виконують аналогічну функцію при натисканні кнопок SB3 і SB4. VD7 прискорює повернення шпинделя в початкове положення під час свердління тонкими свердлами. В ланцюзі живлення двигуна M2 розміщені резистор R10 і вимикач SA1, оскільки для свердла діаметром 0,5-0,6 мм потрібно менше зусилля. Резистори R9 і R10 підбираються залежно від застосованого двигуна M2.

Паралельно кнопці SB1 можна підключити виносну педаль за допомогою розетки XS1. Деякі зміни внесені в схему пуску електродвигуна M1 для продовження його терміну служби. Логічний "1" на прямому виході тригера DD1.1 запускає зарядження конденсатора C6 через резистор R5. Плавний запуск двигуна забезпечується підвищенням напруги на затворі транзистора VT1. При активації тригера DD1.2 конденсатор C6 розряджається через резистор R6, діод VD5 і вихід 12 тригера. Транзистор VT1 закривається, зупиняючи двигун раніше, ніж шпиндель повертається в початкове положення. Це дозволяє скоротити час роботи двигуна, збільшуючи його термін служби.

Всі деталі, крім герконів, розташовані на друкованій платі з одного боку склотекстоліту. Блокуючий конденсатор C2 припаяний безпосередньо до силового виводу мікросхеми DD1, а транзистор VT1 закріплений на корпусі верстата за допомогою фланця з тепловідводом. Якщо немає необхідності продовжувати термін служби двигуна M1, діоди VD5 і VD6 та резистор R6 можна вимкнути, а резистор R5 залишити увімкненим.

Геркони розташовані на окремій платі, де всі дроти припаяні до мідних шпильок діаметром 0,9 мм. Як альтернативу, можна використовувати фотодатчики або мініатюрні мікроперемикачі, що може вимагати підбору резисторів R2 і R3.

Переваги герконів включають простоту схеми, надійний контакт і відсутність проміжних напругових значень і шумів, які характерні для деяких фотодатчиків. Також вони не потребують додаткового джерела живлення.

Проте, є деякі недоліки. По-перше, це крихкість: скляний корпус легко розтріскується і ламається, особливо коли виводи близько до корпусу. При паянні виходів геркона слід бути обережним. Датчику також потрібен захист від зовнішніх механічних впливів.

Ще один нюанс полягає в тому, що у більшості верстатів використовуються мотори постійного струму з сильними магнітними полями, що може впливати на роботу геркона.

Незважаючи на це, в описуваному верстаті застосовані геркони, оскільки в авторських запасах не було двох однакових оптопар. Управління герконами здійснюється за допомогою постійного магніту, який прикріплений до рухомого прапорця.

Принцип дії прапорця полягає в тому, що поки шпindelь верстата рухається в потрібному діапазоні, прапорець і магніт також рухаються разом з ним, не торкаючись упорів. Якщо потрібно змістити робочу ділянку шпindelя вгору або вниз (наприклад, при встановленні свердла різної довжини), натискання кнопок SB3 і SB4 викликає зміщення магніта на пластині.

2.2. Розрахунок окремих блоків пристрою

Для вирішення поставленого завдання було обрано мікросхему TDA7266L, яка має наступні характеристики:

1. Для побудови повноцінного двоканального стереопідсилювача потужності потрібно мінімум зовнішніх компонентів.
2. Кожен канал може надавати до 7 ват потужності.
3. Немає початкового завантаження і вбудованих конденсаторів, останні виносяться в якості зовнішніх елементів.
4. Є елементи введення, що дозволяють управляти мікросхемою з мікропроцесорів, але вона також може працювати автономно.
5. TDA7266L має вбудований захист від перегріву і коротких замикань.
6. Підтримується широкий діапазон робочих напруг - від 3,5 до 18 вольт.

Додаткові технічні характеристики:

Чіп може розсіювати потужність до 20 ват.

Робоча температура не повинна перевищувати 70 °C.

Нелінійні спотворення з шумом не перевищують 0,05%.

Коефіцієнт посилення становить близько 26 дБ.

Опір навантаження (динаміків) складає 8 Ом.

Мікросхема K561TM2 є двоступеневим (master-slave) D-тригером з входами асинхронної установки скидання і протифазними виходами.

Основні характеристики мікросхеми K561TM2:

Напруга живлення: +3 до +15 В (максимально 18 В).

Вихідна напруга для логічного 0 менше 0,05 В.

Вихідна напруга для логічної 1 більше напруги живлення мінус 0,05 В.

Діапазон робочих температур: від -40 °С до +85 °С.

Опитувальні клеми датчика кінцевого положення геркона з'єднані за допомогою трьох ідентичних ланцюгів (RC-ланцюгів) R1C3, R2C4 і R3C5 для придушення радіочастотних перешкод, які можуть виникати при натисканні кнопок SB1-SB2 і геркона SF1. Тому для захисту входів цифрової мікросхеми встановлено згладжуючий контур для усунення ефекту "клацання контактів" з постійною часу порядку 100 Гц (0,01 с) періоду.

Виходячи з вищесказаного, ємність RC-ланцюга розраховується наступним чином.

$R=150\text{кОм}$. Тип (R1 – R3 - МЛТ – 0.25 – 150 кОм).

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{0,01\text{с}}{159\text{кОм}} = 68\text{нФ} \approx 100\text{нФ};$$

Тип C3-C5 – Y5V –0,1мкФ 50В; R 150 кОм

VD1 використовується як діодний ключ для захисту виходу мікросхеми DD1.2.13.

Блок формування сигналів керування базується на інтегральних мікросхемах серії K561TM2. Використання мікросхем дозволяє використовувати різні вузли без налаштування за допомогою командних сигналів, що відповідають рівню логічної "1" (+Uj) мікросхеми (в даному випадку +5 В).

Блок керування електродвигуном M2 використовує мікросхему підсилювача DA1 як драйвер, з прямим принципом регулювання. Електродвигун має невелику потужність до 20 Вт, тому вибір і розрахунок електродвигуна не потрібний.

Два входи керування визначають чотири можливі режими роботи приводу: вперед, назад, стоп і гальмо. У режимі гальмування вихід двигуна підключений

до загального джерела живлення і різко зупиняється; у режимі зупинки вихід двигуна відключений від джерела живлення і повільно зупиняється.

Основні характеристики підсилювача TDA7266L включають:

1. Вбудовані потужні (100 мА) транзистори.
2. Режим гальмування, коли рівень логічного сигналу на обох входах високий.
3. Вбудовані діоди для захисту від кидків струму.
4. У режимі очікування, коли обидва входи знаходяться на низькому логічному рівні, струм споживання дуже низький.
5. Широкий діапазон живильної напруги 4,5-15 В.
6. Управління безпосередньо ТТЛ-рівнями.

Таблиця 2.1. Режими роботи драйвера одного оборотного двигуна постійного струму

Режим	Авх. ($F_{вх.}$)	В вх. ($R_{вх.}$)	Вх1 ($A_{вих.}$)	Вих2 ($B_{вих.}$)
Вперед	1	0	1	0
Назад	0	1	0	1
гальмування	1	1	0	0
відключення	0	0	Z*	Z*

Z * - розімкнутий стан ключового транзистора (OPEN)

Для вузла часової затримки сигналу керування електродвигуном "M1" використовується елемент часозатримки, який розраховується за допомогою відношення, враховуючи час заряду конденсатора до напруги логічної одиниці (+2,7 В). Цей час обрано максимально 10 секунд.

Для визначення часу заряду конденсатора використовується правило п'яти RC, яке стверджує, що за п'ять постійних часів конденсатор заряджається чи розряджається на 99%. Тому необхідно визначити кількість постійних часів, необхідних для заряду конденсатора до напруги 2,7 В.

$$xRC = \frac{5 \cdot U_{\text{вих}}}{0.99 \cdot U_{\text{вх}}} \quad (2.1)$$

$$xRC = 12.5 / 11.88 = 1.2$$

Нехай ємність конденсатора дорівнює $C = 20$ мкФ. Виходячи з визначення сталої часу та результатів розрахунку за рівнянням (2.4.1), знайдемо опір резистора R_6 .

$$R = \frac{10}{1.2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} = 0.416 \cdot 10^6 = 416 \text{ k}\Omega$$

Приймаємо величину опору резистора $R_6 = 430 \text{ k}\Omega$.

Розрахунок силового ключа VT1:

Вибір керуючого вимикача визначається обмеженнями максимального струму і напруги витоку на виході, робочою напругою і частотою комутації.

$V_{DS} > V_{\text{вх}} > 24 \text{ VDC}$, з запасом приймаємо 40В;

Так як в нас максимальний піковий струм який протікатиме через транзистор складатиме 1 А,

$I_D > I_{pk}$, з двох кратним запасом приймаємо 2А;

В якості силового ключа (VT1) обрано NTD3055.

Обмежувальний діод VD7, використовується для захисту цифрової частини від коливань напруги. Для цього використовуються діоди Шоттки з мінімальними втратами провідності. Для цього підійде діод-SR106 з падінням напруги 0,45 В і максимальним струмом 3 А.

2.3. Тепловий розрахунок пристрою

Характеристика теплового режиму електронної апаратури визначається взаємозв'язком між температурою нагріву компонентів пристрою та температурою оточуючого середовища. Цей взаємозв'язок обумовлюється розсіюваною потужністю всіх електронних та електричних компонентів, що розташовані всередині пристрою.

Отже, однією з умов експлуатації електронного пристрою є температура оточуючого середовища, яка може впливати на його надійність. Цей вплив

обумовлюється максимально допустимими температурами, при яких електронні компоненти можуть працювати безперервно в потрібному режимі. Для нашого проекту ми розраховуємо ці параметри при максимальній температурі оточуючого середовища $+400^{\circ}\text{C}$, яка встановлена в технічному завданні.

При аналізі теплових режимів ми беремо до уваги щільність розміщення компонентів всередині пристрою, його геометричну форму та тип корпусу. Для цього ми використовуємо вихідні дані, отримані в результаті проектування в підрозділі 3.1.

Додатково до розмірів друкованої плати ми додаємо 10 мм, щоб забезпечити механічне кріплення у встановленому місці експлуатації. Також враховуємо розміри компонентів, дисплея, джерела живлення і роз'ємів, а також резерви для зручного розміщення всіх елементів пристрою у корпусі. Відповідно, вибираємо корпус у формі прямокутного паралелепіпеда з наступними параметрами: довжина $L_1 = 90$ мм; ширина $L_2 = 60$ мм; висота $L_3 = 30$ мм.

Площу всієї поверхні корпусу обчислюємо за формулою:

$$S = 2 \cdot (L_1 \cdot L_2 + L_2 \cdot L_3 + L_1 \cdot L_3) = 4240 \text{ мм}^2. \quad (2.2)$$

Розрахунок теплових режимів проводять наступним чином:

1) Знаходять об'єм корпусу (кожуха) за формулою:

$$V = A \cdot B \cdot H. \quad (2.3)$$

2) Знаходять коефіцієнт форми

$$K_{\phi} = H / \sqrt[3]{V} \quad (2.4)$$

3) Визначають коефіцієнт заповнення

$$K^u = V_{\text{дп}} / V_{\text{кож}}. \quad (2.5)$$

4) Припустимо, що підкладка розподіляє тепло рівномірно. Кожен елемент має власну випромінювану потужність, а загальна потужність визначається наступним рівнянням.

$$P(\text{роз}) = \sum_{i=1}^n p^e(\text{роз}) \quad (2.6)$$

5) Знаходимо питому потужність на одиницю площі

$$Q = P(\text{роз}) / S. \quad (2.7)$$

В значення S входить як фізична площа самих РЕА, так і площа доріжок.

6) Використовуючи номограми Глушицького за розрахованими даними V , S , K_ϕ і $K^V_{\text{зап}}$ наближено знаходимо температуру навколишнього середовища і повітря.

7) З одержаних даних визначаємо вид корпусу, конвекції і якщо потрібно тип вентилятора.

Проведемо розрахунки теплових режимів згідно прийятих кроків

1. Знаходимо об'єм кожуха згідно формули (2.3):

$$V = 90 \cdot 60 \cdot 30 = 202000 \text{ (мм}^3\text{)}.$$

2. Коефіцієнт форми визначаємо згідно формули (2.4):

$$K_\phi = \frac{30}{\sqrt[3]{202000}} = \frac{30}{59} = 0,$$

Коефіцієнт заповнення визначаємо як:

$$K^V = V_{\text{дп}}/V_{\text{кож}} = 0,5.$$

3. Загальна потужність визначається як сума потужностей без тепловіддачі всіх пристроїв на друкованій платі. Враховуючи максимальне енергоспоживання всього пристрою, вона знаходиться в межах 2 Вт.

4. Знаходимо питому потужність на одиницю площі:

$$Q = P_{(\text{роз})}/S = 2/47 = 0,04 \text{ Вт/см}^2.$$

Теплове навантаження пристрою $Q = 0,04 \text{ Вт/см}^2$ отримано з умови $Q = P_{(\text{ун})}/S = 0,05 \text{ Вт/см}^2$. Цей розрахунок показує, що теплове навантаження пристрою становить $0,04 \text{ Вт/см}^2$ і відведення тепла не потрібне.

Висновки по розділу 2

В результаті аналізу технічної проблеми та аналогії об'єкта проектування в даній роботі запропоновано свердлильний верстат з покращеними експлуатаційними характеристиками за рахунок виключення лічильників в блоці керування. Це підвищує плавність та ресурс керування об'єкту удосконалення.

Для вирішення поставленого завдання було обрано мікросхему TDA7266L, для якої проведено відповідні розрахунки.

Розділ 3. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

3.1. Основні поняття, терміни та визначення в сфері охорони праці

Людська праця є важливим джерелом розвитку суспільства і створення матеріальних, культурних і духовних цінностей. В ідеалі трудова діяльність має бути задовільною та не перевантаженою. Важкість та напруженість праці є ключовими аспектами трудового процесу.

Важкість праці визначається навантаженням на опорно-руховий апарат та функціональні системи організму, такі як серцево-судинна та дихальна системи. Вона характеризується фізичним навантаженням, масою підніманого вантажу, кількістю стереотипних рухів, робочою позою та іншими факторами.

Інтенсивність праці відображає навантаження на центральну нервову систему, сенсорну та емоційну сфери працівника. Вона залежить від інтелектуального, сенсорного та емоційного навантаження, ступеня монотонності роботи та режиму праці.

Робоче середовище - це сукупність фізичних, хімічних, біологічних і соціальних факторів, які впливають на працівників під час виконання ними своїх обов'язків.

Умови праці залежать від сукупності факторів, що впливають на здоров'я і працездатність працівників у процесі праці та виробничого середовища.

Реальне виробництво супроводжується шкідливими та небезпечними факторами, що створюють певний виробничий ризик.

Професійні небезпеки - це можливості заподіяння шкоди здоров'ю працівників під час виконання ними трудових обов'язків, зумовлені ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці або науково-технічним станом виробництва.

Небезпечні виробничі фактори - це небажані події, пов'язані з виробничим процесом, вплив яких на працівників може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності, професійних і виробничо зумовлених захворювань і навіть до смерті в результаті хвороби.

3.2. Вимоги електробезпеки

Вимоги щодо експлуатації, зокрема електробезпеки, мають відповідати стандартам ДСТУ 12.1.002-80 та ДСТУ 12.1.019-79. Заземлення та його конструкції повинні відповідати ДСТУ 12.1.030-81 або ДСТУ 21130-75. Монтаж електрообладнання має виконуватися згідно з "Правилами устроювання електроустановок".

Корпус двигуна і рама повинні бути заземлені на загальний контур з опором менше 0,1 Ом між проводом і рамою. Двері щитів і пультав мають бути закриті замками і оснащені контактами електроблокування.

Санітарно-гігієнічні вимоги повинні відповідати ДСТУ 9.014-78 та ДСТУ 12.3.016-87. Освітленість зони має бути не менше 150 люксів, відповідно до СН 357-77. Відповідно до ДСТУ 12.1.005-88, гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг/м³.

З метою безпеки та зручності роботи необхідно:

Проводку заключати в ізоляційні труби.

Уникати завантаження робочої зони обслуговування навколо автоматів та забезпечувати вільний доступ до обладнання з усіх сторін.

Дотримуватися чистоти на робочому місці.

Не "вмикайте" під час монтажних і ремонтних робіт, а також під час чищення машини!

На машині працюють люди!

Категорично забороняється!

1. розбирати або ремонтувати машину, не відключивши її від електромережі
2. ремонт електродвигунів або електрообладнання, а також зняття запобіжників особами, які не мають відповідного доступу.
3. робота з несправними ключами блокування.
4. робота з пошкодженими огороженнями.
5. чищення та змащування обладнання під час роботи.

6. залишення обладнання без нагляду.
7. регулювання кліті на візку, коли захват знаходиться на обладнаному візку.

3.3. Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки та ефективного пожежогасіння, в разі виникнення пожежі, при розробці проекту передбачено наступне:

Під'їзди для пожежних машин до будівель і споруд.

Розміщення градирні об'ємом 200 м³ як засобу зовнішнього пожежогасіння.

Передбачити майданчик для розвороту пожежних машин для зручного під'їзду до градирні.

Відповідно до СНиП 2.04.02-81, розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння становить 10 л/с.

Встановлення світлових вказівників, пожежної та димової сигналізації відповідно до БНіП II-2-80.

Забезпечення вільних проїздів у виробничих будівлях згідно з нормами ГОСТ 12.1.004-76.

Обладнання щитів біля виробничих приміщень, які фарбуються в червоний колір, з вогнегасником на кожних 100 м² приміщення, а також багором, лопатою та ящиком з піском поруч.

Приміщення, що мають дерев'яні елементи у безпосередній близькості до джерел вогню і тепла, просочуються антипіренами згідно з БНіП 3.03.01-87.

Витримка відстані при посадці зелених насаджень до листяних дерев не менше 5 м від будівлі, а до хвойних дерев - не менше протипожежних відстаней відповідно до БНіП II-60-75.

Для забезпечення пожежної безпеки та ефективного пожежогасіння передбачено наступне:

Двері евакуаційних виходів відчиняються у напрямку до виходу, а двері сходової клітки самозачиняються з герметичним входом.

Склад готової продукції, що не опалюється, обладнаний сухим струмопровідним протипожежним водопроводом, який заповнюється водою при відкритті електричної засувки кнопкою біля гідранта.

Електроклапани встановлені в підсобному приміщенні підприємства, опалювальному приміщенні.

В приміщенні прохідної передбачено встановлення пульта пожежної сигналізації типу ППС-3, який дозволяє контролювати лінії пожежної та охоронної сигналізації.

Проектування даного підрозділу виконано у відповідності з відповідними нормативними документами, зокрема БНіП 2.04.09-84 та Інструкцією по проектуванню установок пожежної сигналізації.

Забезпечення повної та надійної безпеки території заводу здійснюється розподілом пожежних щитів і ящиків з піском відповідно до нормативів.

Захист від прямих ударів блискавки та високих потенціалів забезпечується згідно з відповідними вимогами.

Для захисту працівників від ураження електричним струмом забезпечується використання захисних занулень та загальних заземлюючих пристроїв.

В якості ефективних заземлювачів використовуються трубопроводи та металеві конструкції будівель і споруд, які надійно з'єднані із землею.

Висновки по розділу 3

Сформульовані основні вимоги з безпеки виробничих процесів, розглянуті питання електробезпеки та пожежної безпеки.

ВИСНОВКИ

Верстат складається з рами, адаптера, кріплення для двигуна та кількох інших механізмів. Все це зібрано в єдину конструкцію, жорстко зафіксовану в одному або декількох положеннях. Стандартні та найдешевші верстати та міні-верстати можуть рухатися лише вздовж однієї осі, якщо мова йде про обладнання для обробки невеликих деталей. Це означає, що свердло рухається зверху вниз. Це основна функція верстата, без якої він не може називатися верстатом.

Особливості верстатів для обробки друкованих плат Верстати для обробки друкованих плат - це ще один тип верстатів. Однак такі агрегати, як правило, є міні-зразками. Це пов'язано з тим, що вони повинні працювати з друкованими платами.

Відповідно до поставлених задач, було запропоновано схему керування, проведено базові розрахунки та обрано компоненти схеми. Проведено тепловий розрахунок приводу.

Для подачі свердла використовується електродвигун з черв'ячним редуктором, який закріплений на тубусотримачі мікроскопа за допомогою трьох металевих стійок. При складанні механізму необхідна уважність, щоб уникнути пошкоджень шестерень та ручки.

Запропонована схема управління головним приводом стабілізує крутний момент шляхом регулятора обертів введення позитивного зворотного зв'язку з електродвигуном через ланцюг, що складається з резисторів та конденсаторів.

В результаті аналізу технічної проблеми та аналогії об'єкта проектування в даній роботі запропоновано свердлильний верстат з покращеними експлуатаційними характеристиками за рахунок виключення лічильників в блоці керування. Це підвищує плавність та ресурс керування об'єкту удосконалення.

Для вирішення поставленого завдання було обрано мікросхему TDA7266L, для якої проведено відповідні розрахунки.

Сформульовані основні вимоги з безпеки виробничих процесів, розглянуті питання електробезпеки та пожежної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Журнал «Радіо» №7 2017 р. Е. Герасінко «Свердлильніц станок напів- автоматичного управління».
2. Паршин І. Напівавтоматичний свердлильний верстат з лазерним покажчиком. - Радіо, 2015 року, № 7.
3. Герасимов Є. Блок управління свердлильним верстатом. - Радіо, 2016 року №1.
4. С. Саглаев. Зручна мікродрель. - Радіо, 2009 року №9.
5. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей натокарних верстатах: монографія/ [Кузнєцов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011.
6. Луців І.В., Шмирко В.І. Зображення конструкцій інструментів для обробки отворів з допомогою графових схем. Матеріали Міжнародної студентської науково-технічної конференції / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 23-24 квітня 2020 року), 2020. Т.1 - С.87-88.
7. Луців, І.В. Аналіз ресурсу і конструктивних особливостей свердла адаптивного типу для обробки глибоких отворів. / І.В. Луців, І.І. Брошак // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. Зб. наук. праць. Вип. 6 – Житомир: ЖДТУ, 2009. - С.132-143.
8. Лапа М. В. Алгоритм формування нечітких експертних правил для вибору методів обробки поверхностей деталей / М. В. Лапа // Вест. Харьков. нац. ун-та. Сер. Математическое моделирование. Информационные технологии. Автоматизированные системы управления. Харків : НТУ «ХП», 2006. – № 733. – С. 166–173.
9. Лапа М. В. Автоматизированное извлечение конструкторско-технологических знаний / М. В. Лапа // Открытые информационные и компьютерные технологии : сб. науч. тр.– Харьков: Нац. аэрокосмич. ун-т, 2006. – Вып. 33. – С. 121–126.

10. Глоба Л. С. Синтез схем обробки поверхонь деталей при гнучкому проектуванні технологічних процесів / Л. С. Глоба, М. В. Лапа, І. М. Попова // Наукові вісті. – К. : НТУ «КПІ», 2009. – №1(63). – С. 65–72.
11. Карпусь В. Є. Ефективне використання верстатів з ЧПК у авіаційному агрегатобудуванні / В. Є. Карпусь, В. О. Границя. – Харків : ДП ХМЗ «ФЕД», 2009. – 228 с.
12. Локтев Д. А. Современные методы обработки на токарных металлообрабатывающих центрах HYUNDAI-KIA / Д. А. Локтев // Мир техники и технологий. – 2008. – №2 (75). – С. 26–29.
13. Павлюченко И. Н. Высокопроизводительное оборудование компании SPINNER для современного производства / И. Н. Павлюченко // Мир техники и технологий. – 2008. – №11 (84). – С. 36–38.
14. Локтев Д. А. Обрабатывающие центры в программе поставок группы «Технополис» / Д. А. Локтев // Мир техники и технологий. – 2008. – №8 (81). – С. 32–37.
15. Бондаренко Д. В. Фрезерные станки компании QUASER / Д. В. Бондаренко // Мир техники и технологий. – 2008. – №5 (78). – С. 32–36.
16. Волошин Д. Є. Підвищення точності фрезерного верстата з чпк на етапі розробки / Д. Є. Волошин, науковий керівник – проф. Євсєєв В. В. // Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті: матеріали 25-го Міжнар. молодіжн. форуму, 20-22 квітня 2021 р. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – Т. 2. – С. 53–54.
17. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки та техніки. структура та правила оформлення. – Введ. 2015-06-22. – К. Держстандарт України, 2017 – 29 с.
18. Методичні вказівки з підготовки та захисту кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, освітньо-професійних програм: «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва», «Комп'ютеризовані та робототехнічні системи» / Упоряд. І. Ш. Невлюдов, Р. В.

Артюх, В. В. Безкоровайний, Н. П. Демська, В. В. Євсєєв, О. І. Филипенко, О. М. Цимбал. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 55 с.

19. Переваги та недоліки верстатів з ЧПК [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://um.co.ua/11/11-8/11-88721.html>/дата використання [07.09.2022].

20. Принцип роботи верстата з ЧПК [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://fractory.com/what-is-cnc-machining/> дата використання [10.09.2022].

21. Системи координат верстатів з ЧПК [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uadoc.zavantag.com/text/1019/index-1.html?page=2/> дата використання [12.09.2022].

22. Кінематичні типи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://um.co.ua/2/2-15/2-153485.html/> дата використання [20.09.2022].

ДОДАТКИ