

Шифр «Цвіркун»

Назва роботи:

«Модернізація технологічного обладнання
системами числового програмного керування»

АНОТАЦІЯ

Актуальність наукової роботи визначається можливістю самостійної модернізації існуючого обладнання в умовах обмеженого бюджету.

Метою роботи є модернізація застарілого обладнання шляхом оснащення його системою числового програмного керування (ЧПК).

Розглядається використання модернізації застарілого металорізального обладнання під сучасні технологічні завдання як одного з економічно обґрунтованих варіантів, альтернативних покупці нового вартісного обладнання.

Одночасне оснащення верстата сучасною системою управління, а також вузлами і обладнанням для САМ-технологій і HSM-технологій дозволяє отримати якісно нове обладнання.

Показаний практичний досвід проведення модернізації токарно-гвинторізного верстата Hobbyrat MD-65.

Описано проведення глибокої модернізації з повною заміною всіх приводів, електроавтоматики і системи управління.

Використання модернізації дає економічно обґрунтовану альтернативу організації на базі наявного обладнання сучасного високотехнологічного виробництва.

Для виконання мети закупаються потрібне обладнання у вітчизняних виробників. За допомогою CAD/CAM системи виконується моделювання та статистичний розрахунок конструктивних елементів верстату. Є можливість виготовлення деталей в лабораторії закладу, за допомогою адитивних технологій, використання 3-D принтеру. Це може знизити вартість виконуваних робіт.

В ході роботи була показана можливість модернізації старого обладнання для відновлення деталей виробів під час активних сільськогосподарських робіт.

Зміст

Вступ.....	4
1 Модернізація обладнання під сучасні технологічні завдання.....	5
1.1 Загальні положення про модернізацію обладнання	5
1.2 Основні напрями модернізації обладнання.....	7
2 Модернізація механізмів токарного верстату.....	10
2.1 Відомості про верстат.....	10
2.2 Виготовлення кронштейна двигунів.....	13
3 Розробка системи керування ЧПК та написання програм на CNC.....	15
3.1 Частотний перетворювач.....	15
3.2 Крокові двигуни.....	16
3.3 Драйвери крокових двигунів з контролером.....	17
3.4 Модернізація задньої бабки.....	19
3.5 Встановлення керуючої програми.....	20
Висновки.....	24
Список використаної літератури.....	25

Вступ

Одним з головних умов підвищення ефективності використання техніки в сільськогосподарських організаціях є поліпшення технічного обслуговування і ремонту машин. Якістю ремонтних робіт в першу чергу визначається надійність, довговічність і продуктивність машинно-тракторного парку. Основний обсяг ремонтних робіт (технічне обслуговування, ремонт, діагностування, відновлення деталей і вузлів, виробництво нескладних деталей), проводиться в умовах власної майстерні, тому що часто не вдається придбати зношений елемент машини або механізму.

Використовуючи традиційні методи відновлення деталей з металевих і полімерних матеріалів, вдається ефективно відновити номінальні габаритні розміри з зазначеними в ТУ допусками, а також продовжити експлуатаційний ресурс шляхом зміцнення і усунення наслідків деформаційних, деструктивних і компресійних процесів.

Як правило, зношені або сколені металеві поверхні тіл обертання піддають нарощування шляхом наплавлення або наварки металу, а також з допомогою гальванічного електролізу. Згодом деталь піддається токарній або слюсарній обробці для доведення її геометричних параметрів у відповідності з допусками ТУ або ДСТУ. Проте можна зіткнутись з тим, що обладнання майстерень може бути застарілим і вже не ефективним.

Існують численні приклади реалізованих програм технічного переозброєння, результатом якого є нове, але неефективно працююче обладнання, що не істотно збільшує прибутки. Підприємства потребують ефективної модернізації, яка підвищує технологічні можливості і рентабельність виробництва, що збільшує рівень інноваційності продукції та її споживчих властивостей. Цього можна досягти лише використовуючи системи ЧПК.

Було проведено модернізацію токарно-гвинторізного верстата Hobbymat MD65, що знаходиться в науковій лабораторії навчального закладу. Верстат було переобладнано під сучасні потреби, змонтовано та встановлено систему ЧПУ.

1 Модернізація обладнання під сучасні технологічні завдання

1.1 Загальні положення про модернізацію обладнання

Модернізація верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ) – це економічна альтернатива придбання обладнання при впровадженні нових технологій. Модернізація означає продовження терміну експлуатації верстатів шляхом заміни найбільш відповідальних вузлів або модернізації устаткування, яка передбачає додавання нової технології або її властивостей до попередньої системи [8].

Перевагами модернізації є:

- економія на капітальних витратах при введенні нових технологій,
- оптимізація існуючих технологічних компонентів,
- адаптація технології під нову або модифіковану продукцію,
- поліпшення параметрів виробництва,
- висока ймовірність наявності виробничих запчастин.

Модернізація верстата надає йому друге життя і розширює період його використання. За час експлуатації верстата в десять і більше років технології управління і системи приводів зазнають фундаментальні зміни як з точки зору витрат на енергію, так і за рахунок появи нових функцій, які роблять більш ефективною роботу верстата. У нових компонентів більш доступні запасні частини, і це може мати вирішальне значення для безпечної експлуатації верстата у багатьох випадках [9].

Слід зазначити, що механічне стан старих верстатів зазвичай є все ще задовільним, тому більш економічно вигідно провести модернізацію системи управління і приводів, ніж здійснювати покупку нових верстатів. Навіть при порушенні правил експлуатації та критичному зносу направляючих, що впливають на точність, існують ефективні методи відновлення їх точності. При цьому в металообробному обладнанні з тривалим терміном експлуатації внаслідок природного старіння практично відсутні внутрішні напруження, що

дозволяє на їх основі створювати устаткування зі стабільними геометричними параметрами, що забезпечують високу точність.

Нові технології та можливості сприяють створенню набагато більш гнучкого виробництва. Повний механічний і електричний ремонт верстата створює інвестиції в перспективу. Навіть існуючі старі технологічні програми можуть бути використані після модернізації. Додатковою перевагою модернізації є можливість включення верстата в мережу існуючої IT-інфраструктури з моніторингом стану.

Одним з рішень переозброєння верстатного парку з метою підвищення ефективності виробництва є утилізація старого обладнання і закупівля нового автоматизованого і прогресивного обладнання з ЧПУ під конкретні деталі, а також зміна технологічних процесів обробки деталей для випуску на нових верстатах. Це цілий комплекс заходів, пов'язаний з великим обсягом роботи.

При модернізації верстатів такий варіант не завжди прийнятний з огляду на наступні причини:

- старе обладнання є спеціальним, але вже застаріло і над його продуктивністю треба працювати;
- на базі старого обладнання впроваджені унікальні технології, які цілком економічні, але таке обладнання вже не випускається; при цьому аналогів з нового обладнання немає або заміна не дасть економічної ефективності, а над продуктивністю, точністю і зниженням трудомісткості треба попрацювати;
- відсутність фінансових коштів на закупівлю нових верстатів з ЧПУ;
- фінансове становище підприємства не є стійким для великих інвестицій в модернізацію виробництва.

У такому разі варіантом виходу з такої ситуації може служити модернізація верстатів. В силу різних вище представлених причин на сьогоднішній день модернізація верстатів є актуальною темою для багатьох підприємств. Буває недоцільно міняти старе обладнання на нове, не зовсім рівноцінне за характеристиками, тому модернізація верстата буде більш надійним і економічно вигідним рішенням.

Одним з найпоширеніших видів модернізації верстатів з ЧПУ є заміна його застарілої електронної складової на сучасну. Це найбільш доступний і ефективний спосіб збереження ефективної працездатності обладнання. При модернізації електронної складової обладнання враховують навантаження устаткування, роботу та асортимент вироблених деталей, кваліфікацію працівників, специфіку виробництва.

Економічна ефективність модернізації верстатів дуже відчутна в плані економії споживання електроенергії. Наприклад, якщо порівнювати системи ЧПУ 1-го і 4-го поколінь, то електроспоживання може відрізнятись в 20-40 разів, при цьому капіталовкладення окупаються протягом приблизно двох років. Утилізація застарілого обладнання може частково відшкодувати витрати на модернізацію.

1.2 Основні напрями модернізації обладнання

Верстати колишніх випусків, що знаходяться в хорошому технічному стані, модернізують, тобто вдосконалюють, наближаючи таким чином їх характеристики до рівня нових верстатів.

Основні напрями модернізації: підвищення потужності, збільшення числа частот обертання шпинделя, збільшення верхньої межі частот обертання; підвищення жорсткості верстата.

При модернізації токарні верстати оснащують пристроями, механізованим закріпленням заготовки і зняття деталі, пристроями прискорення підведення і відведення супорта, що поліпшують умови безпечної роботи на верстаті. Модернізація зазвичай здійснюється при капітальному ремонті верстата.

Для підвищення потужності на верстат встановлюють більш потужний електродвигун. Під час модернізації верстата роблять перевірочний розрахунок механізмів верстата і на підставі цього розрахунку підсилюють слабкі ланки (замість плоскоремінної передачі встановлюють клиноремінну, замінюють матеріали або змінюють розміри деяких зубчастих коліс, збільшують число

дисків фрикційної муфти та ін). Дані про проведену модернізації вносять в паспорт верстата.

Найпростішим способом підвищення швидкості верстата є збільшення діаметра ведучого шків (на валу електродвигуна) і зменшення діаметра веденого шків (на першому валу коробки швидкостей). Перед такою модернізацією роблять перевірочний розрахунок на прослизання ременів, на відповідність підшипників шпинделя підвищеній частоті обертання і при необхідності вносять у верстат необхідні конструктивні удосконалення.

Для підвищення жорсткості верстат встановлюють на більш масивні тумби, в окремих випадках між напрямними вставляють додаткові ребра жорсткості.

Часто метою модернізації токарного верстата є розширення його технологічних можливостей. Наприклад, для обробки особливо довгих валів подовжують станину верстата, для свердління глибоких отворів вводять спеціальний механізм обертання свердла, для нарізування різьб — механізм прискореного відведення різця від заготовки в кінці кожного проходу і т. д.

Можлива також модернізація верстата з метою вузької спеціалізації на обробку заготовок певних деталей.

Для впровадження сучасних систем управління та інших елементів модернізації, змінам піддається механічна частина та кінематична схема обладнання, тому реконструкція агрегату приурочується до капітального ремонту. В умовах світової економічної кризи, модернізація токарного верстата, як і будь-якої іншої одиниці виробничої техніки - це реальна можливість заощадити бюджет підприємства. Якщо мова йде про реновації верстата з ЧПУ, замінюються застарілі системи управління, приводи подач і електродвигуни, електрообладнання, гідравліка, системи мастила, ремонтується механіка, системи охолодження, відновлюється геометрія робочих поверхонь.

Основні заходи по модернізації існуючих верстатів [6, 7]:

1. Заміна електродвигунів на більш сучасні.
2. Встановлення сучасних перетворювачів.

3. Заміна електрообладнання.
4. Установка ЧПУ або заміна старої ЧПУ на більш прогресивне ЧПУ.
5. Установка повноцінного монітора.
6. Установка числовій індикації на універсальні верстати.
7. Заміна ШВП, підшипників та інших відповідальних деталей і вузлів на більш точні аналоги.
8. Виготовлення та встановлення нових вузлів для розширення функціональних можливостей верстата.

При заміні або установці на верстаті ЧПУ з ним укупі змінюється вся комплексна система управління. У токарних верстатів з ЧПУ є можливість отримання виду деталі з комп'ютера електронною поштою або іншими способами. Спеціальні програми здатні повертати віртуальну деталь, зчитуючи її параметри, що значно спрощує перенесення креслення оператором з паперового носія в систему верстата [5].

Проведена модернізація може сприяти виходу з ладу інших вузлів. Наприклад, при встановленні більш потужного двигуна, можуть не витримати такого навантаження:

- ремінна передача;
- фрикційна муфта;
- зубчасте колесо і інші вузли і механізми.

Встановлюючи нові потужні вузли, необхідно заздалегідь прорахувати, чи не призведе така модернізація до виходу з ладу інших. Щоб уникнути випадковостей, необхідно провести перевірочний розрахунок на міцність всього устаткування верстата, і посилити більш слабкі його вузли. Тільки в цьому випадку удосконалення буде доцільним і принесе дохід, а не додаткові витрати на придбання та виготовлення запчастин.

Розглянемо модернізацію обладнання на прикладі токарно-гвинторізного верстата Hobbymat MD65, що знаходиться в науковій лабораторії навчального закладу, шляхом оснащення його системою ЧПУ з Mach3 сумісним контролером.

2 Модернізація механізмів токарного верстату

2.1 Відомості про верстат

Hobbyumat був створений у Східній Німеччині у 1990 році і був розроблений для легкої роботи. Hobbyumat MD65 - це точний токарно-гвинторізний токарний верстат, оснащений шестірнями як для метричних, так і дюймових різьб.



Рис. 2.1 – Початковий вигляд верстата(до модернізації)

Оригінальний, добре спроектований маленький токарний верстат розміром 65 мм між центрами на 300 мм, оригінальний Hobbyumat знайшов велику прихильність серед виробників невеликих моделей, ювелірів та ремонтників годин - і вже давно зарекомендував себе дуже популярна покупка. На верстаті зручно обробляти деталі невеликих габаритних розмірів.

На даному верстаті можна обробляти деталі з пластику, дерева і м'яких металів. Не обробляються деталі з легованої, зносостійкої, жароміцної та жаростійкої сталі, чавуну.

Технічні характеристики верстата представленні у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики верстата

Параметри	Значення
Модель	MD 65
Найменування	HobbyMAT universal
Можливості верстата	точіння, свердління, нарізування різьблення
Напруга живлення	220 V ~ / 50 Hz
Потужність двигуна	250 W
Частота обертання шпинделя	250, 500, 1000, 2000
Регулювання частоти обертання шпинделя	ремінне
Діаметр наскрізного отвору в шпинделі, мм	11
Тип коробки подач	гітара змінних шестерень
Поздовжня подача на 1 оборот шпинделя, мм	0,08; 0,16
Число різьб: метричних дюймових модульних	18 10 8
Відстань від патрона до задньої бабки, мм	300
Найбільший діаметр деталі над супортом, мм	50
Найбільший діаметр деталі над станиною, мм	120
Конус Морзе пінолі задньої бабки	1
Найбільше висування пінолі, мм	40
Найбільше переміщення резцедержателя супорта, мм: поздовжнє ручне поздовжнє механічне (супорта) поперечне ручне	50 200 90
Найбільше перетин різця, мм	12x12
Вага верстата, кг	50
Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	800 380 230

Станина несе на собі шпиндельну бабку і спрямовуючу опорну плиту. У ній перебувати вся електрика. З електромотора передача енергії здійснюється за

допомогою пасової передачі на контрпривід і від нього на головний ходовий вал. На контрприводі автоматично регулюється натяг ремня у всіх режимах. Ескізне виконання оригінального верстату представлено на рис 2.2, кінематика верстату на рис. 2.3 [1].

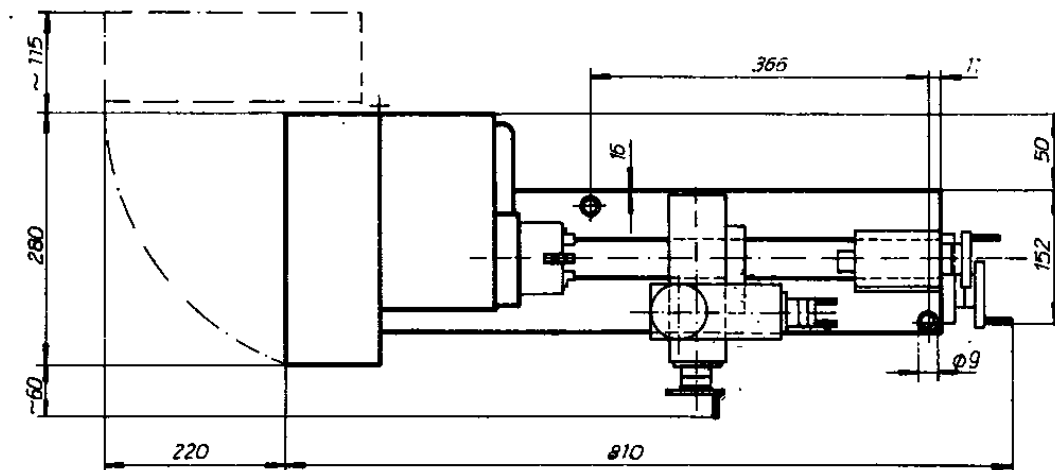


Рис. 2.2 – Ескізне виконання верстату(вид згори)

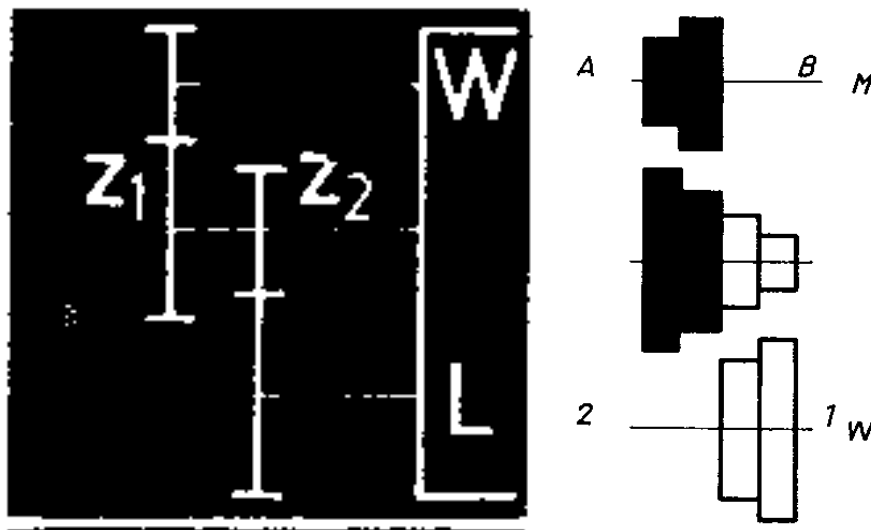


Рис. 2.3 – Кінематична схема верстата і блоки коліс

Модернізуємий верстат було розібрано, його механізми очищено і змащено. Вигляд верстату у розібраному вигляді представлено на рис. 2.4.

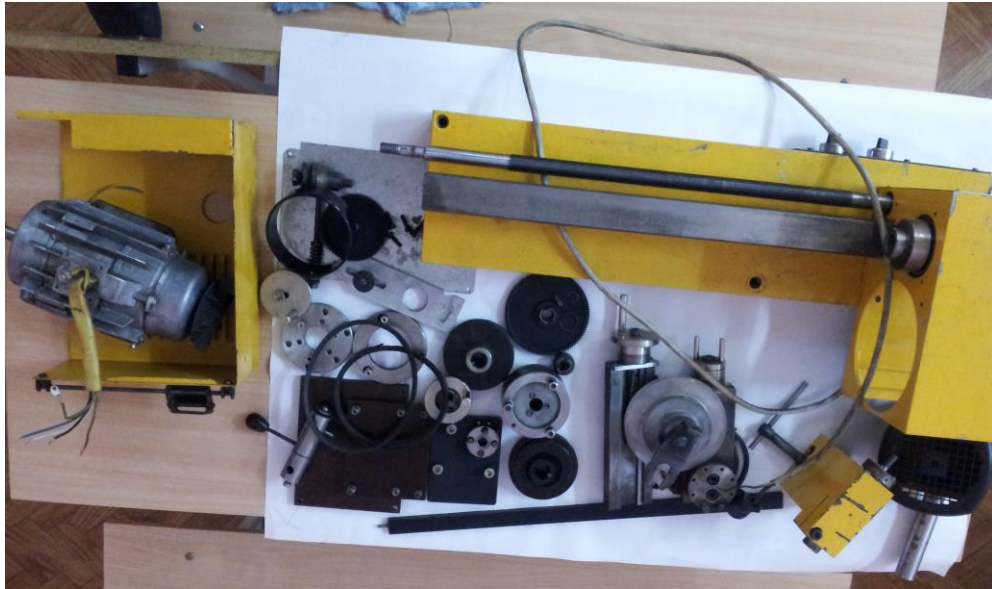


Рис 2.4 Hobbymat у розібраному вигляді

2.2 Виготовлення кронштейнів двигунів

В ході роботи були розроблені деталі для кріплення приводів руху. Використані при модернізації кронштейни були змодельовані за допомогою програми Solidworks та надруковані з ABS+ пластику на 3Д принтері в лабораторії навчального закладу. Один з них наведено на рис. 2.5.

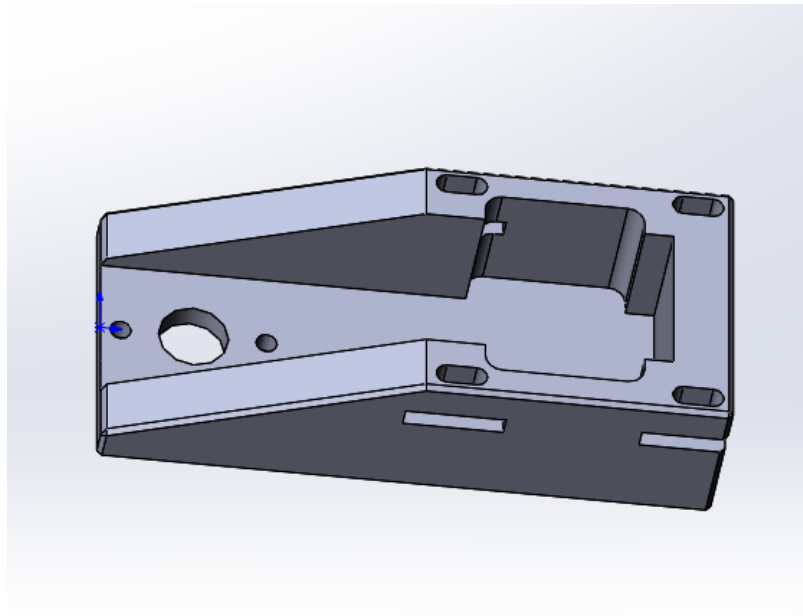


Рис. 2.5 Кронштейн приводного валу

За допомогою програми Solidworks Simulation виконано статистичний розрахунок кронштейну (рис 2.6).

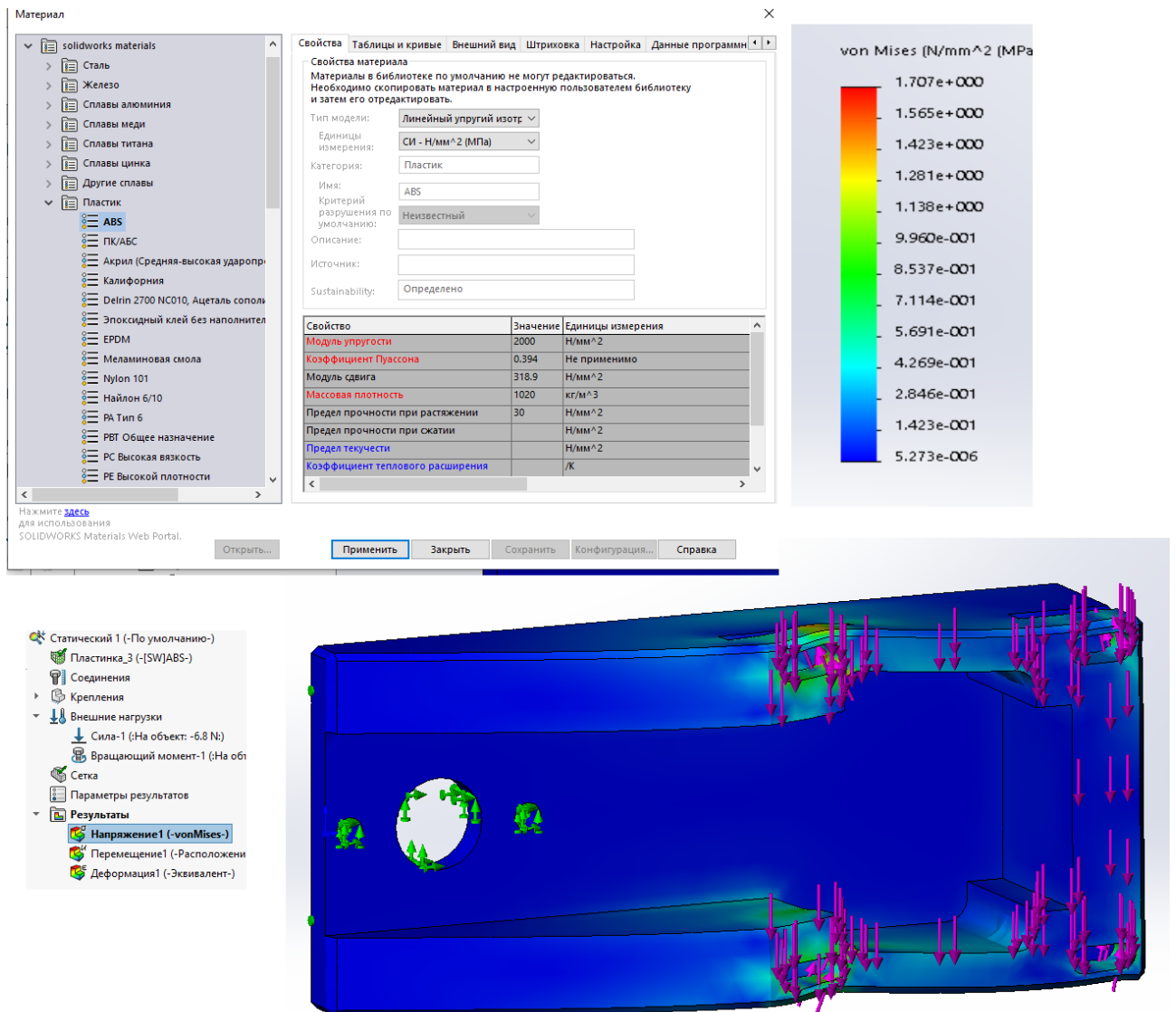


Рис. 2.6 Проведений статистичний розрахунок(напруження)

При роботі механізмів верстата при різанні на розглянутий кронштейн діє крутний момент 1,1 Нм і вага крокового двигуна 0,68 кг.

Проведений статистичний розрахунок показує, що з використанням матеріалу ABS, найбільші напруження Мізеса 1,7 МПа, що значно менше межі міцності пластику 30 МПа. Матеріал ABS витримує задані умови роботи не деформуючись, про що свідчать наведені данні (рис. 2.6).

3 Розробка системи керування ЧПК та написання програм на CNC

3.1 Частотний перетворювач

Було встановлено перетворювач частоти CFM 210, за допомогою якого регулюється частота обертання шпинделя через контролер Mach3 напругою від 0 до 10 В.

Перетворювач частоти - статичний перетворювальний пристрій, необхідний для управління швидкістю обертання асинхронних електричних двигунів. Цей тип обладнання дозволяє отримати суттєвий економічний ефект і забезпечення максимально ефективної та продуктивної роботи обладнання:

- економія до 50% електроенергії в агрегатах шляхом підтримки двигуна в режимі оптимального ККД;
- збільшення обсягу і оптимізація якості продукції, що випускається;
- підвищення рівня продуктивності виробничого обладнання;
- зниження ступеня зносу механічних ланок;
- продовження терміну експлуатації технологічного обладнання, комутаційної апаратури.

Фото перетворювача рис. 3.1, базова схема підключення перетворювача на рис 3.2 [2]



Рис 3.1 – Частотний перетворювач CFM 210

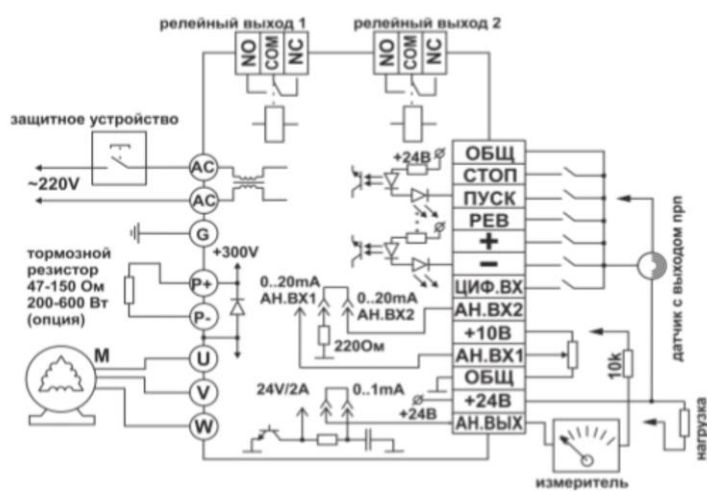
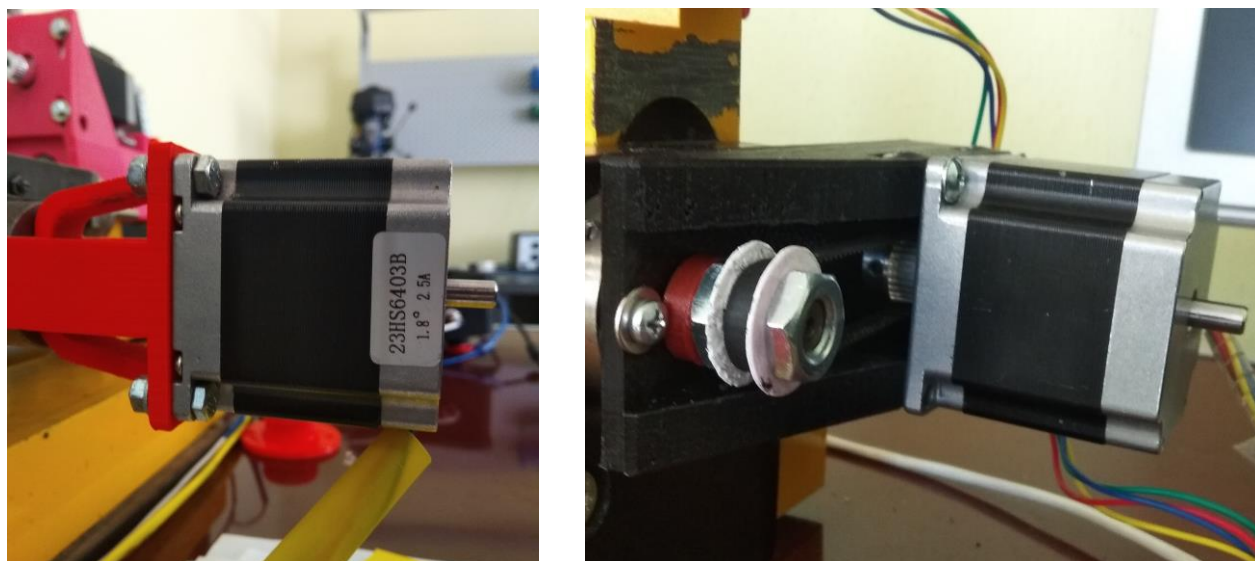


Рис 3.2 – Базова схема підключення перетворювача CFM 210

3.2 Крокові двигуни

Була проведена заміна ручних маховичків для повздовжніх та поперечних переміщень на кронштейни з прикріпленими до них кроковими двигунами. Було встановлено 2 двигуни Nema 23HS6403B – гібридні біполярні крокові двигуни з високим крутним моментом і кутом кроку $1,8^\circ$ (200 кроків / оборот). Встановлені КД представленні на рис. 3.3



1)

2)

Рис. 3.3 – Кронштейн з кроковим двигуном: 1) для поперечного переміщення;
2) для повздовжнього переміщення

Головною перевагою крокових приводів є точність. При подачі потенціалів на обмотки кроковий двигун повернеться строго на певний кут. Вартість крокових приводів в середньому в 1,5-2 рази нижче сервоприводів. Кроковий привід найкращим чином підходить для автоматизації окремих вузлів і систем, де не потрібна висока динаміка. Відзначається тривалий термін служби, що можна порівняти з часом морального старіння або вироблення ресурсу всього верстата; точність роботи ШД за цей час падає незначно. Є невибагливими до техобслуговування.

Двигуни 23HS6403 підходять для комплектації верстатів з ЧПУ, а також для 3D принтерів. Технічні характеристики крокового двигуна представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики крокового двигуна 23HS6403:

Параметр	Значення
Розмір	56мм × 56мм × 56мм, не включаючи валу
Вага	680 г
Діаметр валу	6.35 мм
Кроків за оборот	200
Номинальний струм	2.5 А на кожен обмотку
Опір кожного обмотки	1.3 Ω
Утримує крутний момент	11 кг-см
Індуктивність кожної обмотки	3.6 мГн
Довжина кабелю	30 см
Кількість виходів	4

3.3 Драйвери крокових двигунів з контролером

Кроковий двигун являє собою електричний пристрій постійного струму, що розмежує оборот на певну кількість кроків. Кількість і величина кроків задається спеціальним пристроєм, що іменується контролер крокового двигуна.

Для роботи крокового двигуна потрібне точне автоматичне керування. Для цієї мети служать контролери крокових двигунів, що забезпечують безперебійну і точну роботу електроприводів різного призначення. Пристрій контролера дозволяє здійснювати управління кроковим двигуном в різних режимах. Широко застосовується в самих різних механізмах, від побутової техніки до ЧПУ. КД забезпечує стабільну і безперебійну роботу обладнання.

Безпосередньо КД не можна підключати до контролера, щоб уникнути перегорання. Керувати КД набагато складніше ніж звичайним колекторним двигуном – потрібно в певній послідовності перемикає напруги в обмотках з одночасним контролем струму. Тому для управління КД розроблені спеціальні пристрої – драйвери КД. Драйвер КД дозволяє управляти обертанням ротора КД

у відповідності з сигналами управління і електронним чином ділити фізичний крок КД на більш дрібні дискрети.

Драйвер крокового двигуна - це електронний силовий пристрій, який на підставі цифрових сигналів управління керує потужнострумowymi/високовольтними обмотками крокового двигуна і дозволяє кроковому двигуну обертатися. Підключенні до контролера драйвери представлені на рис 3.4

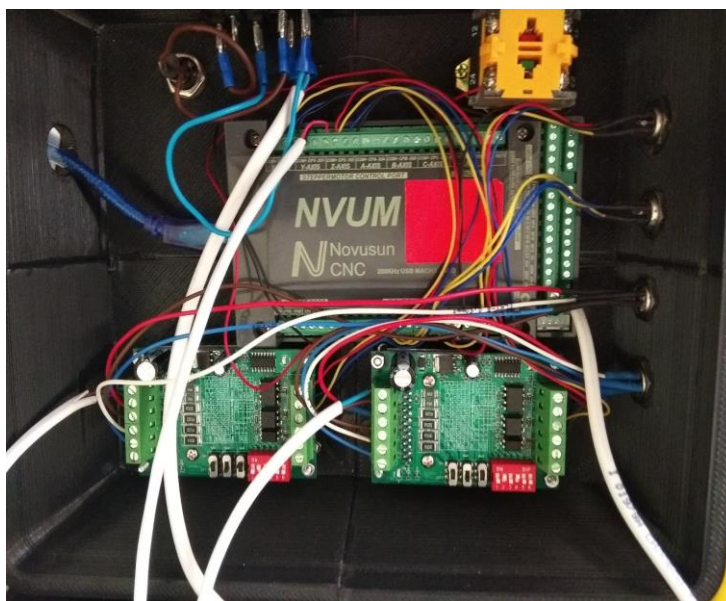


Рис. 3.4 – Драйвери TB6560-V2 підключенні до контролера

Були використані драйвери TB6560 V2.0 3,5A. Такий тип драйвера призначений для управління кроковими двигунами типу NEMA17-NEMA23. Драйвер створений на спеціалізованій мікросхемі Toshiba TB6560ANQ. Напруги живлення драйвера 10В-35В, максимальний струм 3,5А. Для живлення драйвера рекомендовано використовувати блок живлення на 24В. Драйвер можна зафіксувати в корпус, за допомогою болтів або шурупів, для цього на Вашому пристрої є 4 отвори, що спрощує його експлуатації і зміну в разі виходу з ладу. Застосовується в системах числового програмного керування (ЧПУ) і 3D принтерах. Підходить для 2-х або 4-х двигунів з 4 або 6 проводами і розміром фланця 42 або 57 мм. Використовується високошвидкісна оптопара 6N137. Наявність захисту від перенапруги, перевантаження по струму і перегріву.

Основні характеристики драйвера представлені нижче у таблиці 3.2, на рис. 3.5 зображено принципову схему драйвера.

Таблиця 3.2 – Характеристики драйверу ТВ6560 V2.0

Параметр	Значення
Напруга живлення	10 – 35 В постійної напруги
Вихідний струм	від 0.3А до 3А (в піку 3.5А макс.)
Мікрошаг	від 1 до 1/16
Робоча температура	від -10°C до + 45°C;
Вага	73 г
Вологість	Не допускати конденсат і краплі води
Додаткові умови	Не допускати потрапляння газів і захищати від пилу.
Розміри драйвера	7,5 × 5 × 3,5 см

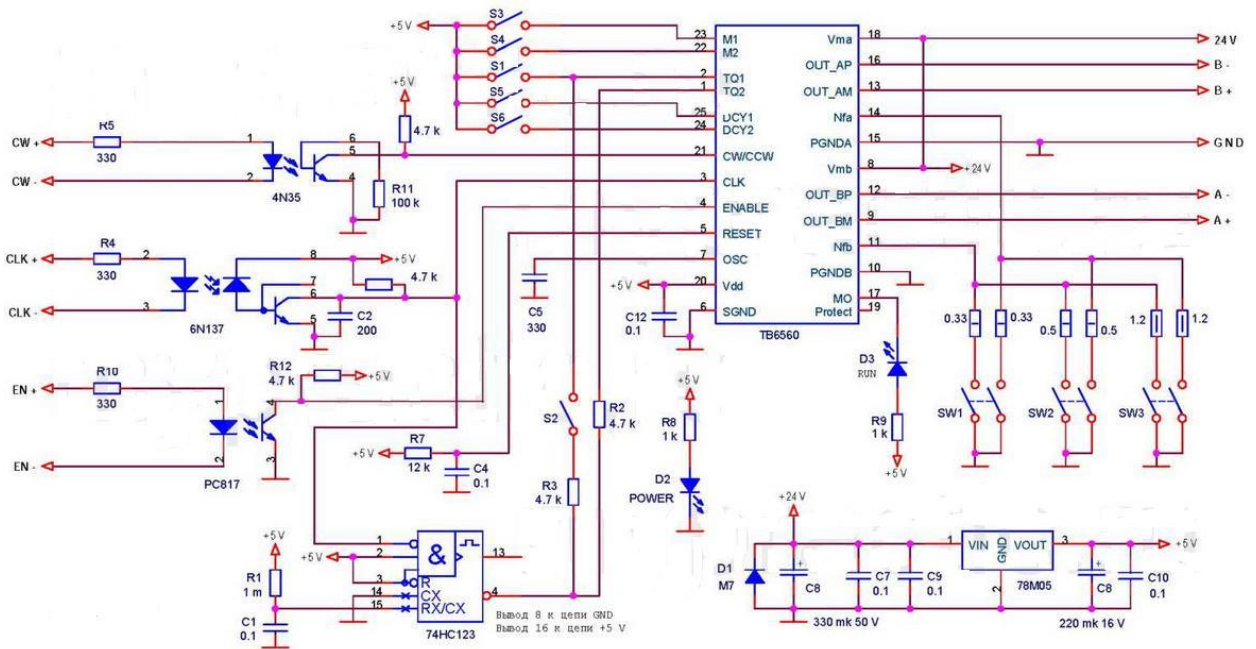


Рис 3.5 - Принципова схема драйвера КД ТВ6560-V2.

3.4 Модернізація задньої бабки

Для того, щоб мати можливість виконувати операцію намотування ниток на оправку для виготовлення виробів з композиційних матеріалів, на задню бабку була встановлена додаткова вісь з фланцем для установки оправки і встановлений привід обертання оправки. Привід керується контролером. Фото привода представлено на рис. 3.6.

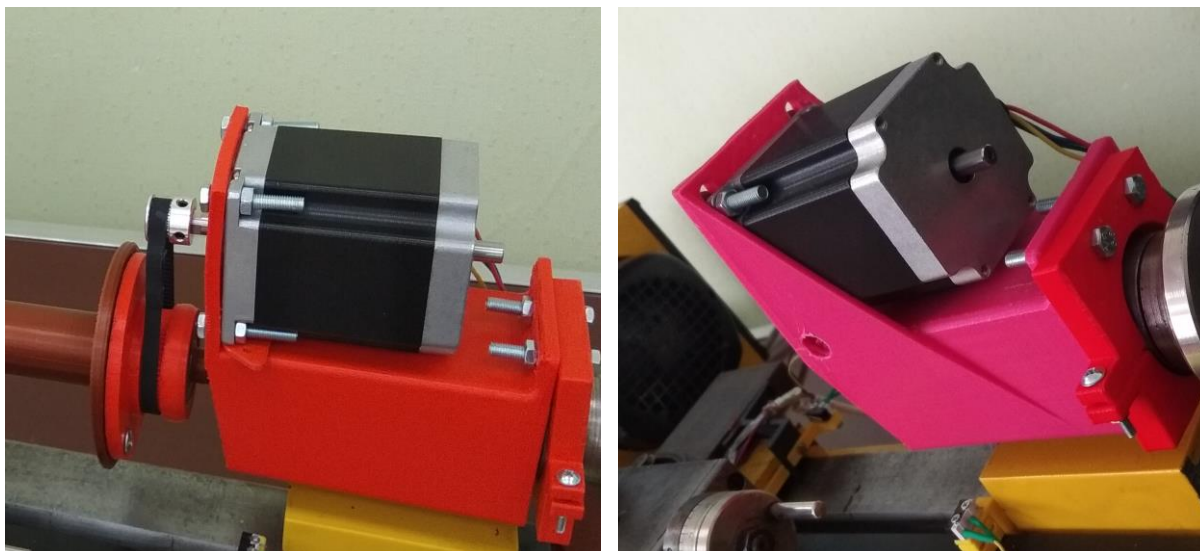


Рис. 3.6 – Фото модернізованої задньої бабки

3.5 Встановлення керуючої програми

За допомогою USB-з'єднання контролер підключається до комп'ютера з встановленою керуючою програмою.

Керуюча програма для верстатів з ЧПУ - невід'ємна складова верстатного обладнання з числовим програмним управлінням. Вона служить для контролю над верстатом і забезпечує автономний або напівавтономний процес обробки заготовок. Завдяки їй існує можливість з високою точністю виготовляти якісні деталі складної форми без технологічних помилок.

Спеціальне програмне забезпечення дає можливість звільнити оператора від постійного стеження за робочим обладнанням та необхідності щохвилини контролювати процес. Таке ПО включає в себе комплекс команд, які безперервно надходять на верстат з ЧПУ.

Команди дозволяють в автоматичному режимі:

- переміщати інструменти,
- переміщати деталі в системі координат,
- контролювати швидкість обробки.

Постановка завдань для всіх систем ЧПУ відбувається з використанням універсальної мови програмування у вигляді керуючого програмного коду, G-

коду. Керуюча програма складається з послідовного набору кадрів, кожен з яких відповідає за один крок в роботі верстата.

Тип обладнання та перелік необхідних для виконання завдань впливають на вибір програми для управління станком з ЧПУ. Різні види ПО відрізняються за своїми функціональними можливостями і вимогам до ПК. Існують і універсальні рішення, які сумісні з усіма видами пристроїв з ЧПУ і сучасними комп'ютерами. Поширені - LinuxCNC, Mach3 і 4, MeshCAM, SimplyCam, CutViewer, CadStd. В роботі з представлених використовуються програмне забезпечення MATH3.

Mach3 і його драйвер паралельного порту з'єднується з обладнанням верстата через зовнішній контролер, який підключається до комп'ютера через USB-порт. При використанні зовнішнього контролера значний технологічний споживач буде винесено з комп'ютера, і багато користувачів розглядають його використання з метою підвищення продуктивності [10].

Mach3 генерує імпульси кроку і сигнали напрямки, виконуючи послідовно команди G-кової керуючої програми (УП), і посилає їх на зовнішній контролер. Плати електроприводу двигунів осей верстата приймають сигнали кроку і сигнали напрямки (step і dir), що видаються програмою Mach3. Так зазвичай працюють всі крокові двигуни і сучасні сервосистеми постійного і змінного струму, оснащені цифровими енкодерами (датчиками положення).

Основні складові системи з ЧПК :

1. Система автоматизованого проектування – CAD/CAM додаток. Розробник використовує CAD/CAM додаток для створення вихідного файлу, званого «керуюча програма (УП). УП, зазвичай подаються у вигляді файлу G-кодів, містять набір команд, за якими буде проводитися обробка. G-кодову керуючу програму можна скласти і вручну.

2. Файл УП поміщається на зовнішній носій – USB флешку, дискету або за допомогою локальної мережі передається з CAD/CAM програми в Програму управління верстатом.

3. Програма керування верстатом. Програма управління читає УП, переводить її на мову, зрозумілу верстата і управляє інструментом, який обробляє заготовку. Mach3, запущена на персональному комп'ютері, виконує функції Програми управління і посилає сигнали Платам електроприводу (контролерів).

4. Плати електроприводу. Сигнали від Програми управління посилюються платами електроприводу осей так, що сигнали набувають потужність і відповідну тривалість, щоб управляти двигунами, встановленими на осях верстата.

5. Верстат. Рух по осях Верстата здійснюється за допомогою гвинтових, рейкових або ремінних передач, обертання на які передається від серводвигунів або крокових двигунів.

Mach3 – програмне забезпечення для управління верстатом з ЧПУ. Здійснює управління фрезерними, гравірувальними, токарними і іншими верстатами з ЧПУ. Встановлюється на ПК під ОС Windows. Має оптимальне співвідношення ціни та якості.

Функції і характеристики Mach3:

- Переконвертації стандартного ПК в повнофункціональну станцію управління 6-осьовим верстатом з ЧПУ
- Графічна візуалізація G-кодів
- Генерування G-кодів в програмі Solidworks
- Повністю переналагоджуваний інтерфейс
- Створення користувацьких M-кодів і макросів на основі VB-скриптів
- Управління частотою обертання шпинделя
- Багаторівневе регулювання релейне
- Застосування ручних генераторів імпульсів (MPG)
- Відеоспостереження за ходом обробки
- Сумісність сенсорного дисплея
- Повноекранний інтерфейс

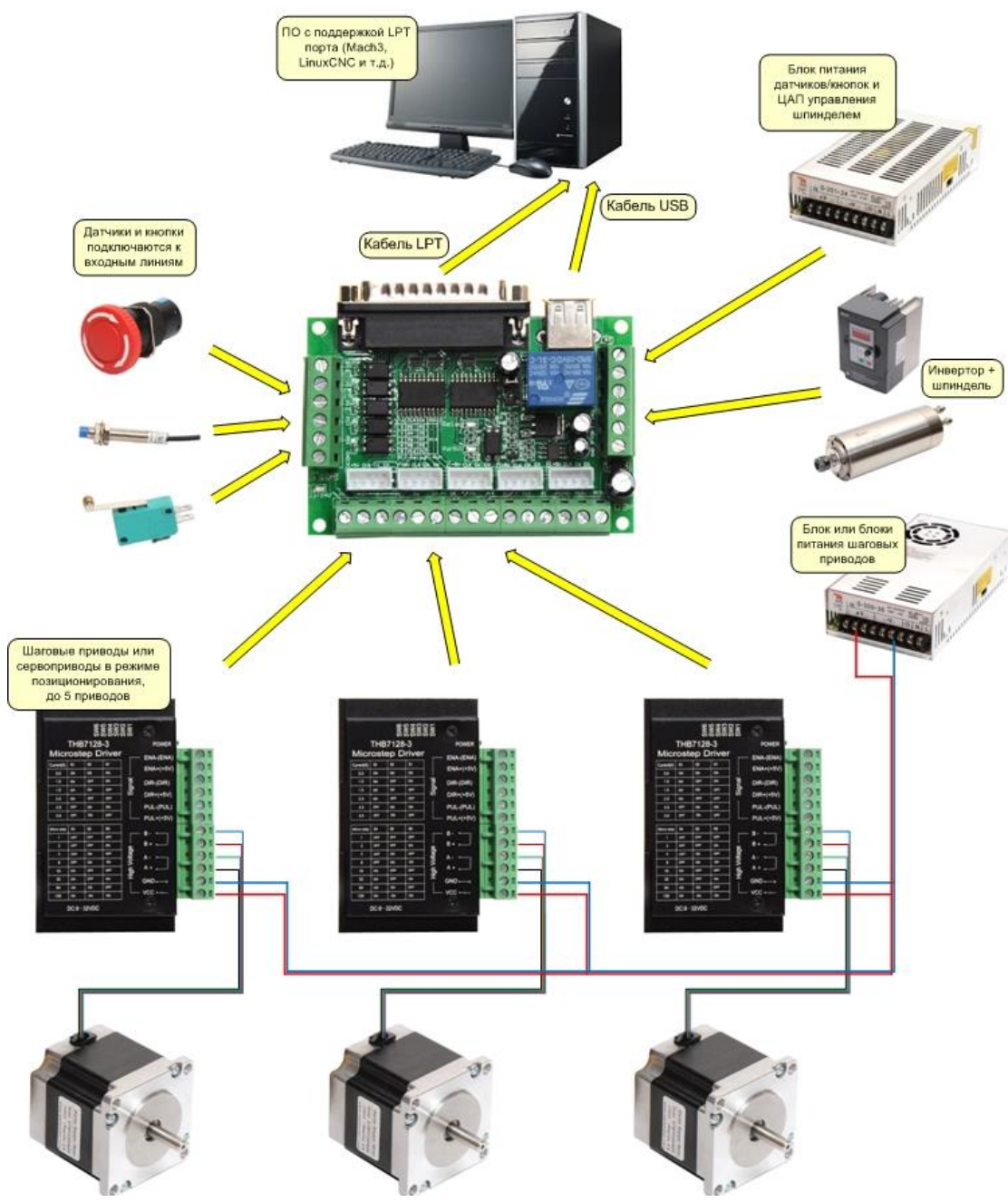


Рис. 3.7 – Приклад підключення електроніки і двигунів для системи ЧПУ

На рис 3.7 представлено приклад підключення всіх компонентів для системи керування ЧПУ.

Висновки

У ході виконання наукової роботи було модернізовано існуючий універсальний верстат Hobbymat MD65 в умовах лабораторного приміщення.

Проведено діагностування і ремонт пошкоджених деталей верстату.

За допомогою CAD/CAM системи Solidworks і Solidworks Simulation проведено моделювання та статистичний розрахунок конструктивних елементів верстату. Ці деталі виготовлено в лабораторії закладу за допомогою використання 3-D принтеру.

Підключено електроніку і двигуни на модернізованому верстаті:

- змонтовані на верстаті крокові двигуни для переміщень в автоматичному режимі;
- встановлено контролер з драйверами, підключеними до крокових двигунів;
- підключено до двигуна частотний перетворювач, за допомогою якого регулюється частота обертання шпинделя;
- завантажена, підключена та відпрацьована система ЧПК Math3;
- встановлена додаткова вісь з фланцем на задню бабку для установки оправки і встановлений привід обертання оправки;
- змонтовано та протестовано модуль намотки різноманітних ниток та джгутів для отримання виробів з композитних матеріалів.

У результаті виконання наукової роботи було модернізовано Hobbymat MD65, встановлено сучасну систему ЧПК. Доведена можливість виконувати механічну обробку деталей малих габаритів з м'яких матеріалів з використанням системи ЧПК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Паспорт токарно-гвинторізного верстата Hobbymat MD65.
2. Паспорт (Інструкція з експлуатації) перетворювача частоти CFM 210. Версія ПО: 4-06
3. Емельянов С.А. Модернизация станков с ЧПУ / С.А. Емельянов // Современные технологии автоматизации. - 2001. - № 3. - С. 34-43.
4. Волчкевич И.Л. Исследование фактической работоспособности современного высокопроизводительного оборудования с ЧПУ / И.Л. Волчкевич // Машиностроение и техносфера XXI в.: сборник докладов XVII Междунар. науч.-техн. конф. Донецк. - 2011. - С. 144-145.
5. Зайцев А., Благодаров А. К вопросу о совершенствовании парка станков с ЧПУ / CADmaster. - 2007. № 2. - С. 57-58.
6. Модернизация металлообрабатывающих станков с числовым программным управлением. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modernizatsiya-metalloobrabatyvayuschih-stankov-s-chislovyim-programmnyim-upravleniem>
7. Модернизация токарно-винторезного станка. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modernizatsiya-tokarno-vintoreznogo-stanka>
8. Стародубов В.С. Модульный принцип построения металлорежущих станков с числовым программным управлением // Известия высших учебных заведений: Машиностроение. - 2013. № 1. - С. 68-74.
9. Платонов В.В., Платонова Е.В., Майзель И.Г. Модернизация станков с числовым программным управлением под конкретные технологические задачи с применением элементов агрегатирования // СТИН: Научно-технический журнал. - 2016. № 8. - С. 8-12.
10. Установка и Конфигурирование Mach3 CNC Controller [Электронный ресурс]. URL: <https://cnc.prom.ua/p530947827-chpu-kontroller-mach3.html>.