

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут механічної інженерії,
технологій та транспорту

Верстати з ЧПК та ВК

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни “Верстати з числовим програмним керуванням та
верстатні комплекси”
для студентів за спеціальністю
133 “Галузеве машинобудування”

Затверджено
на засіданні кафедри
“Автомобільного
транспорту та
галузевого
машинобудування”
Протокол № 1
від 30.08.2019 р.

Чернігів ЧНТУ 2019

Верстати з ЧПК та ВК. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Верстати з числовим програмним керуванням та верстатні комплекси” для студентів за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування” усіх форм навчання / Укл.: Кальченко В.В., Пасов Г.В., Венжега В.І. – Чернігів: ЧНТУ, 2019. – 96 с.

Укладачі:

Кальченко Володимир Віталійович
доктор технічних наук, професор
Пасов Геннадій Володимирович
кандидат технічних наук, доцент
Венжега Володимир Іванович
кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск:

Кальченко В.І., завідувач кафедри,
доктор технічних наук, професор

Рецензент:

Следнікова О.С., кандидат технічних наук,
доцент кафедри “Автомобільний
транспорт та галузеве машинобудування”
Чернігівського національного
технологічного університету

Загальні відомості про верстати з числовим програмним керуванням

Металорізальні верстати з програмним керуванням це різноманітна група машин, у якій широко використовують засоби автоматики й електроніки, електричні, механічні, гідравлічні, пневматичні й інші пристрої. Програмне керування верстатами за порівняно короткий термін бурхливо розвивалося і стало основним напрямком автоматизації металообробки. Воно забезпечує можливість більш швидкого переналагодження верстата, чим у випадку, коли на автоматизованому верстаті потрібна заміна кулачків або копіїв, перестановка упорів та кінцевих вимикачів та інше. У принципі кулачкові автомати, копіювальні верстати і тому подібні автомати теж є програмними, але їхнє переналагодження складне. Тому верстати з такими системами автоматичного керування вигідно використовувати лише в масовому та великосерійному виробництві.

Основна відмінність та перевага верстатів із програмним керуванням полягають у простоті переналагодження, що дає можливість створювати економічно вигідні системи автоматизації для дрібносерійного й одиничного виробництва. По виду керування верстати з програмним керуванням поділяють на верстати із системами циклового програмного керування і верстати із системами числового програмного керування. В основному поширені верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК). Застосування верстатів з ЧПК – один з найбільш прогресивних напрямків автоматизації металообробки на промислових підприємствах, що підвищує продуктивність у 3-6 разів та більш. Подальший розвиток верстатів із ЧПК привело до створення багатоцільових верстатів. Відмінною рисою цих верстатів є можливість комплексної обробки деталей (гостріння, свердління, фрезерування, різьбонарізання і т.д.) без їхнього перебезування з автоматичною зміною різальних інструментів.

Впровадження нових видів перетворювачів енергії (тиристорів, транзисторів, сучасних інтегральних схем та мікропроцесорної техніки) дозволяє уніфікувати системи керування верстатами з ЧПК. Широко застосовують металорізальні верстати, оснащені оперативною системою програмного керування. Вона дозволяє робітникові вести діалог з вбудованим керуючим пристроєм – багатопроцесорною міні-ЕОМ. Оперативна система рятує від необхідності звертатися до послуг фахівців обчислювальних центрів для складання програми. Програма вводиться прямо на верстаті з пульта керування. Завдяки цьому відкривається реальна можливість використання таких верстатів на підприємствах із дрібносерійним та одиничним характером виробництва.

Відпрацьована програма зберігається в оперативній пам'яті міні-ЕОМ (або переноситься в касету зовнішньої пам'яті на тривале збереження). Це

дозволяє робітникам при обробці деталей працювати в автоматичному циклі. На нових верстатах із ЧПК встановлюють регульований привід постійного струму, що дає можливість відмовитися від шестеренної коробки швидкостей.

Металорізальні верстати з ЧПК класифікують:

1. По ступені автоматизації – автомати і напівавтомати.
2. По призначенню – одноцільові та багатоцільові.
3. По ступені універсальності – спеціальні, спеціалізовані, універсальні.
4. По характері виконуваних робіт – токарні, свердлильні, шліфувальні, фрезерні, зуборізьбооброблюючі.
5. По компонованню – вертикальні, горизонтальні, похилі.
6. По роду приводу – з гідро-, пневмо-, електроприводом.
7. По ступені точності – Н – нормальної, П – підвищеної, В – високої, А – особливо високої та С – надвисокої. В залежності від класу точності співвідношення допусків наступне:
Н – 1,0;
П – 0,6;
В – 0,4;
А – 0,25;
С – 0,15.
8. За принципом побудови технологічного процесу – для одночасної обробки однієї деталі (наприклад, з декількох сторін) або для одночасної обробки декількох деталей.
9. По розв'язуваних технологічних задачах – позиційні, контурні та комбіновані.
10. По наявності зворотного зв'язку – розімкнуті та замкнуті (зі зворотним зв'язком по положенню робочого органа, по положенню робочого органа та з компенсацією похибки верстата, що самоприспосовується – з адаптацією на різні зовнішні збурювання та зміни характеру протікання технологічного процесу).

В залежності від ступеня автоматизації та типу системи ЧПК для верстатів прийняті наступні додаткові позначення:

- Ф1 – цифрова індексація та попередній набір координат;
- Ф2 – позиційні та прямокутні системи ЧПК;
- Ф3 – контурні системи ЧПК;
- Ф4 – універсальні комбіновані (для позиційної та контурної обробки) системи ЧПК;
- МФ – ЧПК, інструментальний магазин та автоматична зміна інструмента (АЗІ);
- РФ – ЧПК, револьверна інструментальна головка й АЗІ; РМФ – ЧПК, револьверна інструментальна головка, інструментальний магазин та АЗІ.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Токарно-гвинторізний верстат моделі 16Б16Ф3 з системою ЧПК 2У22

1.1 Мета роботи

Мета роботи лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Ознайомитись з зовнішнім видом, призначенням та основними частинами токарного, заточувального верстата з ЧПК, оброблюючого центра.
- 2) Вивчити призначення всіх кнопок та рукояток керування верстатів.
- 3) Вивчити призначення та дію всіх механізмів верстатів.
- 4) Ознайомитись з налагодженням верстатів з ЧПК на обробку конкретних деталей.

1.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Токарно-гвинторізний верстат моделі 16Б16Ф3 з ЧПК 2У22.
- 2) Комплекти ключів.
- 3) Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр.
- 4) Заготовки різних габаритів.
- 5) Інструкції до верстатів.

1.3 Загальні відомості про верстат моделі 16Б16Ф3 з системою ЧПК 2У22

Верстат призначений для повної токарної обробки поверхонь деталей типу тіл обертання зі ступінчастим, конусним та радіусним профілем в один або декілька проходів в замкненому напівавтоматичному циклі, а також для нарізання різі.

Область застосування верстата – дрібносерійне виробництво з дрібними партіями деталей, які повторюються, а при наявності кваліфікації оператора – одиничне виробництво.

Коротка технічна характеристика верстата 16Б16Ф3:

Максимальний діаметр заготовки, мм:

над станиною – 320

над супортом – 125;

Максимальна довжина заготовки, мм – 750

Максимальний хід супорта, мм;

поздовжній –	650
поперечний –	225
Максимальний діаметр отвору шпинделя, мм –	37
Кількість різців в різцетримачі –	6
Висота різця, мм –	25
Межі швидкостей подач, мм/хв:	
поздовжньої –	1...2400
поперечної –	1...1200
Прискорене переміщення супорта, мм/хв:	
поздовжнє –	10000
поперечне –	5000
Максимальний крок різі, мм –	40
Максимальна швидкість нарізання різі, мм/хв –	2400
Діапазон частот обертань шпинделя, об/хв –	45...1800

Коротка технічна характеристика ПЧПК 2У22:

Система керування –	комбінована (контурно-позиційна)
Кількість керованих координат –	2 (можливе розширення до 3)
Кількість одночасно керованих координат:	
при лінійній інтерполяції –	2 (або 3)
при круговій інтерполяції –	2
Спосіб завдання розмірів –	в абсолютних значеннях і приростах
Спосіб програмування –	з клавіатури ПК, від дорожжкової ПС з ФЗП, ЕПМ і ЕОМ верхнього рівня
Система кодування –	код ISO – 7 Bit
Види інтерполяції –	лінійна, кругова
Привод подач –	слідкуючий з ВП індуктивного або фотоімпульсного типу
Максимальне переміщення, мм –	9999, 999
Дискретність завдання переміщень, мм / імп. –	0,01 (або 0,001)
Додаткові можливості: виведення інформації на дисплей, ПС, ЕПМ; корекція інструмента, швидкості подач і шпинделя, люфтів і накопичених похибок; редагування програм і підпрограм у пам'яті (ОЗП).	

1.4 Аналіз кінематичної схеми верстата моделі 16Б16Ф3 з системою ЧПК 2У22

Кінематичні схеми верстат 16Б16фФ3 з системою ЧПК 2У22 наведені в паспорті верстата.

1.5 Система ЧПК моделі 2У22

УВАГА! Перед початком роботи на верстаті необхідно вивчити усі органи керування: пультів керування ПЧПК і верстата, пульта корегування і пульта включення (ПВ), показаних на рисунках 1.1-1.4. **Беззмістове натискання клавіш може призвести до виходу системи верстата з ладу!**

Клавіатура ПК ПЧПК має два реєстри – нижній і верхній. На нижньому – розміщені літери російського алфавіту, на верхньому – латинські літери і знаки + , - , () , % , : , /. Переключають реєстри клавішею НР. Якщо світиться розміщений справа від цієї клавіші світлодіод, то є ввімкненим нижній реєстр.

Значення деяких клавіш не залежить від реєстру. Це клавіші від 0 до 9, ␣ (пробіл), СПЕЦ, ПС (кінець кадру), ЗБ (забій), “,”.

Існують такі режими роботи ПЧПК, які вибираються відповідними клавішами: 1 – автоматичний – АВТ; 2 – покадровий (напіваавтоматичний) – П/АВТ; 3 – пошук кадру – ПОИСК; 4 – введення – ВВОД; 5 – редагування – РЕД; 6 – тестовий контроль – ТЕСТ; 7 – ручне керування – РУЧН.

1.5.1 Режим автоматичний “АВТ”

Після натиску клавіші  на екрані висвічується:

АВТ SP IP

В цьому режимі можливе використання також наступних підрежимів:
IP – якщо інформація вводиться з перфострічки (тобто КП на стрічці);
IU – інформація вводиться з пам’яті (КП знаходиться в ОЗП);
IK – інформація (КП) вводиться від ЕОМ вищого рангу;
ST – технологічний зупинка за наявності функції M01;
SP – зупинка в кінці програми (функції M00, M02, M30);
U/ – відпрацювання КП з пропуском кадрів, відмічених символом /;
UP – відпрацювання КП на фіксованій швидкості (без різання);
UT – відпрацювання програми з видачею технології (геометрична інформація не відпрацьовується). Відміняться натисканням клавіші Т.

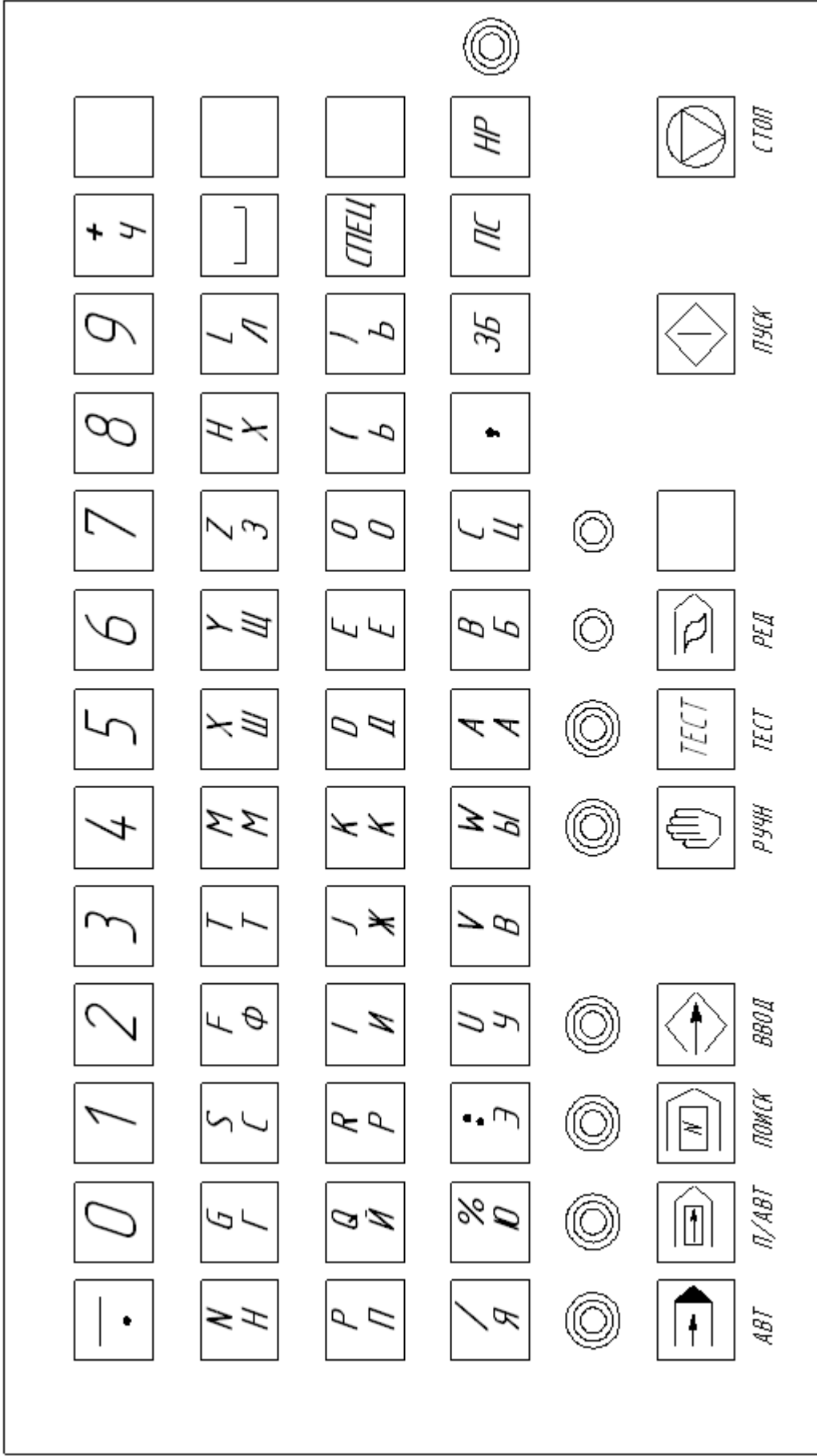


Рисунок 1.1 – Пульт керування ПЧПК моделі 2У22

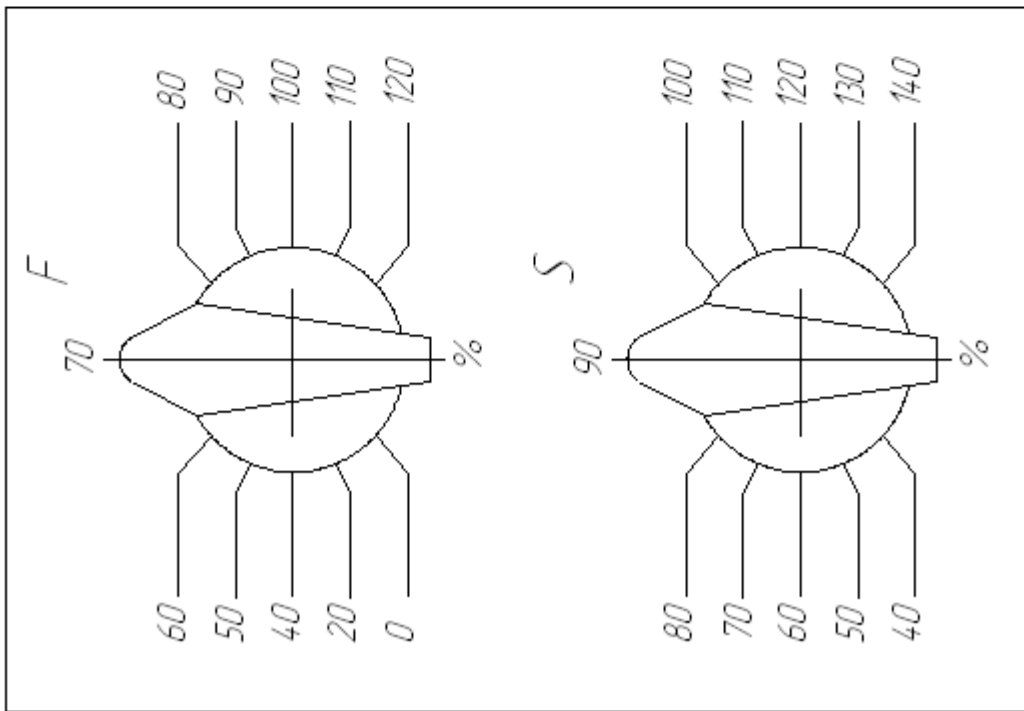


Рисунок 1.2 – Пульт корекції швидкостей подач (F) і шпинделя (S)

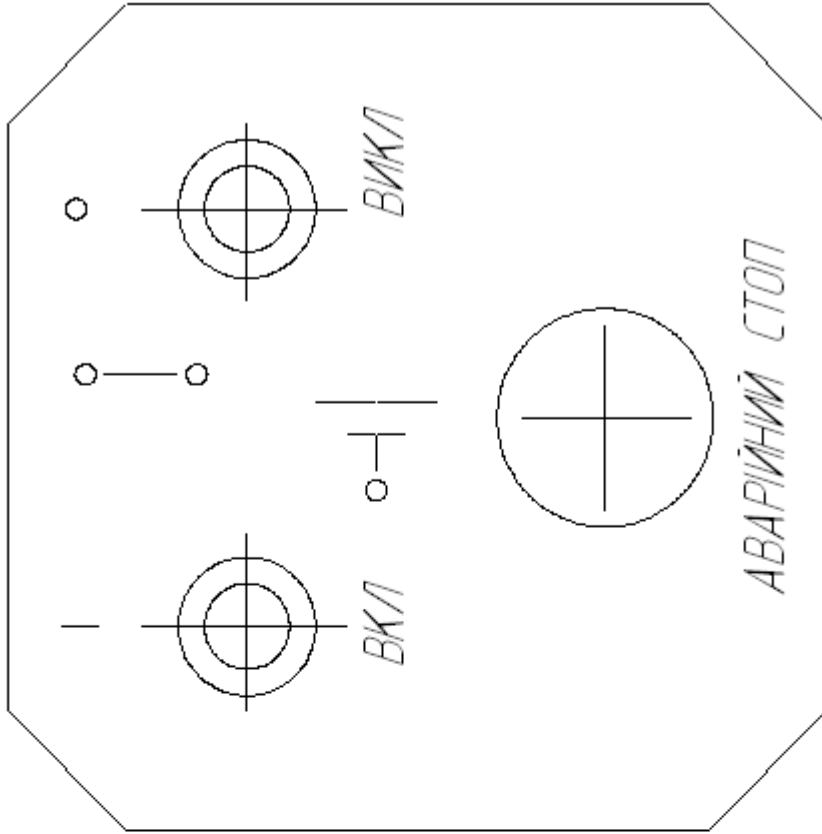
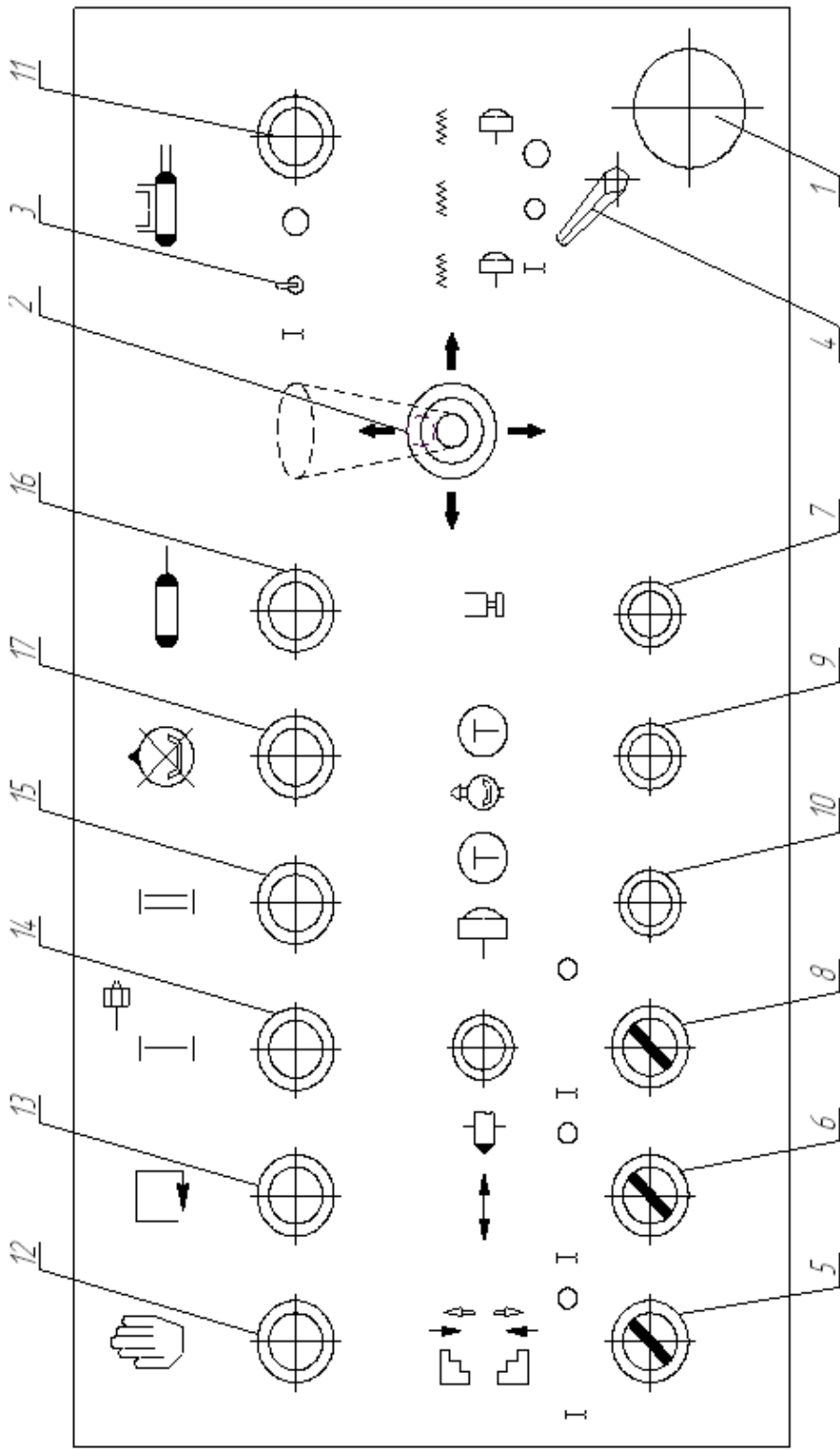


Рисунок 1.3 – Пульт вмикання ПЧПК



- I. Кнопки: 1 – аварійний стоп; 2 – подача змащення; 3 – подача змащення; 4 – аварійний стоп; 5 – аварійний стоп; 6 – аварійний стоп; 7 – аварійний стоп; 8 – аварійний стоп; 9 – аварійний стоп; 10 – аварійний стоп; 11 – аварійний стоп; 12 – аварійний стоп; 13 – аварійний стоп; 14 – аварійний стоп; 15 – аварійний стоп; 16 – аварійний стоп; 17 – аварійний стоп; 18 – аварійний стоп; 19 – аварійний стоп; 20 – аварійний стоп; 21 – аварійний стоп; 22 – аварійний стоп; 23 – аварійний стоп; 24 – аварійний стоп; 25 – аварійний стоп; 26 – аварійний стоп; 27 – аварійний стоп; 28 – аварійний стоп; 29 – аварійний стоп; 30 – аварійний стоп; 31 – аварійний стоп; 32 – аварійний стоп; 33 – аварійний стоп; 34 – аварійний стоп; 35 – аварійний стоп; 36 – аварійний стоп; 37 – аварійний стоп; 38 – аварійний стоп; 39 – аварійний стоп; 40 – аварійний стоп; 41 – аварійний стоп; 42 – аварійний стоп; 43 – аварійний стоп; 44 – аварійний стоп; 45 – аварійний стоп; 46 – аварійний стоп; 47 – аварійний стоп; 48 – аварійний стоп; 49 – аварійний стоп; 50 – аварійний стоп; 51 – аварійний стоп; 52 – аварійний стоп; 53 – аварійний стоп;
- II. Перемикачі: 4 – подача і шпиндель; 5 – розтиск патрону; 6 – вмикання пінолі;
- III. Сигнальні
8 – вихід в „0” верстату; 2 – рукоятка; 3 – вмикання приводів подач;
11 – мережа; 12 – ручне керування; 13 – програмний режим;
14 і 15 – I і 2 діапазони швидкостей шпинделя; 16 – живлення приводів подач;
17 – відсутність змащення

Рисунок 1.4 – Пульт керування верстатом 16Б16Ф3

Для вибору підрежиму роботи від пам'яті ПЧПК послідовно натискають на верхньому регістрі клавіші I та U (аналогічно і для інших підрежимів).

Для індикації на екрані геометричної або технологічної інформації можна набрати найменування потрібного підрежиму (дві клавіші):

DG – індикація геометричної інформації;

DI – індикація технологічної інформації.

При натисканні клавіші DG на екрані висвічується

ABT SP IU

X + 000838 + 000000 OX + 001234

Z - 000121 + 000000 OZ + 005678

В першому стовпчику – плинне положення інструмента з врахуванням корекції його величини відносно нульової точки деталі.

У другому стовпчику – розбіжність між плинним положенням інструмента та розрахунковою точкою його траєкторії при інтерполяції.

У третьому стовпчику – координата нульової точки деталі.

При індикації технологічної інформації (DI) на екрані

ABT	SP	IU	<input type="checkbox"/>	(1 рядок)			
N1	T1	M4	S1	F1000	(2 рядок)		
					(3 рядок)		
F00100	S0500	G01	G23	G90	G94	G97	(4 рядок)
T001	X + 001234	Z - 004567					(5 рядок)

Рядки 2 і 3 відображають кадр, який відпрацьовується в даний момент. Рядок 4 вказує плинне значення подачі F, частоти обертання шпинделя S і G – функції. Рядок 5 вказує плинний номер інструмента T і величини його корекції по осям X і Z.

У випадку помилки при наборі дволітерної комбінації IU, IP, IK, ST, U/, SP, UP, DG та ін. після невірно вибраного символу на екрані висвітиться символ “?”. Необхідно натиснути клавішу ЗБ або СПЕЦ і продовжити введення.

Якщо робота буде виконуватися з перфострічки, її необхідно заправити в ФЗП.

Якщо в КП використовується підпрограми, їх необхідно ввести в пам'ять ПЧПК до вибору автоматичного режиму. Те ж саме відноситься і до введення корегування на розмір інструмента.

До початку відпрацювання слід вибрати додаткові підрежими: U/, UP, UT.

На ПК є два перемикачі для оперативного корегування режимів різання F% і S%. Інформація з них сприймається тільки при відпрацюванні за програмою функцій G20, G21.

Відпрацювання програми починається після натиску клавіші АВТ, при цьому поряд з БВСІ засвітиться червоний світлодіод. Відпрацювання програми можна припинити натиском клавіші СТОП. При закінченні всіх функцій зупинки червоний світлодіод погасне і запалиться зелений. Після цього можливий перехід тільки в покадровий або в ручний режим роботи ПЧПК.

Після натиску клавіші ПУСК відпрацювання програми продовжується з того місця, де було припинене. Якщо положення вершини інструмента відхилилося від траєкторії більше ніж на 0,01 мм, то спочатку інструмент повертається на траєкторію, а потім продовжується відпрацювання КП. При цьому поверненні слід виключити можливе врізання інструмента в деталь .

Якщо сталася зупинка КП по функціям M02, M30, то при натисканні клавіші ПУСК відпрацювання буде проводитися з початку КП.

Якщо після припинення програми необхідно почати її з довільного кадру, слід використовувати режим “Пошук кадру”.

1.5.2 Режим покадровий (напівавтоматичний) “П/АВТ”

Цей режим аналогічний автоматичному режиму, але виконується з зупинкою в кінці кожного кадру. Після відпрацювання чергового кадру на екрані висвічується:

П/АВТ SP IU КАДР

Для продовження роботи з наступним кадром натискають клавішу ПУСК. Перехід в автоматичний режим можливий в будь-який час.

1.5.3 Режим пошуку кадру “ПОИСК”

В цьому режимі можливе застосування таких підрежимів:

IP – пошук кадру програми на перфострічці;

IU – пошук кадру програми в пам’яті ПЧПК;

SN – пошук кадру, номер якого заданий оператором;

S% – пошук початку програми (з символу %).

Для вибору необхідного підрежиму натискають обидві відповідні клавіші. Підрежими IU і IP взаємно відмінюють один одного і одночасно розповсюджуються на автоматичний і покадровий режими. Наприклад, якщо необхідно знайти кадр з номером 123, натискають послідовно клавіші SN 1 2 3 ПС.

Якщо виявлена помилка при введенні цифр номера кадру, натискають клавішу ЗБ. Якщо натиснути клавішу СПЕЦ, будуть відмінені невірні набрані цифри та символи.

Підрежими SN, S% та S: взаємно відмінюють один одного.

Якщо помилка відбулась при введенні дволітерної комбінації, натискають ЗБ і СПЕЦ, а потім продовжують введення.

Після вибору джерела інформації (IU або IP) і предмета пошуку (S%, S: або SN), натискають клавішу ПУСК. На ПК засвітиться червоний світлодіод і почнеться пошук. Припинити цей пошук можна натисканням клавіші СТОП.

Перехід до іншого режиму роботи ПЧПК можливий після завершення пошуку або якщо пошук був припинений натиском клавіші СТОП.

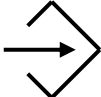
Якщо необхідна інформація знайдена, після переходу в автоматичний або в покадровий режим і натискання клавіші ПУСК, програма буде відпрацьовуватися зі знайденого кадру. В цьому кадрі повинна бути представлена вся інформація для нормального відпрацювання. Якщо і ці умови не виконуються, необхідно:

- 1) в режимі редагування вставити кадр з недостатньою інформацією;
- 2) в режимі пошук кадру відшукати кадр, введений в режимі редагування;
- 3) перейти в автоматичний режим, натиснути клавішу ПУСК.

1.5.4 Режим введення “ВВОД”

Цей режим забезпечує можливість введення в пам’ять ПЧПК (в залежності від підрежиму) наступної інформації:

- V0 – введення нульової точки деталі;
- VT – введення корегування на розмір інструмента;
- VK – введення кадру або програми, набраних на клавіатурі ПК;
- VP – введення програми або підпрограми з перфострічки.

При переході в цей режим після натиску клавіші  (ВВОД) на екрані висвічується

ВВОД

Для вибору підрежиму введення нульової точки деталі натискають клавіші V і 0 і на екрані висвічується

ВВОД

X + 000536	+ 000000	OX + 000000
Z + 000188	+ 000000	OZ + 000000

Для введення нульової точки (наприклад, якщо по осі X нульова точка має координату мінус 1234) слід натиснути клавіші

X – 1 2 3 4

На екрані висвічується

ВВОД

X + 002310	+ 000000	OX - 001234
------------	----------	-------------

Z + 000188 + 000000 OZ - 000000

Для вибору підрежиму введення корекції на розмір інструмента після натиску клавіш V і T на екрані висвічується

ВВОД VT

T000	X + 000000	Z + 000000
T004	X + 000000	Z + 000000

Для введення корекції спочатку вводять номер інструменту, а потім величини корегувань для цього інструмента, наприклад:

T6 ПС X - 1 2 3 ПС Z 3 4 5 ПС

Після цього на екрані висвітиться:

	ВВОД	VT	T6
T006	X - 000123		Z + 000345
T007	X + 000000		Z + 000000
.....		
T010	X + 000000		Z + 000000

Підрежими V0, VT не можна використовувати при відпрацюванні КП. Ці підрежими завжди дозволяють перейти до інших режимів роботи. Якщо нема введення якоїсь інформації, натискання клавіші ЗБ викличе відміну підрежимів V0, VT, VP.

Для введення програми з пульта керування натискають V K. На екрані висвічується:

ВВОД VK

Після вибору цього підрежиму програму вводять з клавіатури ПК.

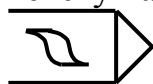
Першим символом спочатку набору і на початку кожного кадру повинен бути один з наступних символів: %, N або : .

В середині кадру натисканням клавіші ЗБ відмінюють останній набраний символ, окрім першого символу кадру %, N або : . Натиск клавіші СПЕЦ відмінює підрежим введення VK. Натиск клавіші ЗБ між кадрами викликає відміну підрежиму VK.

Введення програми в підрежимі VK автоматично включає в себе підрежим роботи з пам'яттю ПЧПК ІU в автоматичному та покадровому режимах.

1.5.5 Режим редагування “РЕД”

Здійснюється шляхом введення з клавіатури команд з можливістю виводу відредагованого тексту на перфострічку. Для завдання режиму натискають клавіші:



(РЕД) і ПУСК.

В 21-й позиції командного рядка БВСІ повинен висвітитись символ *. Команди редагування висвічуються у командному рядку, починаючи з 22-ї позиції. Текст, що редагується, висвічується на екрані БВСІ на п'яти рядках, починаючи з другого. Кожний кадр висвічується з нового рядка.

Майже всі команди виконуються по відношенню до рухомої точки. Точка – це адреса першого невідпрацьованого символу в тексті КП. На екрані БВСІ цей символ буде підкреслено. Текст, що редагується, висвічується так, що точка завжди присутня на екрані.

В режимі редагування можливо набрати наступні команди:

- $\pm nA$ – переміщення точки на n кадрів КП;
- $\pm nJ$ – переміщення точки на n символів в кадрі;
- $\pm nD$ – стирання n символів кадру;
- $\pm nK$ – стирання n кадрів КП;
- nR – введення n кадрів з ПС (ФЗП);
- O – відміна редагування в підпрограмах;
- I – вставити текст, починаючи з точки;
- M – редагування в області підпрограми;
- V – переміщення точки на початок КП;
- T – друкувати на ЕПМ змісту пам'яті (КП);
- N – виведення КП з пам'яті на ПС (перфорація);
- P – підготовка (очистка) всієї пам'яті ;
- S – корегування номерів кадрів КП;
- nG – пошук в КП тексту (не більше 13 символів) n разів;
- $\pm nC$ – заміна n символів кадру;
- $\pm nX$ – заміна n кадрів КП;
- V – введення констант.

Аргумент n може бути цілим числом від 1 до 999 зі знаком. Знак “+” можна опускати. В тих командах, де аргумент потрібний, але не вказаний, вважають, що він дорівнює 1 (якщо вказаний знак “-”, то -1).

Для виконання команд редагування необхідно набрати на ПК знак (якщо є “-”), аргумент (якщо він потрібний), літерний код команди і натиснути клавішу ПС. Наприклад:

- 12J ПС

За цією командою точка в кадрі переміститься на 12 символів назад (до початку кадру).


В командах, яким потрібен текст для свого виконання (це команди J , nG , $\pm nC$, $\pm nX$), після символів ПС вводять ще і необхідний текст і натискають клавішу СПЕЦ. Наприклад:

+5 C ПС - X 2 3 9 СПЕЦ

За цією командою замінюються п'ять символів тексту в кадрі, починаючи від точки в напрямку кінця кадру на нові п'ять символів тексту.

-X239

1.5.6 Режим ручного керування “РУЧН”

Цей режим здійснюється після натискання клавіші  (РУЧН). Вибір режиму індикації такий самий, як і при автоматичному режимі. Ручний режим є стартовим після вмикання ПЧПК. В цьому режимі можна ввести будь-який кадр КП. Наприклад, після набору клавіш

N 1 G 2 5 X Z ПС

на екрані висвічується:

РУЧН
N1 G25 X Z
F00000 S0000 G01 G25 G94 G97
T000 X + 000000 Z + 000000

Після натискання клавіші ПУСК почнеться відпрацьовування даного кадру. Введений кадр запам'ятовується і може бути відпрацьований повторно при натисканні клавіші ПУСК. Відпрацювання кадру недопустиме, якщо не відпрацьована до кінця програма в автоматичному або покадровому режимі.

Якщо після вмикання ПЧПК розбіжність перебільшує декілька дискрет, необхідно натиснути клавішу / / (СБРОС) і тільки після зняття розбіжності можна ввімкнути приводи подач.

Після вмикання приводів подач натискають клавіші:

N 1 G 2 5 X Z ПС ПУСК

Після цього почнеться рух в “0” верстата по вісям X і Y, в кінці цього руху на екрані висвітиться:

РУЧН КАДР

Поки не здійснений вихід в “0” верстата, робота з верстатом є недопустимою.

Якщо кадр не відпрацьовується, то можна перейти в інший режим.

При вмиканні ПЧПК встановлюється подача від ручного перемикача

напрямку руху 100 мм/хв. Якщо потрібно встановити подачу, наприклад, 20 мм/хв., натискають клавіші

N 1 F 2 0 ПС ПУСК

Подачі менші за 10 мм/хв не відпрацьовуються.

Прив'язка системи відліку до деталі

Деталь закріплюють в патроні, встановлюють необхідну позицію різцетримача і вмикають шпиндель. Слід пам'ятати, що в ручному режимі корекція вводиться при зміні інструмента і відмінюється натисканням клавіші ПУСК.

Для прив'язки по координаті Z проточують інструментом торець деталі і, не здійснюючи переміщення по координаті Z, переходять до режиму введення нульової точки. На екрані висвітлиться, наприклад,

ВВОД V0		
X + 123456	+ 000000	0X + 000000
Z + 001234	+ 000000	0Z + 000000

Якщо торцева поверхня є нульовим положенням по Z, то нульова точка буде дорівнювати показанню індикації, в даному випадку вона дорівнює 1234.

Для введення нульового положення набирають:

Z 1 2 3 4 ПС

На індикаторі після цього висвічується

ВВОД V0		
X + 123456	+ 000000	0X + 000000
Z + 000000	+ 000000	0Z + 001234

Якщо початок системи відліку деталі не знаходиться на торцевій поверхні, то нульове положення визначають як різницю між показанням лівої колонки індикації і координатною торцевої поверхні. Наприклад, якщо координата торцевої поверхні $Z = 1000$, то для даного випадку нульове положення буде $0Z = 234$. Після введення на екрані висвічується:

ВВОД V0		
X + 123456	+ 000000	0X + 000000
Z + 001000	+ 000000	0Z + 000234

Для визначення нульового положення по координаті X проточують деталь по діаметру і, не здійснюючи переміщення по X, вимірюють розмір обточеної поверхні по координаті X. Переходять в режим введення нульової точки. На екрані висвітиться, наприклад:

	ВВОД V0	
X - 004567	+ 000000	0X + 000000
Z + 000000	+ 000000	0Z + 000000



Нульова точка дорівнює різниці між показаннями лівої колонки і вимірним розміром. Наприклад, розмір X = 567, тоді нульове положення 0X = -5134. Для введення натискають клавіші:

X - 5 1 3 4 ПС

В результаті на екрані висвічується:

	ВВОД V0	
X + 000567	+ 000000	0X - 005134
Z + 000000	+ 000000	0Z + 000000

Введення констант

Введення констант здійснюється в режимі редагування. Константи – це величини корекції люфтів по координатам X і Z. Вони можуть мати значення 0,001...0,127 мм. Для введення корекції люфта з клавіатури ПК натискають клавіші  і . На екрані висвічується

РЕД * 1

Якщо на екрані БВСІ висвітиться деяка інша інформація, натискають клавіші Р, ПС. Потім вибирають І ПС.





Для введення величини корекції люфта по X, яка дорівнює 0,023 мм:

К 0 + 2 3 ПС

Для введення величини корекції люфта по координаті Z (наприклад, що дорівнює 0,045 мм) натискають клавіші

К 1 + 4 5 ПС 2 ПС СПЕЦ

На екрані БВСІ висвічується

РЕД	*	1		
К 0	+	2	3	
К 1	+	4	5	
М 2				

Натискають клавіші V, ПС. На екрані висвічується така ж інформація, яка і в попередньому випадку. Якщо ж в кінці першої строки на екрані висвітиться

? 105

то це значить, що при введенні інформації була допущена помилка.

1.6 Методика проведення роботи

- 1) Вивчити розташування, призначення, основні частини та механізми верстата.
- 2) Вивчити роботу основних частин та механізмів.
- 3) За індивідуальним завданням налагодити верстат на обробку.
- 4) Скласти звіт по лабораторній роботі.

1.7 Зміст звіту по лабораторній роботі

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- 1) Назва лабораторної роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Обладнання, пристосування, інструменти.
- 4) Теоретичні відомості:
 - а) призначення верстату, основні частини та органи керування;
 - б) кінематична схема верстата;
 - в) основні кінематичні ланцюги та їх призначення.
- 5) Методика виконання роботи.
- 6) Налагодження на обробку.
- 7) Висновки по роботі.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20Ф3 з системою ЧПК 2Р22

2.1 Мета роботи

Мета роботи лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Ознайомитись з зовнішнім видом, призначенням та основними частинами токарного, заточувального верстата з ЧПК, оброблюючого центра.
- 2) Вивчити призначення всіх кнопок та рукояток керування верстатів.
- 3) Вивчити призначення та дію всіх механізмів верстатів.
- 4) Ознайомитись з налагодженням верстатів з ЧПК на обробку конкретних деталей.

2.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20Ф3 з ЧПК 2Р22.
- 2) Комплекти ключів.
- 3) Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр.
- 4) Заготовки різних габаритів.
- 5) Інструкції до верстатів.

2.3 Загальні відомості про верстат моделі 16К20Ф3 з системою ЧПК 2Р22

Верстат призначений для повної токарної обробки поверхонь деталей типу тіл обертання з ступінчастим, конусним і радіусним профілем за один чи декілька проходів в замкненому напіваавтоматичному циклі, а також для нарізання різі. Верстат використовується в дрібносерійному виробництві з дрібними партіями деталей, що періодично повторюються, а при наявності високої кваліфікації оператора – в одиничному виробництві.

Верстат обладнаний оперативним ПЧПК типу 2Р22, який побудовано на основі мікро-ЕОМ “Електроніка-60”.

Коротка технічна характеристика верстата 16К20Ф3:

Клас точності –	П
Максимальний діаметр заготовки, мм:	
над станиною –	500
над супортом –	220

Максимальна довжина заготовки, мм –	1000
Максимальна довжина обробки, мм –	905
Діапазон частот обертання шпинделя, об/хв –	22,4 ... 2240
Діапазон швидкостей подач, мм/об:	
поздовжньої –	0,01 ... 40
поперечної –	0,005 ... 20
Прискорене переміщення супорту, мм/хв:	
поздовжнє –	7500
поперечне –	5000
Кількість різців в різцетримачу –	6
Висота різця, мм –	25
Діапазон кроків різьб, мм –	0,01 ... 40,95
Потужність електродвигуна, кВт –	11
Найбільший крутний момент на шпинделі, Н·м –	1000
Габаритні розміри, мм –	3960×1700×2145
Маса, кг –	3800

Коротка технічна характеристика системи ЧПК 2P22:

Система керування –	оперативна
Число керованих координат –	2
з них одночасно керованих –	2
Спосіб завдання розмірів –	в абсолютних значеннях і у приращеннях
Спосіб програмування –	з клавіатури ПК, від перфострічки, магнітної стрічки, від ЕОМ верхнього рівня
Система кодування – (модифікований)	код ISO–7 bit
Види інтерполяції –	лінійна і кругова;
Привод подач –	слідкуючий
Дискретність завдання переміщень, мм –	0,001;
Максимальне програмоване переміщення, мм –	9999,999;
Режими роботи –	ручний, автоматичний, напівавтоматичний, тест, введення даних, редагування КП.

Додаткові можливості: введення інформації на БВСІ, магнітну стрічку і перфострічку, корекція інструменту, швидкості подач і шпинделя, редагування програми в пам'яті (ОЗП), використання стандартних циклів (в діалоговому режимі).

2.4 Основні частини та органи керування верстата

Основні частини верстата (рисунок 2.1):

ОС – основа;

СТ – станина;

КР – каретка;

ЛОВ – ліва опора гвинта поздовжнього переміщення;

ШБ – шпindelна бабка;

ЭД – електродвигун поздовжнього переміщення;

НО – нерухоме огороження;

ДР – датчик різьбонарізування;

ЭМП – електромеханічний привід патрона;

ШС – електросилова шафа;

ПТ – патрон;

ПО – рухливе огороження;

ПРГ – поворотна револьверна головка;

ВШП – гвинтова шарикова пара поперечного переміщення;

ШУ – шафа керування;

ВПП – гвинтова кулькова пара поздовжнього переміщення;

ЗБ – задня бабка;

ПОВ – права опора поздовжнього гвинта;

ЭЛО – електрообладнання;

ЭЛМ – електромеханічний привод пінолі задньої бабки.

Органи керування:

1 – панель керування;

2 – рукоятка для переключення трьох діапазонів частоти обертання шпindelя;

3 – панель, яка розташована на каретці;

4 – пульт керування “Електроніка НЦ-31”;

5 – кнопка “Аварійний стоп”;

6 – рукоятка ручного затиску пінолі задньої бабки;

7 – панель керування приводами;

8 – рукоятка ручного затиску задньої бабки на станині;

9 – рукоятка налагоджувального (ручного) переміщення каретки;

10 – здвоєна педаль переміщення пінолі задньої бабки;

11 – лінійка з кулачками для регулювання величини поздовжнього переміщення супорта;

12 – блок електричних шляхових вимикачів;

13 – педаль керування патроном (затиск оброблюваної деталі).

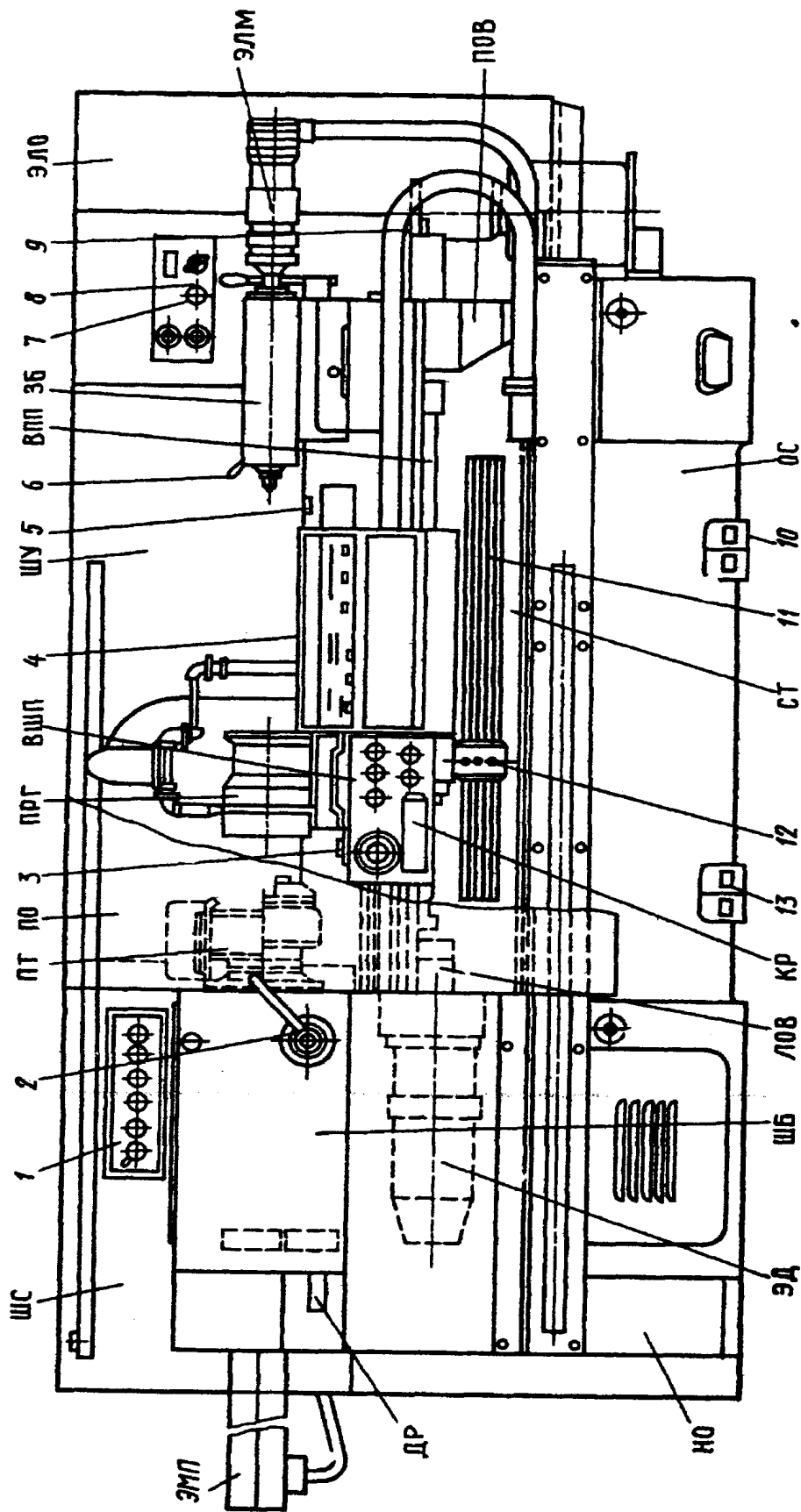


Рисунок 2.1 – Основні частини та органи керування токарного верстата моделі 16K20Ф3 з ЧПК 2R22

2.5 Аналіз кінематичної схеми верстата 16K20Ф3

Кінематична схема верстата 16K20Ф3 з системою ЧПК 2Р22 представлена на рисунку 2.2.

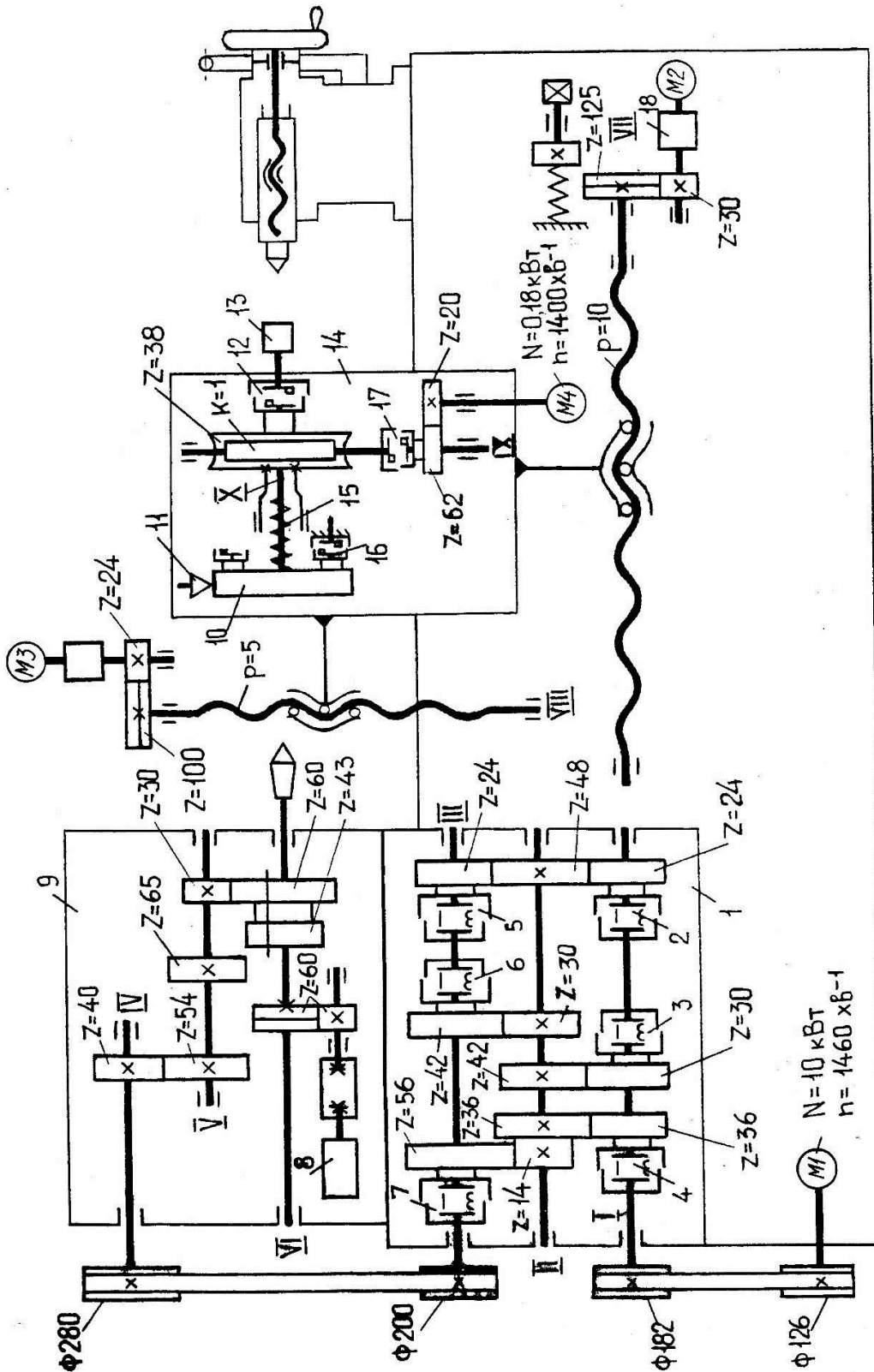


Рисунок 2.2 – Кінематична схема токарного верстат з ЧПК 16K20Ф3

Ланцюг головного руху. Рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання вала електродвигуна М1 і шпинделя VI. Розрахункові рухи: $n_{M1} \rightarrow n_{um}$. Цей ланцюг типу М-Р (2.1) регулюється за допомогою автоматичної коробки швидкостей 1 і механізму перебору шпиндельної бабки 9.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$1460 \frac{\left(\frac{24}{48}\right)\left(\frac{14}{56}\right) \frac{126}{182} \frac{30}{42} \frac{30}{42} \frac{200}{280} \frac{40}{54} \frac{30}{60}}{\left(\frac{36}{36}\right)\left(\frac{48}{24}\right) \left(\frac{65}{43}\right)} = n_{um}. \quad (2.1)$$

Автоматична коробка швидкостей має шість електромагнітних муфт 2-7, вмиканням яких в різних комбінаціях можна отримати на вихідному валу III коробки дев'ять різних частот обертання.

Наявність у шпиндельній бабці блока зубчастих коліс $Z=43$ і $Z=60$, що перемикається вручну, дає змогу отримати на шпинделі дванадцять різних частот обертання в діапазоні $35..560 \text{ хв}^{-1}$ і $100..1600 \text{ хв}^{-1}$ (шість частот обертання одного діапазону співпадають з шістьма частотами обертання другого діапазону). У кожному діапазоні дістаємо дев'ять частот обертання шпинделя, які перемикаються автоматично за програмою.

Поздовжня подача супорта забезпечується від дискретного електрогідравлічного привода (кроковий електродвигун М2 – гідропідсилювач 18) через передачу 30/125 і ходовий гвинт з кроком $p=10$ мм гвинтової пари кочення. Кут повороту вала крокового двигуна за кожний імпульс із системи керування становить $1,5^\circ$. Цьому буде відповідати дискретність, тобто поздовжнє переміщення супорта за один імпульс:

$$S_{noz\Delta min} = \frac{1,5^\circ}{360^\circ} \frac{30}{125} 10 = 0,01 \text{ мм/імп.}$$

При максимальній частоті імпульсів 8000 Гц, тобто 8000 імп./с, швидкість установчого поздовжнього руху супорта:

$$V_{noz.} = 0,01 \cdot 8000 = 80 \text{ мм/с} = 4,8 \text{ м/хв.}$$

Поперечна подача полозок з поворотним різцетримачем забезпечується аналогічно від дискретного електрогідравлічного привода через зубчасті колеса 24/100 і ходовий гвинт з кроком $p=5$ мм гвинтової пари кочення.

Дискретність поперечних переміщень:

$$S_{noz.min} = \frac{1,5^\circ}{360^\circ} \frac{24}{100} 5 = 0,005 \text{ мм/імп.}$$

Швидкість установчого поперечного руху полозок:

$$V_{noz.} = 0,005 \cdot 8000 = 40 \text{ мм/с} = 2,4 \text{ м/хв.}$$

2.6 Система ЧПК моделі 2P22

Перед початком роботи на верстаті необхідно вивчити всі органи керування верстата і системи ЧПК, ознайомитись з символами клавіатури панелі оператора, які показані на рисунку 2.3 і розшифровані в таблиці 2.1.

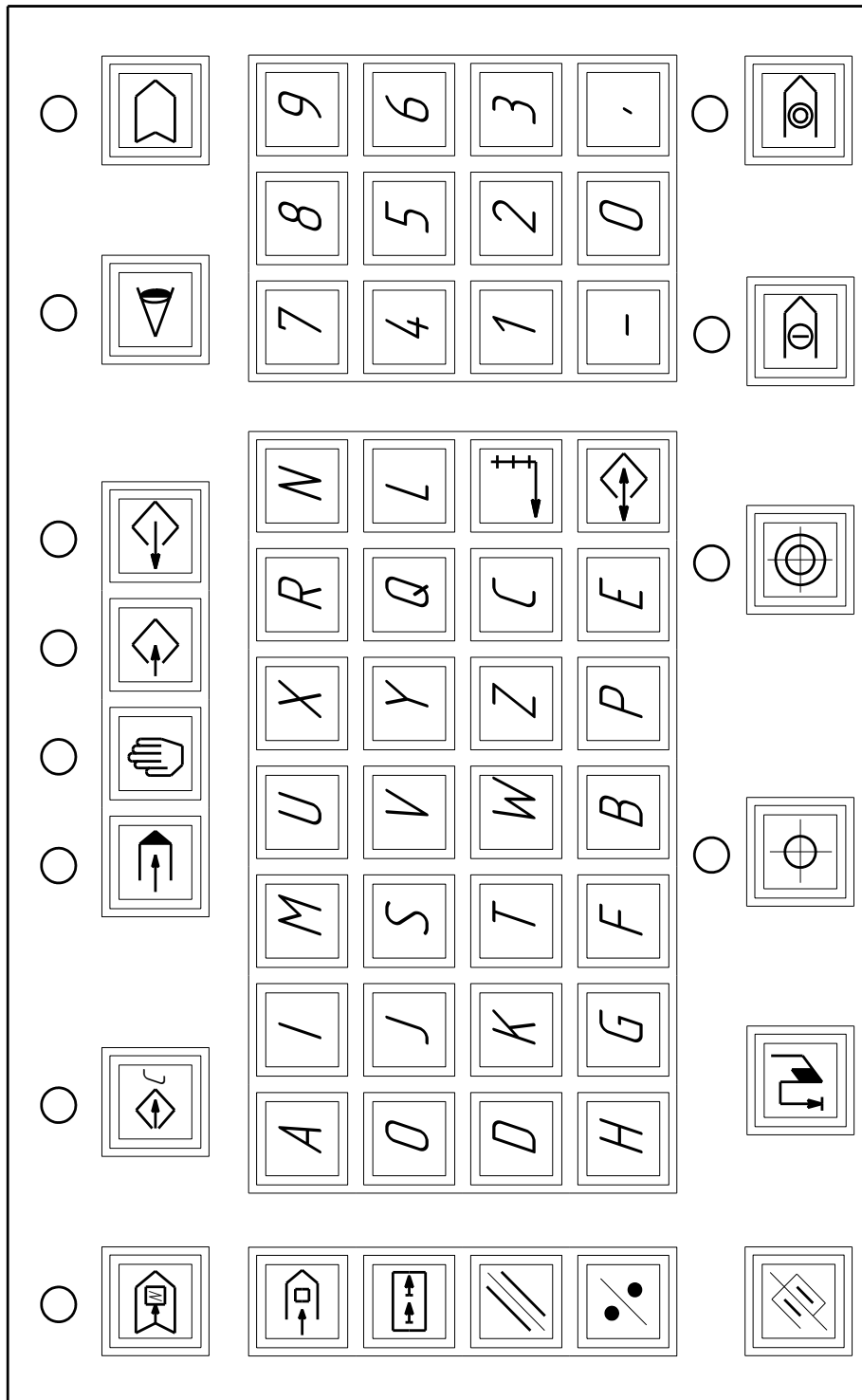


Рисунок 2.3 – Розташування клавіш панелі оператора

Таблиця 2.1 – Символи клавіатури ПЧПК 2Р22

Позначення в тексті	Символ	Значення символу
1		ПОШУК КАДРУ (зупинка наприкінці кадру) зі світловою індикацією
2		ВВЕДЕННЯ КОНСТАНТ зі світловою індикацією
3		АВТОМАТ зі світловою індикацією
4		РУЧНЕ КЕРУВАННЯ зі світловою індикацією
5		ВВЕДЕННЯ зі світловою індикацією
6		ВИВЕДЕННЯ зі світловою індикацією
7		ТЕСТ зі світловою індикацією
8		НОСІЙ ІНФОРМАЦІЇ зі світловою індикацією
9		ЗСУВ КАДРУ
10		ЗСУВ ФРАЗИ
11		ЧИСТКА
12		ПОЧАТОК ПРОГРАМИ (КОРЕКЦІЯ)
13		СКИДАННЯ ПАМ'ЯТІ
14		ВВЕДЕННЯ ПО ЗРАЗКУ
15		ВИХІДНЕ ПОЛОЖЕННЯ зі світловою індикацією
16		ФІКСОВАНА ТОЧКА ВЕРСТАТА зі світловою індикацією
17		ПУСК зі світловою індикацією
18		СТОП зі світловою індикацією
19		ПОВЕРНЕННЯ КАРЕТКИ
20		ВВЕДЕННЯ ДАНИХ (ПЕРЕХІД СТРОКИ)

Беззмiстовний натиск кнопок i клавіш може призвести до виходу верстата з ладу.

2.6.1 Режими роботи ПЧПК 2P22

Режими роботи задаються режимними клавішами, відповідність яких основним i допомiжним режимам роботи ПЧПК приведена в таблиці 2.2.

2.6.2 Включення верстата

Включити вхiдний автомат, для цього необхідно виконати наступні дії:

- витягнути на себе валок механічного блокування;
- повернути рукоятку ввiдного автомату;
- натиснути кнопку “Подача напруги”;
- на панелі керування приводами натиснути кнопку “Включення приводів подач”;
- ввiмкнути пристрій ЧПК.

При правильному вмиканні пристрою на екрані БВСІ висвічується “Диагностика ПЧПК 2P22 ПО 00036–01”, а трохи поспіль – “Ручное управление”.

2.6.3 Прив’язка ПЧПК до параметрів верстата

Для вводу параметрів верстата на початку роботи натисніть клавіші:

5 2 11 N 0 0 1 P

i чисельне значення першого параметру верстата. Набраний параметр i його номер висвічується на шостому рядку екрана БВСІ. Натисніть клавішу 20, параметр стирається, а на екрані висвічується номер наступного параметра N002. Знову введіть символ P, а за ним чисельне значення наступного параметра згідно таблиці 2.3 i так далі до кінця параметрів.

2.6.4 Прив’язка системи відліку до верстата



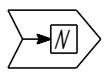
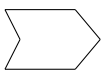
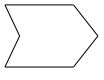
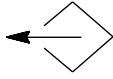
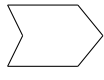
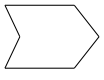

Прив’язка системи відліку до верстата виконується за наступною методикою.

Натисніть клавіші 4 i 16, при цьому над ними засвічуються світлодіоди, а на першому рядку БВСІ висвічується “Ручне керування ФП”.

Таблиця 2.2 – Відповідність клавіш режимам роботи ПЧПК

Основний режим		Допоміжний режим		Напис на першому рядку БВСІ	Функція пристрою, яка виконується в даному режимі
Діюча клавіша	Режим роботи	Діюча клавіша	Режим роботи		
1	2	3	4	5	6
	Автомат	–	–	АВТОМАТ	Обробка деталі за програмою
			Покадрове відпрацювання	ПОКАДРОВЫЙ	Обробка деталі за програмою з зупинкою в кінці кадру
	Ручне керування	–	–	РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ	Робота від мнемонічної рукоятки і штурвалів. Набір кадрів і їх відпрацювання. Складання програми по зразку.
			Вихід фіксовану точку верстата	РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ФП	Прив'язка системи відліку до верстата
			Напівавтоматичне введення констант	ВВОД КОНСТАНТ ПОЛУАВТ	Напівавтоматичне введення в пам'ять плаваючого нуля і вильотів інструменту
		 	Напівавтоматичне введення вихідного положення	ВВОД КОНСТАНТ ПОЛУАВТ	Напівавтоматичне введення в пам'ять вихідного положення
			Вихід вихідне положення	РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВП	Безпосередній вихід у вихідне положення

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
	Введення інформації	–	–	ВВОД ПРОГРАМ МЫ	Введення програми з пульта керування, її індикація і редагування
			Введення констант	ВВОД КОНСТАНТ	Введення, індикація і редагування: вильотів інструменту, плаваючого нуля, вихідного положення, параметрів верстата
			Пошук кадру	ПОИСК КАДРУ	Пошук необхідного номера технологічної програми і його індикація
			Зовнішній носій магнітна стрічка	ВВОД ПРОГРАМ МЫ МЛ	Введення програми з магнітної стрічки по першому натисканні клавіші 8 після натиску клавіші 5.
			Зовнішній носій перфострічка	ВВОД ПРОГРАМ МЫ ПС	Введення технологічної програми з перфострічки по другому натисканні клавіші 8 після натиску клавіші 5
	Виведення інформації		Зовнішній носій магнітна стрічка	ВЫВОД МЛ	Виведення програми на магнітну стрічку по першому натисканні клавіші 8 після натиску клавіші 5
			Зовнішній носій перфострічка	ВЫВОД ПЛ	Виведення програми на перфострічку по другому натисканні клавіші 8 після натиску клавіші 5
	Тест	Перевірка працездатності ПЧПК за тест-програмами			

Натисніть клавішу 17, при цьому починається рух по координаті X. Напрямок руху – від осі шпинделя до оператора. При досягненні положення, яке визначається кінцевими вимикачами, рух по координаті X закінчується і починається рух по координаті Z в напрямку шпинделя. При досягненні положення, яке визначається кінцевими вимикачами, рух по координаті Z закінчується (рисунок 2.4).

Таблиця 2.3 – Значення параметрів верстата 16K20Ф3

Номер параметра	Числове значення параметра	Функціональне призначення
001	-200	Фіксоване положення по координаті X
002	-400	Програмний обмежувач по координаті -X
003	400	Програмний обмежувач по координаті +X
004	-500	Програмний обмежувач по координаті -Z
005	1000	Програмний обмежувач по координаті +Z
006	300	Максимальна кількість обертів шпинделя на 1-му діапазоні регульованого приводу
007	800	Те ж на 2-му діапазоні регульованого приводу
008	2000	Те ж на 3-му діапазоні регульованого приводу
009	0	Те ж на 4-му діапазоні регульованого приводу
010	12	Мінімальна кількість обертів шпинделя на 1-му діапазоні регульованого приводу
011	30	Те ж на 2-му діапазоні регульованого приводу
012	80	Те ж на 3-му діапазоні регульованого приводу
013	0	Те ж на 4-му діапазоні регульованого приводу
014	10	Повзуча швидкість шпинделя регульованого приводу
015	1	Індикація розходження по координатах
016	1000	Максимальна кількість обертів шпинделя при постійній швидкості різання
017	100	Мінімальна кількість обертів шпинделя при постійній швидкості різання

Одночасно вимикається сигналізація над клавішею 16, а на 4-му і 5-му рядках БВСІ висвічуються цифри, які характеризують координати ріжучої кромки інструмента відносно нуля деталі.

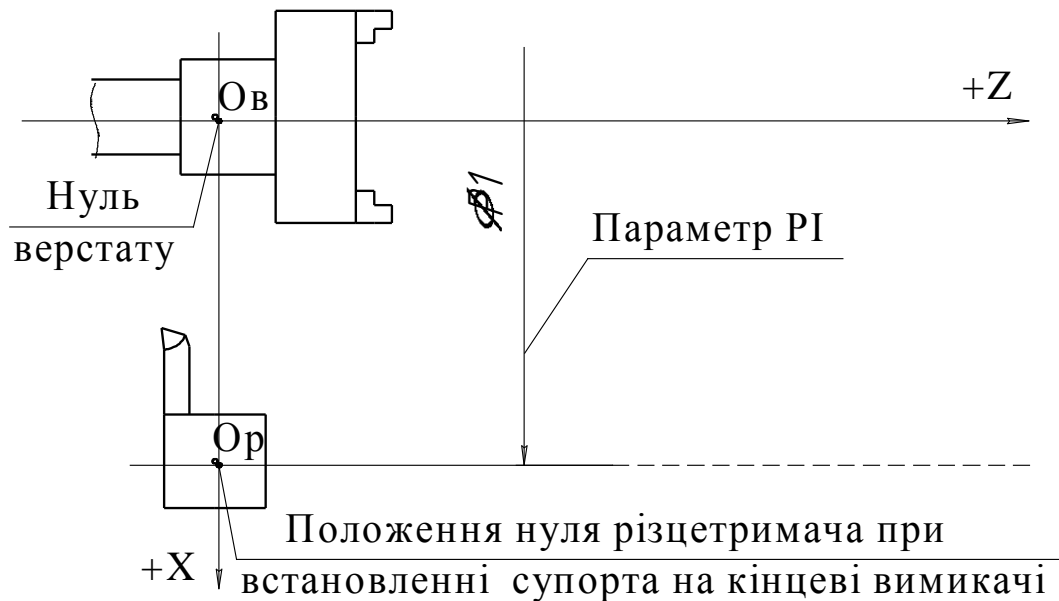


Рис.1. - Схема прив'язки системи відліку до верстату.

Рисунок 2.4 – Схема прив'язки системи відліку до верстата

2.6.5 Напівавтоматичне введення вихідного положення

При обробці кожної конкретної деталі оператор має можливість обрати положення різцетримача, зручне для зміни інструмента і закріплення заготовки в патрон, яке називається **ВИХІДНИМ ПОЛОЖЕННЯМ**. При необхідності зміни інструменту по закінченню обробки виконується переміщення у вихідне положення.

Напівавтоматичне введення вихідного положення в пам'ять ПЧПК виконується за наступною методикою.

1. Встановіть режим “Напівавтоматичне введення констант”. Для цього натисніть наступні клавіші: 4 2. На екрані БВСІ при цьому висвічується напис: “ВВОД КОНСТАНТ ПОЛУАВТ (Ведення констант напівавтоматичне)”.

2. Використовуючи мнемонічну рукоятку і штурвал, встановіть різцетримач у необхідне положення.

3. Натисніть клавішу 15. При цьому на шостому рядку екран БВСІ висвічуються координати вихідного положення.

4. Натисніть клавішу 20. Величини координат вихідного положення з екрану витираються і записуються в пам'ять.

Тепер в пам'яті пристрою зберігаються координати вихідного положення.

Якщо інструмент виведено з вихідного положення і його необхідно повернути назад, натисніть клавіші 4 15 17. Інструмент повернеться у вихідне положення.

2.6.6 Прив'язка інструмента до системи відліку

У випадку, коли у різцетримачі нема хоча б одного інструменту з відомими вильотами, прив'язка виконується за наступною методикою.

1. Для введення плаваючого нуля натисніть клавіші 5 2 Z і чисельне значення плаваючого нуля (у даному випадку 0). Символи, що набираються, висвічуються на 6-му рядку екрану БВСІ. Натисніть клавішу 20, при цьому шостий рядок БВСІ очиститься, плаваючий нуль введеться у пам'ять пристрою.

2. Виліт інструмента, з якого починається прив'язка, приймаємо рівним нулю. Для цього необхідно натиснути наступні клавіші: 5 2 T і номер інструмента Z0 X0.

3. Встановіть режим “Напівавтоматичне введення констант” (натисніть клавіші 4 2).

4. Введіть необхідні значення T (інструмент), S (кількість обертів шпинделя і діапазон частот), F (подача) і натисніть кнопку 17. При цьому відбувається переміщення у вихідне положення, встановлення необхідної позиції різцетримача і запуск шпинделя.

5. Використовуючи мнемонічну рукоятку і штурвали, виконайте обробку циліндричної частини заготовки.

6. Відведіть інструмент по координаті Z, не змінюючи його положення по координаті X, і вимкніть рух шпинделя натиском клавіші 18.

7. Виконайте вимірювання діаметру обробленої частини заготовки і ведіть цю величину під адресою X. При цьому на 7-му рядку екрану БВСІ висвітиться введена величина.

8. Натисніть клавішу 14. При цьому на 6-му рядку екрану БВСІ висвітиться номер інструмента і розраховане значення вильоту інструмента по координаті X, наприклад T1 X 105,64.

9. Ввімкніть шпиндель натисканням клавіші 17 і виконайте підрізання торця заготовки.

10. Відведіть інструмент по координаті X, не змінюючи його положення по координаті Z, і вимкніть шпиндель натисканням на клавішу 18.

11. Введіть показання плинного значення по координаті (значення показане на 5-му рядку екрану БВСІ). При цьому на 7-му рядку екрану висвітиться введена величина.

12. Натисніть клавішу 14. При цьому до інформації на 6-му рядку додається інформація про розраховане значення вильоту інструменту по координаті Z, наприклад T1 X 105,64 Z 20.

13. Натисніть клавішу 20. При цьому значення вильотів інструментів записуються в пам'ять і з 6-го рядку стираються.

14. Введіть значення плаваючого нуля шляхом натиску на клавішу 14 (на 6-му рядку екрану БВСІ висвітиться значення плаваючого нуля), а потім клавішу 20. При цьому значення плаваючого нуля записується в пам'ять і з 6-го рядку екрану БВСІ стирається. Плинне значення по координаті Z буде рівним нулю, а на 8-му рядку екрану БВСІ висвітиться значення плаваючого нуля.

15. Встановіть в робочу позицію наступний інструмент шляхом набору відповідного значення T і натиску на клавішу 18. При цьому відбувається переміщення у вихідне положення, зміна інструмента і запуск шпинделя.

16. Виконайте прив'язку нового інструмента за раніше вказаною методикою.

Якщо значення вильотів інструментів відомі, то поступають наступним чином. Для введення вильотів інструмента натисніть клавіші 5 2 T і його номер, Z і його чисельне значення, X і його чисельне значення. При наборі номер інструменту і його вильоти з'являються в 6-му рядку БВСІ. Натисніть клавішу 20, при цьому 6-й рядок очищається, вильоти вводяться у пам'ять пристрою. Потім знову набирається T, номер і вильоти на наступний інструмент у відповідності з даним пунктом.

2.6.7 Індикація констант в пам'яті ПЧПК

1. Для індикації плаваючого нуля натисніть клавіші: 5 2 9 .
2. Для індикації вихідного положення – ще раз клавішу 9 (про індикацію вихідного положення повідомляє напис ИП у правому куті першого рядку екрану БВСІ).
3. Для індикації вильотів інструментів – ще раз клавішу 9. Коли зона вильотів закінчується, висвічується напис КК. При подальшому натисканню клавіші 9 індикація починається знову з плаваючого нуля.
4. Для індикації параметрів верстата натисніть клавіші 5 2 P 9 ; по кожному натиску клавіші 9 висвічується наступний параметр, про закінчення параметрів повідомляє напис КР.

2.6.8 Введення програми

Для роботи в режимі введення програми спочатку натисніть клавіші 5 13 N і номер першого кадру програми 001.

Набирання програми виконується по кадрам. Програма, що набирається висвічується на 6, 7 і 8-му рядках екрану БВСІ. В процесі набору остання набрана фраза може бути стерта натиском клавіші 11. Для введення набраного кадру в пам'ять пристрою натисніть клавішу 20, при цьому кадр стирається з екрану БВСІ, а номер кадру автоматично збільшується на одиницю, якщо програма не закінчена, або висвічується

КП в правому куті 1-го рядку екрану БВСІ, якщо програма закінчена.

Для індикації введеної в пам'ять пристрою технологічної програми натисніть клавіші 5 9, при цьому 1-й кадр програми висвічується на екрані БВСІ. Повторним натисканням клавіші 9 висвічується наступний кадр. Таким чином можна побачити всю введену програму. Про закінчення програми повідомляє напис КП у правому куті 1-го рядку екрану БВСІ. Після закінчення програми індикація починається знову з першого кадру.

Для того, щоб продивитися програму з певного кадру необхідно натиснути клавіші 6 1 N, номер необхідного кадру і клавішу 9. Необхідний кадр програми висвітиться на екрані БВСІ.

2.6.9 Виконання програми

В режимі “Автомат” можливе наступне:

- відпрацювання програми спочатку згідно п. 2.3.9.1;
- покадрове відпрацювання – п. 2.3.9.2.

2.3.9.1 Автоматичне відпрацювання програми, починаючи з першого кадру N001, відбувається натисканням клавіш 3 12 17. На другому рядку екрану БВСІ при відпрацюванні програми висвічується номер кадру, який відпрацьовується. Якщо в програмі є кадри з циклами L8, L9, то до відпрацювання останнього проходу висвічується номер кадру, в якому записаний цикл L8 або L9.

Якщо відпрацювання необхідно зупинити, то натисніть клавішу 18. Для продовження обробки натисніть клавішу 17.

Якщо режим хочете скасувати, то після натиску клавіші 18, натисніть клавішу основного режиму.

2.3.9.2. якщо необхідно відпрацювати програму кадр за кадром (покадрове відпрацювання), починаючи з кадру N001, то натисніть наступні клавіші: 3 12 1 17. Після відпрацювання кадру рух зупиняється; для відпрацювання наступного кадру натисніть клавішу 17. Повторне натискання клавіші 1 скасовує о кадрове відпрацювання.

2.7 Методика проведення роботи

- 1) Вивчити розташування, призначення, основні частини та механізми верстата.
- 2) Вивчити роботу основних частин та механізмів.
- 3) За індивідуальним завданням налагодити верстат на обробку.
- 4) Скласти звіт по лабораторній роботі.

2.8 Зміст звіту по лабораторній роботі

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- 1) Назва лабораторної роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Обладнання, пристосування, інструменти.
- 4) Теоретичні відомості:
 - а) призначення верстату, основні частини та органи керування;
 - б) кінематична схема верстата;
 - в) основні кінематичні ланцюги та їх призначення.
- 5) Методика виконання роботи.
- 6) Налагодження на обробку.
- 7) Висновки по роботі.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

3 УНІВЕРСАЛЬНО-ЗАТОЧУВАЛЬНИЙ НАПІВАВТОМАТ МОДЕЛІ ВЗ-208-ФЗ

3.1 Мета роботи

Мета роботи лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Ознайомитись з розташуванням, призначенням та будовою основних частин та механізмів верстату.
- 2) Ознайомитись з роботою основних механізмів.
- 3) Отримати уявлення про послідовність налагодження верстату.
- 4) При можливості обробити декілька деталей та перевірити їх розміри.

3.2 Обладнання, пристосування, інструмент, наочні приладдя

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Універсально-заточувальний напівавтомат з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ.
- 2) Тримачі, пристосування для закріплення заготовок, токарні центри.
- 3) Вимірювальний інструмент: мікрометри, штангенциркуль, масштабна лінійка та інше.
- 4) Набір слюсарного інструменту.
- 5) Заготовки.
- 6) Креслення оброблюваної деталі.
- 7) Кінематична схема верстату.
- 8) Керівництво по експлуатації верстату та електронних пультів керування (УЧПК).

3.3 Призначення, основні частини і органи керування верстата

Верстат – напівавтомат універсально-заточувальний з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ призначений для заточування та доводки циліндричних інструментів по переднім та заднім поверхням, розташованих на периферії та торці, алмазними та ельборовими шліфувальними кругами в умовах дрібносерійного та одиничного виробництва.

Коротка технічна характеристика верстата моделі ВЗ-208-ФЗ

Найбільший діаметр виробу, який встановлюється, мм	360
Розмір оброблюваних виробів, мм	10...260
Крок гвинтової стружкової канавки, мм	0
Найбільша відстань між центрами, мм	750

Найбільший діаметр круга, який встановлюється, мм	200
Відстань від осі шліфувального круга до лінії центрів в горизонтальній площині, мм:	
найбільша	480;
найменша	70

Стіл

Найбільше поздовжнє переміщення (координата X), мм	500
Дискретність задавання поздовжнього переміщення, мм	0,001

Головка шліфувальна

Найбільше вертикальне переміщення (координата Z), мм	220
Дискретність задавання вертикального переміщення, мм	0,001
Найбільше поперечне переміщення (координат Y), мм	220
Дискретність завдання поперечного переміщення, мм	0,001
Частота обертання шпинделя шліфувального круга, обертів за хвилину	2240, 3150, 4500, 6300

Бабка виробу

Дискретність задавання переміщення шпинделя виробу (координата A,) град	0,001
Кут повороту в горизонтальній площині, град	360

Будова ЧПК

Тип	2C42
Число керуючих координат (всього / одночасно)	4/3
Цифрова індикація	положення
Задавання програми	преднабором з пульта керування, з перфоленти

Габарити та маса напівавтомата

Габаритні розміри, мм:	
довжина	2780
ширина	2350
висота	1854
Маса, не більше, кг	1300

Основні частини верстату (рисунок 3.1, 3.2):

- 1 – станина;
- 2 – основа стола;
- 3 – пульт переносний;
- 4 – каретка з колоною;
- 5 – механізм поперечної подачі;
- 6 – механізм вертикальної подачі;

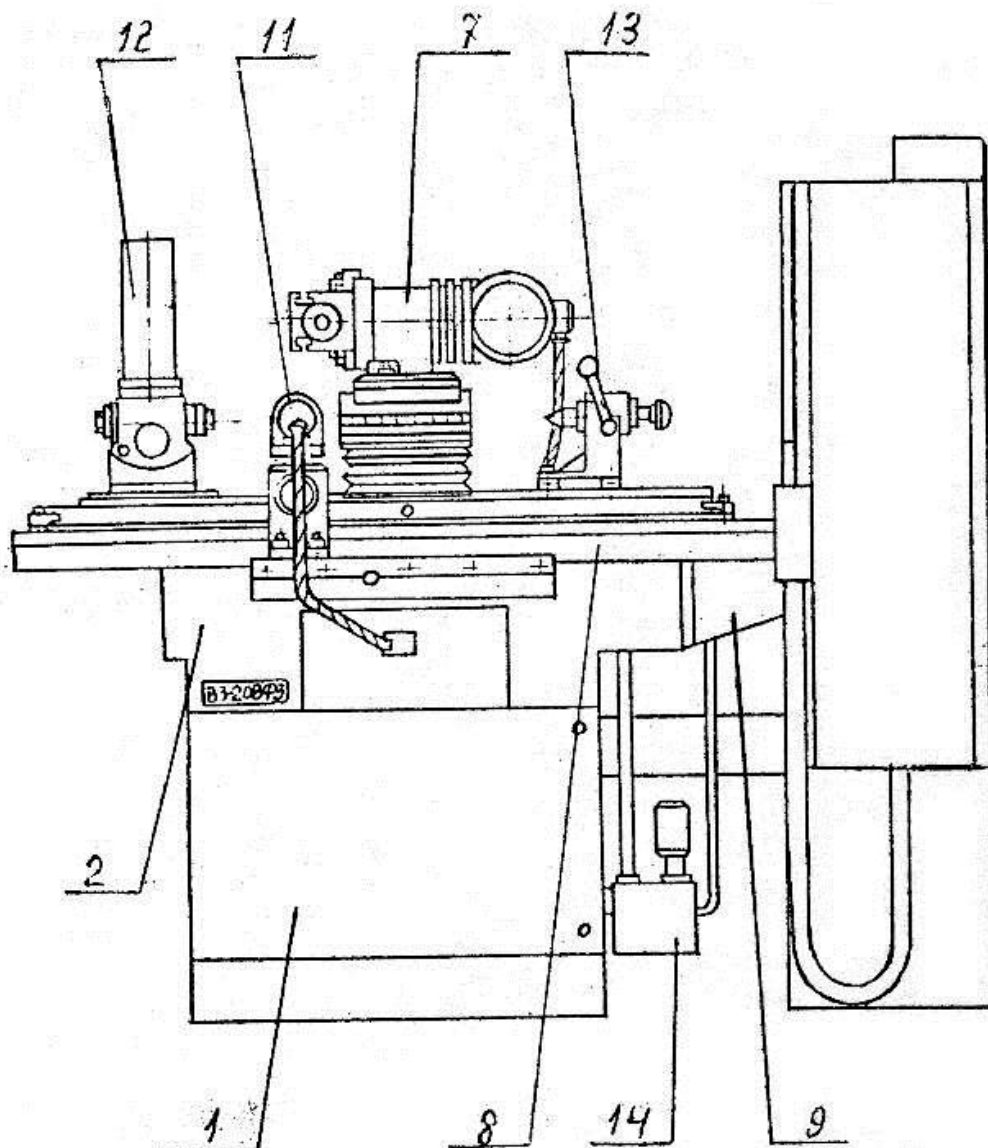


Рисунок 3.1 – Основні частини універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі В3-208-Ф3 (вигляд з переду)

- 7 – бабка шліфувальна;
- 8 – стіл;
- 9 – механізм поздовжньої подачі;
- 10 – кронштейн та упори;
- 11 – упор;
- 12 – бабка виробу;
- 13 – задня бабка;
- 14 – станція змащування;
- 16 – електрообладнання, розташоване в електрошкафі;
- 17 – електрообладнання пульта керування;
- 18 – електрообладнання пульта переносного;
- 19 – короб;

- 20 – електрошафа;
- 21 – короб;
- 22 – ЧПК.

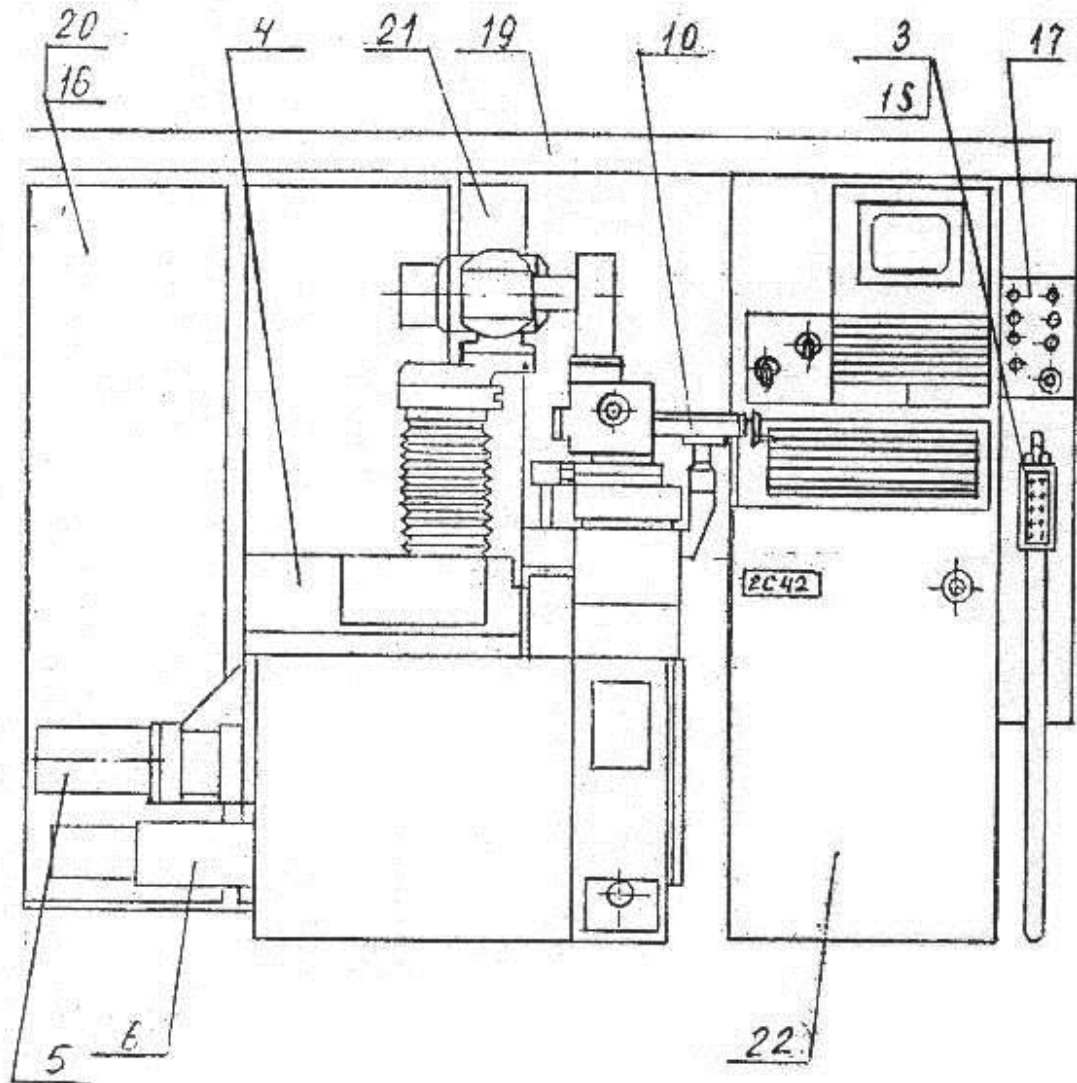


Рисунок 3.2 – Основні частини універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ (вид з боку)

Органи керування (рисунок 3.3, 3.4, 3.5):

- 1 – кнопка “Все стоп”;
- 2 – тумблер “Включення” охолодження та пиловідводу;
- 3 – кнопка “Стоп” шліфувального круга;
- 4 – кнопка “Включення” насоса змащення;
- 5 – кнопка “Пуск” шліфувального круга;
- 6 – тумблер переключення швидкостей шліфувального круга;
- 7 – тумблер переключення напрямку обертання шліфувального круга;
- 8 – сигнальна лампа “Увага несправність”;
- 9 – сигнальна лампа “Відпрацювання програми”;

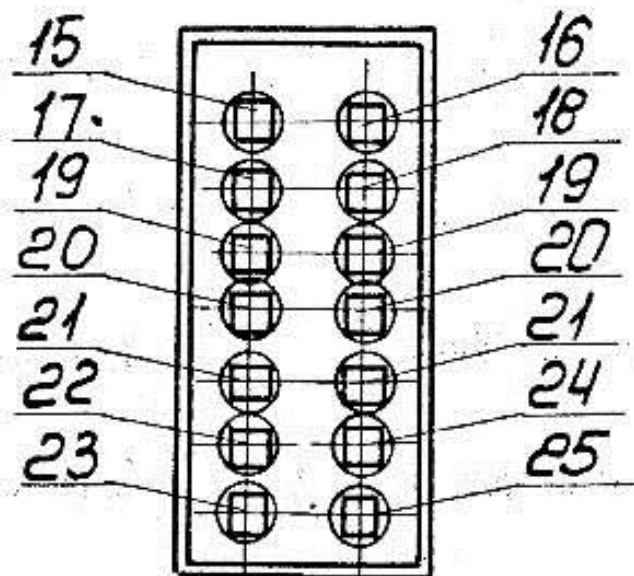
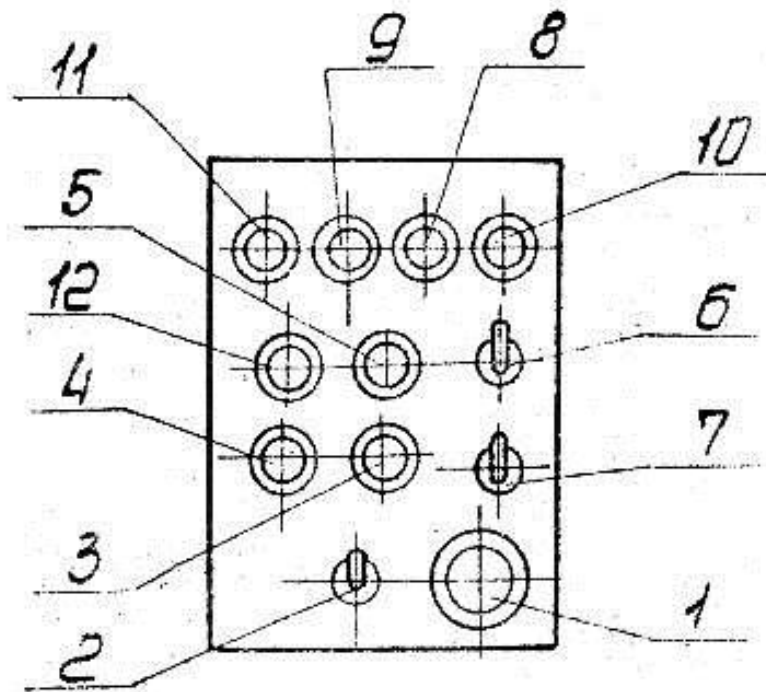


Рисунок 3.3 – Органи керування (пульты керування) універсально-зачувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ

- 10 – сигнальна лампа “Налагодження напівавтомата”;
- 11 – сигнальна лампа “Електромережа підключення”;
- 12 – сигнальна лампа “Аварійного обмеження координат”;
- 15 – кнопка відпрацювання переміщення по координаті X;
- 16 – кнопка відпрацювання переміщення по координаті Y;
- 17 – кнопка відпрацювання переміщення по координаті Z;
- 18 – кнопка відпрацювання переміщення по координаті A;
- 19 – кнопка швидкого переміщення по координатам X, Y, Z, A;
- 20 – кнопка повільного переміщення по координатах X, Y, Z, A;
- 21 – кнопка поштового переміщення по координатах X, Y, Z, A;
- 22 – кнопка відпрацювання програми;
- 23 – кнопка переривання програми;
- 24 – кнопка переведу рядка;
- 25 – кнопка переривання подачі;
- 26 – гвинт затиску поворотного стола;
- 27 – гвинт затиску кронштейна повороту бабки виробу;
- 28 – маховичок поперечного переміщення упору;
- 29 – гвинт фіксації поперечного переміщення упору;
- 30 – центральний гвинт фіксації стола;
- 31 – рукоятка фіксації втулки;
- 32 – рукоятка для відтягування центру;
- 33 – кнопка для виштовхування центра з втулки;
- 34 – замок ввідного вимикання;
- 35 – ввідний вимикач;
- 36 – гвинт фіксації повороту бабки шліфувальної в горизонтальній площині;
- 37 – гвинт фіксації повороту бабки шліфувальної в вертикальній площині;
- 38 – гвинт кріплення кожуха;
- 39 – силовий пульт;
- 40 – переносний пульт.

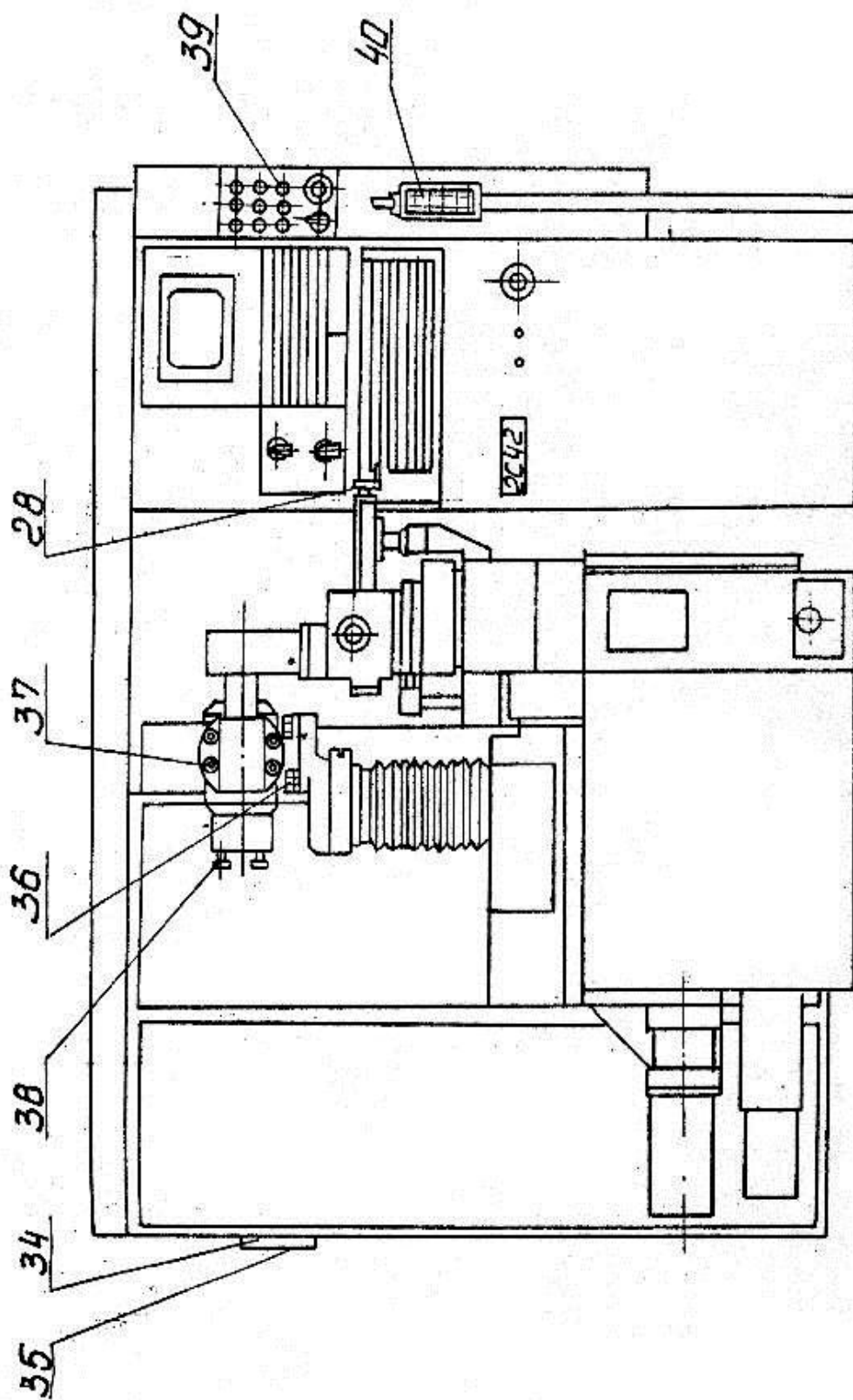


Рисунок 3.4 – Органи керування універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі
B3-208-Ф3 (вигляд з боку)

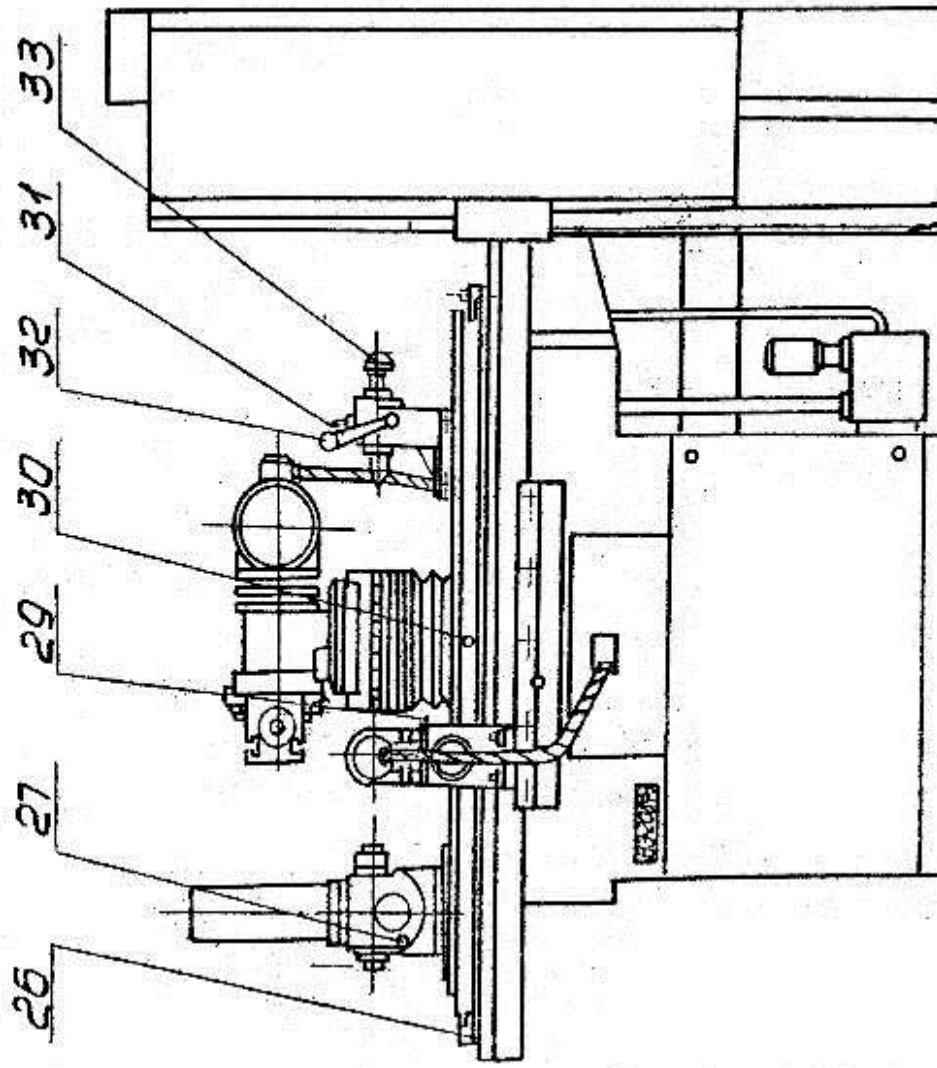


Рисунок 3.5 – Органи керування універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ (вид з переду)

3.4 Аналіз кінематичної схеми верстата ВЗ-208Ф3

Схема кінематична принципова (дивись рисунок 3.6, 3.7) універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-Ф3 забезпечує наступні переміщення робочих органів:

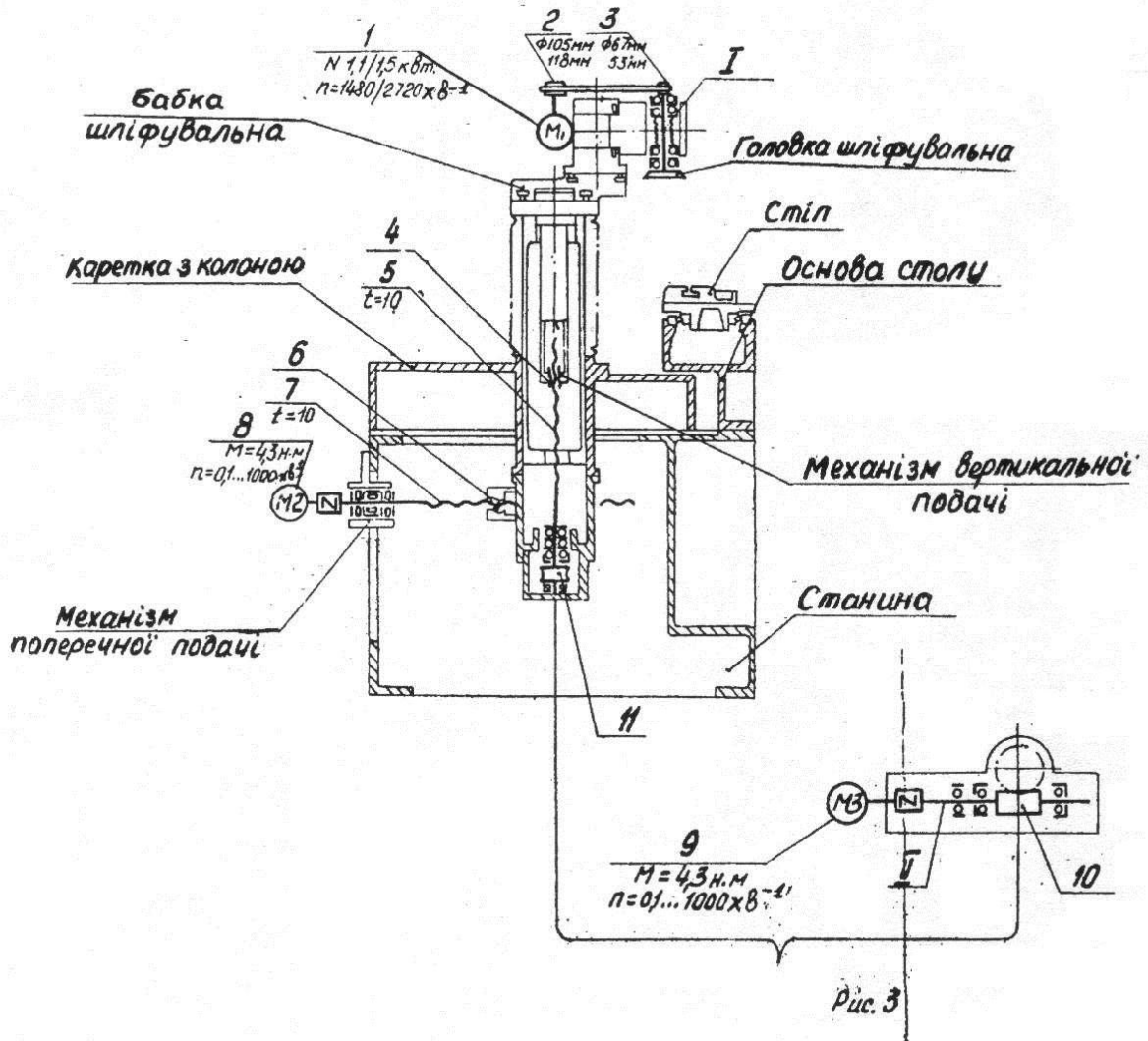


Рисунок 3.6 – Кінематична схема універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-Ф3 (вид з боку)

- обертання шліфувального круга;
- вертикальні переміщення шліфувальної головки;
- поперечні переміщення шліфувальної головки;
- поздовжні переміщення стола;
- обертання виробу.

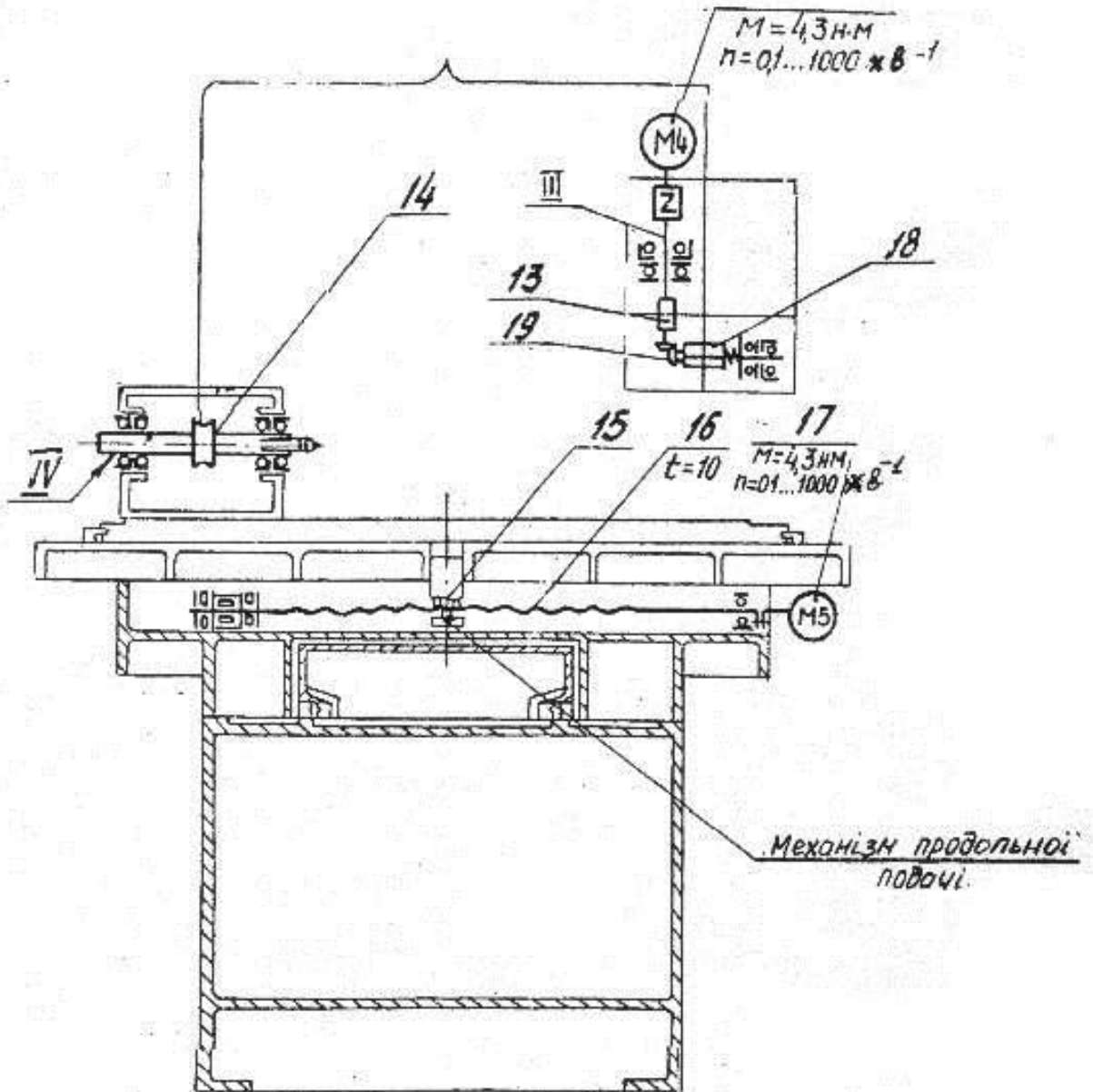


Рисунок 3.7 – Кінематична схема універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-Ф3 (вид з переду)

Обертання шліфувального шпинделя відбувається від електродвигуна M_1 через полі клинову передачу з змінними шківками:

$$1480 \text{ (або 2720)} \cdot \frac{105 \text{ (або 118)}}{67 \text{ (або 53)}} \cdot 0,985 = N_{\text{шл.гол.}}, \text{об/хв.}$$

Вертикальне переміщення шліфувальної бабки відбувається від сліdkуючого приводу 9 через черв'ячну передачу 10, 11 на гвинт 5 та гайку 4 передачі гвинт-гайка кочення (ГГК):

$$(0,1 \dots 1000) \cdot \frac{1}{36} \cdot 10 = S_{\text{в.}}, \text{мм/хв.}$$

Поперечне переміщення каретки та поздовжнє переміщення стола

відбувається від слідкуючих приводів 8 та 17, які передають обертання на передачі ГГК 7, 6 та 16, 15 прямо через з'єднувальні муфти:

$$(0,1...1000) \cdot 10 = S_{\text{ноп.}}, \text{мм/хв.}$$

$$(0,1...1000) \cdot 10 = S_{\text{позд.}}, \text{мм/хв.}$$

Обертання виробу здійснюється від слідкуючого приводу 12, через черв'ячну передачу 14, 13:

$$(0,1...1000) \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{1}{36} = N_{\text{вир.}}, \text{об/хв.}$$

3.5 Загальні положення про основні режими роботи

Існуючий набір підготовчих і допоміжних функцій дозволяє:

- забезпечити діалогове введення розмірної та технологічної інформації;
- формувати заголовки частин ПК і директиви оператора;
- переходити до ручного керування;
- задавати і здійснювати різні види інтерполяції при ручному керуванні з фіксацією прирощення робочих органів в пам'яті ПЧПК для подальшого використання;
- здійснювати оперативну корекцію з можливістю запису зміщень;
- застосовувати обчислювані вирази з використанням повного набору стандартних арифметичних і тригонометричних функцій;
- проводити пошук фактичних значень колових кроків і кроку гвинтової канавки;
- використовувати для контурної обробки всі стандартні види інтерполяції;
- застосовувати осциляцію координати, що не бере участь в інтерполяції;
- використовувати умовні та оперативні переходи;
- застосовувати підпрограми до восьми рівнів вкладеності;
- використовувати формальні параметри.

Система координат напівавтомата

Система координат напівавтомата показана на рисунку 3.8. Напівавтомат має чотири координати:

- X – поздовжнє переміщення столу;
- Y – вертикальне переміщення каретки;
- Z – поперечне переміщення каретки;
- A – обертання шпинделя бабки виробу.

Дискретність завдання переміщень для координат X, Y і Z – 0,001мм, для координати A – 0,001°.

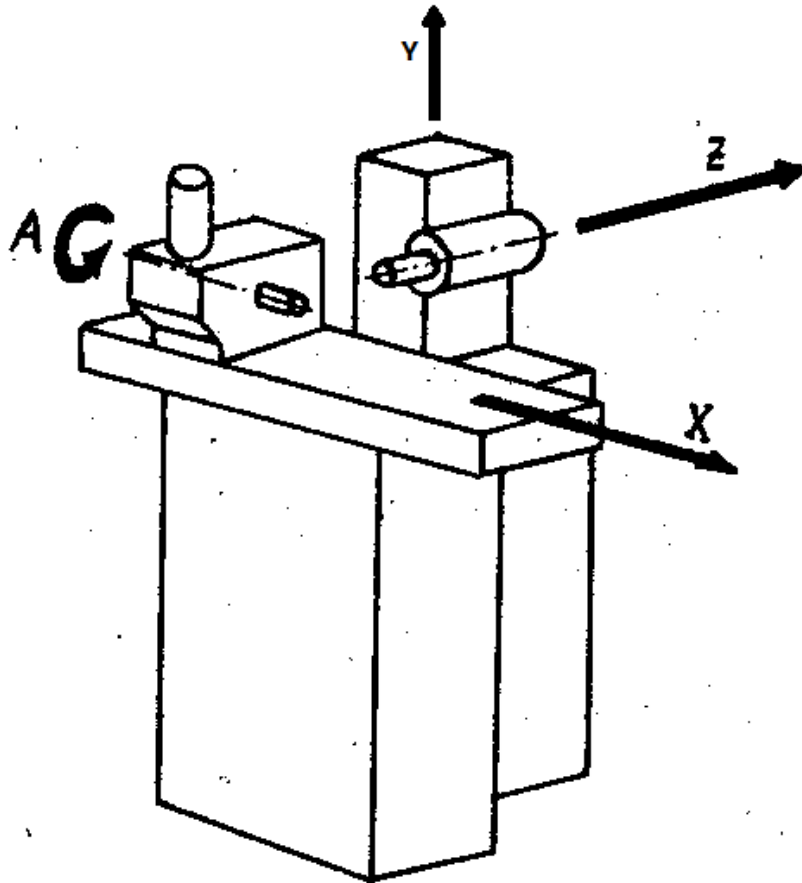


Рисунок 3.8 – Система координат напівавтомату

Побудова керуючої програми

КП складається з послідовності кадрів. Кожен кадр УП має номер, за яким можуть знаходитись підготовчі та допоміжні функції, арифметичні і логічні вирази, текстова інформація. Кадр закінчується символом ПС (кінець кадру). У цій інструкції для позначення кінця кадру використовується одномісний символ “^”.

Рекомендована довжина кадрів КП – не більше 2-3 рядків дисплея ПЧПК 2С42-65. Допустима довжина кадру КП – не більше десяти рядків дисплея.

Вираз є конструкцію, за допомогою якої при використанні операцій і функцій обчислюють нові значення. У загальному випадку воно складається з операндів, між якими існують знаки операцій.

Обчислення, пов'язані з визначенням постійних коефіцієнтів і параметрів, розміщують на початку КП.

Обчислення технологічних параметрів (швидкості, подачі і т.д.) і прирощень за координатами, значення яких змінюються по ходу виконання КП, слід розміщувати у відповідних місцях КП перед кадром або в самому кадрі, де вони використовуються.

Операндом може бути:

– ціле число зі знаками "+" і "-" (або без знаків) в діапазоні від 0 до 999999;

- символ координати;
- формальний параметр R0 – R113;
- константа P₁ = 3,141592;
- крок гвинтової канавки ТК;
- кут підйому гвинтової канавки UG;
- діаметр заточується інструменту D₁.

Операнди ТК та UG можуть використовуватися тільки в якості джерел.

Цілі числа зі знаком позначають кількість дискрет, без знака – контурну швидкість мм/хв; швидкість осциляції, мм/хв; кількість повторів підпрограм.

У виразах застосовуються операції: + - додавання; – - віднімання;

% – множення; / – ділення; %% – зведення в ступінь, а також функції: синус; косинус; тангенс; арксинус; арккосинус; арктангенс; логарифм натуральний.

Аргументом функції може бути будь-який вираз. Значення аргументів функції обмежуються наступними діапазонами:

для функцій SI, CO і TG – 0 ... 2304000;

" " ASI і ACO – 0 ... 1;

" " ATG і LO – 0 ... 9999999.

Аргумент функції розміщують в круглих дужках. В якості аргументів дозволяється використовувати числа, формальні параметри, вирази. Аргументи прямих тригонометричних функцій SI, CO і TG задаються в град*1000, а зворотних тригонометричних функцій – правильними дробами, записаними у вигляді виразів.

Вираз, який зводять в ступінь, розміщують в круглих дужках.

Фактичне значення формального параметра має бути визначено в поточному кадрі або раніше таким чином:

$$RN \pm E,$$

де R – ідентифікатор формального параметра;

N – номер формального параметра від 0 до 99;

E – вираз.

Тут і далі позначення "±" слід розуміти як "+" або "-"

Формальний параметр може перевизначитися.

Вирази розраховуються з дотримання загального пріоритету операцій і функцій. Найвищим пріоритетом мають обчислення функцій і операція зведення в ступінь. Далі йдуть операції, що мають однаковий пріоритет (множення і ділення). Самим низький пріоритет мають операції додавання і віднімання. Для зміни пріоритету операцій і функцій використовуються круглі дужки.

Похибка обчислення виразів, в яких використовуються формальні

параметри, становить для арифметичних операцій не більше однієї дискрети, а для тригонометричних функцій і функції логарифма натурального – не більше трьох дискрет.

Символи, використовувані при складанні КП, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Символи інформаційних слів в кадрах ПК

Символ	Найменування	Діапазон
A	Поворот по координаті A, град* 0,001	± 9999999
D ₁	Діаметр інструменту, мкм	До 400000
F	Контурна швидкість, мм / хв	≤ 6000
G	Підготовча функція	01 – 37
H	Кількість повторень підпрограми	30000
I	Координата центра дуги по осях X, мкм	± 4000000
J	Y	± 4000000
K	Z	± 4000000
L	Номер першого кадру підпрограми	2 – 999
M	Допоміжна функція	2 – 29
N	Номер кадру	1 – 999
RO-R113	Формальний параметр	± 9999999
TK	Крок гвинтової канавки	До 9999999
UG	Кут підйому-гвинтової канавки, град*0,001	До 90000
X	Приріст по координаті X мкм	± 999999
Y	Приріст по координаті Y, мкм	± 999999
Z	Приріст по координаті Z, мкм	± 999999

У загальному випадку КП складається з підпрограм (ПП) та основної програми (ОП). Всі ПП розташовуються перед ОП і мають порядкові номери, які не дорівнюють 1. ОП починається з кадру №-1 і закінчується кадром, що містить допоміжну функцію M2 – кінець програми.

Перший кадр ПП повинен мати унікальний номер. ПП закінчується кадром, що містить допоміжну функцію M17 – кінець ПП.

При наявності в КП осциляції рекомендується кадр з параметрами

осциляції задавати першим.

При складанні КП слід враховувати, що керовані координата належать різним рухомим органам напівавтомата. Координати, пов'язані з рухом заготовки – X та A; координати, пов'язані з рухом шліфувального круга, – Y та Z.

Для правильного вибору напрямку рухів в режимах лінійної та кругової інтерполяції дійсний позитивний напрямок координати рекомендується замінити на протилежний і умовно вважати, що шліфувальний круг рухається щодо нерухомого столу.

Швидкість F автоматично обмежується значенням 6000.

Контурну швидкість F та кількість повторень підпрограм N дозволяється програмувати, використовуючи вирази.

Відпрацювання кадрів КП здійснюється у відносній системі координат.

КП вводять в пристрій 2C42-65 з перфострічки або з пульта оператора.

Підготовчі функції

Підготовчі функції задаються символом G і розбиті на групи (таблиця 3.2). В кадрі може бути задана лише одна підготовча функція з кожної групи. Підготовчі функції з 1-, 2- та 3-ї груп можуть бути задані в кадрі одночасно.

Максимальна кількість координат, що працюють в режимі лінійної інтерполяції, – чотири.

В круговій інтерполяції можуть брати участь тільки координати X, Y та Z.

При гвинтовій інтерполяції віссю гвинтової лінії може бути будь-яка з координат, яка не бере участі в круговій інтерполяції.

Перші незначущі нулі в номерах G - функцій можуть бути не вказані.

Група 1. Умови руху

G01 – лінійна інтерполяція. Реалізується узгоджений рух по всіх заданих в кадрі координатах. Швидкість по кожній координаті пропорційна запрограмованому приросту в кадрі КП.

G02 і G03 – кругова інтерполяція. Реалізується рух по дузі кола: G02 – рух за годинниковою стрілкою; G03 – рух проти годинникової стрілки.

Завдання параметрів дуги кола здійснюється чотирма адресами:

в площині XY – X, Y, I та J;

в площині YZ – Y, Z, J та K;

в площині XZ – X, Z, I та K,

де X, Y та Z – координати кінця дуги відносно її початку;

I, J та K – координати центру дуги щодо її початку;

Таблиця 3.2 – Підготовчі функції

Група	Функція	Найменування
1	G01	Лінійна інтерполяція
	G02	Кругова інтерполяція за годинниковою стрілкою
	G03	Те ж проти годинникової стрілки
	G04	Витримка часу
	G07	Осциляція
	G10	Пошук окружних кроків для праворізного інструменту
	G11	Те ж для ліворізного інструменту
	G12	Гвинтова інтерполяція за годинниковою стрілкою
	G13	Те ж проти годинникової стрілки
	G20	Перехід до ручного керування
	G37	Вихід у початкове положення
2	G17	Площина інтерполяції XY
	G18	YZ
	G19	XZ
3	G09	Гальмування в кінці кадру
4	G27	Виведення тексту з початку рядка
	G28	Введення числової інформації
	G29	Програмування індикації поточних даних
	G33	Виведення тексту на середину рядка
	G34	Кінець введення

Повне коло може бути запрограмовано одним кадром.

У цьому випадку координати початку і кінця дуги повинні збігатися. Максимальний радіус кола – 4000 мм.

G12 і G13 – гвинтова інтерполяція. Реалізується рух по гвинтовій лінії: G12 – рух за годинниковою стрілкою; G13 – рух проти годинникової стрілки. До цих функцій відноситься все сказане про функціях G02 і G03.

При цьому додається ще один параметр – завдання переміщення уздовж осі гвинтової лінії.

G07 – функція осциляції. Параметрами осциляції є: хід осцилюючої координати; швидкість осцилювального руху.

Осцилююча координата не повинна брати участь у русі по контуру. Осцилюючою координатою можуть бути всі координати. Швидкість осциляції по координаті не більше 166 мм / хв. Функція G07 з параметрами осциляції задається окремим кадром.

G04 – витримка часу. Реалізується тимчасова затримка, яка програмується окремим кадрам за допомогою фіктивного переміщення по координаті X. Одна дискрета відповідає 0,1сек.

G10 і G11 – пошук окружних кроків. Спільно з цими функціями повинен задаватися параметр D_1 – діаметр інструмента. Існує можливість задавати бажану швидкість обертання інструменту при пошуку, на відміну від встановленої константи за допомогою функції M12. При необхідності визначення кроку і кута підйому гвинтової канавки використовується функція M10. Функції G10 і G11 задаються окремим кадром.

G20 – перехід до ручного режиму. Повертаються до продовження КП натисканням клавіші “Пуск”. Для вказівки директиви спільно з функцією G20 використовується функція M18. У цьому випадку для продовження роботи УП слід натиснути клавіші “ПС” та “Пуск”. Функція G20 задається окремим кадром.

G37 – вихід у початкове положення. Функція має наступний формат:

G37 / символ координати /.

У напівавтоматі можливий вихід у початкове положення тільки по координаті Y. Дії оператора при відпрацюванні кадру функції G37 описані в інструкції ВЗ-205Ф3.00.000 Р34.02. функція G37 задається окремим кадром.

Група 2. Вибір площини кругової інтерполяції

Ці функції вживаються спільно з функціями G02, G03, G12, G13;

G17 – Вибір площини XZ.

G18 – вибір площини YZ;

G19 – вибір площини XY.

Група 3. Гальмування в кінці кадру

G09 – гальмування. Наприкінці кадру швидкість знижується до нуля. На початку наступного кадру відбувається розгін до заданої в програмі швидкості. Функцію G09 рекомендується використовувати при різкій зміні значення та напрямку контурній швидкості.

Група 4. Виведення тексту

G27 – виведення тексту з початку рядка. Використовується для

організації діалогового режиму при введенні розмірної інформації. Функція має наступні формати:

1. G27 / текст /: ^ – виводить на екран
текст***
2. G27 / текст /: ^ – виводить на екран
текст***
3. G27 / текст /: ^ – виводить на екран
текст***
4. G27 / текст / : ^ – виводить на екран
текст***
5. G27 / текст / - ^ – виводить на екран
текст.....***

Кількість символів тексту – не більше 24. При порушенні формату функції та перевищенні кількості символів в тексті видається повідомлення “помилка в пк. №-...”. Останній формат функції застосовується, коли кількість символів перевищує допустиму і необхідне перенесення на наступний рядок дисплею.

Символами “*” позначено місце для виведення чисел. Позиція, на яку виводиться перша цифра після натискання цифрової клавіші, вказується курсором “_”. Після введення чергової цифри курсор зміщується вправо. Кількість цифр, які вводяться – не більше семи. Дозволено користуватися клавішею [ЗБ]. Для виправлення невірно набраної цифри курсор можна перемістити за допомогою клавіш. [→] та [←] в потрібну позицію і натиснути потрібну цифрову клавішу. Після заповнення останньої(сьомої) цифри курсор переміщується на місце першої цифри. Введення числа закінчується натисканням клавіші [ПС]. Перші незначущі нулі стираються.

Буфер введення розрахований на чотири сторінки дисплея. При переміщенні буфера видається повідомлення “Обмеження введення”. Зміст буфера введення дається у форматі індикації “Р6”. Перегляд буфера введення здійснюється за допомогою клавіш [↑] та [↓]. Допускається завдання допоміжних функцій перед завданням функції G27.

G28 – запис параметрів. Застосовується після кадру КП з функцією G27 і використовується для присвоювання значення параметру, що вводиться, у попередньому кадрі формального параметру з перевіркою його на мінімальне і максимальне значення за абсолютною величиною. Функція має наступний формат:

G28 / мин: макс / RN

де мин, макс – мінімальне і максимальне значення абсолютної величини параметра, що вводиться, можуть визначатися за допомогою формальних параметрів;

N – номер формального параметра, якому буде присвоєно значення параметру, що вводиться, з попереднього кадру.

Якщо значення параметра який вводиться виходить за вказані межі, то видається повідомлення “знач. менше / більше допустимо”. Курсор зупиняється під першою цифрою параметра, який слід ввести заново. Порухення формату функції призводить до повідомлення “помилка в КП №...”

G29 – програмування індикації поточних даних. Функція дає можливість користувачу сформулювати індикації “PЗ” для відображення значень параметрів, які змінюються, що представляють інтерес. Такими параметрами можуть бути:

- подача при знятті припуску;
- номер заточуваного зуба;
- залишкова кількість обертів виходжування;
- контурна швидкість і т.д.

Функцію G29 рекомендується застосовувати в кадрі КП перед кадром, що містить функцію M15. При використанні функції G29 після кадра КП з функцією M15 відбувається доповнення формату індикації новими параметрами.

Для поточних параметрів відводяться реєстри P100 – P113, за вмістом яких повинна стежити КП.

Функція має наступний формат:

G29 / текст ((RN/текст ((RK /// ^

де N, K – номери реєстрів з діапазону 100-113.

Допускається задавати “текст” без символів “ (“ “) ” позначення реєстра. У цьому випадку буде виводитись заданий “текст” без числової інформації.

Припустимо, що потрібно наступний програмований формат індикації.

Заточування мітчика:

припуск1000
кількість зубців6
подача10

Для формування наведеного формату індикації в КП повинні бути, наприклад такі кадри:

№ 10 G29 / заточування мітчика /
припуск ((R100/кількість зубців ((R101
/подача ((R 102//

№ 11 G1 G9 R100+1000 R101+6 R102+10 A+10000 F1000

Кількість символів з урахуванням прогалів в рядку без числової інформації при використанні функції G 29 – не більше 32; з числовою інформацією – не більше 24. Кількість цифр для подання числової інформації з урахуванням знака – не більше восьми. У тексті КП в рядку без числової інформації допускається після останнього символу не вказувати прогалів.

G33 – висновок тексту на середину рядка. Функція має наступний формат:

G33 /текст/ ^

Кількість символів в тексті – не більше 32. При порушенні формату функції або перевищенні допустимої кількості символів в тексті виводиться повідомлення “помилка в КП №...” Допускається задавання допоміжних функцій перед завданням функції G33.

G34 – кінець введення. Виводить на нижній рядок дисплея повідомлення “Введення завершено”. Функція має наступний формат:

G34 ^

Для запуску автоматичного циклу потрібно натиснути клавішу “Пуск”. Функція необов'язкова, але рекомендована. При відсутності кадру КП з функцією G34 запуск автоматичного циклу здійснюється натисканням клавіші “ПС”. Допускається завдання допоміжних функцій перед задаванням функції G34. Після функції G34 забороняється користуватися функцією G27 для введення і редагування параметрів.

Допоміжні функції

Допоміжні функції наведені в таблиці 3.3.

M13 – включення осциляції. Функція довготривала, діє на початку кадру до скасування її функцією M2 або M14.

M14 – вимкнення осциляції, функція скасовує дію функції M13 в кінці відпрацювання кадру і може призначатися в одному кадрі з функцією M13.

M17 – кінець ПП. Функція інформує про повернення в ОП, вказується в останньому кадрі ПП. Рекомендується задавати її окремим кадром.

M2 – кінець КП. Функція містить в собі дію функції M14 і вказується в кінці КП. Може задаватися окремим кадром.

M10 – розрахунок кроку і кута-нахилу гвинтової канавки. Здається спільно з функціями G10 і G11.

M12 – дозвіл на зміну частоти обертання виробу при пошуку кроків. Бажана частота обертання програмується в кадрі під адресою F, що містить функції G10 або G11.

M18 – виведення директиви. Виводить на останній рядок дисплея директиву, інструкцію або повідомлення. Кількість виведених символів не більше 32. Функція має наступний формат:

M18 / текст / ^

При порушенні формату функції або при перевищенні кількості допустимих символів у тексті видається повідомлення “помилка в КП”.

За допомогою функції. M18 можна виводити зміст певного формального параметра. При цьому перед позначенням параметра слід поставити два символи” (“.

Таблиця 3.3 – Допоміжні функції

Функція	Найменування
M2	Кінець КП
M10	Розрахунок кроку і кута підйому гвинтової канавки
M12	Дозвіл завдання частоти обертання виробу при пошуку кроків
M13	Включення осциляції
M14	Вимкнення осциляції
M15	Призначення кадру КП для повторного пуску
M16	Запис зміщень після корекції
M17	Кінець ПП
M18	Виведення директиви
M19	Завдання інтерполяції для ручного режиму
M20	Виділення цілої частини
M21	Стирання директиви
M22	Дозвіл оперативної корекції
M23	Заборона оперативної корекції
M25	Заборона корекції швидкості
M26	Зняття заборони корекції швидкості
M27	Фіксація рядка введення тексту
M28	Повернення на фіксований рядок
M29	Скасування фіксації рядки
M3	Включення шліфувального круга за годинниковою стрілкою
M4	Те ж проти годинникової стрілки
M5	Вимкнення шліфувального круга

Наприклад, припустимо, що раніше параметр R10 отримав значення 12500.

Далі слідує:

Кадр КП / N10 M18 / індикація R10 ((R10/ ^

Текст, що відображається індикація R10 12500

Забороняється застосовувати функцію M18 в кадрах КП, що містять

підготовчі функції G10, G11, G27, G28, G33 і G34.

M21 – стирання директиви. Забороняється застосовувати в кадрах КП, що містять підготовчі функції G10, G11, G27, G28, G33 та G34. Рекомендується використовувати в кадрах КП після виведення директив функцією M18 під час автоматичного циклу для інформаційних повідомлень. Функцією M21 можна користуватись не частіше, ніж через шість кадрів КП.

M19 – завдання інтерполяції для ручного режиму. Вид траєкторії і напрямок руху задаються умовним кадром КП без вказівки швидкості. Слід мати на увазі, що при користуванні цією функцією встановлений жорсткий список координат:

X; Y; Z; A

Координата, розташована ліворуч, вважається молодшою.

У кадрі зазначаються:

- одна з підготовчих функцій першої групи: G01, G02, G03, G12, G13;
- одна з підготовчих функцій другої групи, якщо задається кругова або гвинтова інтерполяція: G17, G18, G19;
- приращення за координатами, що визначають необхідний напрямок руху;
- функція M19.

Кадр, що містить функцію M19, передає керування верстатному пульту. Оператор натискає клавішу позначенням молодшої координати, а потім клавішу “Швидкий хід” або “Повільний хід”. Якщо напрямок руху, вказаний на клавіші, збігається зі знаком приросту молодшої координати в умовному кадрі, то інтерполяція відбуватиметься в заданому напрямку, а якщо не збігається, у протилежному.

При виклику будь-якої іншої координати, що бере участь в інтерполяції, рух не відбувається. При виклику координати, що не бере участь в інтерполяції, рух відбувається тільки по цій координаті (як в ручному режимі). Якщо вказане приращення по молодшій координаті дорівнює нулю, інтерполяція відбуватиметься за іншими координатам.

Якщо в умовному кадрі після завдання підготовчої функції формальним параметрам спочатку присвоїти значення збільшень, а потім дати збільшення по координатам через позначення певних формальних параметрів, то по закінченні руху після натискання клавіш формальним параметрам присвоюються значення фактичних переміщень робочих органів напівавтомата. Для продовження роботи по КП слід натиснути кнопку “Пуск”.

M22 – дозвіл оперативних корекцій.

M23 – заборона оперативних корекцій.

M16 – запис зміщень після корекцій. Функція має наступний формат:

M16/RL+ – X RM+ – Y RN + – ...//

де L, M, N – номери реєстрів в діапазоні 00 – 113;

X, Y, Z – координати, за якими необхідно записати величини вироблених корекцій.

Функцію M16 рекомендується використовувати в кадрі КП, якщо в попередньому кадрі були функції G20, M19, підготовчі функції четвертої групи, або в кадрі КП, на який вказує оперативний перехід.

M15 – повторний пуск. Призначається в кадрі КП, з якого слід почати автоматичний цикл при повторному пуску. Запуск КП з кадру, де є функція M15, можливий тільки в тому випадку, якщо не було редагування після закінчення автоматичного циклу.

Для продовження обробки КП слід натиснути клавішу “Пуск”.

M20 – виділення цілої частини. Формат функція:

M20 / список реєстрів /
наприклад: M20 / R12R15 /.

Наступна група допоміжних функцій дозволяє багаторазово виконувати кадр КП про функціями G27 та G33 на фіксованому місці введення параметрів.

M27 – фіксування рядка введення тексту.

M28 – повернення на фіксований рядок.

M29 – скасування фіксації рядка.

Іноді доцільна заборона оперативної корекції контурної швидкості за допомогою перемикача. Для цього введені ще дві допоміжні функції:

M25 – заборона корекції швидкості;

M26 – скасування заборони корекції швидкості.

Є група допоміжних функцій, яка керує вмиканням і вимиканням шліфувального круга:

M3 – включення шліфувального круга за годинниковою стрілкою;

M4 – те ж проти годинникової стрілки;

M5 – вимкнення шліфувального круга.

Перед реверсуванням шліфувального круга слід обов'язково вказати функцію M5, інакше буде видаватися повідомлення про помилку. Дії, зазначені в кадрі КП, що містить функцію M5, почнуть виконуватися після повної зупинки шліфувального круга.

Перші незначущі нулі в номерах допоміжних функцій можуть опускатися.

Введення текстової інформації

Текст в кадрах КП з функціями G27, G33 та M18 є літерно-цифровою інформацією, що включає в себе всі символи, що входять в клавіатуру ПЧПК 2С42-65, за виключенням символів “N” “ПС” і “/”. Текст обмежується з двох сторін символами “/”.

Текст на кирилиці (російськими літерами) вводиться після натискання клавіші “Рус” на пульті оператора. На службовій рядку дисплея з'являється символ “R” і текст, який після цього вводиться, буде відображатися

російськими символами відповідно до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Відповідність клавіш пристрою 2С42-65 російським літерам

Клавіша	Літера		Клавіша	Літера
*/ *	Ю		P	П
A	А		Q	Я
B	Б		R	Р
C	Ц		S	С
D	Д		T	Т
E	Е		U	У
F	Ф		V	Ж
G	Г		W	В
H	Х		X	Ь
I	И		Y	Ы
J	Й		Z	З
K	К		:	Ш
L	Л		+	Э
M	М		(Щ
N	Н		%	Ч
O	О)	,

Російський символ “Н” відображається еквівалентним у зовнішньому представленні латинським символом “H”.

Програмування контурних швидкостей

Максимальна контурна швидкість при програмуванні визначається наступним, чином.

1. При лінійній інтерполяції

$$F \leq 6000\% [(X^2 + Y^2 + Z^2 + A^2) / (X^2 + 36^2\% Y^2 + Z^2 + A^2)]^{1/2}$$

де X, Y, Z і A – прирощення в кадрі ПК, мм.

2. При круговій інтерполяції в площинах XY та ZY, якщо дуга не перетинає осей X та Z:

$$F \leq 6000 / (\cos \omega^2 + 36^2 \sin \omega^2)^{1/2}$$

де ω – максимальний гострий і центральний кут між віссю Y і променем, що проходить через початок або кінець дуги.

3. Те ж, якщо дуга перетинає вісь X або Z:

$$F \leq 166.$$

4. При гвинтовій інтерполяції (кругова – в площині XZ, вісь гвинта – координата Y/:

$$F \leq 6000 [((2P1R)^2 + (Y/36)^2) / ((2P1R)^2 + Y^2)]^{1/2},$$

де R – радіус кругової інтерполяції, мм;

Y – крок гвинта, мм.

Слід мати на увазі, що при лінійній інтерполяції дійсна контурна швидкість V пов'язана з запрограмованою швидкістю F наступним співвідношенням:

$$V = F * [(X^2 + Y^2 + Z^2 + A^2 * (P1 * D / 360)^2) / (X^2 + Y^2 + Z^2 + A^2)]^{1/2},$$

де P1 = 3.14;

D – зовнішній діаметр фрези, мм.

3.6 Методика проведення роботи

1) Вивчити розташування, призначення, основні частини та механізми верстата.

2) Вивчити роботу основних частин та механізмів.

3) За індивідуальним завданням налагодити верстат на обробку.

4) Скласти звіт по лабораторній роботі.

3.7 Зміст звіту по лабораторній роботі

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

1) Назва лабораторної роботи.

2) Мета роботи.

3) Обладнання, пристосування, інструменти.

4) Теоретичні відомості:

а) призначення верстату, основні частини та органи керування;

б) кінематична схема верстата;

в) основні кінематичні ланцюги та їх призначення.

5) Методика виконання роботи.

6) Налагодження на обробку.

7) Висновки по роботі.

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Багатоцільовий верстат типу оброблюючий центр моделі IP-320 ПМФ4 з системою ЧПК “Bosch CNC micro 8”

4.1 Мета роботи

Ознайомитися з основними технічними характеристиками, конструкцією і принципом роботи багатоцільового верстата типу оброблюючий центр моделі IP320ПМФ4 з системою ЧПК "Bosch CNC micro 8".

4.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Багатоцільовий верстат типу оброблюючий центр моделі IP-320-ПМФ4 з ЧПК “Bosch CNC micro 8”2У22.
- 2) Комплекти ключів.
- 3) Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр.
- 4) Заготовки різних габаритів.
- 5) Інструкції до верстатів.

4.3 Загальні відомості про верстат IP320ПМФ4

Багатоцільовий верстат моделі IP-320ПМФ4 призначений для обробки корпусних деталей з найбільшими розмірами (250x250x250).

Багатоцільовий верстат моделі IP320 ПМФ4 є гнучким виробничим модулем, тобто комплексною автоматичною верстатною системою у вигляді горизонтального свердлильно-фрезерно-розточувального верстата з ЧПК, оснащеного інструментальним магазином на 36 інструментів, поворотно-обертальним столом і 4-х місцевим накопичувачем заготовок з механізмом автоматичної заміни палет (столів-супутників). Верстат призначений для повної свердлильно-фрезерно-розточувальної обробки призматичних корпусних і плоских деталей особливо складної конфігурації, а також для токарної обробки деталей типу тіл обертання (в токарному режимі) з наступним їх свердлінням, фрезеруванням і розточуванням. Областями застосування верстата є дрібно- та середньосерійне виробництво з невеликими партіями деталей, а в окремих випадках і одиничне виробництво.

Керування верстатом здійснюється універсальною мікропроцесорною контурно-позиційною системою ЧПК типу CNC підвищеної інтеграції моделі "Bosch CNC micro 8" з вбудованим програмованим контролером електроавтоматики верстата.

Технічні характеристики верстату моделі IP320 ПМФ4:

Клас точності –	2
Розміри стола, мм –	320*320
Робочі переміщення, мм:	
по вісі X –	400
по вісі Y –	360
по вісі Z –	400
Найбільші розміри обробки, мм:	
діаметр розточувального отвору –	125
діаметр торцевої фрези –	150
діаметр свердління (в сталі) –	25
Найбільша маса деталі, кг –	150
Діапазон частот обертання шпинделя, об/хв –	13...5000
Максимальний крутний момент на шпинделі, Нм –	200
Діапазон робочих подач, мм/хв –	1...6000
Прискорена подача, мм/хв	10000
Діапазон частот обертання стола, об/хв –	0.05...200
Максимальний крутний момент на столі, Нм –	340
Кількість столів-супутників в накопичувачі –	4
Кількість інструментів в магазині –	36
Конус для кріплення інструментів згідно ISO –	40
Найбільші розміри інструментів, мм:	
довжина –	220
діаметр, що стоять поруч –	125
діаметр, що стоять через один –	200
Найбільша маса інструмента, кг –	10
Час зміни інструмента, сек –	12.5
Час зміни столів-супутників, сек –	35
Дискретність обертання стола, град –	0.001
Потужність, кВт:	
головного привода –	11
приводів подач –	2.8
поворотного стола –	4.05
сумарна для верстата –	30
Габаритні розміри, мм –	3990*2300*2507
Маса верстата, кг –	10000

Технічні характеристики системи ЧПК "Bosch CNC micro 8":

Система керування –	універсальна
Кількість координат (з розширенням) –	4 (до 6)
Кількість координат, що управляються:	
при лінійній інтерполяції –	3

при круговій інтерполяції –	2
Метод завдання розмірів –	в абсолютних і відносних розмірах
Метод програмування –	з клавіатури ПУ, від 8-доріжкової ПС, з ФСП, з КМЛ, від ЕОМ вищого рівня
Система кодування –	код ISO-7bit, код EIA
Види інтерполяції –	лінійна, кругова, гвинтова
Приводи подач –	слідкуючі з фотоелектронними перетворювачами або індуктосинами
Дискретність завдання переміщень:	
лінійних, мм –	0.001
кутових, град –	0.001
Максимальне переміщення, що програмується, мм –	9 999.999
Місткість оперативного запам'ятовуючого пристрою, кбайт:	
загальна –	128
для керуючих програм –	48
Розмір дисплея по діагоналі, дюйм –	9
Тип дисплея –	алфавітно-цифровий
Тип клавіатури ПК –	плівкова, квазисенсорна
Напруга живлення, В –	220

Додаткові можливості – корекція контуру інструмента (по довжині і радіусу); регулювання подачі і частоти обертання шпинделя; редагування програм і підпрограм в пам'яті (ОЗП); виведення інформації на дисплей, ПС, КМЛ; вбудований контролер електроавтоматики і т. і.

4.4 Основні частини та органи керування верстата

Загальний вигляд оброблюючого центра моделі ІР-320ПМФ представлено на рисунку 4.1.

Усі вузли верстата (рисунок 4.2) змонтовані на твердій Г-подібній станині 2. Шпиндельна бабка 4, яка змонтована в повзуні, переміщується по вертикальним напрямним стояка 3. Поворотний стіл 5 переміщується по напрямних станини 7, яка кріпиться на загальній основі 2. На стояку 3 розташований інструментальний магазин 8 барабанного типу.

Завантаження інструмента здійснюється таким чином: повзун зі шпинделем відводиться в крайнє заднє положення та переміщується вгору під магазин до збігу осей шпинделя та гнізда магазину. При ході повзуна вперед конусна оправка інструмента захоплюється гніздом шпинделя, а при ході повзуна вниз інструмент витягується з гнізда магазину.

Верстат має пристрій автоматичної зміни столів-супутників 6 (ПС). Гідро- та пневмообладнання 1, електроустаткування та ПЧПК, які змонтовані на загальній основі 2.



Рисунок 4.1 – Загальний вигляд верстат моделі ИР320ПМФ4

Вертикальне розташування робочої поверхні поворотного столу поліпшує умови для видалення стружки з зони різання, а також забезпечує очищення оброблюваної деталі в процесі обробки (без участі оператора).

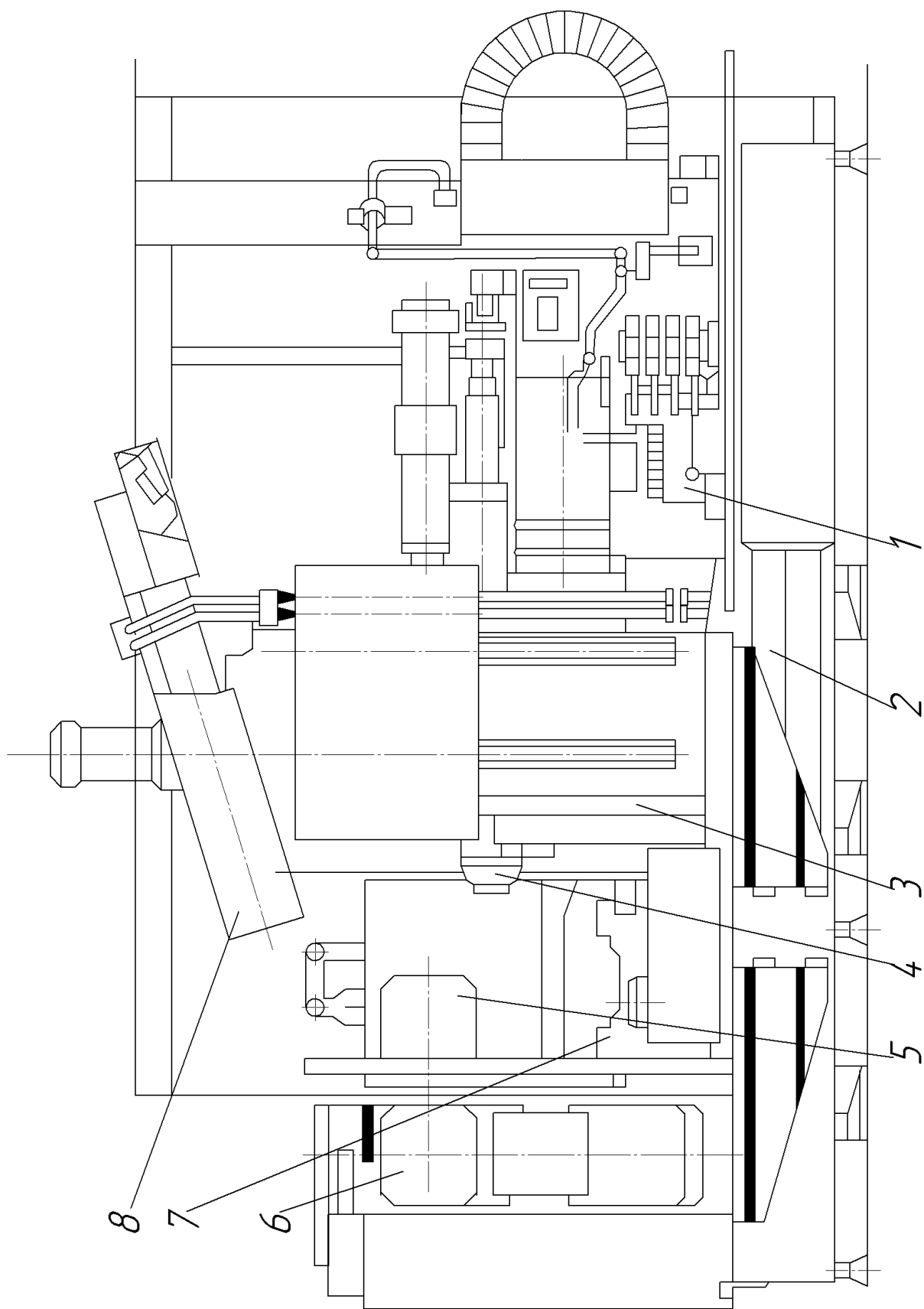


Рисунок 4.2 – Загальний вид верстата моделі ІР320ПМФ4

4.5 Аналіз кінематичної схеми верстата ІР-320 ПМФ4

Схема кінематична принципова (дивись рисунок 4.3).

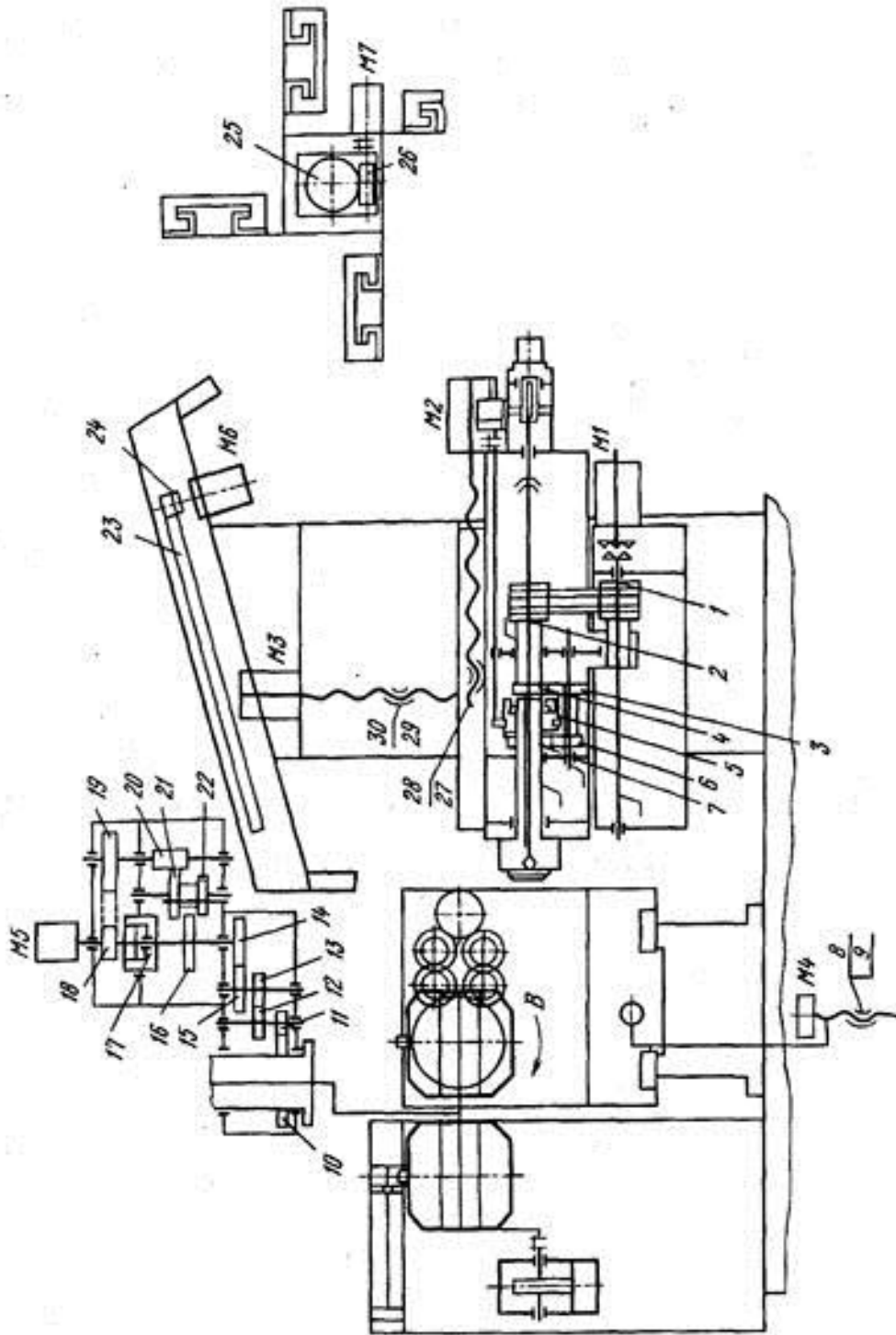


Рисунок 4.3 – Кінематична схема верстата моделі ІР320ПМФ4

4.6 Система ЧПК "Bosch CNC micro 8"

УВАГА! *Всі роботи на верстаті дозволяється проводити тільки під безпосереднім керівництвом викладача або навчального майстра!*

Перед початком роботи слід вивчити всі органи керування верстатом і системою ЧПК. Безглуздий натиск кнопок, клавіш і інших органів керування може викликати аварію або вихід з ладу обладнання. Перед початком експлуатації системи ЧПК слід ознайомитися з функціональним призначенням усіх клавіш пульта керування (ПК) і режимами роботи системи ЧПК (дивись рисунок 4.4 і таблицю 4.1).

Основні режими роботи ЧПК "Bosch CNC micro 8"

Режими роботи задаються за допомогою режимних клавіш ПК 7-12, 15, 34-38, 40, 41. Натискання клавіш супроводжується світловою індикацією (загоряється відповідний світлодіод).

Режим "Вхідне положення" встановлюється одразу при включенні верстату. Після включення вхідного автомату і гідросистеми необхідно натиснути клавішу 38, встановивши метричну систему вимірів (на дисплеї з'явиться напис: "METR").

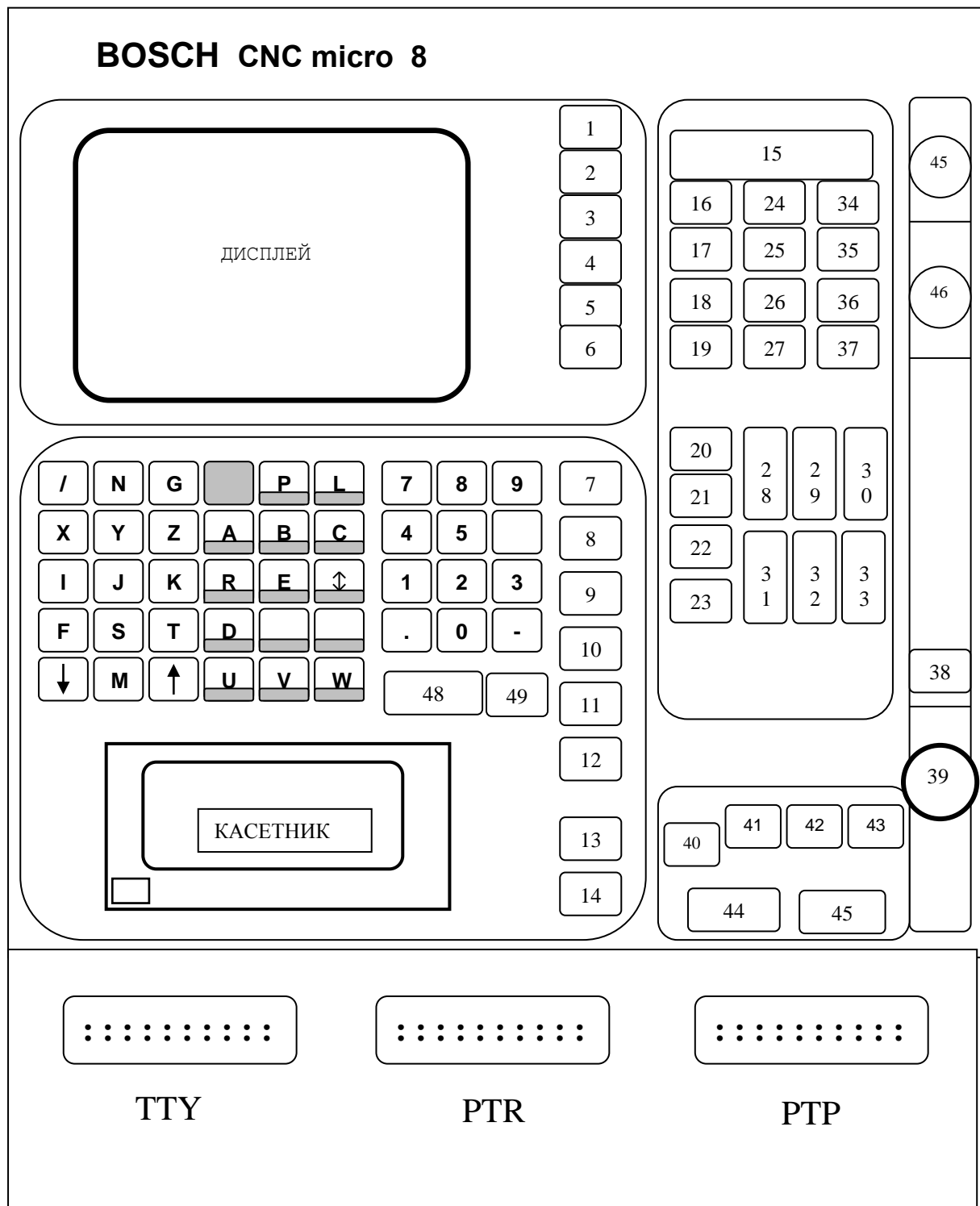
Режим "Точка відліку" використовується для прив'язування системи відліку (вимірювальних перетворювачів переміщень) до нульової точки верстата. Ініціалізація режиму здійснюється при натисканні на клавішу 34. Потім послідовно натискають клавіші 28-31; при цьому відповідні приводи приходять в рух і встановлюються в нульову точку відліку.

"Режим налагодження" вибирається клавішею 15 і використовується для ручного переміщення робочих органів (приводів) при налагодженні верстату. Швидкість руху задається клавішами 24-27, а дискретність переміщення (величина переміщення за один натиск клавіші) - 16-19. Переміщення по кожній вісі виконується до тих пір, поки натиснута відповідна клавіша з ряду 28-31.

Режим "Ручне введення" призначений для введення і наступного відпрацювання одиничного кадру з довільною інформацією. Вибір режиму здійснюється клавішею 10. Після цього вводиться набір бажаної інформації кадру.

Наприклад: G10 F100 X100 M3 S1000

Витирання помилкової інформації виконується клавішею 49. Відпрацювання набраного кадру виконується при натисканні клавіші 44.



а) пульт керування системи ЧПК;
 б) планка підключення ЕОМ, ФСП, перфатора.
 Рисунок 4.4 – Панель оператора ЧПК "BOSCH CNC micro 8"

Таблиця 4.1 – Функції клавіатури ПК* системи ЧПК

№ п/п	Символ	Значення
1	2	3
1		Задане / фактичне значення
2		Задане значення відстані
3	TEST	Задане значення вибігу
4		Кадри
5	CORR	Таблиця корекцій
6		Стан (діагностика) верстата
7		Програмна пам'ять
8	EDIT	Редагування
9		Пошук кадрів
10		Ручне введення
11	CORR	Корекція на інструмент
12		Введення тексту
13		Завантаження програми
14		Видавання програми
15		Режим налагоджування
16	1	1 інкремент
17	10	10 інкрементів
18	100	100 інкрементів
19	1000	1000 інкрементів
20		Перемотування стрічки вперед/назад до наступного знаку кінця запису
21		Перемотування стрічки вперед/назад до наступного знаку початку запису
22		Пробіг стрічки вперед/назад до наступного знаку початку програми
23		Пробіг носію даних вперед в режимі пошуку початку програми
24		Ручна подача повільна
25		Ручна подача середня
26		Ручна подача швидка
27		Ручна подача в прискореному ході

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
28	X	+/- по вісі X
29	Y	+/- по вісі Y
30	Z	+/- по вісі Z
31	4	+/- по 4-й вісі
32	5	+/- по 5-й вісі
33	6	+/- по 6-й вісі
34		Підхід до точки відліку
35		Підхід до сітчастої точки
36		Скидання на нуль
37		Програмування навчанням
38		Вихідне положення (скидання)
39		Аварійна зупинка
40		Автоматичний режим
41		Режим окремого кадру (покадровий)
42		Довільна зупинка вкл/відкл
43		Пропущення кадру
44		Запуск циклу
45		Зупинка подачі
46		Потенціометр шпинделя
47		Потенціометр подачі
48		Введення інформації
49		Стирання інформації

* Інші клавіші ПК відповідають алфавітно-цифровій клавіатурі.

Режим "Програмна пам'ять" включається натиском клавіші 7 і використовується для перегляду каталогу занесених в пам'ять програм, вибору необхідних програм для редагування, відпрацювання або вилучення, а також для занесення нових програм (як з клавіатури ПК, так і з КМС або ПС).

Вибір програми здійснюється таким чином:

а – вибрати режим "Програмна пам'ять" (кл. 7);

б – набрати номер програми, наприклад P102;

в – натиснути клавішу "Введення" (кл. 48).

Режим "Редагування" вибирається клавішею 8 і використовується для введення кадрів нової програми або редагування наявної в ОЗП старої КП з клавіатури ПК.

Для введення нової програми необхідно:

а – набрати номер програми;

б – увійти в режим "Редагування" (кл. 8);

в – задати номер першого кадру (наприклад: N10) і натиснути клавішу "Введення" (кл. 48);

г – ввести зміст кадру (наприклад: G90 M03 F180...),

д – завершити набір натиском клавіші "Введення" (кл. 48);

і т. д. до кінця програми.

Автоматичний приріст номерів кадрів з кроком 10 задається натиском клавіш N – , а скасовується – клавішею "Скидання" (кл. 38).

Для редагування програми в пам'яті необхідно:

а – набрати номер програми (див. п.3.3.5.);

б – увійти в режим "Редагування" (кл. 8);

в – ввести номер кадру, що редагується, наприклад N80, "Введення";
на дисплеї: N80 G01 X-250 Y600 F300

т. д.

Якщо треба стерти слово X-250, то вводять N80 "Введення", X і натискають кл. 48; на дисплеї: N80 G01 Y600 F300.

Якщо треба стерти кадр повністю, то натискають N80 "Введення" і кл. 48;

на дисплеї: N80.

Режим "Пошук кадру" дозволяє знайти будь-який кадр по його номеру в вибраній керуючій програмі (із зростаючою послідовністю номерів кадрів), розташованій в пам'яті ЧПК. Для цього необхідно:

а – набрати номер програми (див. п. 3.3.5);

б – увійти в режим "Пошук кадру" (кл. 9);

в – ввести номер цього кадру, наприклад: N985;

г – натиснути клавішу "Введення" (кл. 48).

Рекомендується використовувати зростаючу послідовність номерів кадрів керуючої програми з кроком 10.

Режим "Корекція на інструмент" використовується для завдання корекції довжини і діаметра (радіуса) інструмента, що застосовується при його зносі, переналагодженні і т.п.

Введення нових значень корекцій виконується шляхом алгебраїчного додавання до старого значення корекції (тобто інкрементально). Для введення корекції на довжину інструмента необхідно:

а – вибрати режим "Корекція на інструмент" клавішею 11;

б – вибрати таблицю корекцій довжини інструменту: N0, "Введення";

в – ввести значення корекцій довжини інструмента (наприклад: для 4-го інструмента корекція довжини $Z=5\text{мм}$);

г – для витирання коректора набрати: N4, "Введення" і кл.48;

д – для витирання всієї таблиці коректорів довжин інструментів: N-1, "Введення" і кл. 48.

Введення корекцій діаметра (радіуса) інструмента виконується аналогічно, тільки замість літер адрес N і Z використовуються відповідно адреси D і X.

Режим "Введення тексту" вибирається клавішею 12 і використовується як інструментальний режим при різноманітних допоміжних процесах: маніпуляція з програмоносіями (КМС, ПС), робота з параметрами верстата і системи ЧПК, завантаження матзабезпечення, діагностика і т. п.

"Автоматичний режим" використовується для запуску керуючої програми обробки деталі в автоматичному циклі. Для відпрацювання програми з програмної пам'яті необхідно:

- а – виконати дії по п. 3.3.5. (вибір програми);
- б – встановити автоматичний режим клавішею 40;
- в – запустити цикл обробки клавішею 44;

Режим "Окремий кадр" застосовується при покадровому відпрацюванні програми при її налагодженні на верстаті. Він цілком аналогічний "Автоматичному режиму", але відрізняється тим, що в п.4.10-б використовується клавіша 41 (замість 40).

Більш докладні відомості про режими роботи системи викладені в "Інструкції по обслуговуванню" системи ЧПК моделі "Bosch CNC micro 8".

Принципи кодування і елементи програмування ЧПК "Bosch CNC micro 8"

Система ЧПК "Bosch CNC micro 8" забезпечує комплексний підхід до укладання керуючих програм обробки деталей з широким використанням стандартних циклів, апарату підпрограм, великої кількості модифікацій різноманітних конфігурацій і т. п., що істотно відрізняє процес програмування складних деталей і підвищує якість програм, що розробляються. Структура керуючої програми (КП) і принципи її кодування цілком відповідають рекомендаціям ISO.

Адреси команд системи ЧПК представлені в таблиці 4.2, допоміжні функції (машинні команди системі ЧПК і верстату) – в таблиці 4.3, а підготовчі функції – в таблиці 4.4.

В коді ISO програма починається символом % і закінчується функцією M02 або M30.

Кожна КП являє собою послідовність фаз обробки деталей і складається з окремих фраз – кадрів.

Кадри КП містять інформацію про умови і величини переміщень робочих органів верстату, а також допоміжні функції.

Кожний кадр складається з номера кадру, одного або декількох слів і знаку кінця кадру, наприклад:

N0120 G01 X190 Y-125 M03 S100 F50 \$

Довжина кадру не повинна перевищувати більш ніж 100 знаків.

Послідовність слів в кадрі довільна (окрім N... і \$).

Попередження: будь-яку адресу можна програмувати в одному кадрі тільки один раз!

Кожне програмне слово складається з літери адреси і числової частини із знаком (якщо він потрібний), наприклад: X-124.

Розмірні переміщення, параметри інтерполяції і т. і. записуються в міліметрах з десятковою крапкою (замість коми), наприклад: X-125.151 відповідає величині $X=-125,151$ мм. Незначні нулі попереду і в кінці числа можна не записувати, наприклад: Z-0017. 150 еквівалентно Z-17.15.

4.7 Методика проведення роботи

- 1) Вивчити розташування, призначення, основні частини та механізми верстата.
- 2) Вивчити роботу основних частин та механізмів.
- 3) За індивідуальним завданням налагодити верстат на обробку.
- 4) Скласти звіт по лабораторній роботі.

4.8 Зміст звіту по лабораторній роботі

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- 1) Назва лабораторної роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Обладнання, пристосування, інструменти.
- 4) Теоретичні відомості:
 - а) призначення верстату, основні частини та органи керування;
 - б) кінематична схема верстата;
 - в) основні кінематичні ланцюги та їх призначення.
- 5) Методика виконання роботи.
- 6) Налагодження на обробку.
- 7) Висновки по роботі.

Таблиця 4.2 – Адреси команд системи ЧПК

Код	Функція
1	2
X	Адреса вісі X
Y	Адреса вісі Y
Z	Адреса вісі Z
E	Індикація помилки верстата
U	Адреса вісі, що паралельна вісі X
V	Адреса вісі, що паралельна вісі Y
W	Адреса вісі, що паралельна вісі Z
A	Адреса куту повороту навколо вісі X
B	Адреса куту повороту навколо вісі Y
C	Адреса куту повороту навколо вісі Z
I	Параметр кругової інтерполяції вздовж вісі X
J	Параметр кругової інтерполяції вздовж вісі Y
K	Параметр кругової інтерполяції вздовж вісі Z
A	Адреса куту при полярно-координатному програмуванні
K,L	Параметри для кроку різьби (по X і по Z відповідно)
R	Площина відліку для розточувальних циклів
R	Програмування радіуса переміщення
F	Подача в мм/хв (при G94) або в мм/об (при G95)
F	Час паузи в сек. (при G04) або в об. (при G95)
F	Параметр при уповільненні подачі (при G28, G93)
H	Номер корекції довжини інструмента
D	Номер корекції радіусу інструмента
N	Номер кадру
P	Номер програми
P	Час паузи при розточувальних циклах
T	Номер інструмента
S	Частота обертання шпинделя
Q	Виклик підпрограми

Таблиця 4.3 – Машинні команди ЧПК

Код	Функція
1	2
M00	Програмна зупинка
M01	Зупинка з підтвердженням
M02	Кінець програми
M03	Обертання шпинделя по годинній стрілці (CCW)
M04	Обертання шпинделя проти годинної стрілки (CW)
M05	Зупинка шпинделя
M06	Автоматична зміна інструмента
M08	Включення подачі ЗОР
M09	Відключення подачі ЗОР
M10	Затискання інструменту
M11	Розтискання інструменту
M13	Обертання шпинделя по годинній стрілці з ЗОР
M14	Обертання шпинделя проти годинної стрілки з ЗОР
M19	Орієнтація шпинделя
M30	Кінець програми з перемотуванням МС в початок
M40	Автоматичне розпізнання ступіні шпинделя
M41	1-я ступінь (діапазон 1)
M42	2-я ступінь (діапазон 2)
M52	Включення змиву стружки
M60	Зміна столів-супутників (чергового стола-супутника)
M61	Встановлення 1-го стола-супутника
...	...
M64	Встановлення 4-го стола-супутника
M93	Обертання поворотного стола по годинній стрілці
M94	Обертання поворотного стола проти годинної стрілки
M95	Зупинка поворотного стола
M97	Затискання поворотного стола
M98	Фрезерний режим
M99	Токарний режим

Таблиця 4.4 – Підготовчі функції ЧПК

Код	Функція
1	2
G00	Позиціонування на прискореному ході
G01	Лінійна інтерполяція
G02	Кругова інтерполяція по годинній стрілці
G03	Кругова інтерполяція проти годинної стрілки
G04	Пауза
G08	Відключення функції прискорення/гальмування
G09	Включення функції прискорення/гальмування
G10	ПК:* прискорений хід
G11	Полярні координати: лінійна інтерполяція
G12	Полярні координати: кругова інтерполяція по годинній стрілці
G13	Полярні координати: кругова інтерполяція проти годинної стрілки
G17	Вибір площини XY
G18	Вибір площини XZ
G19	Вибір площини YZ
G20	Вибір площини 2 з 6 осей
G25	Обмеження робочої зони (мінімальні значення)
G26	Обмеження робочої зони (максимальні значення)
G27	Відміна обмеження робочої зони
G28	Включення кутового уповільнення
G29	Відключення кутового уповільнення
G32	Нарізання різи
G33	Нарізання різи
G38	Включення дзеркального відображення осей
G39	Відключення дзеркального відображення осей
G40	Відміна корекції радіуса фрези
G41	Корекція радіуса фрези ліворуч від деталі
G42	Корекція радіуса фрези праворуч від деталі
G48	Включення контролю контуру
G49	Відключення контролю контуру
G53	Відміна зміщень нуля
G54	Введення зміщень нуля
...	...

Продовження таблиці 4.4

1	2
G59	...
G60	Зовнішнє зміщення нуля
G63	Встановлення подачі 100%
G64	Включення корекції подачі при G41, G42
G65	Відключення корекції подачі при G41, G42
G66	Відміна G63
G70	Програмування в дюймах
G71	Програмування в метричній системі
G73	Інтерполяція з логікою "В позиції"
G74	Автоматичний підхід до точки відліку
G80	Відміна свердлильно-розточувальних циклів
G81	Цикл свердління
G82	Цикл розточування
G83	Цикл глибокого свердління
G84	Цикл нарізання внутрішньої різі (метчиком)
G85	Розточувальний цикл 1
G86	Розточувальний цикл 2
G87	Розточувальний цикл 3
G88	Розточувальний цикл 4
G89	Розточувальний цикл 5
G90	Абсолютна система координат
G91	Відносна система координат (інкрементальна)
G92	Встановлення нових нульових точок відліку
G93	Програмування часу обробки ділянки
G94	Програмування подачі в мм/хв
G95	Програмування подачі в мм/об
G97	Програмування частоти обертання шпинделя в об/хв

5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Робото-технічний комплекс на базі токарно-гвинторізного верстата з ЧПК моделі 16К20Ф3 та промислового робота М20П як елемента гнучкої виробничої системи

5.1 Мета роботи

Ознайомитися з типовою структурою ГВС, принципами її побудови та основними підсистемами, включаючи робото-технічні комплекси (РТК). Ознайомитися з призначенням, основними технічними характеристиками, конструкцією і принципом дії РТК на базі токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20Ф3 і промислового робота моделі М20П. Придбати практичні навички по введенню, редагуванню і налагодженню керуючих програм для РТК. Навчитися проводити налагодження устаткування РТК.

5.2 Короткі теоретичні відомості

Робото-технічні комплекси являють собою різновид гнучкого виробничого модуля (ГВМ), що є основою побудови гнучких виробничих систем (ГВС) для гнучких автоматизованих виробництв (ГАВ). В якості основної технологічної машини в складі РТК чи ГВМ використовується металорізальний верстат із ЧПК. Крім нього в систему входять: промисловий робот чи маніпулятор, що забезпечує автоматичне завантаження виробів у робочу зону верстата і вивантаження з неї; внутрішній накопичувач заготовок і готових деталей, наприклад у вигляді тактового столу чи штабелеру; підсистема заміни інструмента; підсистема контролю якості виготовлених деталей та ін.

Приклад побудови типової ГВС на основі РТК і ГВМ та її планування показані на рисунках 5.1 і 5.2. Задана ГВС розроблена ІХО “Техинвест”(Болгарія) і складається з п'яти основних підсистем:

1. Підсистема обробляючих автоматичних технічних модулів складається із: РТК на базі токарного верстата 16К20Ф3 і робота М20П (РБ241); РТК на базі токарного верстата СП161 і робота М10П (РБ242); ГВМ на базі обробляючого центра МС032 і робота М20П (РБ241).

2. Підсистема автоматичного складування забезпечує автоматичне завантаження і розвантаження деталей і заготовок, інструмента і технологічної оснастки в піддонах вагопідйомністю до 10000Н. Вона складається із стелажного блоку на 60 комірок, автоматичного трансманіпулятора типу ТС10АМ, транспортної системи, яка вводить і виводить піддони (по 2 секції) в склад.

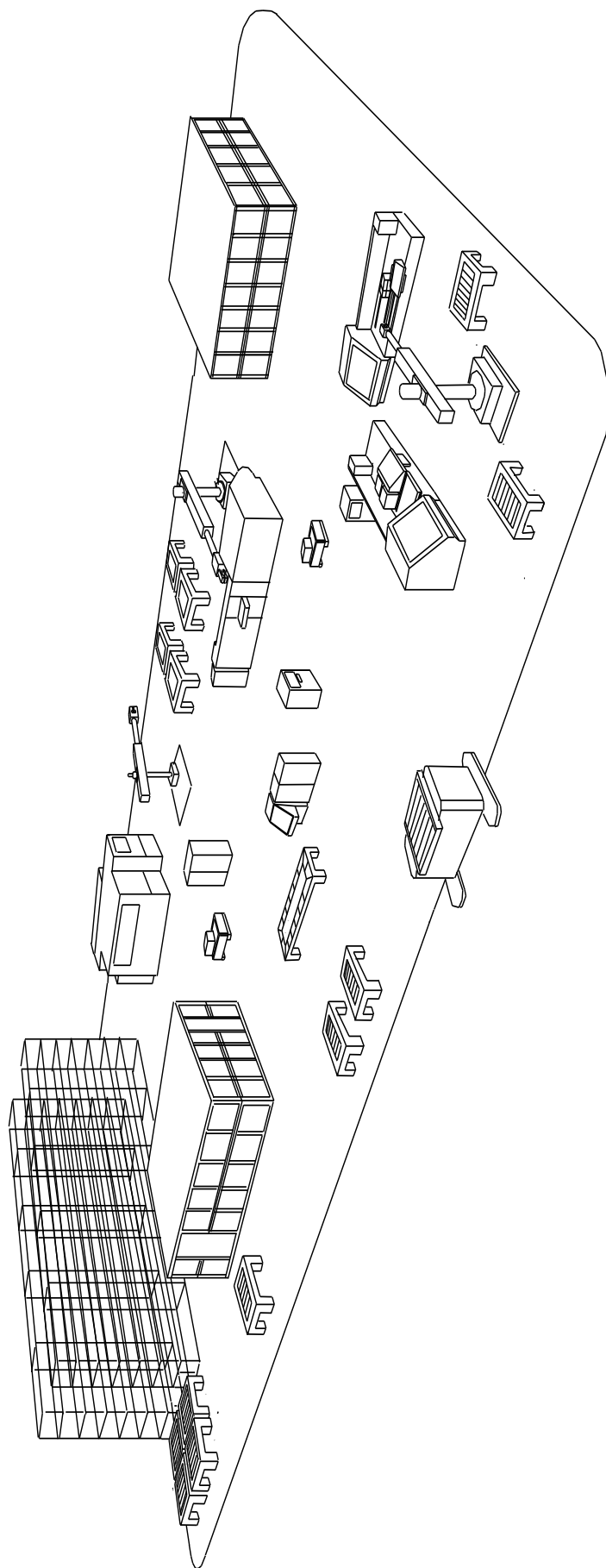
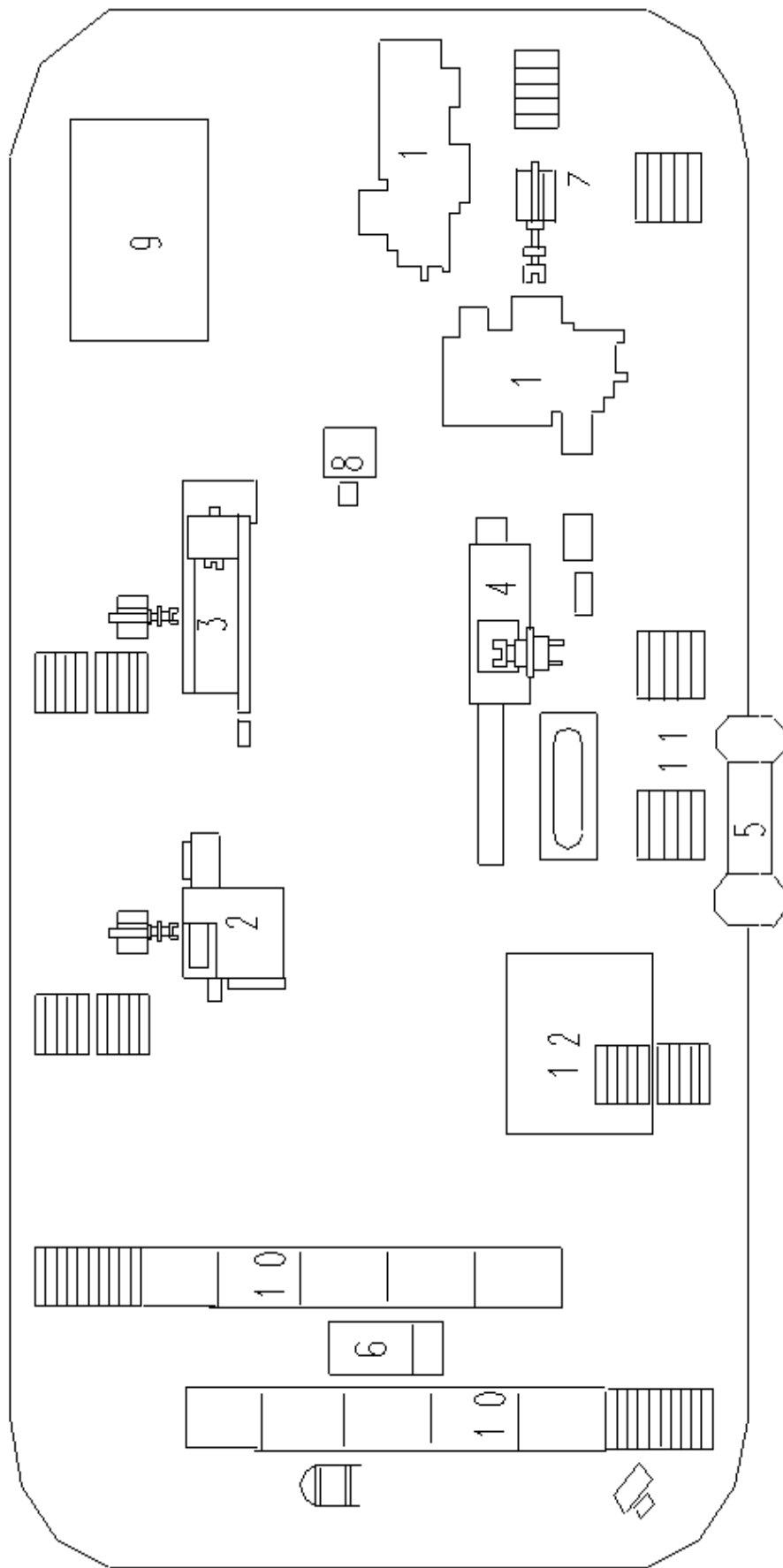


Рисунок 5.1 — Загальний вигляд ГВС



1–верстат СП 586; 2–обробляючий центр МС 032; 3–верстат 16К20Т1; 4–верстат СП161 з роботом РБ242; 5–робот; 6–трансманипулятор; 7–робот РБ241; 8–відеотермінал; 9–система керування Изот1016С; 10–стілаж; 11–піддонні станції; 12–інструментальне господарство

Рисунок 5.2 — Схема планування ГВС

3. Підсистема автоматичного міжопераційного транспорту здійснює автоматичне транспортування заготовок і виготовлених деталей, інструмента і техобладнання від складу до верстатів і назад за допомогою транспортного робота (робокару) типу КН10РМ вагопідйомністю 10000Н, який переміщується по заданому маршруту.

4. Підсистема інструментального оснащення забезпечує ГВС ріжучим і допоміжним інструментом, заточування і настроювання інструмента поза верстатом, технічне обслуговування інструмента, забезпечення необхідними пристроями та обладнанням для закріплення деталей.

5. Система керування інформацією забезпечує контроль і керування виробничим процесом, транспортом і складським господарством, виконує функції диспетчерування й обробляє інформацію про стан всіх технологічних підсистем ГВС. Система побудована по ієрархічному принципу: на верхньому рівні – міні-ЕОМ з винесеними терміналами, а на нижньому – оперативні системи мікро-ЕОМ (ЧПК верстатами, роботами, робокарами, складом і т.д.).

В лабораторній роботі вивчається РТК на базі токарного верстата з ЧПК моделі 16К20Ф3 і промислового робота М20П, зокрема питання структури систем керування і програмної взаємодії елементів РТК. Попередньо доцільно ознайомитися з основними технічними характеристиками, особливостями систем керування і питаннями програмування для верстата і робота окремо [1,2], а потім - вивчити їх у комплексі.

У приведеному РТК основна роль з організації функціонування комплексу відведена роботі. Верстат із ЧПК лише виконує роль технологічної машини для механічної обробки деталей по завданій керуючій програмі. Промисловий робот здійснює усі необхідні операції по обслуговуванню верстата (транспортування й встановлення деталей у робочу зону верстата, складування і штабелювання деталей у палети, на конвеєр чи тактовий стіл, маніпуляція заготовками і т. і.).

Синхронізація роботи всіх елементів РТК здійснюється системою керування робота "Изот". Структура системи керування РТК показана на рисунку 5.3.

Пристрій керування (ПК) являє собою багатопроцесорну систему з двома рівнями мікропроцесорного керування. Конфігурація ПК включає також пульт ручного керування (ПРК) і пульт навчання (ПН), зовнішній запам'ятовуючий пристрій (ЗЗП), блок зв'язку з ЕОМ верхнього рівня, оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП) з подвійним доступом, кінцевий підсилювальний каскад керування серводвигунами та ін. Взаємодія ПК робота і технологічного устаткування (ТУ) здійснюється за допомогою контролера, що має як цифрові, так і релейні входи і виходи для прийому і видачі керуючих сигналів. Кодування і призначення цих сигналів приведені в таблиці 5.1.

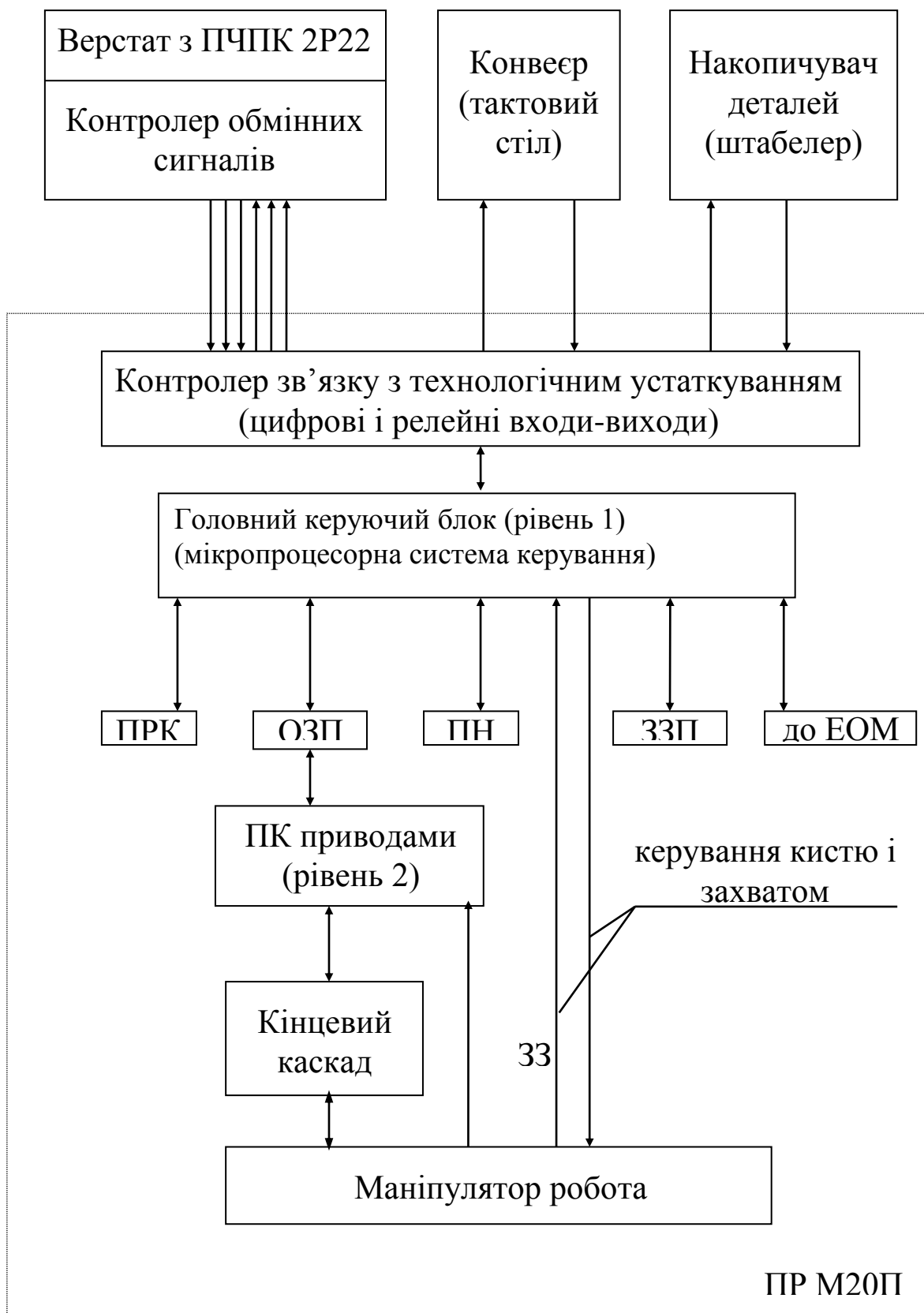


Рисунок 5.3 – Структура системи керування РТК

Принципи програмування робота M20П з ПК типу “Изот” приведені в [2], система команд міститься в додатку А. Вивчення програмування РТК доцільно проводити на конкретному прикладі складання КП.

Таблиця 5.1 – Вихідні і вхідні сигнали ПК “Изот”

Вихідні сигнали SDo (на ТО)		Вхідні сигнали SDj (від ТО)	
Код	Призначення	Код	Призначення
1	Відкрити огороження	1	Огороження відкрите
2	Закрити огороження	2	Огороження закрите
3	Затиснути патрон	3	Патрон затиснутий
4	Розтиснути патрон	4	Патрон розтиснутий
5	Відвести піноль	5	Піноль відведена
6	Підвести піноль	6	Піноль підведена
7	Резервний	7	Резервний
8	Замінити палету	8	Палета замінена
9	Пуск циклу верстата	9	Цикл верстата закінчений
12	Перемістити конвеєр на один крок	12	Конвеєр переміщений на один крок

5.3 Приклад керуючої програми для РТК

Схема РТК представлена на рисунку 5.4. Заготовки знаходяться на конвеєрі (тактовому столі) в стовпчиках по 3 штуки і описані у вигляді одновимірної палети П1 в таблиці 5.1. Готові деталі встановлюються в палету П2 розмірністю 4 x 3 x 3, що задана таблицею 5.2 (накопичувач - штабелер чи прийомний стіл). Після обробки одного стовпця конвеєра подається сигнал на його пересування на один крок; після заповнення палети П2 вона замінюється на нову; після обробки 100 деталей робота РТК припиняється. Блок-схема керуючої програми приведена на рисунку 5.5.

Таблиця 5.2 – Таблиця штабелювання *

N п/п	Параметр	Значення		Призначення	Примітка
		Палета П1	Палета П2		
1	2	3	4	5	6
1	п1	3	4	Максимальне число деталей по вісі Z	п1=1..250
2	п2	1	3	---//---//---//---Y(або Q)	---//---
3	п3	1	3	---//---//---//---X(або R)	---//---
4	п4	3	1	Поточний номер деталі по вісі Z	п4=1..251

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
5	п5	1	1	---//---//---//---Y(або Q)	---//---
6	п6	1	1	---//---//---//---X(або R)	---//---
7	U	15	15	Швидкість штабелювання	u=1..100
8	A1	0	3	Послідовність штабелювання A1=0 ZYX(ZQR) A1=1 ZXY(ZRQ) A1=2 YXZ(QRZ) A1=3 YZX(QZR) A1=4 XZY(RZQ) A1=5 XYZ(RQZ)	A1=0...5
9	A2	0	0	Номер захвату і спосіб захоплення об'єктів : 0-захоплення 1 по зовнішньому діаметру 1- -//- по внутрішньому діаметру 2,3- -//- теж для захвата 2	A2=0..3
10	A3	2	2	Послідовність рухів по осям при підході до палети A3,A4=0-ZQR A3,A4=0-ZRQ ...	A3,A4=0.5
11	A4	1	1	Послідовність рухів по осям при відході від палети	A3,A4=0..5
12	L	40	45	Номер мітки переходу в КП при порожній палеті	L=1..99
13	H1	200	200	Відстань між деталями в штабелі по вісі Z (в інкрементах)	H1=1..9999
14	P1	31	41	Точка переходу до палети	P1=1..500
15	P2	32	42	Початкова точка палети	P2=1..500
16	P3	32	43	Точка обмеження палети по вісі X	P3=1..500
17	P4	32	44	Точка обмеження палети по осі Y	P4=1..500
18	P5	32	45	Точка задання кінця палети	P5=1..500

* Таблиці штабелювання задаються як точки з номерами від 501 до 505

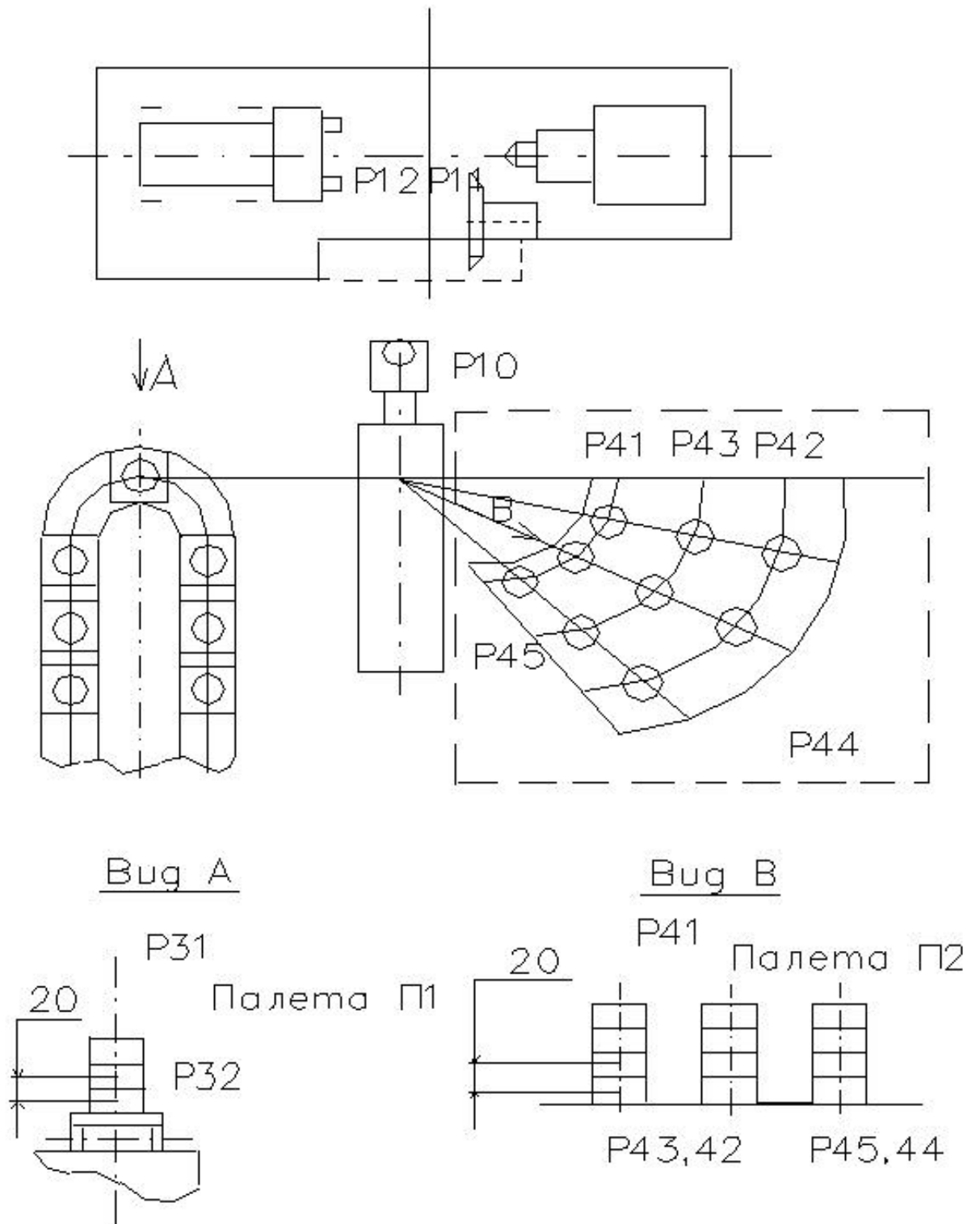


Рисунок 5.4 – Схема PTK

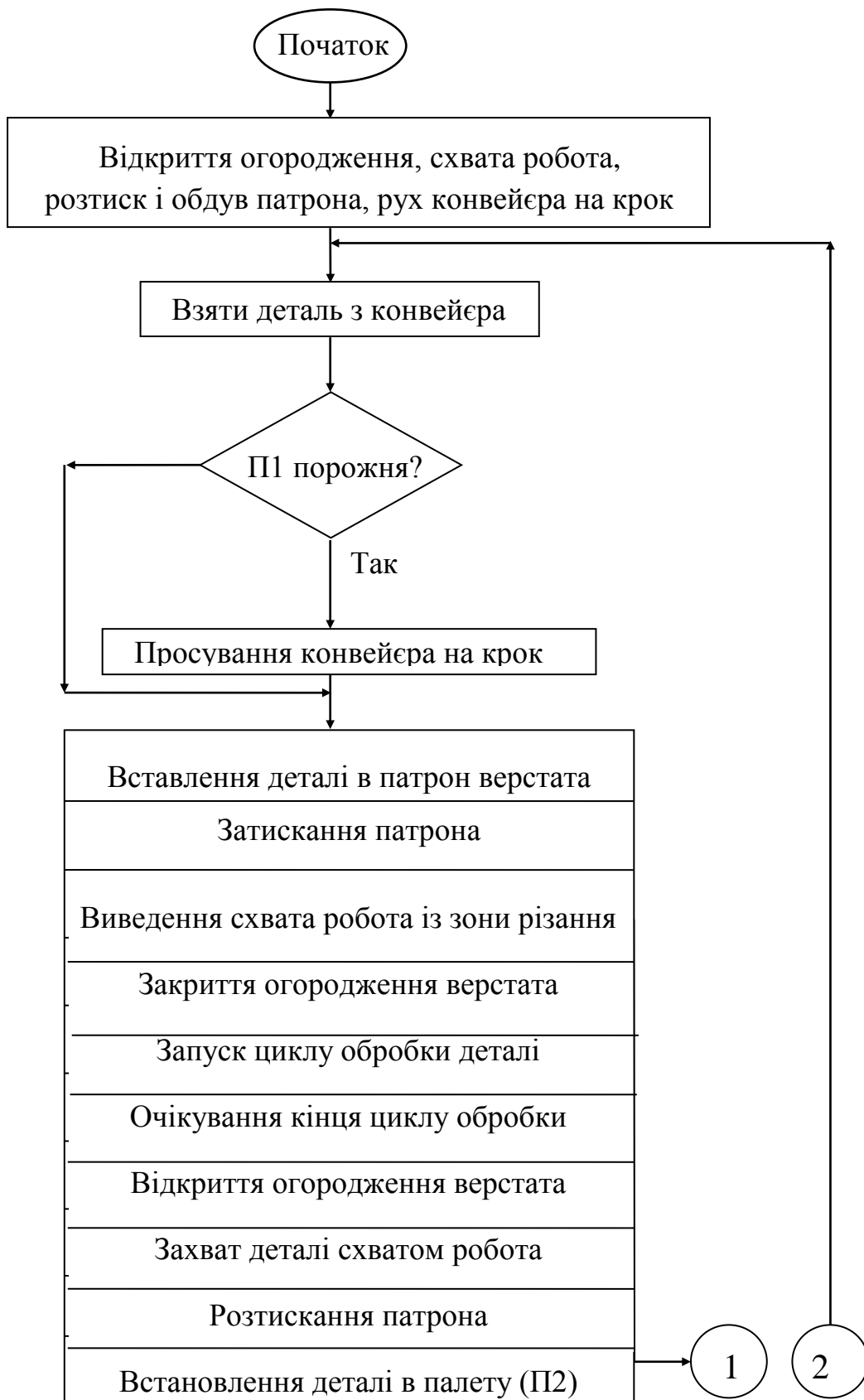


Рисунок 5.5 – Блок-схема керуючої програми роботи РТК

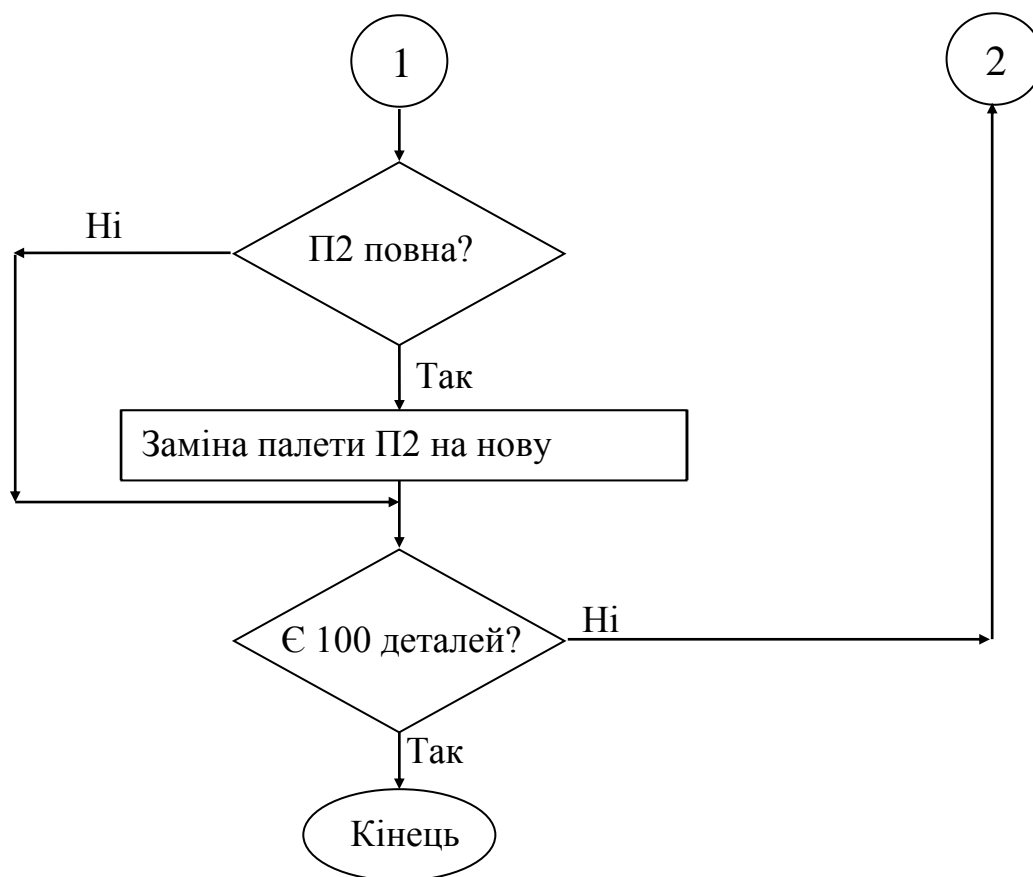


Рисунок 5.5 - (продовження)

Таблиця 5.3 – Керуюча програма

Крок	Команда	Коментарі
1	2	3
001	M81 01.04	Відкриття огороження і розтискання патрона
002	M80 05	Просування конвєса на один крок
003	M67 L88	Відкриття захвата (і перехід на мітку 88)
004	M01	Аварійна зупинка, якщо не відкрився захват
005	M99 L88	Завдання мітки 88
006	M84 J1,J2,J10,J12	Очікування сигналу від верстата
007	M94 B100	Початок циклу обробки 100 деталей
008	G01 U50	Завдання швидкості руху робота 50% Vmax
009	G00 P10	Рух до точки 10 (вихідна точка)

Продовження таблиці 5.3

1	2	3
010	G00 P31	Рух до точки 31 (точка підходу до П1)
011	G78 C1	Взяти деталь з конвеєра – дештабелювання палети П1 (прямокутної); якщо палета порожня, то перехід до мітки 40
012	M99 L70	Мітка повернення після просування конвеєра
013	G00 P10	Рух до точки 10
014	G01 U20	Завдання швидкості 20% Vmax
015	G00 P11	Рух до точки 11
016	G00 P12	Рух до точки 12 (введення деталі в патрон)
017	M82 03	Затиснути патрон
018	G04 T50	Пауза 5 сек. на затискання деталі
019	M67L89	Відкриття захвата
020	M01	Аварійна зупинка, якщо не відкрився захват
021	M99L89	Мітка переходу після відкриття захвата
022	G00 P11	Рух до точки P11
023	G00 P10	Рух до точки P10
024	M82 02	Закрити огороження
025	M84 J2	Очікування підтвердження закриття огороження
026	M80 09	Пуск циклу роботи верстата з ЧПК (по власній керуючій програмі верстата)
027	M84 J9	Очікування закінчення циклу роботи верстата (керуючої програми)
028	M81 01	Відкрити огороження
029	M84 J1	Очікування відкриття огороження
030	G00 P11	Рух до точки 11
031	G00 P10	Рух до точки 12
032	M67 L44	Закрити захват (взяти деталь); якщо деталі немає, то перейти на мітку 44
033	G81 04	Розтиснути патрон
034	M84 J4	Підтвердження розтиску патрона
035	G00 P11	Рух до точки 11
036	G00 P10	Рух до точки 10
037	G01 U50	Завдання швидкості 50% від Vmax
038	G00 P41	Рух до точки 41 (точка переходу до палети П2)
039	G67 C2	Завантаження деталі в П2 (штабелювання палети П2 – сегментної); якщо палета повна, то перехід до мітки 45
040	M99 L71	Завдання мітки 71 (повернення в КП після заміни палети П2)

Продовження таблиці 5.3

1	2	3
041	G00 P10	Рух до точки 10
042	M96	Кінець циклу обробки 100 деталей
043	M02	Зупинка КП (з поверненням у її початок)
044	M99 L44	Завдання мітки 44 (переходу в КП при відсутності деталі в патроні верстата)
045	G00 P11	Рух до точки 11
046	G00 P10	Рух до точки 10
047	M01	Аварійна зупинка
048	M99 L40	Завдання мітки 40 (переходу в КП при порожній палеті П1)
049	M80 012	Переміщення конвеєра вперед на один крок
050	G04 T100	Пауза 10 сек. на переміщення конвеєра
051	M84 J12	Очікування встановлення конвеєра в позиції
052	M92 L70	Перехід до мітки 70 в КП
053	M99 L45	Завдання мітки 45 (переходу в КП при повній палеті П2)
054	M80 08	Замінити палету
055	G04 T100	Пауза 10сек. на заміну палети
056	M84 J8	Очікування заміни палети
057	M92 L71	Перехід до мітки 71 в КП

5.4 Методика виконання роботи

Лабораторну роботу потрібно виконувати в такій послідовності:

1. Ознайомитися з пристроєм, технічними характеристиками й особливостями програмування токарного верстата моделі 16К20Ф3 із системою ЧПК 2Р22 [1].

2. Ознайомитися з побудовою, технічними характеристиками й особливостями програмування промислових роботів М10П і М20П з пристроєм керування “Изот”.

3. Вивчити теоретичні відомості й особливості програмування РТК (системи “верстат-робот”).

4. Відповідно до індивідуального завдання скласти керуючі програми для верстата з ЧПК і робота.

5. Ввести керуючі програми в пристрої ЧПК верстата і робота і перевірити їх шляхом пробного прогону в налагоджувальному та автоматичному режимах. *(Зазначені дії проводити тільки в присутності викладача!)*.

6. Оформити звіт і зробити висновки по роботі.

5.5 Порядок роботи з РТК

УВАГА!

В зв'язку з підвищеною небезпекою в зоні дії робота M20П всі роботи дозволяється проводити тільки в присутності викладача чи навчального майстра після одержання інструктажу з техніки безпеки!

1. Включити живлення верстата і робота.
2. Завантажити КП обробки деталі у пам'ять верстата з ЧПК і відпрацювати її в автоматичному режимі.
3. ***Переконатися у відсутності людей у робочій зоні!*** Включити компресор.
4. Виконати початкову установку (“обнуління”) робота та у налагоджувальному режимі, ввести координати опорних точок траєкторії захвата і параметри таблиць штабелювання. Завантажити КП у пам'ять ПК “Изот” відповідно до методики [1].
5. Відпрацювати КП обслуговування верстата у покроковому режимі. При необхідності зробити переналагодження.
6. Відпрацювати КП в автоматичному режимі.
7. Виключити живлення РТК.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бочков В.М., Сілін Р.І. Обладнання автоматизованого виробництва. Навчальний посібник / За ред. Сіліна Р.І. Львів: Виробництво Державного університету “Львівська політехніка”, 2000. – 380 с.
2. Дерябин А.Л. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ. Уч. пособие. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
3. Гжиров Р.И., Серебряницкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. Справочник. – Л. Машиностроение Л.О., 1990. – 592 с.
4. Каштальян И.А., Клевзович В.И. Обработка на станках с ЧПУ. Справочник. – Минск: Высшая школа, 1989. – 271 с.
5. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.
6. Грачев Л.Н, Косовский В.А. и др. Конструкции и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов. М.: Высш. шк., 1989. – 271 с.
7. Кузнецов Ю.Н. Станки с ЧПУ и станочные комплексы. Ч.2 – К.: ООО «ЗМОК» - ПП «Гнозис», 1999. – 343 с.
8. Марголит Р.Б. Эксплуатация и наладка станков с программным управлением промышленных роботов. – М.: Машиностроение, 1991. – 272 с.
9. Металлорежущие станки. Учебник для машиностроительных вузов. /Под ред. Пуша В.Э. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
10. Станки с числовым программным управлением (специализированные) / В.А. Лещенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 568 с.
11. Станочное оборудование автоматизированного производства /Под ред. Бушуева. Т.1 – М.: Изд-во «Станкин», 1993. – 584 с.
12. Автоматизированная подготовка программ для станков с ЧПУ. (Справочник) – К.: Техніка, 1986. – 191 с.
13. CNC Programming: Basics and Tutorial Textbook. [Michael J. Peterson](#) Boca Raton, Florida: CRC Press, 1996.
14. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. Практик. пособие 14-ти томах.
15. Кн.1 Б.И. Черпаков, И.В., Брус. Гибкие механообрабатывающие производственные системы. /Под ред. Черпакова Б.И. – М.: Высш. шк., 1989. – 127 с.
16. Кн.3. Л.М. Кордыш, В.Л. Косовский. Гибкие производственные модули. /Под ред. Черпакова Б.И. – М.: Высш. шк., 1989. – 111 с.
17. Кн.4. Л.И. Волкевич, Б.А. Усов. Транспортно-накопительные системы ГПС. /Под ред. Черпакова Б.И. – М.: Высш. шк., 1989. – 112 с.
18. Кн.14. О.П. Михайлов, Р.Т. Орлова, А.В. Пальцев. Современный электропривод станков с ЧПУ и промышленных роботов.

- /Под ред. Черпакова Б.И. – М.: Высш. шк., 1989. – 111 с.*
19. Колка И.А., Кувшинский В.В. Многооперационные станки. М.: Машиностроение, 1983. – 135 с.
 20. Кузнецов В.Г. Приводы станков с программным управлением. – М.: Машиностроение, 1983. – 283 с.
 21. Кузнецов Ю.Н. Станки с ЧПУ: Учеб. пособие. К.: Выща школа, 1991 – 278 с.
 22. Лебедев А.М., Орлова Р.Т., Пальцев А.В. Следящие электроприводы станков с ЧПУ. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 223 с.
 23. Многоцелевые системы ЧПУ с гибкой механообработкой. В.Н. Алексеев, В.Г. Воржев, Г.П. Гырдымов и др.: Под общ. ред. В.Г. Колосова. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-е, 1984. – 224 с.
 24. Модзилевский А.А., Соловьев А.В., Лонг В.А. Многооперационные станки: Основы проектирования и эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1981. – 216 с.
 25. Программное управление станками и промышленными роботами. / В.Л. Косовский, Ю.Г. Козырев, А.Н. Ковшов и др. – М.: Высш. шк., 1986. – 287 с.
 26. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник в 3-х т. Т.1. Проектирование станков / Под общ. ред. А.С. Пронилова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1984. – 444 с.
 27. Пуш В.Э., Пигерт Р., Сосонкин В.Л. Автоматические станочные системы. – М.: Машиностроение, 1982. – 319 с.
 28. Ратмиров В.А. Программное управление станками. М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.
 29. Хомяков В.С., Давыдов Н.Н. Кодирование компоновок металлообрабатывающих станков при их автоматизированном проектировании. /Станки и инструмент – 1989 – №9 – с. 8-11.

ЗМІСТ

Стор

Загальні відомості про верстати з числовим програмним керуванням	3
1 Лабораторна робота №1. Токарно-гвинторізний верстат моделі 16Б16Ф3 з системою ЧПК 2У22	5
1.1 Мета роботи	5
1.2 Обладнання, пристрої, інструменти	5
1.3 Загальні відомості про верстат моделі 16Б16Ф3 з системою ЧПК 2У22	5
1.4 Аналіз кінематичної схеми верстата моделі 16Б16Ф3 с системою ЧПК 2У22	6
1.5 Система ЧПК моделі 2У22	7
1.5.1 Режим автоматичний “АВТ”	7
1.5.2 Режим покадровий (напіваавтоматичний) “П/АВТ”	12
1.5.3 Режим пошуку кадру “ПОИСК”	12
1.5.4 Режим введення “ВВОД”	13
1.5.5 Режим редагування “РЕД”	14
1.5.6 Режим ручного керування “РУЧН”	16
1.5 Методика виконання роботи	19
1.6 Зміст звіту по лабораторній роботі	19
2 Лабораторна робота №2 Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20Ф3 з системою ЧПК 2Р22	20
2.1 Мета роботи	20
2.2 Обладнання, пристрої, інструменти	20
2.3 Загальні відомості про верстат моделі 16К20Ф3 з системою ЧПК 2Р22	20
2.4 Основні частини та органи керування	22
2.5 Аналіз кінематичної схеми верстата 16К20Ф3	24
2.6 Система ЧПК моделі 2Р22	26
2.6.1 Режими роботи ПЧПК 2Р22	28
2.6.2 Включення верстата	28
2.6.3 Прив’язка ПЧПК до параметрів верстата	28
2.6.4 Прив’язка системи відліку до верстата	28
2.6.5 Напіваавтоматичне введення вихідного положення	32
2.6.6 Прив’язка інструмента до системи відліку	33
2.6.7 Індикація констант в пам’яті ПЧПК	34
2.6.8 Введення програми	34
2.6.9 Виконання програми	35
2.7 Методика виконання лабораторної роботи	35
2.8 Зміст звіту по лабораторній роботі	36
3 Лабораторна робота №3 Універсально - заточувальний напіваавтомат моделі ВЗ-208Ф3	37
3.1 Мета роботи	37
3.2 Обладнання, пристосування, інструмент, наочні приладдя	37

3.3	Призначення, основні частини і органи керування верстата	37
3.4	Аналіз кінематичної схеми верстата ВЗ-208Ф3	45
3.5	Загальні відомості про основні режими роботи	47
3.6	Методика проведення роботи	61
3.7	Зміст звіту по лабораторній роботі	61
4	Лабораторна робота №4 Багатоцільовий верстат типу оброблюючий центр моделі IP320ПМФ4 з системою ЧПК “Bosch CNC micro 8”	62
4.1	Мета роботи	62
4.2	Обладнання, пристрої, інструменти	62
4.3	Загальні відомості про верстат IP320ПМФ4	62
4.4	Основні частини та органи керування верстата	64
4.5	Аналіз кінематичної схеми верстата IP-320 ПМФ4	67
4.6	Система ЧПК “Bosch CNC micro 8”	68
4.7	Методика проведення роботи	74
4.8	Зміст звіту по лабораторній роботі	74
5	Лабораторна робота №5 Робото-технічний комплекс на базі токарного верстата з ЧПК моделі 16K20Ф3 та промислового робота M20П як елемента гнучкої виробничої системи	79
5.1	Мета роботи	79
5.2	Короткі теоретичні відомості	79
5.3	Приклад керуючої програми для РТК	84
5.4	Методика виконання лабораторної роботи	90
5.5	Порядок роботи з РТК	91
	Рекомендована література	92

