

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівська політехніка»

Автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни “Автоматизація виробничих процесів
в машинобудуванні”
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування”
освітньо-професійної програми “Галузеве машинобудування”

Затверджено
на засіданні кафедри
“Автомобільного транспорту та галузевого машинобудування”
Протокол № 5
від 21.04.2023 р.

Чернігів 2023

Автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні обладнання. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні” для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування” освітньо-професійної програми “Галузеве машинобудування”/ Укл.: Кальченко В.В., Пасов Г.В. – Чернігів: НУ “Чернігівська політехніка”, 2023. – 64 с.

Укладачі:

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

Відповідальний за випуск:

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

Рецензент:

Кологойда А.В., кандидат технічних наук,
доцент кафедри “Автомобільний транспорт
та галузеве машинобудування ”
Національного університету
“Чернігівська політехніка”

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ТОКАРНІ АВТОМАТИ ТА НАПІВАВТОМАТИ

1.1 Мета роботи

Мета роботи лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Ознайомитись з зовнішнім видом, призначенням та основними частинами токарних автоматів та напівавтоматів.
- 2) Вивчити призначення всіх кнопок та рукояток керування верстатів.
- 3) Вивчити призначення та дію всіх механізмів верстата.
- 4) Ознайомитись з налагодженням токарних автоматів та напівавтоматів на обробку конкретних деталей.

1.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Токарно-револьверний автомат моделі 1341, токарний 6-шпindelний напівавтомат моделі 1A240П-6.
- 2) Комплекти змінних зубчастих коліс.
- 3) Комплекти ключів.
- 4) Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр.
- 5) Заготовки різних діаметрів (штучні та прутки).

1.3 Теоретичні відомості

1.3.1 Загальні відомості про токарні автомати та напівавтомати

Автоматом називають верстат, який багаторазово робить робочі та допоміжні (холості) рухи вузлів за циклом обробки деталі. Напівавтоматом називають верстат, що працює за автоматичним циклом, але частину допоміжних операцій виконується вручну. Токарні автомати та напівавтомати використовують для обробки деталей складної форми з прутка та штучних заготовок (рисунок 1.1). Обробку деталей на цих верстатах здійснюють декількома інструментами, які встановлюють на супортах та в спеціальних пристроях. Високої продуктивності токарних автоматів та напівавтоматів досягають завдяки автоматизації робочих та холостих ходів або їхньому сполученню. Але переналагодження автоматів та напівавтоматів при переході на обробку нової деталі пов'язані з витратою часу, тому їх застосовують у масовому, великосерійному та при добірці однотипних деталей у серійному виробництвах.

Роботи, які виконуються на токарних автоматах та напівавтоматах, за характером можна розбити на наступні види:

Фасонно-відрізна – робота здійснюється одним або декількома різцями, які переміщуються в напрямку, перпендикулярному осі деталі, у той час як остання має тільки обертальний рух.

Фасонно-поздовжня – робота здійснюється одним або декількома різцями, які переміщаються в напрямку, перпендикулярному до осі виробу, оброблюваний же матеріал, крім обертального руху, має ще і поступальне або, при нерухомому в осьовому напрямку матеріалі, інструмент має і поступальний подовжній рух.

Послідовна револьверна – обробка здійснюється послідовно рядом інструментів.

Застосовуються наступні найважливіші типи автоматичних токарних верстатів (рисунок 1.2):

А. Одношпиндельні автомати:

- а) фасонно-відрізні для обробки деталей з бунта дроту;
- б) фасонно-відрізні для обробки деталей із прутка;
- в) поздовжньо-фасонного точіння;
- г) револьверні.

Б. Одношпиндельні напівавтомати:

- а) багаторізцово-центрові та патронні;
- б) копіювальні;
- в) револьверні;
- г) багаторізцово-копіювальні.

В. Багатошпиндельні пруткові автомати:

- а) фасонно-відрізні рівнобіжної дії;
- б) позиційні послідовної дії (з одинарною індексацією);
- в) позиційні паралельно-послідовної дії (з подвійною індексацією).

Більшість типів пруткових автоматів можуть бути переобладнанні для штучних заготовок. У цьому випадку вони називаються магазинними автоматами.

Г. Багатошпиндельні напівавтомати:

- а) позиційні послідовної дії для обробки обертових деталей;
- б) позиційні для обробки не обертових деталей;
- в) безперервної дії (роторного типу);
- г) паралельно-послідовної дії.

1.3.2 Горизонтальний 6-шпиндельний токарний напівавтомат моделі 1А240П-6

1.3.2.1 Призначення верстата

Горизонтальний шестишпиндельний токарний напівавтомат моделі 1А240П-6 призначений для виготовлення деталей зі штучних заготовок (поковок, штамповок, відливоків прокату) в умовах масового, багатосерійного та серійного виробництва.

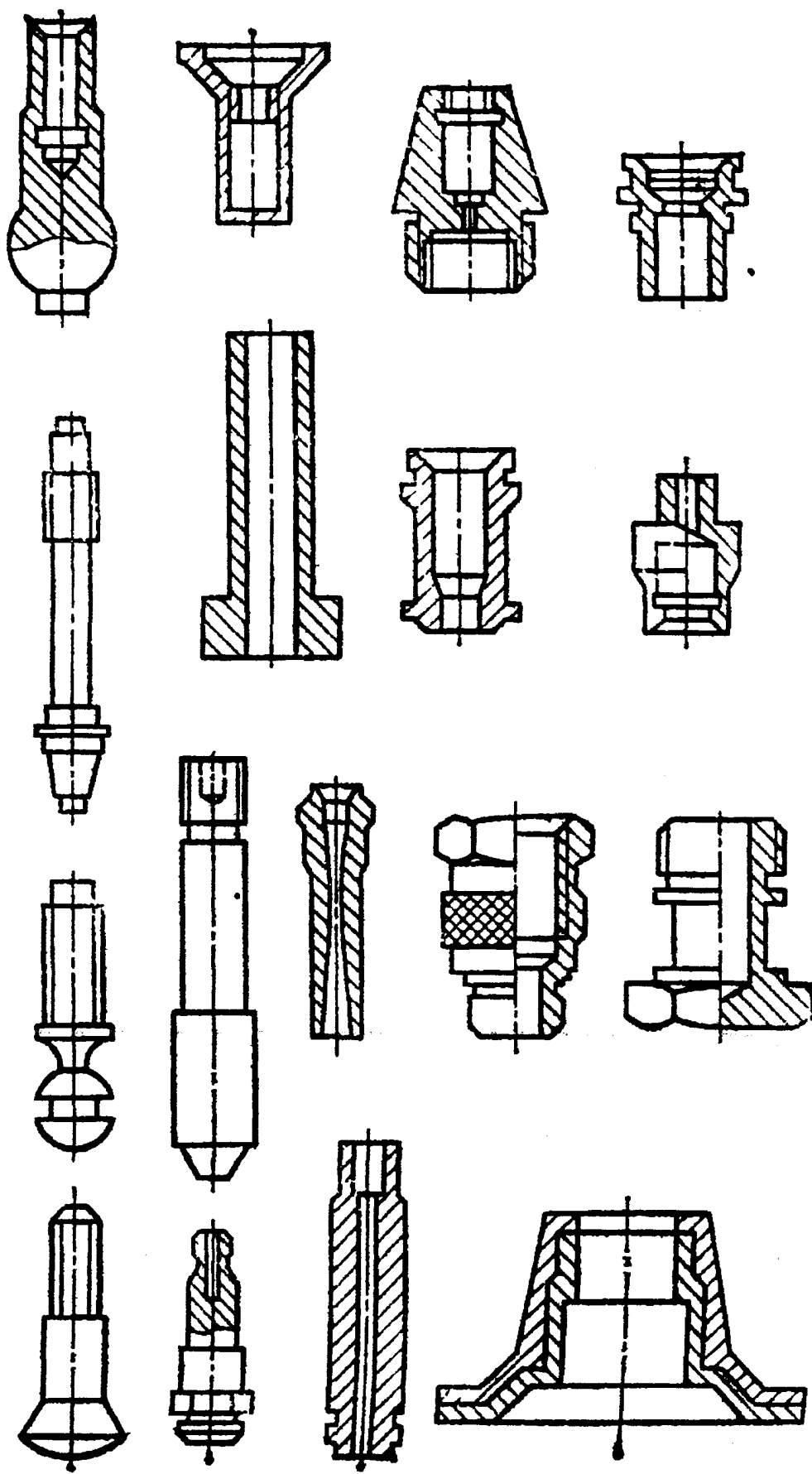


Рисунок 1.1 – Деталі, які оброблюються на автоматах та напівавтоматах

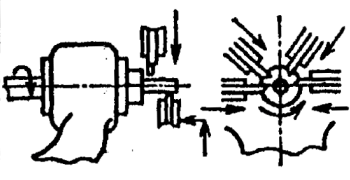
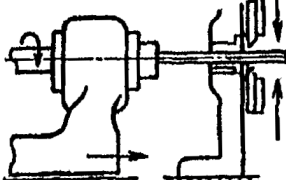
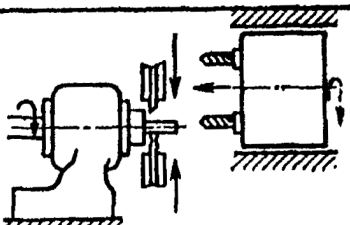
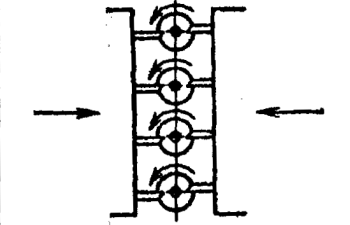
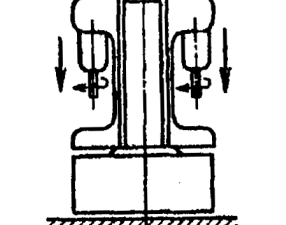
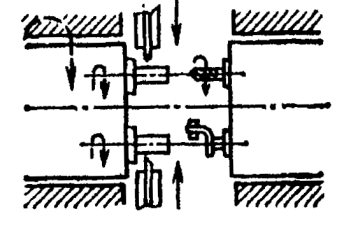
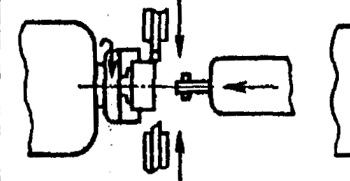
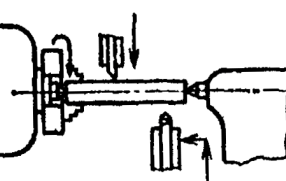
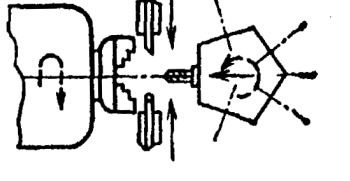
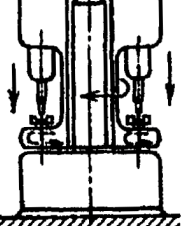
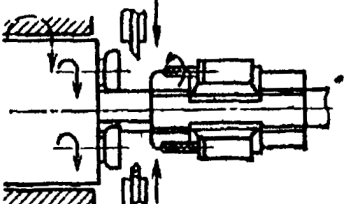
Тип верстата		Вид роботи		
		Фасонно-відрізнi	Поздовжньо-фасонні	Послідовно-револьверні
Автомати	Одношпindelьні			
	Багатошпindelьні			
Напiвавтомати	Одношпindelьні			
	Багатошпindelьні			

Рисунок 1.2 – Класифікація автоматів та напiвавтоматів

На верстаті можуть виконуватись обточування, свердління, розвертання, нарізання різьб та інші операції. В п'яти робочих позиціях одночасно обробляються п'ять заготовок, які розташовані в патронах шпинделів. Шпиндельний барабан періодично повертається на кут шістдесят градусів та кожний зі шпинделів з розташованою в ньому заготовкою переходить в наступну позицію обробки. Зняття готової деталі відбувається в позиції 6 – завантажувальній, після чого встановлюється нова заготовка.

Кожна з 5-ти робочих позицій обслуговується окремим поперечним супортом. Поздовжній супорт одночасно обслуговує всі 6-ть позицій. На поздовжньому супорті в позиціях 3, 4, 5, 6 можуть бути встановлені державки, які ковзають з незалежним від поздовжнього супорта та один від одного приводами поздовжньої подачі.

В позиціях 2, 3, 4, 5, 6 можуть бути встановлені інструментальні шпинделі (для мітчиків, свердел, розверток і т.д.) з незалежною від робочих шпинделів швидкістю обертання.

Регулювання величини робочого ходу поздовжнього та поперечного супортів від нуля до максимуму – безступінчасте, без зміни кулачків.

Налагоджування кількості обертів та подач здійснюються змінними шестернями.

Затиск деталей – гідравлічний.

1.3.2.2 Основні частини та органи керування верстата

Відмінною рисою багатошпиндельних автоматів та напівавтоматів є наявність декількох одночасно працюючих шпинделів з оброблюваними на них деталями. Розрізняють дві групи верстатів: з паралельною та послідовною обробкою деталі. У верстатах першої групи на всіх шпинделях здійснюється однакові операції. Ці верстати являють собою розвиток декількох одношпиндельних автоматів або напівавтоматів, які з'єднані у єдиний агрегат. У верстатах другої групи кожен шпиндель з виробом послідовно займає ряд положень (позицій), у яких здійснюються різні операції, в залежності від прийнятого технологічного процесу.

Основним вузлом верстата (рисунок 1.3) є шпиндельний блок 1, у якому змонтовані шпинделі 2 із заготовками 3. Шпиндельний блок може періодично повертатися, і шпинделі будуть при цьому займати визначене положення. Кожному положенню шпинделів відповідає номер позиції. Наприклад, положення шпинделя, який знаходиться ліворуч внизу – I позиція, праворуч внизу – II позиції і т.д. Кожному положенню шпинделя відповідає визначена операція технологічного процесу виготовлення даної деталі. Таким чином, кожен шпиндель внаслідок періодичного повороту блоку послідовно займає I, II, III та IV позиції.

Проти кожного шпинделя в супорті встановлений різальний інструмент, що виконує визначену операцію для даної позиції шпинделя.

Автомати послідовної дії мають кілька поперечних супортів 4 та поздовжній супорт 5, на гранях якого закріплені державки з інструментом, що обслуговує визначену позицію.

Припустимо, що нам необхідно виготовити деталь, показану на рисунку 68, праворуч. Процес обробки відбувається в такій послідовності. У I позиції пруток подається до упора та затискається, а потім різцем поперечного супорта прорізається канавка. Після цього відбувається поворот блоку, і шпиндель із заготовкою попадає в II позицію, де різцем другого поперечного супорта обробляється зовнішня поверхня. Знову поворот блоку, і деталь опиняється в III позиції, там свердлом, яке встановлене у поздовжньому супорті, свердлиться отвір. В IV позиції, куди заготовка попадає після чергового повороту блоку, відбувається відрізка готової деталі. Механізм фіксації блоку повинний працювати точно, щоб осі шпинделів у кожній позиції займали строго визначене положення.

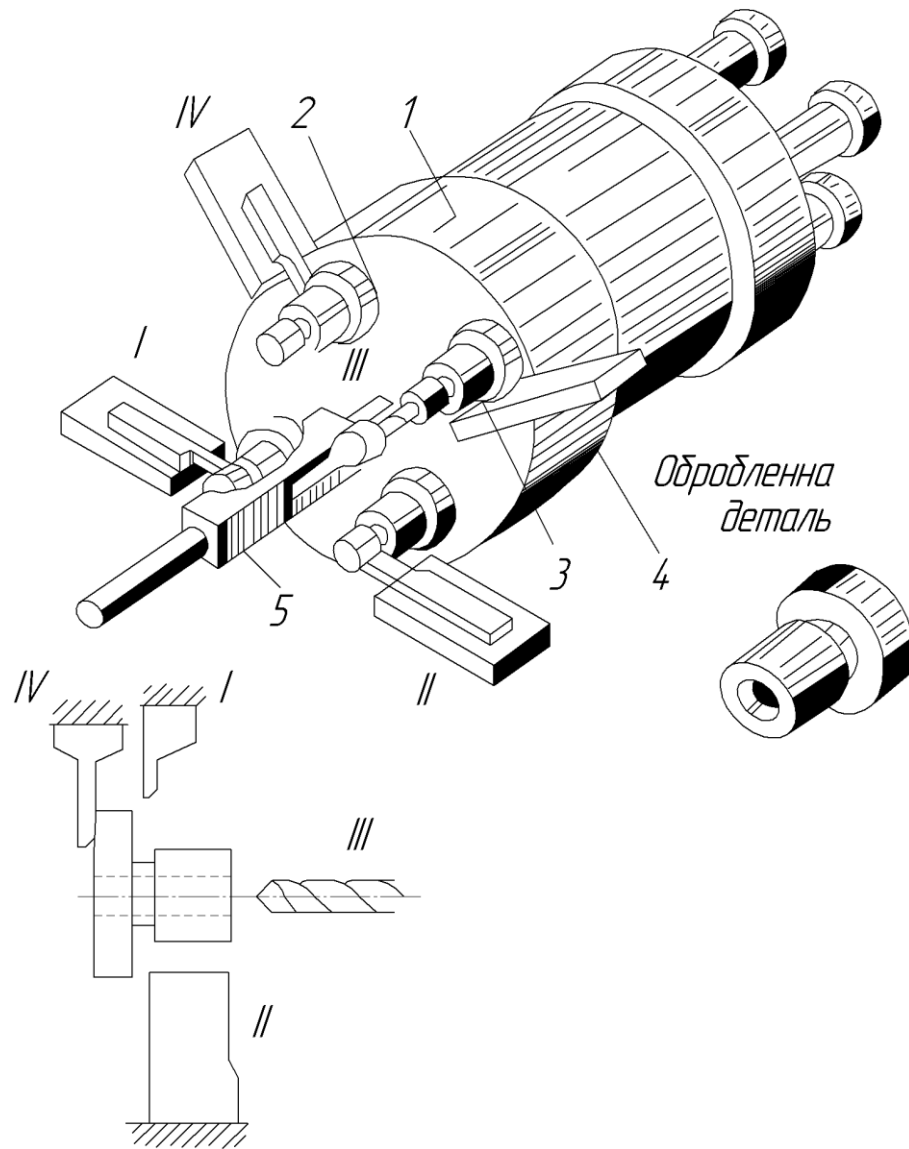


Рисунок 1.3 – Схема обробки деталі на багатошпindelьному напівавтоматі

Основні частини верстата (рисунок 1.4):

- 1 – передня бабка;
- 2 – 6 шпинделів;
- 3 – траверса;
- 4 – циклопоказчик;
- 5 – електродвигун;
- 6 – коробка передач;
- 7 – поздовжній супорт;
- 8 – 6 поперечних супортів;
- 9 – станина;
- 10 – транспортер стружки.

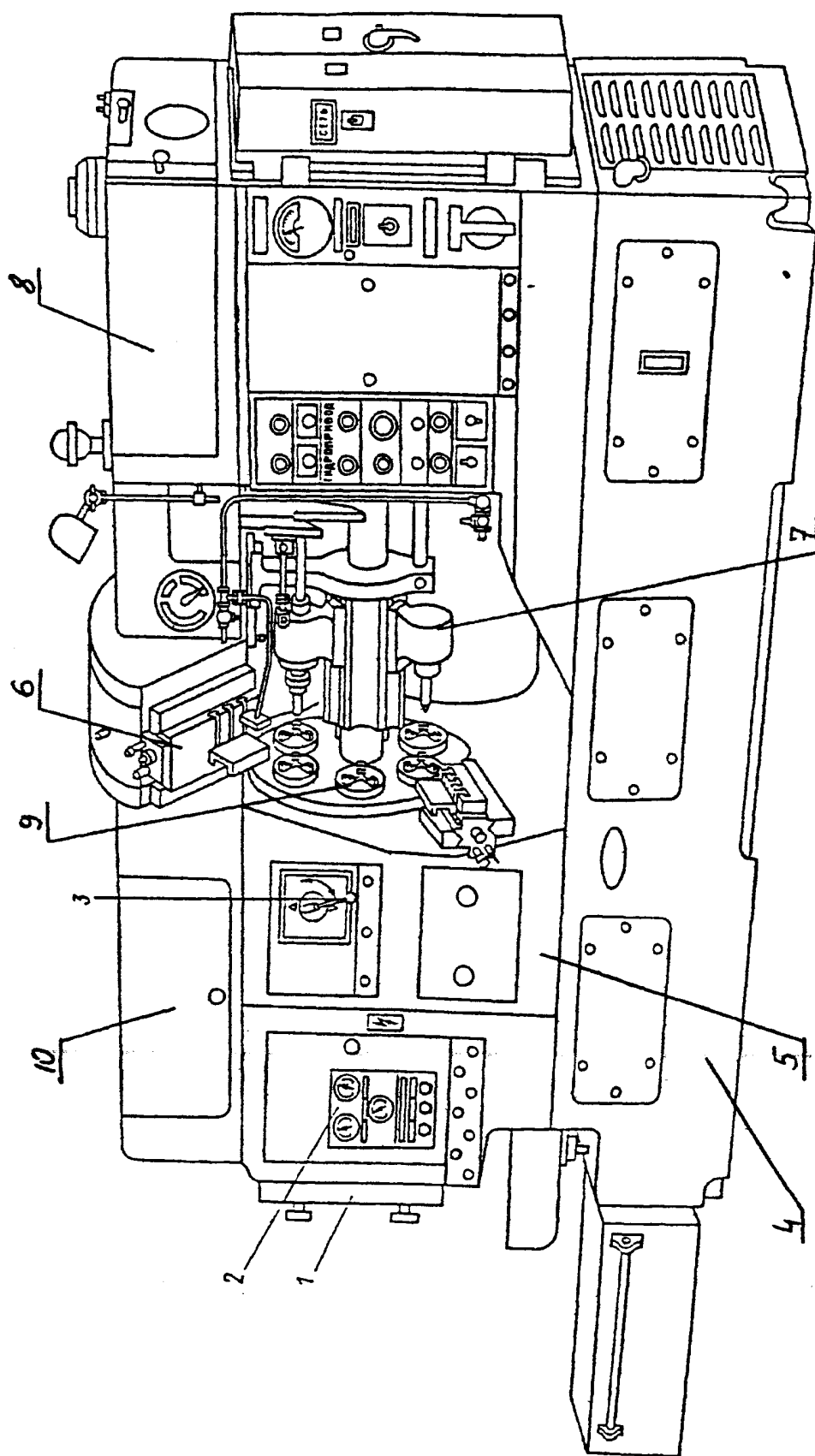


Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд горизонтального 6-шпindelного напівавтомата моделі 1А240П-6

У шпindelьному блоці передньої бабки 1 розташовані концентрично шість шпindelів 2. Блок у відповідні моменти повертається на 1/2 оберту. Проти кожного шпindelя встановлені супорти з закріпленими інструментами. На даних автоматах є шість поперечних супортів 8 та один поздовжній 7. Прутки або заготовки, закріплені в патроні, переміщаючи разом зі шпindelем при поворотах шпindelьного блоку, займають чергову робочу позицію і послідовно обробляються. З лівої сторони бабки 1 проти однієї робочої позиції шпindelя розташовується механізм подачі та затиску матеріалу II. Передня бабка I із протилежною коробкою передач 6 монтується на станині 9. Розподільчий вал знаходиться на верху верстата на траверсі 3. Для приводу обертання розподільчого вала при налагодженні встановлений електродвигун 5. Прутки містяться в трубках, укріплених у стійці 12. Крім того, на верстаті є транспортер стружки 10 та циклопокажчик.

Основні базові деталі верстата: станина, шпindelьний блок, траверса, коробка швидкостей – утворюють портал, що забезпечує міцність конструкції.

В станині знаходяться головний двигун, резервуар для охолоджувальної рідини, насоси для охолодження, резервуар для мастила, насосна установка.

У шпindelьному блоці знаходиться шпindelьний барабан, механізми повороту, фіксації та підйому барабану, приводи нижніх та середніх супортів, приводи упорів супортів, гідравлічна панель. На дзеркалі корпусу шпindelьного блоку розміщені три поперечні супорти.

Траверса несе на собі розподільчий вал, керуючий апарат два верхні поперечні супорти.

Коробка швидкостей включає в себе привод головного руху, приводи робочого, швидкого та налагоджувального обертання розподільчого вала, пристрою для різьбонарізання, швидкого свердління, розвертання.

Центральний вал, який передає обертання шпindelям від коробки швидкостей проходить крізь робочий простір всередині круглої направляючої поздовжнього супорта.

Зліва від верстата знаходиться ящик зі стружкою.

1.3.2.3 Технічна характеристика верстата

Найбільший діаметр заготовки:

над поздовжнім супортом, мм 130

над поперечним супортом, мм 150

Найбільша довжина обробки, мм 160

Хід поздовжнього супорту:

загальний, мм 180

робочий, мм 0 – 160

Хід поперечних супортів:

підхід, мм 30

1; 2; 3 позицій робочий, мм 0 – 40

підхід, мм 30

4; 5 позицій робочий, мм 0 – 65

Незалежна подача державок, що ковзають в позиціях	3; 4; 5; 6
Швидке свердління та розвертання в позиціях	2; 3; 4; 5; 6
Нарізання різьби в позиціях	3; 4; 5; 6
Швидкості обертання шпинделя, об/хв.	80 – 1610
Час холостого ходу, сек.	2,56
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	20
Кількість шпинделів	6
Діаметр кола розбивки шпинделів, мм	320
Кількість поздовжніх супортів	1
Кількість поперечних супортів	5
Вага верстата, кг	8500

1.3.3 Токарно-револьверний автомат моделі 1341

1.3.3.1 Призначення верстата

Токарно-револьверний верстат моделі 1341 призначений для пруткових і патронних робіт в умовах серійного виробництва. Будучи універсальним, верстат дає можливість робити чорнове та чистове обточування, відрізки, свердління, розточування, зенкування, розвертання та нарізку внутрішніх і зовнішніх різьб.

Гідравлічний механізм подачі та затиску дозволяє використовувати прутки з коливанням діаметра +1 мм, а також затискати в трикулачковому патроні, який поставляється разом з верстатом, штучні заготовки з коливанням діаметра до 8 мм.

Верстат має 16-позиційну револьверну головку з горизонтальною віссю обертання, яка паралельна осі шпинделя. Різальний інструмент за допомогою спеціальних пристроїв кріпиться в отворах револьверної головки.

Необхідні для кожного переходу кількість обертів шпинделя та величини подач встановлюються автоматично командоапаратом або вручну перемикачами, які розташовані на пульті коробки швидкостей і подач.

1.3.3.2 Основні частини та органи керування верстата

Основні частини верстата (рисунок 1.5):

- I – станина;
- II – коробка швидкостей та подач;
- III – револьверний супорт;
- IV – фартук револьверного супорта;
- V – електрообладнання;
- VI – механізм затиску та подачі матеріалу;
- VII – стояки;

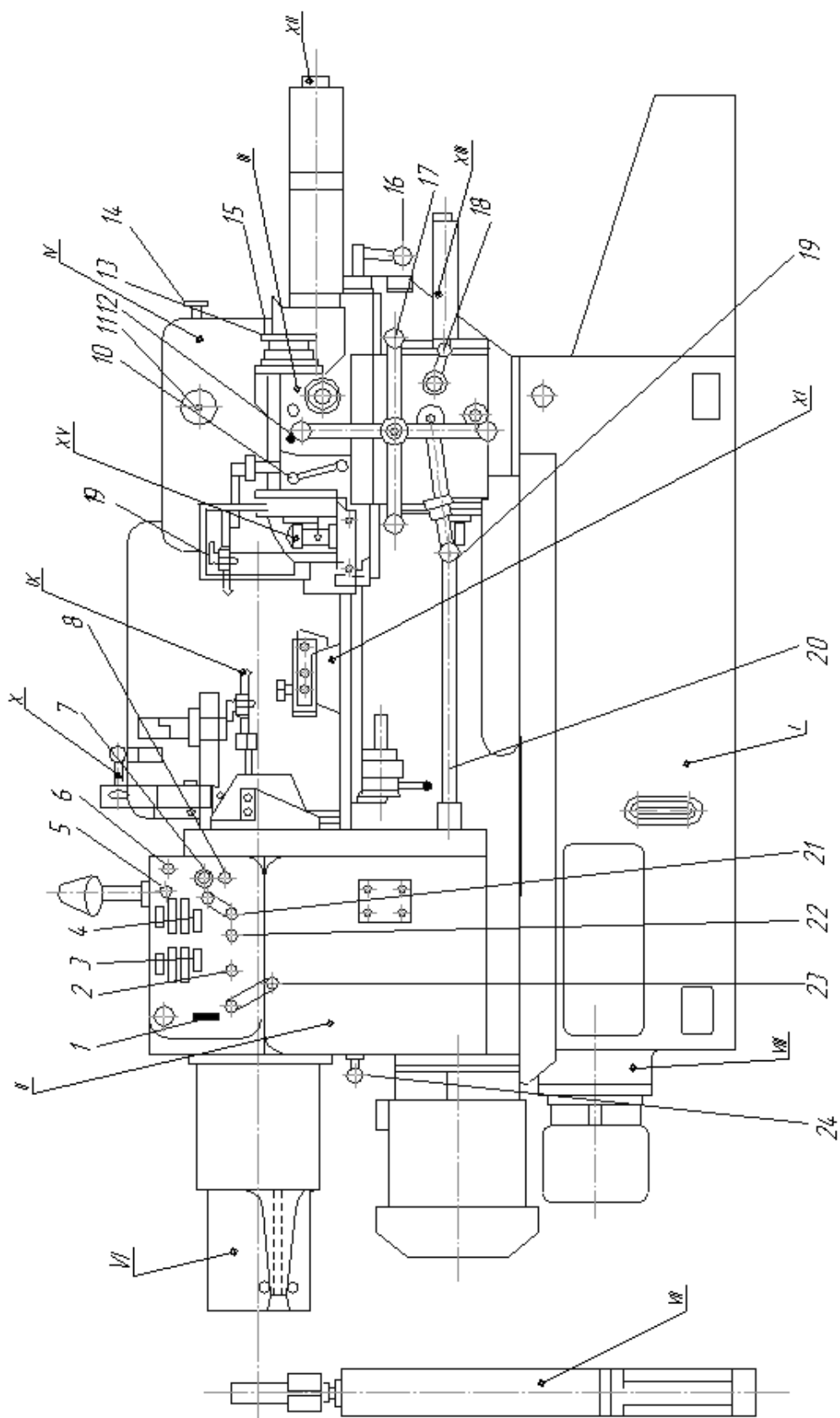


Рисунок 1.5 – Основні частини та органи керування токарно-револьверного напівавтомата моделі 1341

- VIII – насосна установка;
- IX – охолодження;
- X – різьбонарізний прилад;
- XI – копіювальний пристрій;
- XII – командоапарат;
- XIII – упор;
- XIV – поздовжній упор;
- XV – упор для обмеження повороту револьверної головки.

Органи керування верстата:

- 1 – кнопка пуску гідроприводу;
- 2 – кнопка зупинки гідроприводу подачі револьверної головки;
- 3 – перемикач обертів;
- 4 – вимикач охолодження;
- 5 – перемикач подач;
- 6 – перемикач з автоматичного керування на ручне;
- 7 – рукоятка пуску та зупинки шпинделя;
- 8 – кран охолоджуючої рідини;
- 9 – рукоятка відводу фіксатора револьверної головки;
- 10 – рукоятка реверса поперечної подачі;
- 11 – маховик швидкого повороту револьверної головки;
- 12 – ввідний вимикач;
- 13 – перемикач вмикання механічної поперечної подачі револьверної головки;
- 14 – рукоятка поздовжнього упора У8;
- 15 – штурвал ручного поздовжнього переміщення револьверного супорта;
- 16 – рукоятка подвоєння поздовжніх подач револьверного супорта;
- 17 – важіль вмикання та вимикання механічної подачі револьверного супорта;
- 18 – рукоятка повороту барабана упорів У6;
- 19 – кнопка реверса шпинделя;
- 20 – перемикач затиску та подачі прутка;
- 21 – кнопка “Аварійний стоп”;
- 22 – рукоятка перемикання діапазону швидкостей;
- 23 – рукоятка подвоєння подач.

1.3.3.3 Технічна характеристика верстата

Основні розміри

Найбільший розмір оброблюваного прутка, мм	40
Відстань від торця шпинделя до револьверної головки:	
найменша	32
найбільша	630
Висота центрів, мм	200
Найбільша довжина подачі прутка, мм	150

Найбільші розміри прутка, мм:	
діаметр	40
сторона квадрата	27
довжина	3000
Найбільший діаметр у патроні, мм:	
над верхньою частиною супорта	380
над станиною	400
Найбільша довжина нарізуємої різьби, мм	50
Найбільший кут нарізуємої конічної різьби	5"

Револьверна головка

Найбільше переміщення:	
поздовжнє:	
від руки, механічне	560°
поперечне (кругове):	
від руки, механічне	360°
Кількість упорів	16
Переміщення на одну поділку лімба, мм:	
поздовжнє	0,5
поперечне	0,5; 0,01
Переміщення на один оберт лімба, мм:	
поздовжнє	75
поперечне	78; 1

Привод

Головний рух, об/хв.	1450
Затиск та подача прутка, об/хв.	950
Електронасос охолодження, об/хв.	2800
Потужність двигуна головного руху, кВт	5,5

1.4 Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу виконують в такій послідовності:

- 1) Вивчити будову та органи керування верстатів.
- 2) Ознайомитись з налагодженням верстатів на обробку заданої деталі.
- 3) Скласти звіт про виконану роботу.

1.5 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен мати наступні розділи:

- 1) Назва лабораторної роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Обладнання, пристрої, інструменти.
- 4) Теоретичні відомості.
- 5) Порядок виконання роботи.
- 6) Результати розрахунків згідно завдання, яке надано викладачем.
- 7) Висновки.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

НАЛАГОДЖЕННЯ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТА

2.1 Мета роботи

Мета роботи лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Вивчити основні частини, призначення рукояток керування, влаштування та роботу основних механізмів верстату.
- 2) Навчитися практичним прийомам налагодження токарно-револьверного верстату.
- 3) Набути певних навичок в керуванні верстатом і обробки деталей.

2.2 Обладнання, пристосування, інструмент, наочні приладдя

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Токарно-револьверний верстат з горизонтальною віссю обертання револьверної головки і найбільшим діаметром оброблюваного прутка до 40 мм.
- 2) Набір інструментальних тримачів, втулок.
- 3) Набір слюсарного інструменту.
- 4) Операційна карта налагодження токарно-револьверного верстату.
- 5) Вимірювальні інструменти: штангенциркуль, лінійка масштабна, мікрометр (1 – 2 комплекти).
- 6) Плакат “Кінематична схема верстату”.
- 7) Епідіаскоп, діапроектор, кодоскоп.
- 8) Діапозитиви, епісхеми.

2.3 Теоретичні відомості

2.3.1 Призначення, основні частини і органи керування верстата

Токарно-револьверний верстат моделі 1К341 призначений для обробки деталей з прутка і штучних заготовок в умовах серійного та дрібносерійного виробництва.

На верстаті можуть бути виконані такі роботи, як обточування, розточування, проточування канавок (зовнішніх і внутрішніх), свердління, зенкерування, розвертання різьб плашками, мітчиками, самовідчиняючимися різьбонарізними голівками за допомогою різьбонарізного пристрою. На верстаті з використанням копіювального пристрою можливо також обточувати конічні поверхні.

Для підвищення продуктивності обробки і зручності обслуговування передбачено програмне переключення частоти обертання шпинделя і подач при зміні позицій револьверної головки. Переключення здійснюється легкопереналаджувальним командоапаратом, що керує електромагнітними муфтами коробки швидкостей і подач.

Гідравлічний механізм затиску дозволяє затискати калібровані і некалібровані прутки.

На верстаті передбачена можливість установки трикулачкового патрону. Для обробки прутків різних діаметрів до верстату додаються універсальна цанга подачі і змінні вкладиші для затиску круглого й шестигранного матеріалу, а також комплект різцетримачів, тримачів, втулок і т. д.

Основні частини верстата (рисунок 2.1):

СТ – станина;

КШ – коробка швидкостей;

КП – коробка подач;

УН – установка насосна;

МЗП – механізм затиску і подачі матеріалу;

ПР – пристосування різьбонарізне;

УП – упор поперечний для обмеження повороту револьверної головки;

ЗЕ – захисний екран;

ЕШ – електросилова шафа;

СР – супорт револьверний;

КА – командоапарат;

ЦБУ – центральний барабан упорів;

ФРС – фартух револьверного супорту;

БОР – бочок для охолоджувальної рідини;

ПК – пристосування для копіювання;

УПО – упор поздовжній.

Органи керування:

1 – кнопка вмикання електродвигуна насосу гідравліки;

2 – перемикач режимів робіт;

3 – перемикач для вмикання затиску або розтиску заготовки;

4 – перемикач для вмикання і вимикання електронасосу охолодження;

5 – перемикач пуску і зупинки шпинделя;

6 – кнопка для вмикання реверсу шпинделя;

7 – кран охолоджувальної рідини;

8 – рукоятка для фіксування і розфіксування револьверної головки;

9 – рукоятка включення реверсу поперечної подачі;

10 – рукоятка вмикання і вимикання ввідного автомату;

11 – маховик швидкого повороту револьверної головки;

12 – кнопка для вмикання і вимикання механічної поперечної подачі револьверної головки;

13 – маховик ручної поперечної подачі револьверної головки;

14 – рукоятка встановлення жорсткого упору для вимикання поздовжньої подачі;

15 – рукоятка для ручного поздовжнього переміщення револьверного супорту;

16 – рукоятка для встановлення діапазону подвійних поздовжніх подач револьверного супорту;

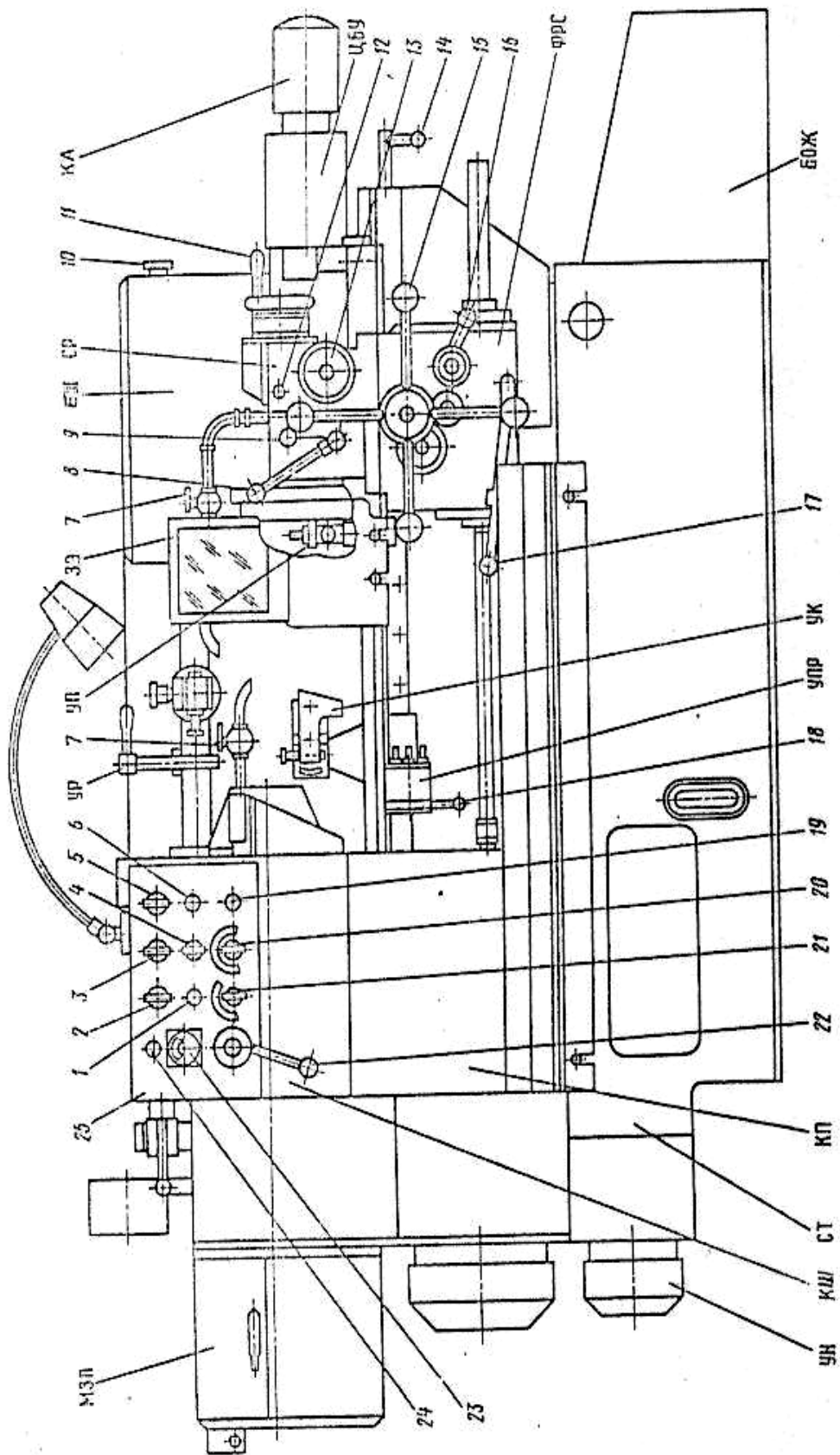


Рисунок 2.1 – Основні частини та органи керування токарно-револьверного верстата модної 1К341

17 – рукоятка вмикання і вимикання механічної поздовжньої подачі револьверного супорту;

18 – рукоятка встановлення барабану жорстких упорів для відключення поздовжньої подачі;

19 – кнопка “Аварійний стоп”;

20 – перемикач встановлення величин подач;

21 – перемикач встановлення частоти обертання шпинделя;

22 – рукоятка переключення діапазону швидкостей;

23 – показник навантаження;

24 – лампа сигнальна;

25 – панель керування.

2.3.2 Технічна характеристика верстата

Точність обробки по довжині, мм 0,12 – 0,14

Точність обробки по діаметру 8-й квалітет

Найбільші розміри прутка, мм:

довжина 3000

круглого (діаметр) 40

шестигранного (розмір під ключ) 32

квадратного (бік квадрату) 27

довжина подачі 100

діаметр оброблюваного виробу над станиною 400

Відстань від торця шпинделя до револьверної головки, мм:

найменша 82

найбільша 630

Висота вісі шпинделя над станиною, мм 200

Кількість швидкостей шпинделя в двох діапазонах:

прямого обертання 8

зворотного обертання 4

Діапазони частот обертання шпинделя, об/хв.:

прямого обертання 60 – 2000

зворотного обертання 60 – 265

Діапазон подач, мм/об

поздовжніх 0,03 – 2

поперечних 0,02 – 0,6

2.3.3 Кінематика верстата

Кінематична схема верстату (рисунок 2.2) складається з наступних кінематичних ланцюгів: головного руху; поздовжніх подач револьверного супорту; поперечних (кругових) подач револьверної головки; обертання різцевого копіру. На рисунку 2.2 цифри 1 – 55 – порядкові номери деталей верстату.

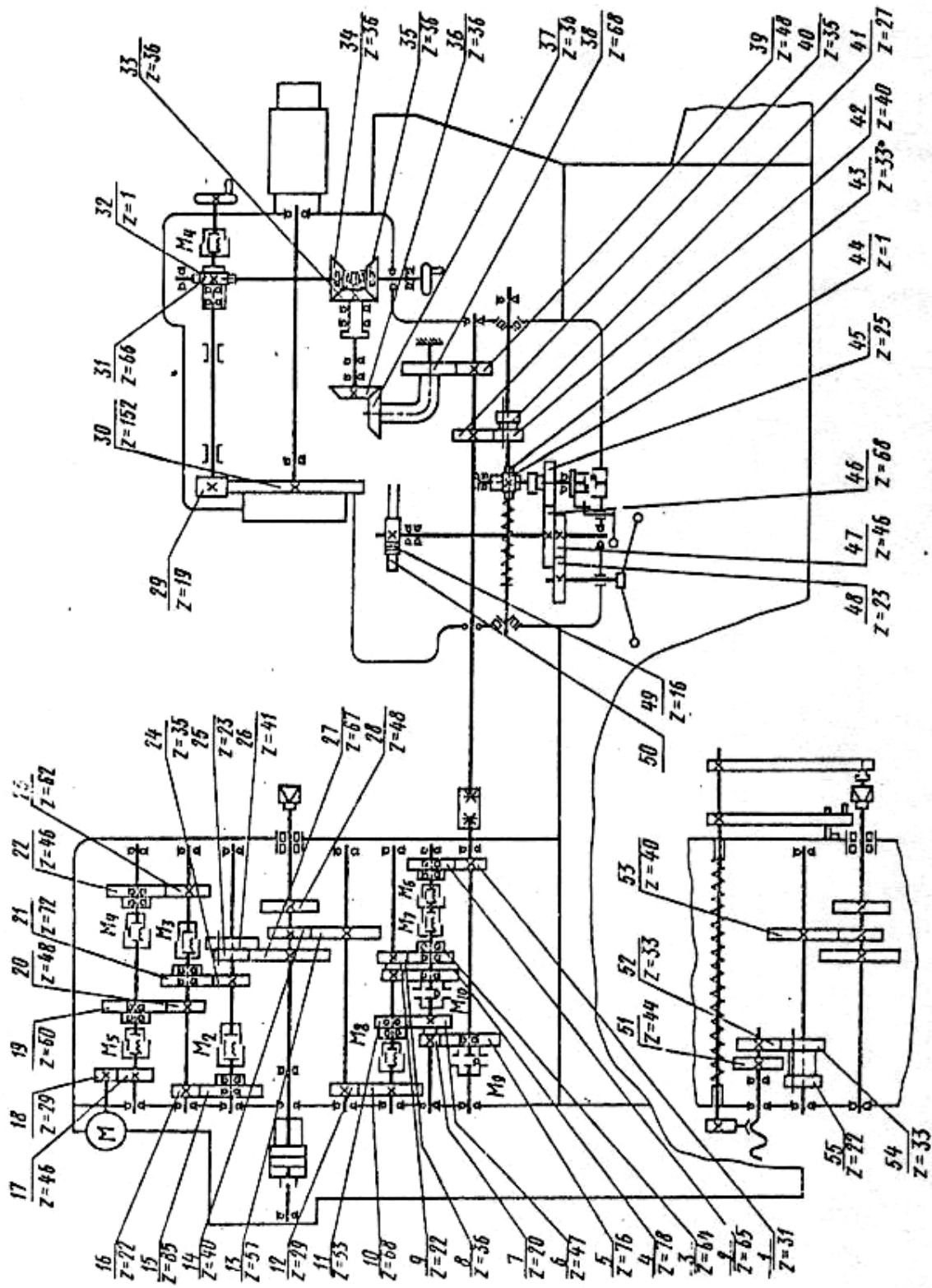


Рисунок 2.2 – Кінематична схема токарно-револьверного верстага модної 1К341

Головний рух. Кінцевими ланками головного руху є: вал електродвигуна ($N = 5,5$ кВт, $n = 1450$ об/хв.) – шпindelь із заготовкою ($n_{ел} \rightarrow n_{шп}$).

Розрахункові переміщення кінцевих ланок пов'язують рівнянням кінематичного балансу:

$$1450 \cdot \frac{29}{46} \cdot \frac{60}{48} \left(\text{або} \frac{46}{62} \right) \cdot \frac{22}{85} \left(\text{або} \frac{72}{35} \right) \cdot \frac{23}{67} \left(\text{або} \frac{41}{48} \right) = n_{шп}$$

Кількість ступенів частот обертання шпindelя $Z = 2 * 2 * 2 = 8$.

Зміни частоти обертання шпindelя здійснюються включенням електромагнітних муфт M_2, M_3, M_4, M_5 в певній комбінації вручну за допомогою перемикача 21 і рукоятки 22 або автоматично за допомогою КА при зміні позиції револьверної головки (рисунок 2.1).

Коробка швидкостей має два діапазони частоти обертання шпindelя, що отримуються за допомогою рухомого двовінцевого зубчатого блоку 25 ($z = 23$) і 26 ($z = 41$) рукояткою 22 (рисунок 2.1). Ліве положення рукоятки забезпечує вмикання нижнього діапазону частот обертання шпindelя, праве положення - верхнього діапазону.

Гальмування шпindelя здійснюється одночасним вмиканням електромагнітних муфт M_2 і M_3 при вимкнених інших муфтах (електродвигун в даному випадку продовжує обертатись).

Вибір ступенів частот обертання шпindelя здійснюється в залежності від розташування кулачків на барабані КА (рисунок 2.1).

Рух подач. Поздовжня подача. Кінцеві ланки: шпindelь із заготовкою - рейкова передача (дивись рисунок 2.2, поз. 49, 50).

Розрахункові переміщення кінцевих ланок мають вигляд:

$$1 \text{ оберт шпindelя} \rightarrow S_{\text{поз}}$$

Рух поздовжньої подачі налагоджується з умови, що за один оберт шпindelя із заготовкою револьверний супорт з ріжучим інструментом переміститься на величину поздовжньої подачі $S_{\text{поз}}$ (мм/об).

Рівняння кінематичного балансу поздовжньої передачі:

$$1 \cdot \frac{40}{57} \cdot \frac{29}{68} \cdot \frac{53}{47} \left(\text{або} \frac{22}{78}, \text{або} \frac{36}{64} \right) \cdot \frac{20}{76} \left(\text{або} \frac{65}{31} \right) \cdot \frac{35}{40} \left(\text{або} \frac{48}{27} \right) \cdot \frac{1}{33} \cdot \frac{25}{68} \cdot 16 \cdot 3 \cdot 3,14 = S_{\text{поз}}$$

Кількість ступенів поздовжніх подач:

$$Z = 3 * 2 * 2 = 12.$$

Коробка передач має три електромагнітні муфти M_6, M_7, M_8 , які в сукупності з двома обгінними муфтами M_9 і M_{10} забезпечує шість автоматично перемикаємих поздовжніх подач командоапаратом КА або вручну перемикачем 20 (рисунок 2.1).

Поперечна (кругова) подача. Кінцеві ланки: шпindelь із заготовкою – револьверна голівка з ріжучим інструментом (1 оберт шпindelя $\rightarrow S_{\text{поп}}$).

Рівняння кінематичного балансу:

$$1 \cdot \frac{40}{57} \cdot \frac{29}{68} \cdot \frac{53}{47} \left(\text{або} \frac{22}{78}, \text{або} \frac{36}{64} \right) \cdot \frac{20}{76} \left(\text{або} \frac{65}{31} \right) \cdot \frac{48}{68} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{1}{66} \cdot \frac{19}{152} \cdot 3,14 \cdot D = S_{\text{поп}}$$

де $D = 200$ мм – діаметр револьверної головки по вісям отворів, в яких кріпляться інструментальні тримачі.

Кількість ступенів поперечних (кругових) подач:

$$Z = 3 * 2 = 6$$

Вибір ступенів поздовжніх і поперечних (кругових) подач револьверного супорту з ріжучим інструментом здійснюється в залежності від положення кулачків на барабані командоапарату КА (рисунок 2.1).

У фартусі револьверного супорту є запобіжний пристрій, який вимикає механічну поздовжню подачу, коли супорт дійде до упору 14 або 18, встановлюваного в залежності від необхідної довжини оброблюваної поверхні деталі.

В кінематичному ланцюзі поперечної (кругової) подачі є кіничний реверс 33, 34, 35 ($Z = 36, 36, 36$) (рисунок 2.2), що вмикається рукояткою 9 (рисунок 2.1).

Вмикання механічної поперечної (кругової) подачі здійснюється електромагнітною муфтою M_1 і рукояткою реверсу подачі.

Ручне поздовжнє переміщення револьверного супорту здійснюється рукояткою (штурвалом) 15 (рисунок 2.1) за ланцюгом: 48, 47 ($Z = 23, Z = 46$) і далі на рейкову передачу 49, 50.

Ручна поперечна (кругова) подача револьверної головки здійснюється маховиком 13 (рисунок 2.1) за ланцюгом: $Z = 36, Z = 36, Z = 36, Z = 1, Z = 66, Z = 19, Z = 152$, якщо включено електромагнітну муфту M_1 (рисунок 2.2).

Установочне обертання револьверної головки з ріжучим інструментом при зміні позиції здійснюється маховиком 11 (рисунок 2.1) при вимкненій електромагнітній муфті M_1 .

2.3.4 Основні вузли та їх робота

Револьверний супорт і командоапарат. Револьверний супорт має поздовжню і поперечну (кругову) подачі револьверної головки. Ці подачі здійснюються вручну або механічно.

Револьверна голівка 1 (рисунок 2.3) встановлена на маточині зубчатого колеса 5, закріпленого на валу 7, який обертається на двох радіально-упорних кулькових підшипниках 9, що зачинені кільцями ущільнення 6, 8 і 10.

Підшипники змащуються від мастилорозподільвача при змащуванні на-прямних.

На правому кінці валу 7 закріплений барабан 11 з восьми упорами.

Корпус 13 упору закріплюють на барабані гвинтами 14 і 15. Для регулювання упорного гвинту 16 необхідно звільнити стопорний гвинт 14. Інструментальні тримачі затискаються в отвори револьверної головки сухарями 4 і гвинтами 3, загвинченими до втулки 2. З барабаном 11 упорів пов'язаний барабан командоапарату 24, що має шістнадцять поздовжніх пазів, що відповідають шістнадцяти позиціям револьверної головки. Командоапарат 24 кріпиться до шпинделя револьверної головки за допомогою різцевої шпильки 12 і гайки 22.

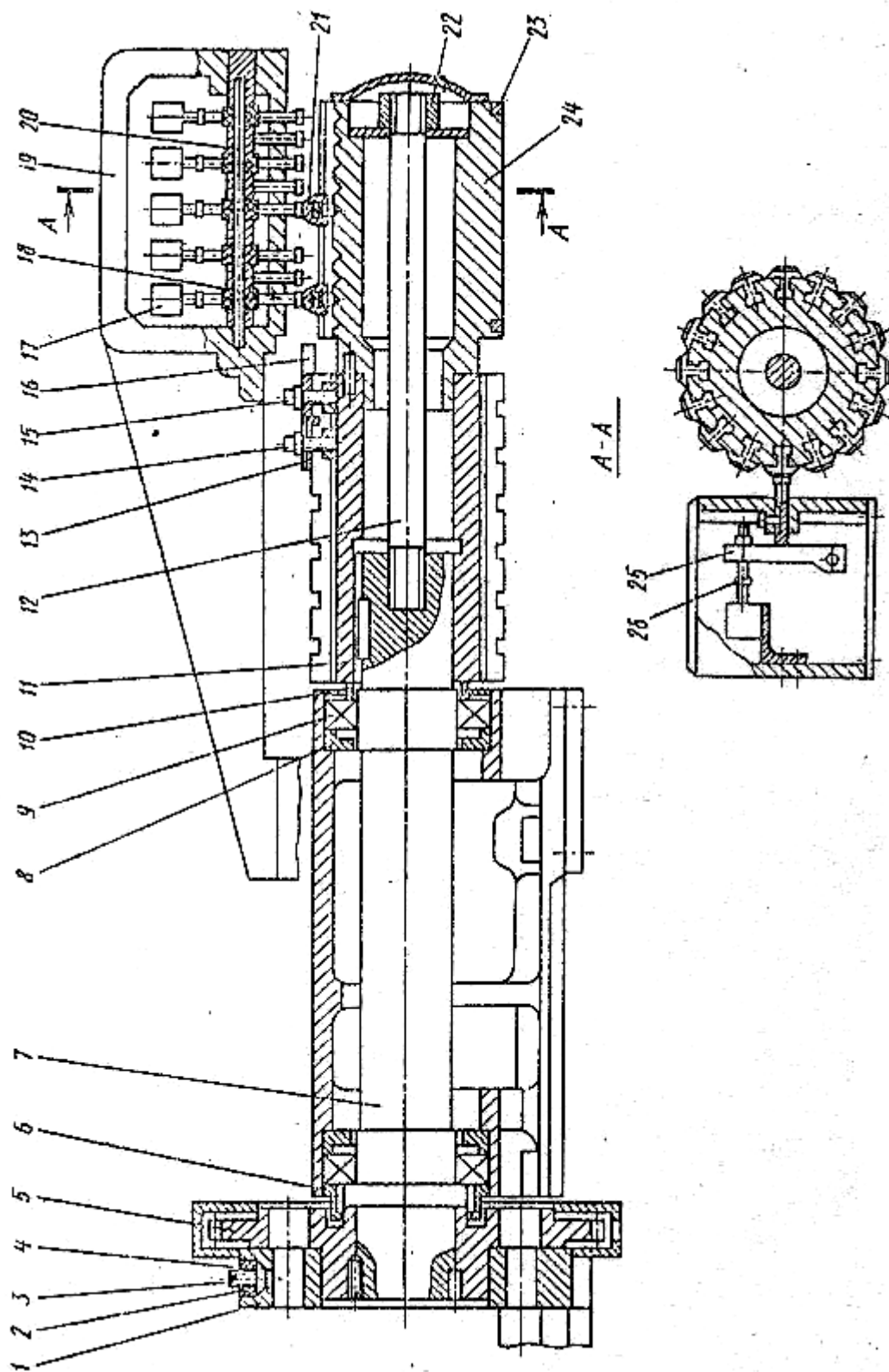


Рисунок 2.3 – Схема револьверного супорта та командоапарата

В кожному пазу знаходиться по два рухомих кулачки 21, які фіксуються кульками і пружинами: один в чотирьох, другий в шести положеннях. Кулачки переміщуються між обмежувачами кільцями 23.

В корпусі 19 командоапарату, що закріплений на полозках револьверного супорту, знаходяться п'ять кінцевих вимикачів 17, які вмикають електромагнітні муфти коробки швидкостей і подач. Кожен кінцевий вимикач вмикає одну муфту. Кулачки 21 натискають на штовхачі 18, а ті, в свою чергу, на важелі 25, що гойдаються на вісі 20, і через регулюючі гвинти 26 – на кінцеві вимикачі.

Для обмеження кругової подачі револьверної головки використовується висувний жорсткий упор 5 (рисунок 2.4), корпус 4 якого закріплений на полозках супорту. На торці револьверної головки закріплений кронштейн 3, в який загвинчений упорний гвинт 1, що стопориться гайкою 2. Цей поперечний упор використовується при обточуванні зовнішніх поверхонь або розточуванні отворів з високою точністю, а також при прорізанні канавок.

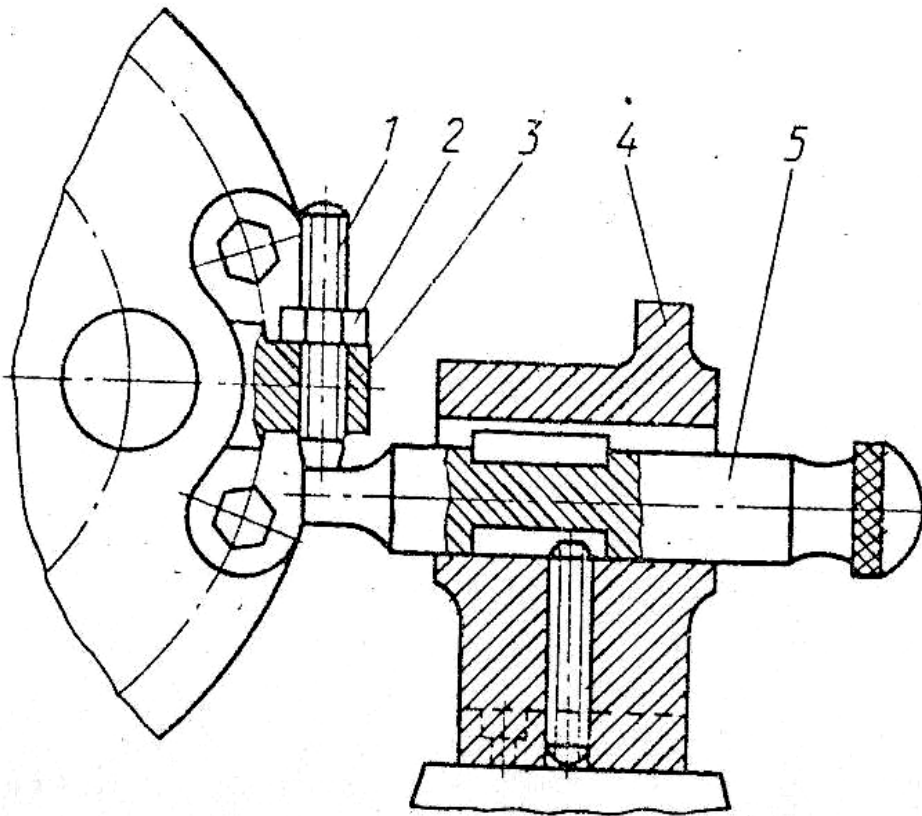


Рисунок 2.4 – Схема обмежника кругової подачі револьверної головки

Механізм затиску і подачі матеріалу показаний на рисунку 2.5. Корпус цангового патрону 22 закріплений на передньому фланці шпинделя. Затискна рухома цанга 25 зв'язана з корпусом повідковими штифтами 24, які входять до втулки 23. В розточці нерухомої цанги закріплюють змінні вкладиші 28, які затискають гвинтами 26 і утримують від повороту штифтами 27. Така конструкція механізму затиску забезпечує високу стабільність положення (в межах

0,1 мм) торця затиснутого прутка. Затискна цанга нагвинчена на трубу 19 затиску.

На лівому кінці труби затиску знаходиться гайка 10, притиснута гайкою 9 до торця поршня 11, що переміщується в циліндрі 13 і зв'язаного з ним штирями 14. Циліндр 13 разом з кришкою 12 нагвинчений на різьбу шпинделя і закріплений закладною шпонкою 18. Циліндр разом із шпинделем обертається у нерухомій мастилопідводячій втулці 16, витоку мастила запобігає лабіринт 15.

По радіальних каналах до кільцевих внутрішніх пазів втулки підводиться мастило від гідропанелі. Крізь отвори в циліндрі мастило підводиться до правої чи лівої порожнини циліндру. Поршень в цьому випадку переміщується і відбувається затиск або розтискання матеріалу.

Циліндр подачі розташований в корпусі 32, який закріплений на лівому торці коробки швидкостей. Мастило, що потрапляє до лівої порожнини циліндру, переміщує поршня 31 вправо і повзун 33, що ковзає по напрямним штангам.

В повзуні закріплений підшипник 7, в якому обертається втулка 6. До останньої гвинтом 4 прикріплена труба подачі 17 з вгвинченою в неї змінною цангою подачі 21. Підшипник закритий з двох боків кришками 8. Скалка 29 направляє механізм подачі: за лімбом 30 ведуть відлік переміщення прутка.

При русі повзуна 33 в правий бік подається пруток. Після того, як мастило потрапить до правої порожнини циліндру подачі відбувається відвід цанги подачі по прутку, затиснутому в затискній цанзі (відбувається набір прутка). Повзун 33 відходить вліво до упору 1 на напрямній штанзі.

Вкладиші 28, цанги подачі 20 і напрямні кільця 3 є змінними деталями і встановлюються у відповідності до діаметру і форми оброблюваного матеріалу. Комплект цих деталей для круглих та шестигранних прутків поставляється разом із верстатом.

Кільця 3 кріпляться до втулки 6 гвинтами 5, які стопоряться пружинним кільцем 2.

Для подачі круглих прутків діаметром 20...30 мм і шестигранних прутків розміром під ключ 19 – 27 мм застосовується універсальна цанга подачі. Цанга складається з труби 1 (дивись рисунок 2.6) пружини 2 і насадки 3. Вона включає два змінні комплекти кульок 4 і 5. Комплект кульок великого діаметру надає можливість подавати прутки ($D = 20 - 24$ мм і $S = 19 - 22$ мм). Комплект кульок меншого діаметру застосовується при подачі прутків ($D = 24 - 30$ мм і $D = 24 - 27$ мм).

Для подачі прутків ($D = 32 - 40$ мм і $S = 32$ мм) служать змінні цанги подачі.

Копіювальний пристрій призначений для поперечного і поздовжнього копіювання. При поздовжньому копіюванні вмикається поздовжня подача, а револьверна головка повертається під дією копіювальної лінійки.

При поперечному копіюванні вмикається поперечна подача, а поздовжнє переміщення супорту відбувається під дією копіювальної лінійки.

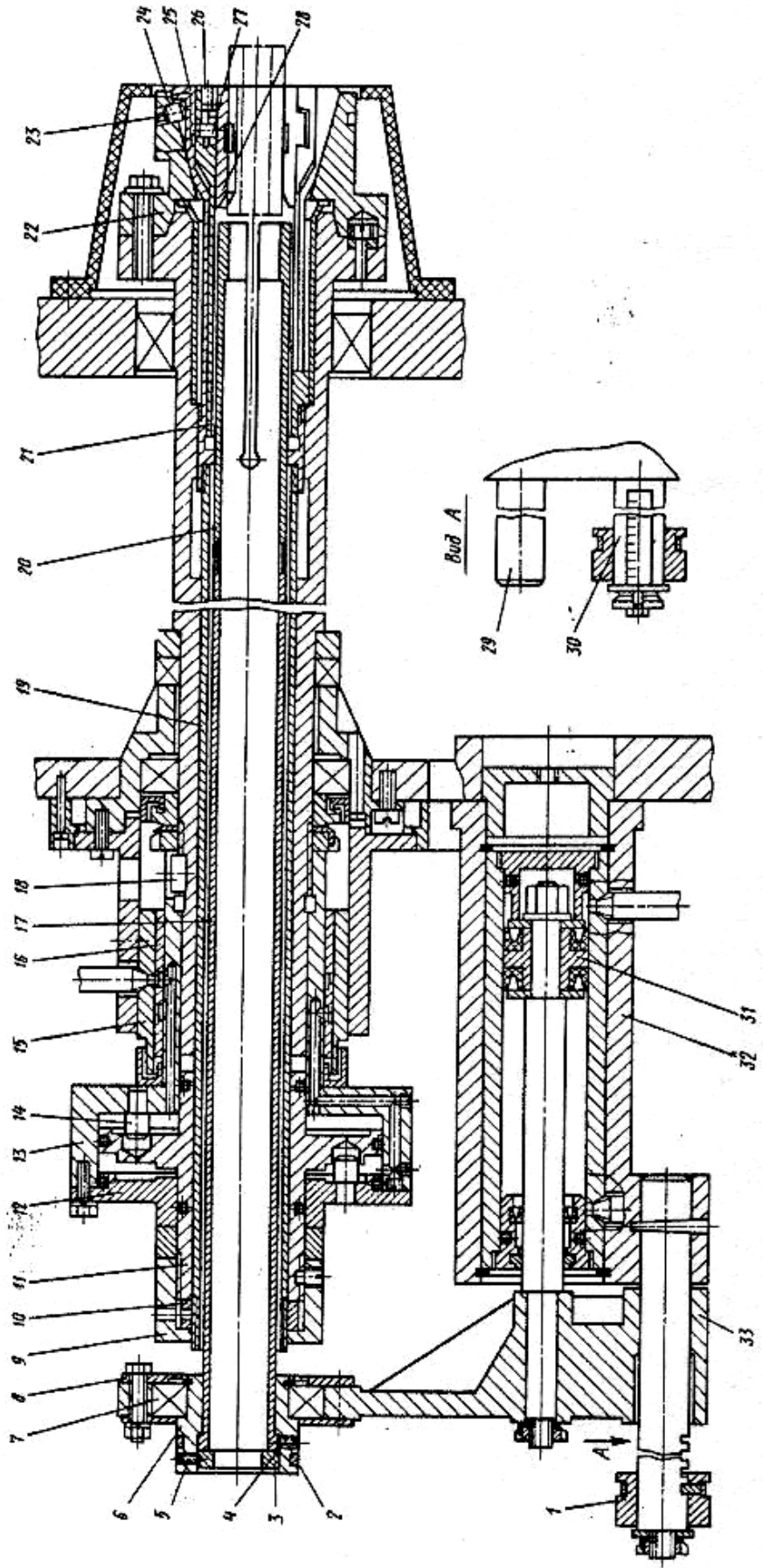


Рисунок 2.5 – Схема механізму запіску та подачі матеріалу

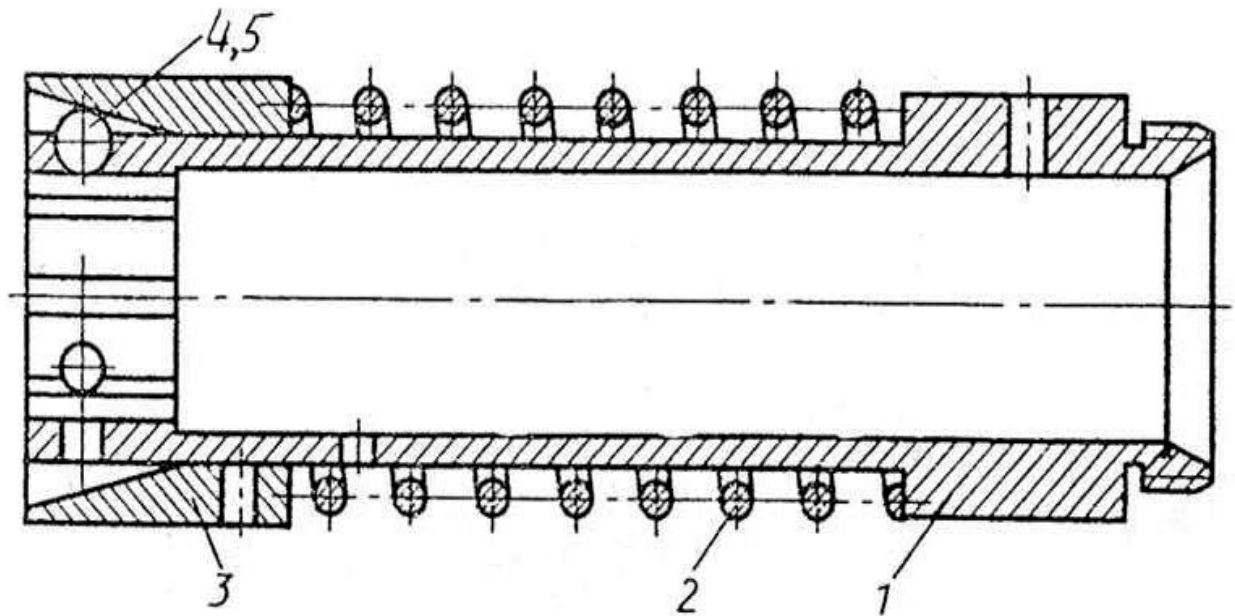


Рисунок 2.6 – Універсальна цанга подачі

Кронштейн 1 (рисунок 2.7) закріплений на задньому боці станини (поза зоною стружки) і може переставлятися вздовж станини по напрямній планці 14. На кронштейні знаходиться копіювальна лінійка 3, яка повертається на вісі 10 і закріплюється гвинтом 9. Кут повороту копіювальної лінійки визначається за шкалою 8. Лінійка повертається гвинтом 5, шийка якого входить до вилки 4, що закріплена в кронштейні 1. Гайка 2 закріплена на лінійці 3. При поздовжньому копіюванні лінійка повертається навколо вісі 10, що входить до отвору III. Гайка при цьому закріплюється в отворі II лінійки. Кут повороту відлічується рисою B. При поперечному копіюванні вісь 10 входить до отвору IV, а гайка 2 – до отвору I лінійки, кут повороту відлічується рисою A.

На револьверній головці закріплений тримач 7, в пазу якого знаходиться відкидна планка 6 з роликом 13. Планка 6 фіксується в робочому і вимкненому положеннях штирем 12 і пружиною 11.

Налагодження верстату включає розробку технологічного процесу обробки і карти налагодження, вибір нормального і виготовлення спеціального устаткування, кінематичне налагодження, монтаж устаткування на верстаті, встановлення і кріплення заготовки, інструменту, регулювання положення інструменту і упорів для отримання необхідних розмірів виробу за діаметром і довжиною.

Налагодження токарно-револьверного верстату виконується за шаблонами, або шляхом пробних проточок з наступним контролем розмірів, або за зразковими деталями.

Після налагодження слідує обробка пробної деталі, її контроль і підналагодження верстату для усунення отриманих неточностей.

Вимірювання виконується масштабною лінійкою, штангенциркулем, мікрометром, калібр-скобою та іншими інструментами.

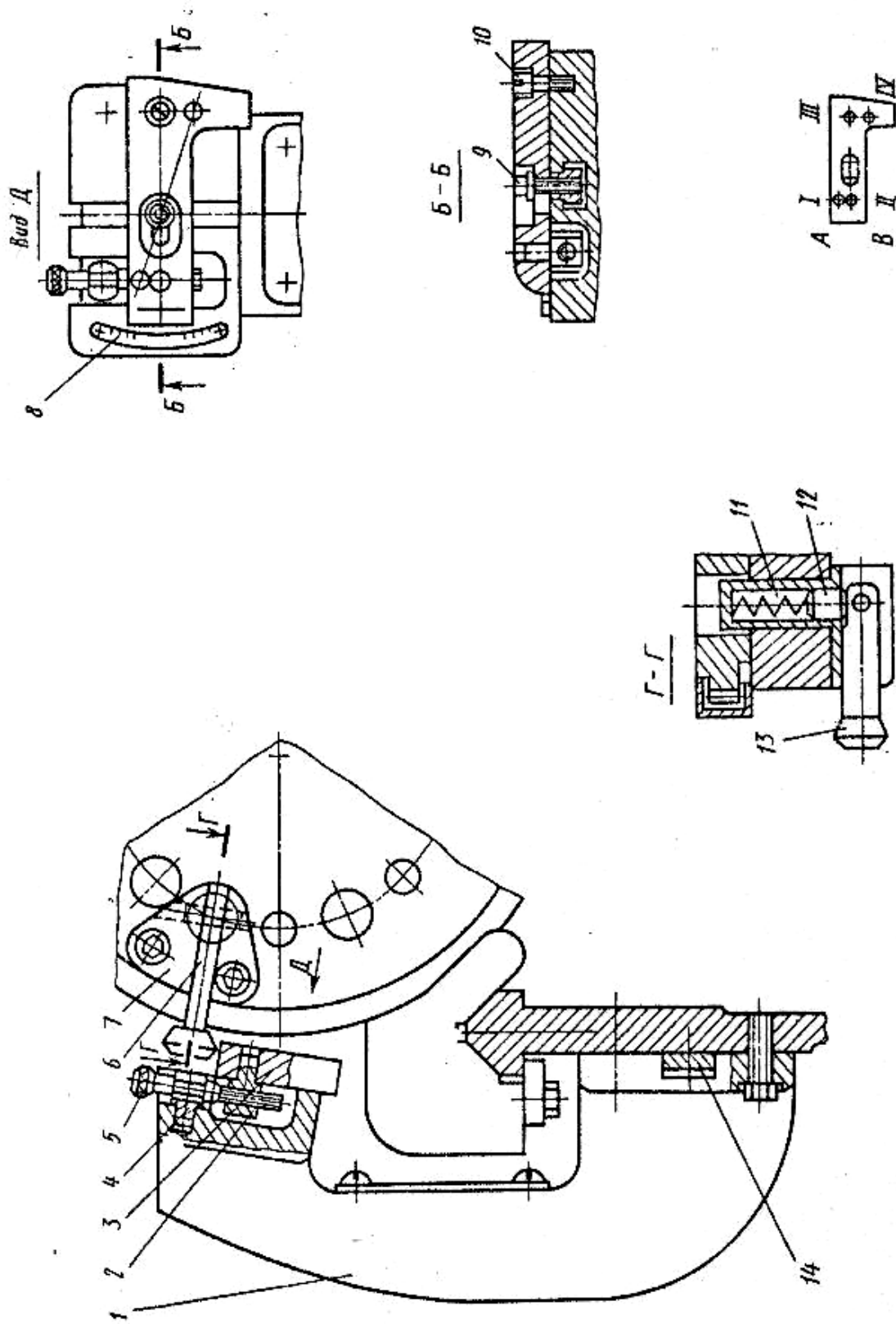


Рисунок 2.7 – Схема копировального пристрою

Порядок налагодження встановлюється технологічним процесом обробки заданої деталі.

При одночасній обробці декількома інструментами не рекомендується поєднувати чорнові і чистові переходи (зенкерування і розвертання, чорнове обточування і чистове розточування і т. п.).

Для раціонального використання револьверної головки можливо обладнати її допоміжним, дублюючим, комплектом інструментів, що дозволяє повторити цикл обробки за один повний оберт головки.

Схема налагодження токарно-револьверного верстату моделі 1К341 для одночасного виготовлення з одного прутка двох різних деталей представлена на рисунку 2.8.

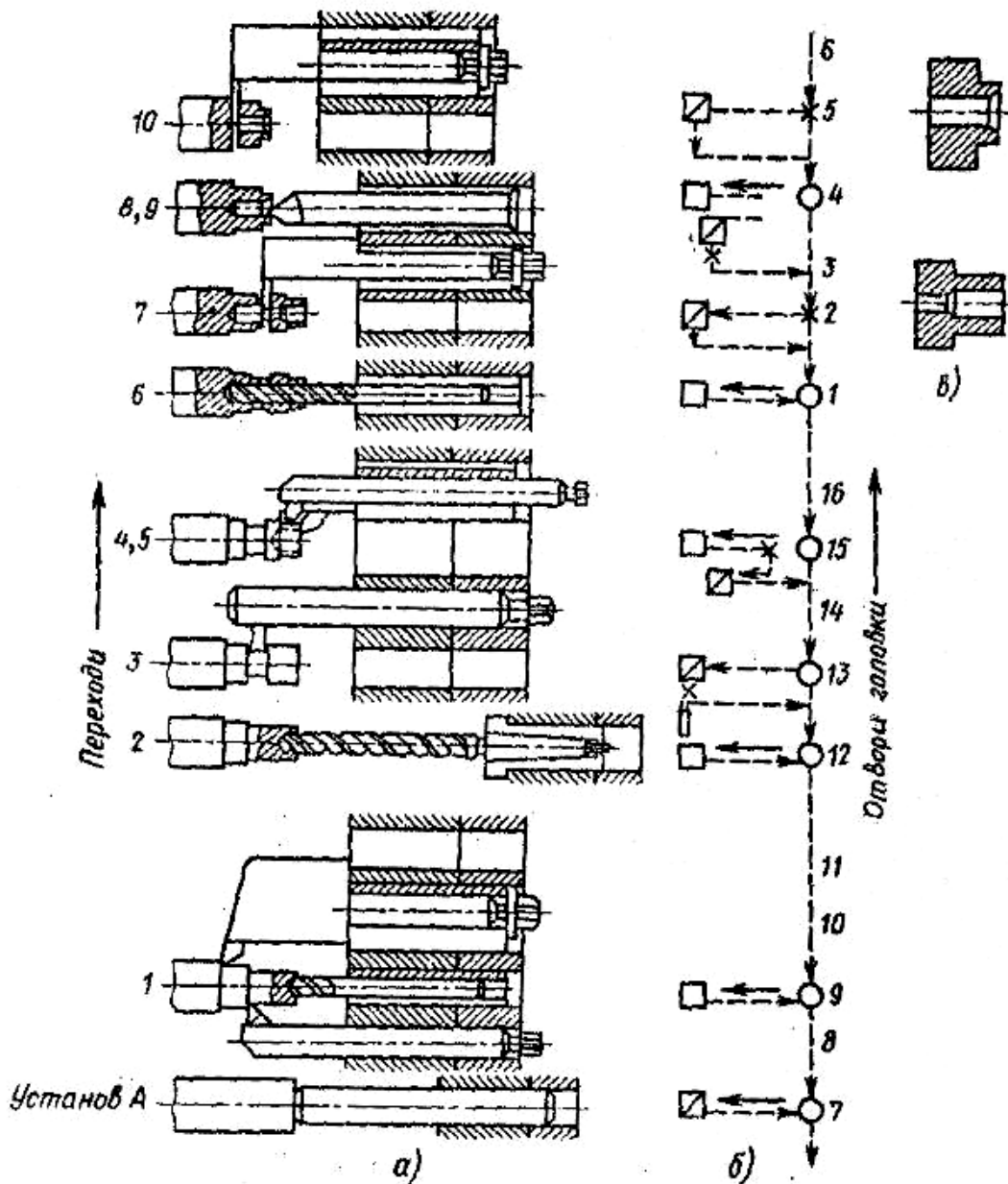


Рисунок 2.8 – Схема налагодження токарно-револьверного верстату моделі 1К341

2.4 Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу виконують в такій послідовності:

- 1) Отримати від викладача індивідуальне завдання.
- 2) Ознайомитися з загальним влаштуванням, кінематичною схемою верстату, правилами з техніки безпеки при роботі на токарно-револьверних верстаках.
- 3) Скласти перелік різців і тримачів, необхідних для обробки заданої деталі, на основі існуючої операційної карти.
- 4) Вставити різці в тримачі і закріпити їх гвинтами.
- 5) Встановити підготовлені тримачі з інструментом до револьверної головки у відповідності до схеми обробки.
- 6) Заправити пруток матеріалу в шпindelь верстату.
- 7) Відрегулювати взаємне розташування інструменту в револьверній головці за зразковою деталлю.
- 8) Відрегулювати поздовжні і поперечні упори верстату.
- 9) Встановити пересувні кулачки командоапарату в положення, що відповідають режимам різання, вказаним в операційній карті для кожного технологічного переходу.
- 10) Пред'явити викладачеві або лаборантові виконане налагодження верстату.
- 11) Обробити декілька деталей, виконуючи остаточне налагодження верстату на перших 2...3 деталях.

2.5 Зміст звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- 1) Назва роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Обладнання, пристосування, інструменти, наочні приладдя.
- 4) Теоретичні відомості:
 - а) призначення верстату, основні частини і органи керування;
 - б) кінематична схема верстату;
 - в) основні кінематичні ланцюги.
- 5) Методика виконання роботи.
- 6) Ескіз деталі з розмірами і позначеннями поверхні обробки.
- 7) Схема налагодження з коротким її описом.
- 8) Висновки по роботі.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

НАЛАГОДЖЕННЯ ТОКАРНОГО БАГАТОШПИНДЕЛЬНОГО НАПІВАВТОМАТА МОДЕЛІ 1А240П-6

3.1 Мета роботи

Мета роботи лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Заглибити теоретичні знання по налагодженню токарних автоматів і напівавтоматів.
- 2) Вивчити токарний багатошпиндельний напівавтомат моделі 1А240П-6 і отримати практичні навички по налагодженню токарних автоматів.

3.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Токарний 6-шпиндельний напівавтомат моделі 1А240П-6.
- 2) Комплекти змінних зубчастих коліс.
- 3) Комплекти ключів.
- 4) Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр.
- 5) Заготовки.

3.3 Теоретичні відомості

3.3.1 Зміст роботи

- 1) Вивчення кінематики, компоновання і керування верстатом.
- 2) Вивчення і аналіз креслення оброблюваної деталі, складання плану послідовності обробки по позиціям.
- 3) Розробка плану і партії обробки.
- 4) Настроювання верстата на задану деталь.
- 5) Перевірка правильності налагодження верстата.
- 6) Виготовлення однієї або двох деталей.
- 7) Контроль виготовлених деталей.
- 8) Підналагодження верстата.

3.3.2 Скорочена технічна характеристика токарного багатошпиндельного напівавтомату 1А240П-6

Найбільший діаметр обробки, мм:

над шпиндельним супортом	130
над поперечним супортом	150
Довжина ходу поздовжнього супорту, мм	160

Довжина ходу поперечних супортів, мм:	
№ 1 – 3	40
№ 4, 5	65
Межі частот обертання шпинделя, об/хв.	80 – 1610
Час холостого ходу, сек.	2,67
Потужність головного електродвигуна, кВт	20

3.3.3 Призначення і область застосування верстата

Горизонтальний багатошпindelний токарний автомат призначений для виготовлення деталей з штучних заготовок (поковок, штапков, відливок, відрізів, прокатів) в умовах масового, багатосерійного і серійного виробництва.

На верстаті виконуються обточування по зовнішньому діаметру, свердління, розвертування, точіння канавок, обробка фасонних і конічних поверхонь.

В п'яти робочих позиціях одночасно оброблюються п'ять заготовок, які закріплено в патронах шпindelів.

Шпindelний барабан періодично повертається на кут 60° і кожний з шпindelів з заготовкою переходить в наступну позицію обробки. Зняття готових деталей відбувається в поз. VI – завантажувальній, там і встановлюється нова заготовка.

Кожна з п'яти робочих позицій обслуговується окремим поперечним супортом. Поздовжній супорт одночасно обслуговує всі шість позицій. На поздовжньому супорті в поз. II – VI можуть бути встановлені інструментальні шпindelі (для мітчиків, свердла, розверток і т.д.) з незалежною від робочих шпindelів частотою обертання.

Регулювання величини робочого ходу поздовжнього і поперечного супортів від нуля до максимуму – безступінчате, без зміни кулачків.

Настроювання частот обертання шпинделя верстата, інструментальних шпindelів й привода подач виконуються змінними шестернями. Затиск деталі – гідромеханічний.

3.3.4 Кінематична схема верстата

3.3.4.1 Основні механізми і рухи верстата

Кінематична схема верстата наведена на рисунку 3.1.

З лівого боку станини на передньому стояку встановлений шпindelний блок 2 із шістьма шпindelями XXII. Праворуч розташований задній стояк, який з'єднаний з переднім стояком траверсою і утворює жорстку раму. В середині рами розташовані затискні патрони для оброблюваного матеріала, поперечні і поздовжній супорт 27 для встановлення на них різноманітних інструментів і пристроїв. Кожна позиція шпindelів обслуговується поздовжнім та поперечним супортами. Дві верхні позиції можуть оснащуватись додатковими пристроями, що мають незалежну подачу. В п'яти позиціях

поздовжнього супорта можуть бути встановлені пристрої для свердел, розверток, різьбових плашок та ін.

Робочий хід поперечних супортів, мм	22
Час обробки однієї деталі, с	6 – 215
Час виконання неробочих ходів, с	2,7

Основні механізми і рухи в автоматі. З лівого боку станини на передньому стояку встановлений шпindelний блок 2 (рисунок 3.1) із шістьма шпindelями ХХІІ. Праворуч розташований задній стояк, який з'єднаний з переднім стояком траверсою і утворює жорстку раму. В середині рами розташовані затиस्कні патрони для оброблюваного матеріалу, поперечні і поздовжній супорт 27 для встановлення на них різноманітних інструментів і пристроїв. Оброблювані прутки підтримуються барабаном 3 з напрямними трубами. Кожна позиція шпindelів обслуговується поздовжнім та поперечним супортами. Дві верхні позиції можуть оснащуватись додатковими пристроями, що мають незалежну подачу. В п'яти позиціях поздовжнього супорта можуть бути встановлені пристрої для свердел, розверток, різьбових плашок та ін.

Аналіз кінематичної схеми автомата

Ланцюг головного руху. Рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання вала електродвигуна М1 і шпindelів ХХІІ. Розрахункові рухи: $n_{M1} \rightarrow n_{um}$. Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$1450 \frac{230}{330} \frac{48}{57} \frac{a}{b} \frac{c}{d} \frac{48}{36} = n_{um} \quad (3.1)$$

Ланцюги обертання розподільного вала:

а) при робочій подачі рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання вала електродвигуна М1 і розподільного вала ХІІІ при увімкненій муфті 21.

Рівняння кінематичного балансу:

$$1450 \frac{230}{330} \frac{48}{57} \frac{a}{b} \frac{c}{d} \frac{32}{65} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{47}{63} \frac{22}{22} \frac{28}{67} \frac{1}{42} = n_{p.v.роб.} \quad (3.2)$$

б) при неробочих ходах рухи кінцевих ланок аналогічні попередньому ланцюгу при увімкненій муфті 28 і вимкненій муфті 13.

Рівняння кінематичного балансу:

$$1450 \frac{230}{330} \frac{29}{20} \frac{28}{67} \frac{1}{42} = n_{p.v.нероб.} \quad (3.3)$$

в) при налагодженні автомата рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання вала електродвигуна М2 і розподільного вала – ХІІІ при увімкненій муфті 13.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$950 \frac{16}{46} \frac{46}{47} \frac{28}{67} \frac{1}{42} = n_{p.v.налаг.} \quad (3.4)$$

При вмиканні муфт 28 або 21 муфта 13 вимикається, а гальмівна муфта 20 вмикається.

За час виготовлення деталі розподільний вал XIII автомата здійснить один оберт, при цьому поворот на 215° відбувається швидко (неробочі ходи). Під час швидкого обертання здійснюються усі допоміжні рухи механізмів, а саме: швидке відведення усіх супортів; розтискання прутка; подача прутка до упора; затискання прутка і відведення упора у вихідне положення; розфіксація шпиндельного блока; поворот шпиндельного блока на одну або дві позиції залежно від способу обробки (послідовного або паралельно-послідовного); фіксація шпиндельного блока; швидке підведення супортів.

Після закінчення швидкого підведення супортів розподільний вал починає обертатись повільніше, зі швидкістю робочого обертання.

Перемикання електромагнітних муфт 28, 13, 21 здійснюється командоапаратом 12.

Рухи подачі і неробочих ходів поперечних супортів здійснюються від кулачків 8 і 10, які встановлені на розподільних валах XIII і XIV.

Поздовжній супорт 27 – це шестигранник, який пересувається по циліндричній напрямній, яка прикріплена до корпусу блока шпинделів. На кожній із граней супорта можуть бути встановлені інструментальні шпинделі. Повзун 25 супорта ковзає по напрямній 24, яка закріплена на траверсі станини, що запобігає повертанню супорта на циліндричній напрямній 26. Супорт 27 з'єднаний через штангу 23, важіль 22 і тягу 18 з переставним каменем 17, який встановлений в пазу куліси 16. На барабані 14 зроблені канавки робочого 15 і швидкого 19 ходів супорта. Камінь 17 переставляється при налагодженні куліси і закріплюється в положенні, яке відповідає потрібному робочому ходу супорта.

Привод пристроїв з незалежною подачею. До цих пристроїв відносяться інструментальні шпинделі для свердел, розверток, різьбонарізувальних інструментів та ін., які встановлюються при необхідності у чотирьох верхніх позиціях поздовжнього супорта 27. Вони отримують рухи подач за допомогою кулачків барабана 11 незалежно від поздовжнього супорта.

Пристрій швидкого свердління і розвертання. Свердлильний шпиндель XIX встановлюється на поздовжньому супорті 27 і, обертаючись в напрямку, протилежному шпинделю заготовки, забезпечує підвищення швидкості різання при обробці отворів малого діаметра.

Рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання шпинделя заготовки XXII і свердлильного шпинделя XIX. Розрахункові рухи $n_{ун} \rightarrow n_{св.}$

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ун} = \frac{36}{48} \frac{60}{30} \frac{40}{S} = n_{св.}, \quad (3.5)$$

де S – кількість зубців змінного колеса ланцюга обертання швидкосвердлильного шпинделя.

Звідси

$$n_{св.} = \frac{60}{S} n_{ун}. \quad (3.6)$$

Відносна частота обертання заготовки і свердлильного шпинделя

$$n_{від.} = n_{ун.} + n_{св} = n_{ун.} + \frac{60}{S} n_{ун.} = n_{ун.} \left(1 + \frac{60}{S} \right) \quad (3.7)$$

При розвертанні швидкість різання має бути значно меншою, ніж при точінні, тому шпиндель розвертки має обертатися в той же бік, що і заготовка, але з меншою частотою.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ун.} = \frac{36}{48} \frac{60}{25} \frac{25}{30} \frac{30}{p} = n_{роз.}, \quad (3.8)$$

де p – кількість зубців змінного колеса ланцюга обертання шпинделя розвертки.

Звідси
$$n_{роз.} = 45 n_{ун.} / p \quad (3.9)$$

Відносна частота обертання заготовки і шпинделя розвертки:

$$n_{від.} = n_{ун.} - n_{роз.} = n_{ун.} - \frac{45}{p} n_{ун.} = n_{ун.} \left(1 - \frac{45}{p} \right) \quad (3.10)$$

Пристрій для нарізування різьби.

Різьбонарізні операції виконуються головками, що самі відкриваються, або з використанням методу обгону, що допомагає обійтись без реверсування шпинделя заготовки. Суть методу полягає в тому, що заготовка і інструмент обертаються в один бік, але відносна швидкість їх обертання різна: швидкість обертання заготовки постійна, а інструмента — змінюється. При нарізуванні різьби інструмент обертається повільніше від заготовки і остання буде вгвинчуватись в інструмент. При вигвинчуванні інструмента різьбонарізний шпиндель обертається швидше за обертання заготовки.

Нарізування правої різьби відбувається при вмиканні муфти 29. Рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання шпинделя XXII заготовки і шпинделя інструмента XIX. Розрахункові рухи: $n_{ун.} \rightarrow n_{нар.}$

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ун.} \frac{36}{48} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \frac{39}{52} \frac{52}{57} \frac{60}{46} = n_{нар.} \quad (3.11)$$

Звідси формула настроювання

$$\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{n_{нар.}}{n_{ун.} \cdot 0,67}, \quad (3.12)$$

де $n_{нар.}$ – частота обертання різьбонарізного шпинделя при нарізуванні різьби, хв^{-1} .

Відносна частота обертання заготовки і різьбонарізного інструмента:

$$n_{\text{від.}} = n_{\text{шт.}} - n_{\text{нар.}} = n_{\text{шт.}} - n_{\text{шт.}} \cdot 0,67 \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = n_{\text{шт.}} \left(1 - 0,67 \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \right) \quad (3.13)$$

Для вигвинчування різального інструмента (мітчика або плашки) з деталі після закінчення нарізування різьби вмикається муфта 30.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{\text{шт.}} \frac{36}{48} \frac{a_2}{b_2} \frac{52}{57} \frac{60}{46} = n_{\text{виг.}} \quad (3.14)$$

Звідси
$$n_{\text{виг.}} = 0,895 \frac{a_2}{b_2} n_{\text{шт.}}, \quad (3.15)$$

де $n_{\text{шт.}}$ – частота обертання різьбонарізного шпинделя при вигвинчуванні інструмента, хв^{-1} . Відносна частота обертання нарізуваної деталі і різального інструмента:

$$n_{\text{від.}} = n_{\text{шт.}} - n_{\text{виг.}} = n_{\text{шт.}} - n_{\text{шт.}} \cdot 0,895 \frac{a_2}{b_2} = n_{\text{шт.}} \left(1 - 0,895 \frac{a_2}{b_2} \right). \quad (3.16)$$

Передавальне відношення змінних зубчастих коліс підбирають так, щоб $0,895 \frac{a_2}{b_2} > 1$. Отже, відносну частоту обертання отримуємо зі знаком мінус. При цьому різьбонарізний шпиндель обертається швидше ніж шпиндель з деталлю, на якій нарізана різьба, що і необхідно для вигвинчування інструмента.

Поворот блока шпинделів здійснюється під час холостого обертання розподільного вала XIII, на якому закріплений важіль 5 з кривошипним пальцем, що повертає мальтійський диск 6 на 1/4 оберта і далі через зубчасті передачі 60/50, 80 /144 рух передається на шпиндельний блок 2. Отже, шпиндель-

ний блок повертається на $1/6$ оберта, тобто $\frac{1}{4} \frac{60}{50} \frac{80}{144} = \frac{1}{6}$. Перед поворо-

том шпиндельного блока відбувається його розфіксація від кулачка 7, а також підйом на роликах над постійними опорами на величину 0,3...0,4 мм для запобігання спрацювання опорних поверхонь. Одночасно зі шпиндельним блоком 2 повертається на 1/6 оберта барабан 3 з напрямними трубами за допомогою

кінематичного ланцюга: $\frac{1}{6} \frac{144}{24} \frac{24}{144} = \frac{1}{6}$.

Командоапарат 12 здійснює вмикання робочого і неробочого обертання розподільного вала XIII, реверс інструментальних шпинделів, контроль наявності прутка і інші керуючі і блокуючі функції і отримує обертання від розподільного вала XII через зубчасті передачі 65/65, 65/65, 65/65.

Конічне зубчасте колесо $Z=60$ на розподільному валу XIII передає рух на пал XV, а далі на механізм циклопоказчика (на схемі не зображений).

Механізм подачі і затискання прутка приводиться в дію барабаном 4 з кулачками. Кулачок 9 керує відкидним упором, до якого подається пруток. Електродвигун М3 приводить в рух помпу змащування автомата. Електродвигун М4 через черв'ячну передачу приводить в обертання шнек 1 транспортування стружки.

3.3.4.2 Спрощена схема

Спрощена кінематична схема наведена на рисунку 3.2.

а) Привод головного руху. Від головного електродвигуна M_1 рух передається через клинопасову передачу приводному валу і далі через шестерні 38, 60 і змінні шестерні А, Б, В, Г - центральному валу на лівому кінці якого знаходиться центральна приводна шестерня 45, зчеплена з шестернями 40, які встановлені на шпинделях. Рівняння кінематичного балансу привода головного руху, об/хв.:

$$N_{ун} = 1450 \cdot \frac{230}{330} \cdot 0,98 \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{B}{Г} \cdot \frac{45}{40}. \quad (3.17)$$

б) Привод робочого обертання центрального розподільчого валу (ЦРВ). Від центрального приводного вала робоче обертання передається ЦРВ через шестерні 28/61 змінні зубчасті колеса К, Л, Н, М, шестерні 47, 63, електромагнітну муфту 6ЭМ, шестерні 22, 22, 28, 67 і черв'ячну передачу 1/42.

Для виконання допоміжних рухів (прискорений підвід супортів до оброблюваної деталі, розфіксація і фіксація шпиндельного барабану, поворот шпиндельного барабана в наступну позицію, прискорений підвід інструментів до оброблюваної деталі) вмикається муфта 4ЭМ. В цьому випадку рух від головного електродвигуна до ЦРВ передається по кінематичному ланцюгу, хв.⁻¹:

$$N_{ц.р.в.} = 1450 \cdot \frac{230}{330} \cdot \frac{31}{28} \cdot (4ЭМ) \cdot \frac{28}{67} \cdot \frac{1}{42}. \quad (3.18)$$

Привод різьбонарізального інструментального шпинделя виконується від центрального приводного валу через суміжні шестерні Д, Е, Ж, З, електромагнітні муфти 1ЭМ і 2ЭМ (відповідно для нарізання і згвинчування), шестерні 39, 52, 52, 57, 56, 51.

3.4 Порядок виконання лабораторної роботи

Лабораторна робота виконується т такій послідовності:

1) Накреслюються ескізи деталі і заготовки

Ескіз деталі.

Ескіз заготовки.

Матеріал деталі СЧ 15-32.

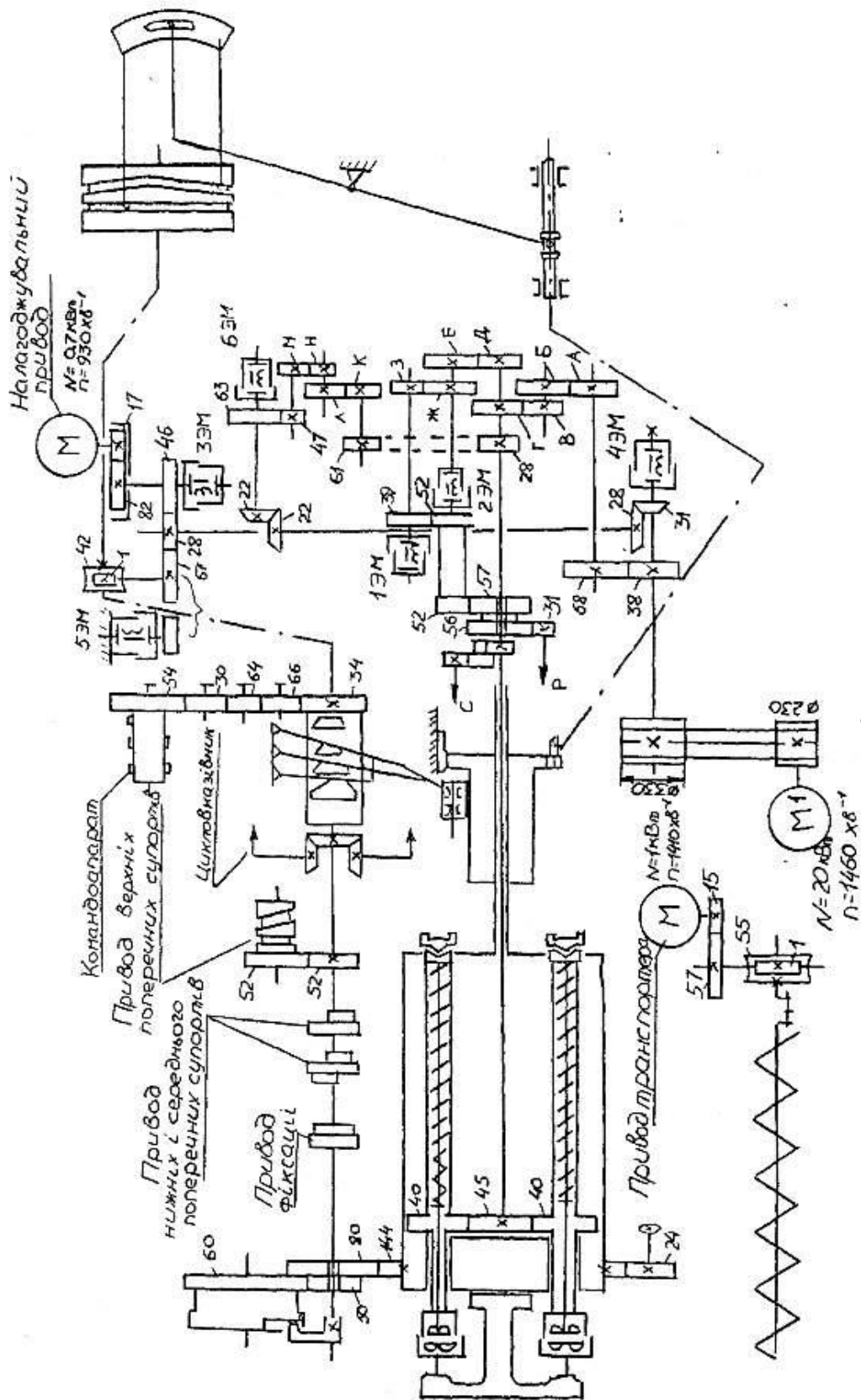


Рисунок 3.2 – Кінематична схема багатопшндельного напівавтомата

2) Складається план обробки деталі по позиціях

I
 II
 III
 IV
 V
 VI

3) Заповнюється карта налагодження верстата в такій послідовності

Приклад карти налагодження наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Карта налагодження

		Колеса						
		$\frac{A}{B} \frac{B}{G}$			$\frac{K}{L} \frac{H}{M}$			
Кут		Робочого ходу – 145°. Допоміжних ходів – 215°.						
Час		Робочого ходу $t =$						
		Допоміжних ходів = 2,56 с. Циклу $T =$						
Продуктивність		Теоретична						
		Фактична						
Ескіз переходу	Назва супорту	Назва переходу	Довжина обробки, мм	Швидкість різання, м/хв.	Кількість обертів шпинделя на переході, об/хв.	Подача, мм/об.	Потрібна кількість обертів на переході, об.	Хід супорта, мм.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Довжина обробки визначається як сума довжини оброблюваної поверхні і величини врізання і перебігу [11, с. 373...379].

Подача ріжучих інструментів для кожного переходу визначається з [11, с. 39, 40] в залежності від оброблюваного матеріалу ріжучого інструмента і заданої шорсткості обробки. При цьому в випадку наявності багатоінструментальної обробки, подача також, як і швидкість різання, буде визначатись лімітуючим інструментом, тобто інструментом, який допускає найменші величини подачі і швидкості різання.

Швидкість різання для кожного переходу визначається з [11, с. 44...65] в залежності від оброблюємого матеріалу, ріжучого інструмента, глибини різання

і подачі. В зв'язку з тим, що частота обертання шпинделем на всіх позиціях однакова, при розрахунку карти налагодження і розрахунку змінних зубчастих коліс А/Б*В/Г (приводу головного руху) необхідно визначити лімітуючу частоту обертання шпинделя верстата (крім переходів, зв'язаних з різьбонарізанням, розвертуванням і свердлінням, які мають індивідуальний привод від інструментальних шпинделів).

Частота обертання шпинделя на кожному переході:

$$n_{\text{шп}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{різ}}}{\pi \cdot D}, \quad (3.19)$$

де $V_{\text{різ}}$ – швидкість різання, м/хв. (вибирається з загальномашинобудівельних нормативів режимів різання);

D – діаметр обробки деталі на завданому переході.

Змінні шестерні коробки швидкостей А, Б, В, Г підбираються по таблиці 3.2 в залежності від найменшої кількості обертів (без переходів з інструментальними шпинделями).

Таблиця 3.2 – Дані для настроювання

Змінні шестерні		Частота обертання шпинделя	Змінні шестерні подачі			Кількість обертів шпинделя на 145° повороту розподільчого валу
А:Б	В:Г		Н:М	К	Л	
1	2	3	4	5	6	7
54:30	49:35	1610	27:57	26	58	675
49:35	52:32	1450		28	56	605
47:37	52:32	1310		30	54	545
45:39	49:35	1140		33	51	468
45:39	52:35	1030		35	49	423
39:45	49:32	900		37	47	384
39:45	49:35	780		40	44	332
37:47	49:35	705		42	42	302
35:49	49:35	640		44	40	274
37:47	45:39	580		47	37	238

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7
28:56	52:32	520	27:57	49	35	216
32:52	45:39	455		51	33	196
39:45	35:49	395		54	30	168
37:47	35:49	360		56	28	151
32:52	37:47	310	57:27	58	26	135
32:52	35:49	280		60	24	121
37:47	28:56	250		62	22	107
35:49	28:56	228		35	49	95
32:52	28:56	196		37	47	86
37:47	22:62	178		40	44	75
35:49	22:62	163		42	42	68
32:52	22:62	140		44	40	62
30:64	22:62	126		47	37	53
28:56	22:62	112		49	35	48
26:58	22:62	101		51	33	44
24:60	22:62	91		54	30	37
22:62	22:62	80		56	28	34
				58	26	30
				60	24	27
				62	22	24

Потрібна кількість обертів шпинделя на даний перехід визначається як частина від ділення довжини обробки на відповідну їй подачу:

$$n_{\text{номп}(145)} = \frac{L}{S}, \quad (3.20)$$

де L – довжина обробки (включаючи врізання і перебіг);

S – подача на даному переході.

З отриманих розрахунком (на всіх переходах) значень вибирається найбільше. По таблиці 3.2 уточнюють найближче з більших n_{145} , а також знаходять відповідні змінні зубчасті колеса приводу ЦРВ К, Л, Н і М.

Величину робочого ходу супорта, який знаходиться у позиції, по якій виб-

рано n_{145} , встановлюють рівній фактичній довжини обробки по карті налагодження.

Таким чином, щоб на кожному переході отримати потрібну подачу:

$$L_i = n_{145} * S_i, \quad (3.21)$$

де L_i – довжина ходу супорта на даному переході;

n_{145} – прийнята кількість обертів шпинделя за цикл в даному налагодженні;

S_i – подача на даному переході.

Розрахункова продуктивність визначається без врахування втрат часу, які пов'язані з обслуговуваннями та ремонтами:

$$Q_{теор} = \frac{3600}{T}, \quad (3.22)$$

де $Q_{теор}$ – теоретична продуктивність, шт/год.;

T – штучний час або час обробки однієї деталі (час циклу), с.

Час циклу дорівнює:

$$T = t_{роб.} + t_{доп.}, \quad (3.23)$$

де $t_{роб.}$ – час робочого ходу, с.;

$t_{доп.}$ – час швидких переміщень, с.

Час робочого ходу дорівнює:

$$t_{роб.} = 60 \frac{n_{145}}{n_{шп.}}, \quad (3.24)$$

Час швидких (допоміжних) переміщень приймається 2,56 с.

Фактична продуктивність залежить від коефіцієнту використання верстата и завжди менше одиниці (наприклад 0,85).

4) Виконується технологічне налагодження верстата по еталонній деталі

Еталонна деталь встановлюється в шпиндель верстата (VI – завантажувальна позиція). Супорти за допомогою налагоджувального привода переміщуються в крайнє робоче положення (положення закінчення обробки). В цьому положенні здійснюють установку і настроювання ріжучих інструментів на даній позиції. Після закінчення настроювання еталон разом зі шпинделем, в якому він закріплений, переводиться налагоджувальним приводом в наступну робочу позицію. Супорти підводяться в крайнє робоче положення і операція повторюється.

Аналогічні дії повторюються до повного налагодження верстата для обробки заготовки по прийнятому технологічному процесу.

5) Виконується контроль налагодження (в присутності викладача або учбового майстра) і виготовлення 1 – 2 деталей.

6) Контролюються виготовлені деталі

7) Виконуються підналагодження верстата для отримання необхідної точності розмірів виготовленої деталі.

3.5 Зміст звіту по лабораторній роботі

Звіт про лабораторну роботу повинен відповідати стандарту підприємства і вміщувати:

- 1) Найменування роботи.
- 2) Мету роботи.
- 3) Зміст роботи.
- 4) Ескізи деталі і заготовки.
- 5) Розрахунки кінематичних ланцюгів.
- 6) План і карта налагодження верстата.
- 7) Висновки про точність настроювання.

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВЕРСТАТИ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

4.1 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.

4.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20Ф3 з ЧПК 2Р22, заточувальний верстат з ЧПК моделі В3-208Ф3, оброблюючий центр моделі ІР320 ПМФ4.
- 2) Комплекти ключів.
- 3) Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр.
- 4) Заготовки різних габаритів.
- 5) Інструкції до верстатів.

4.3 Теоретичні відомості

4.3.1 Загальні відомості про верстати з ЧПК

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 копирів, 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 числовим програмним керуванням – 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 перебазування 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 робітникові 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 комбі-

новані.

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.

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

4.3.2.1 Призначення верстата

Верстат оснащений оперативним ПЧПК моделі “Електроніка НЦ-31”, встановлений на супорті верстата, що забезпечує зручність спостереження за переміщеннями ріжучого інструмента при введенні керуючої програми.

Цей верстат призначений для токарної обробки (у центрах та в патроні) зовнішніх та внутрішніх поверхонь деталей типу тіл обертання різної складності, а також для нарізування різьби.

Верстат застосовується в одиничному, дрібносерійному та середньосерійному виробництві.

4.3.2.2 Основні частини та органи керування верстата

Основні частини верстата (рисунок 4.1):

ОС – основа;

СТ – станина;

КР – каретка;

ЛОВ – ліва опора гвинта поздовжнього переміщення;

ШБ – шпиндельна бабка;

ЭД – електродвигун поздовжнього переміщення;

НО – нерухоме огородження;

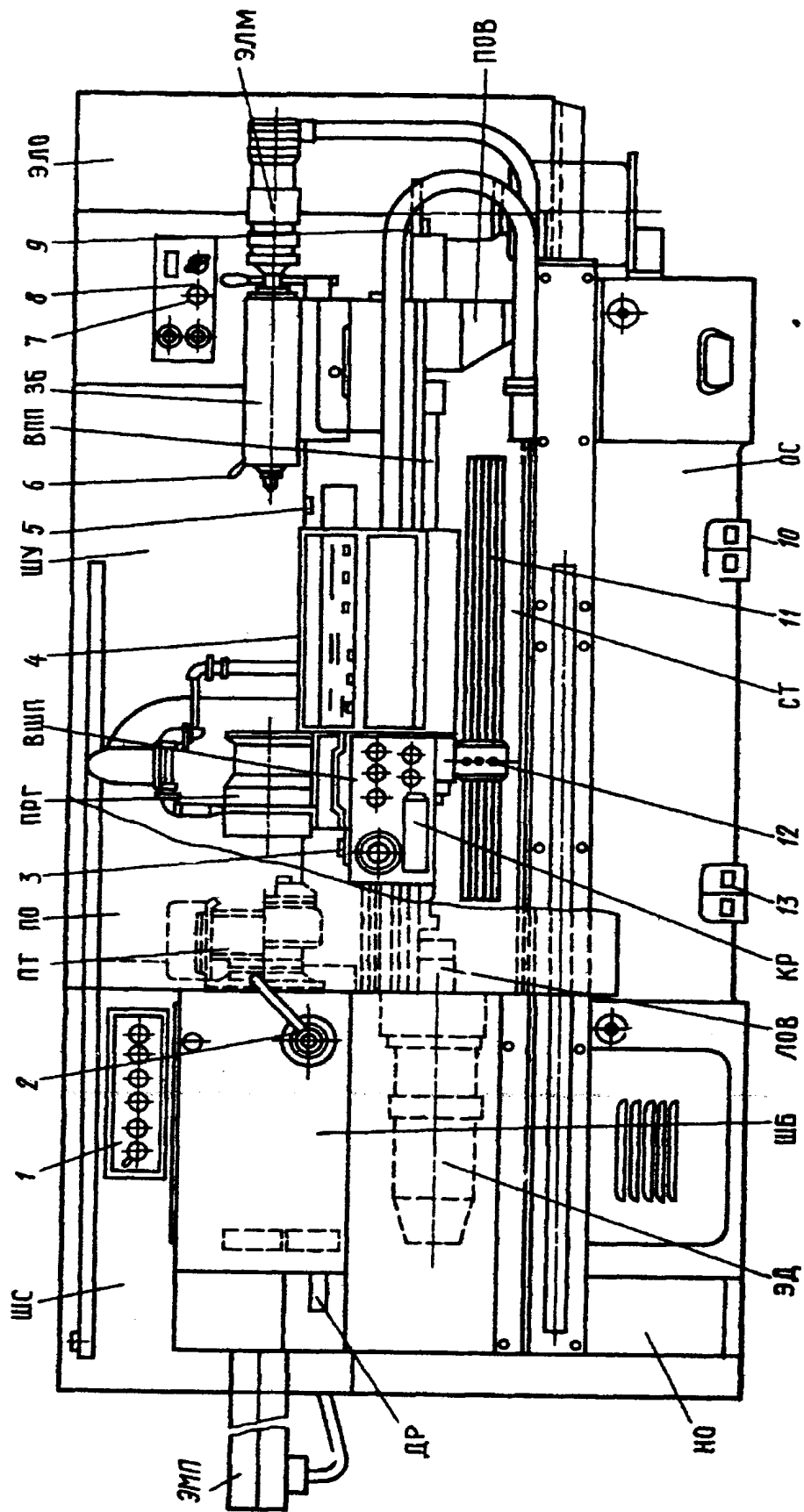


Рисунок 4.1 – Основні частини та органи керування токарного верстата моделі 16K20Ф3 з ЧПК 2P22

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 шпинделя;
- 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).

4.3.2.3 Технічна характеристика верстата

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:

при установці над станиною	400
при установці над супортом	215

Найбільша довжина обробки, мм

900

Діаметр отвору в шпинделі, мм

53

Частота обертання шпинделя, об/хв.

22,4–2240

Максимальна робоча подача, мм/хв:

поздовжня	2000
поперечна	1000

Швидкість швидких переміщень, мм/хв:

поздовжніх	6000
поперечних	5000

Дискретність переміщень, мм:

поздовжніх	0,01
поперечних	0,005
Крок нарізаємої різьби, мм	0,01–40,959
Кількість позицій револьверної голівки	6
Потужність головного електродвигуна, кВт	11

4.3.3 Багатоцільовий горизонтальний верстат моделі IP-320 ПМФ4

4.3.3.1 Призначення верстата

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

4.3.3.2 Основні частини та органи керування верстата

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). Гідротехнічне пневмообладнання 1, електроустаткування та ПЧПК, які змонтовані на загальній основі 2.

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).

4.3.3.3 Технічна характеристика верстата

Розміри (довжина x ширина) робочої поверхні столу, мм	320x320
Частота обертання столу, об/хв.	200
Конус для кріплення інструмента	ISO 40
Частота обертання шпинделя, об/хв.	13–5000
Потужність головного електродвигуна, кВт	7,5
Найбільше переміщення, мм:	
полозків столу (вісь X)	400
шпиндельної бабки (вісь Y)	360
повзуна поздовжнього (вісь Z)	400

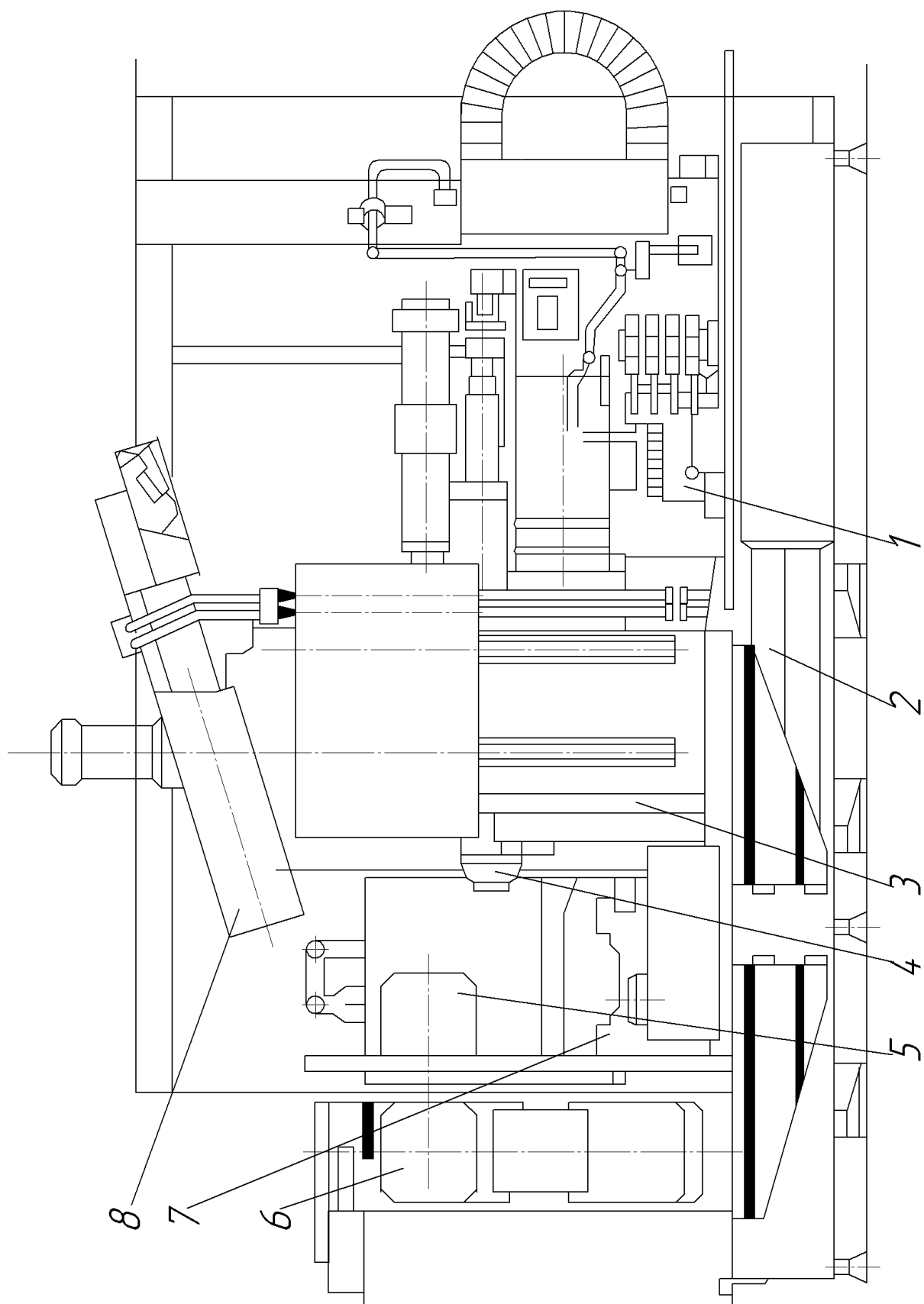


Рисунок 4.2 – Загальний вид верстата моделі ІР320ПМФ4

Швидкість швидких переміщень, мм/хв.	10000
лінійного, мкм	5
кутового, кутові секунд	5
Подача столу шпindelьної бабки, мм/хв.	1–3200
Кількість інструментів у магазині	36
Точність позиціювання:	
Найбільший діаметр інструментів, які розташовані поруч, мм	125
Найбільший діаметр інструмента (при встановленні через гніздо), мм	150
Найбільша довжина інструмента (від торця шпindelя), мм	220
Час зміни інструмента, с	14
Найбільша маса інструмента, кг	10
Кількість ПС у накопичувачі	4
Час зміни ПС, с	45
Габарит (довжина x ширина x висота) верстата, мм	3840x2300x2500
Маса верстата (без електрообладнання, ПЧПК, гідростанції та системи подачі ЗОР), кг	8000

4.4 Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу виконують в такій послідовності:

- 1) Вивчити будову та органи керування верстатів.
- 2) Ознайомитись з налагодженням верстатів на обробку заданої деталі.
- 3) Скласти звіт про виконану роботу.

4.5 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен мати наступні розділи:

- 1) Назва лабораторної роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Обладнання, пристрої, інструменти.
- 4) Теоретичні відомості.
- 5) Порядок виконання роботи.
- 6) Результати розрахунків згідно завдання, яке надано викладачем.

5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ОЗНАЙОМЛЕННЯ З УНІВЕРСАЛЬНО-ЗАТОЧУВАЛЬНИМ НАПІВАВТОМАТОМ З ЧПК МОДЕЛІ ВЗ - 208 - ФЗ

5.1 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.

5.2 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).

5.3 Теоретичні відомості

5.3.1 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.

Основні частини верстату (рисунок 5.1, 5.2):

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

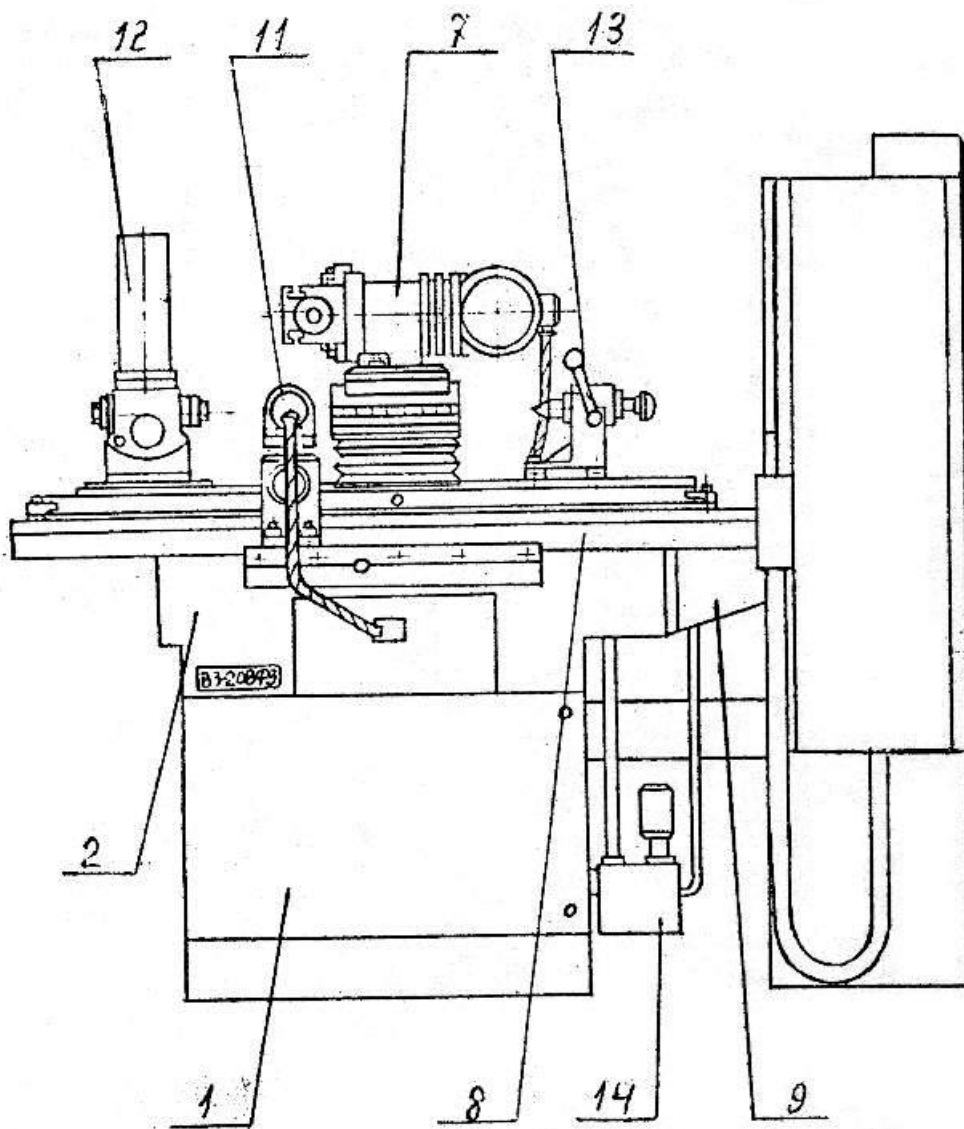


Рисунок 5.1 – Основні частини універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі В3-208-ФЗ (вигляд з переду)

- 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 електрошафі;
- 17 – електрообладнання пульта керування;
- 18 – електрообладнання пульта переносного;
- 19 – короб;
- 20 – електрошафа;
- 21 – короб;
- 22 – ЧПК.

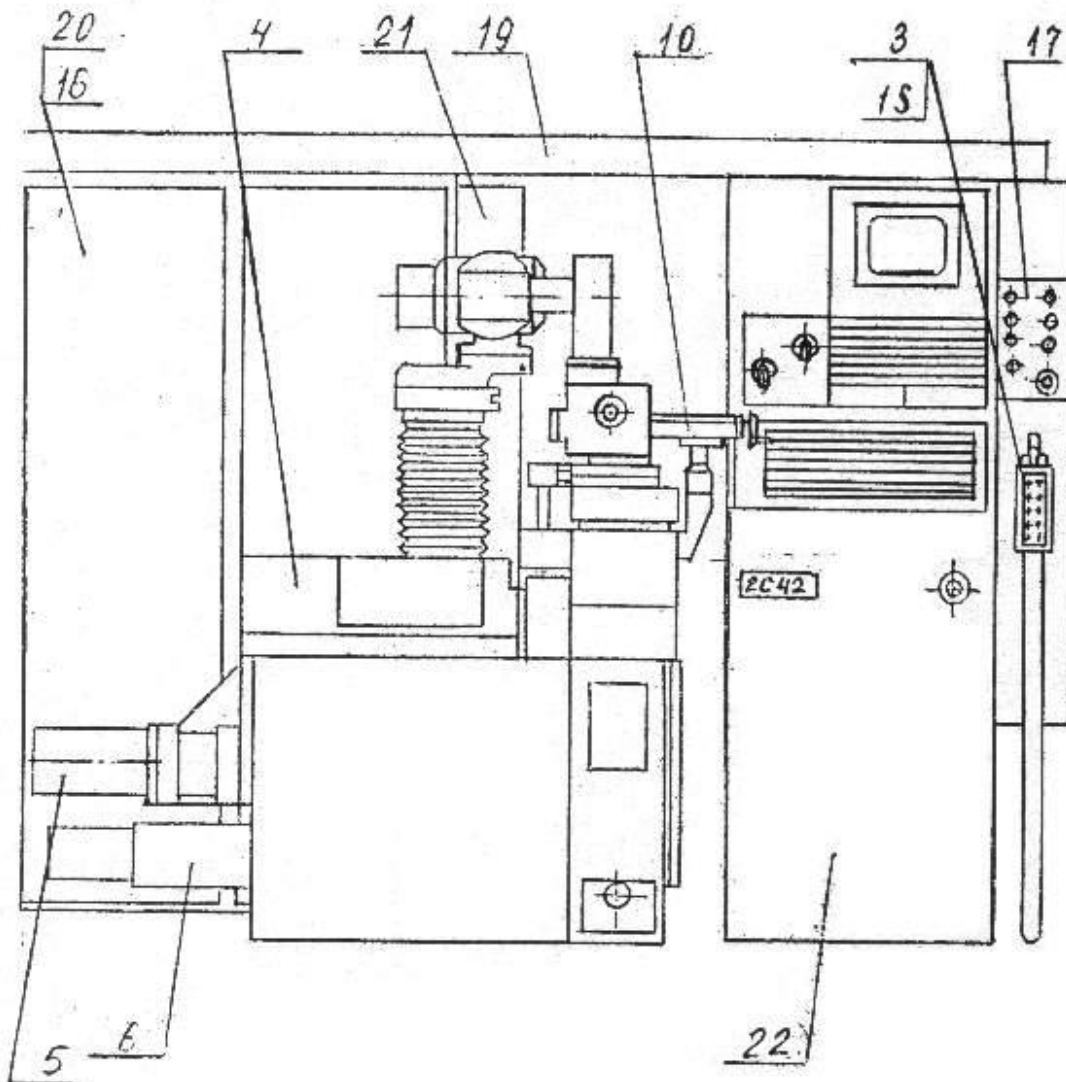


Рисунок 5.2 – Основні частини універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі В3-208-Ф3 (вигляд з боку)

Органи керування (рисунок 5.3, 5.4, 5.5):

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

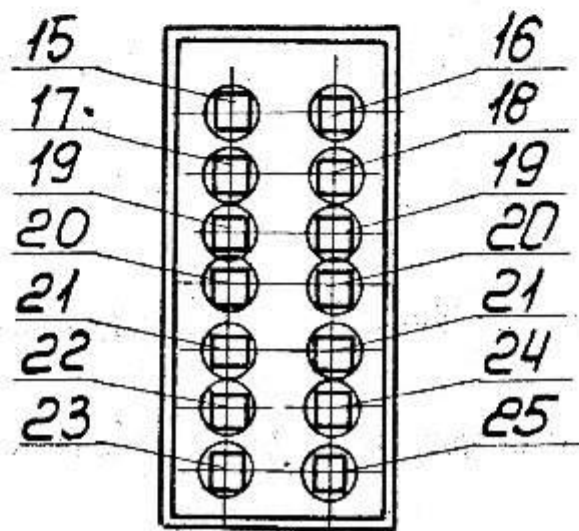
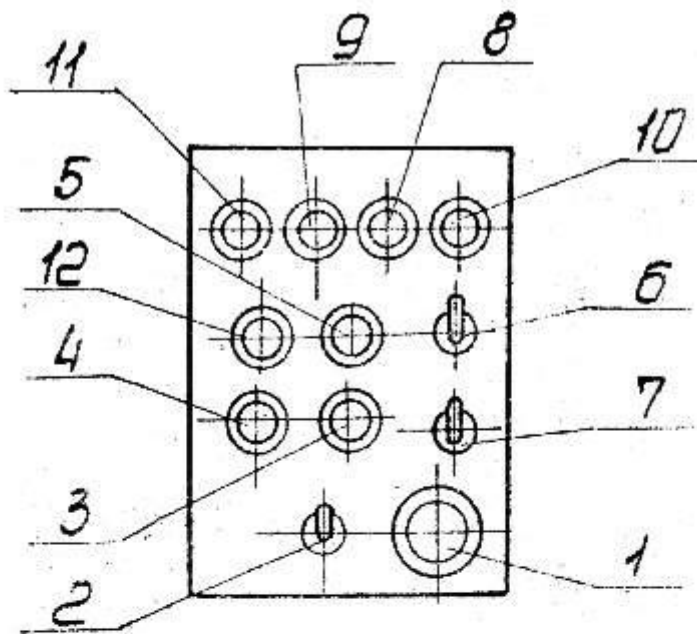


Рисунок 5.3 – Органи керування (пульти керування) універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ

- 17 – кнопка відпрацювання переміщення по координаті Z;
- 18 – кнопка відпрацювання переміщення по координаті А;
- 19 – кнопка швидкого переміщення по координатам X, Y, Z, А;
- 20 – кнопка повільного переміщення по координатах X, Y, Z, А;
- 21 – кнопка поштового переміщення по координатах X, Y, Z, А;
- 22 – кнопка відпрацювання програми;
- 23 – кнопка переривання програми;

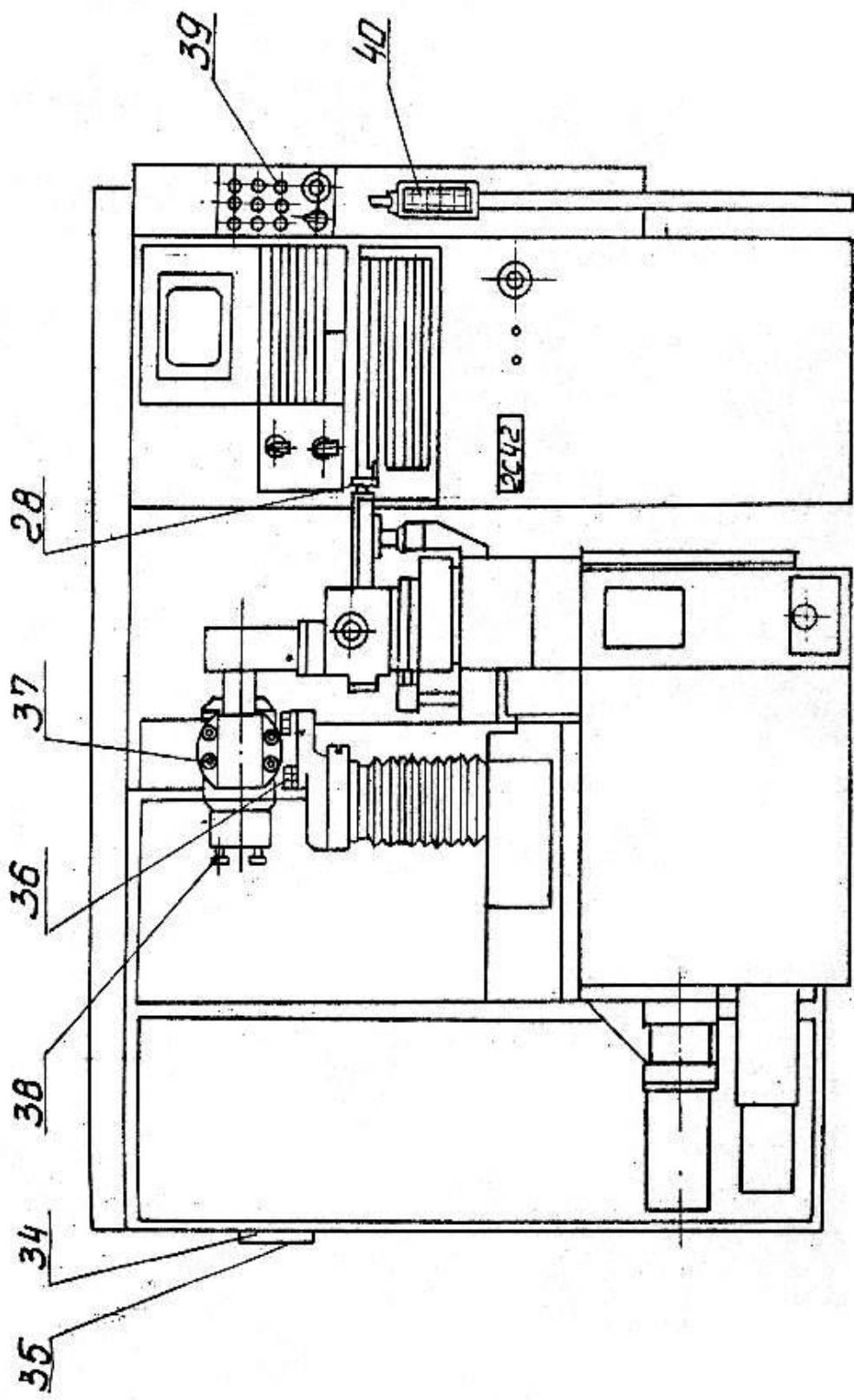


Рисунок 5.4 – Органи керування універсально-загочувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ (вигляд з боку)

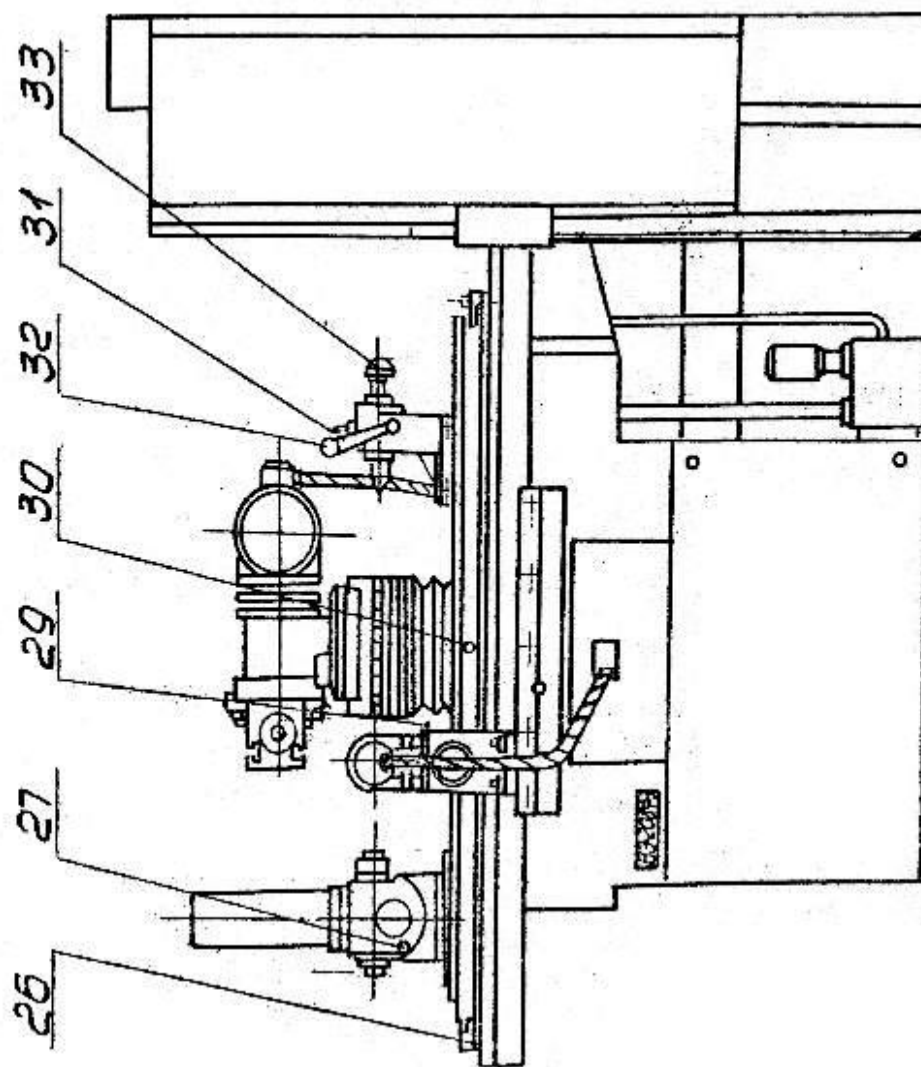


Рисунок 5.5 – Органи керування універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ (вид з переду)

- 24 – кнопка переводу 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.

5.3.2 Технічна характеристика верстата

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

Тип2С42
 Число керуючих координат (всього / одночасно) 4/3
 Цифрова індикація положення
 Задавання програмипреднабором з пульта керування, з перфоленти

Габарити та маса напівавтомата

Габаритні розміри, мм:

довжина 2780
 ширина 2350
 висота 1854
 Маса, не більше, кг 1300

5.3.3 Кінематика верстата

Схема кінематична принципова (дивись рисунок 5.6, 5.7) універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ забезпечує наступні переміщення робочих органів:

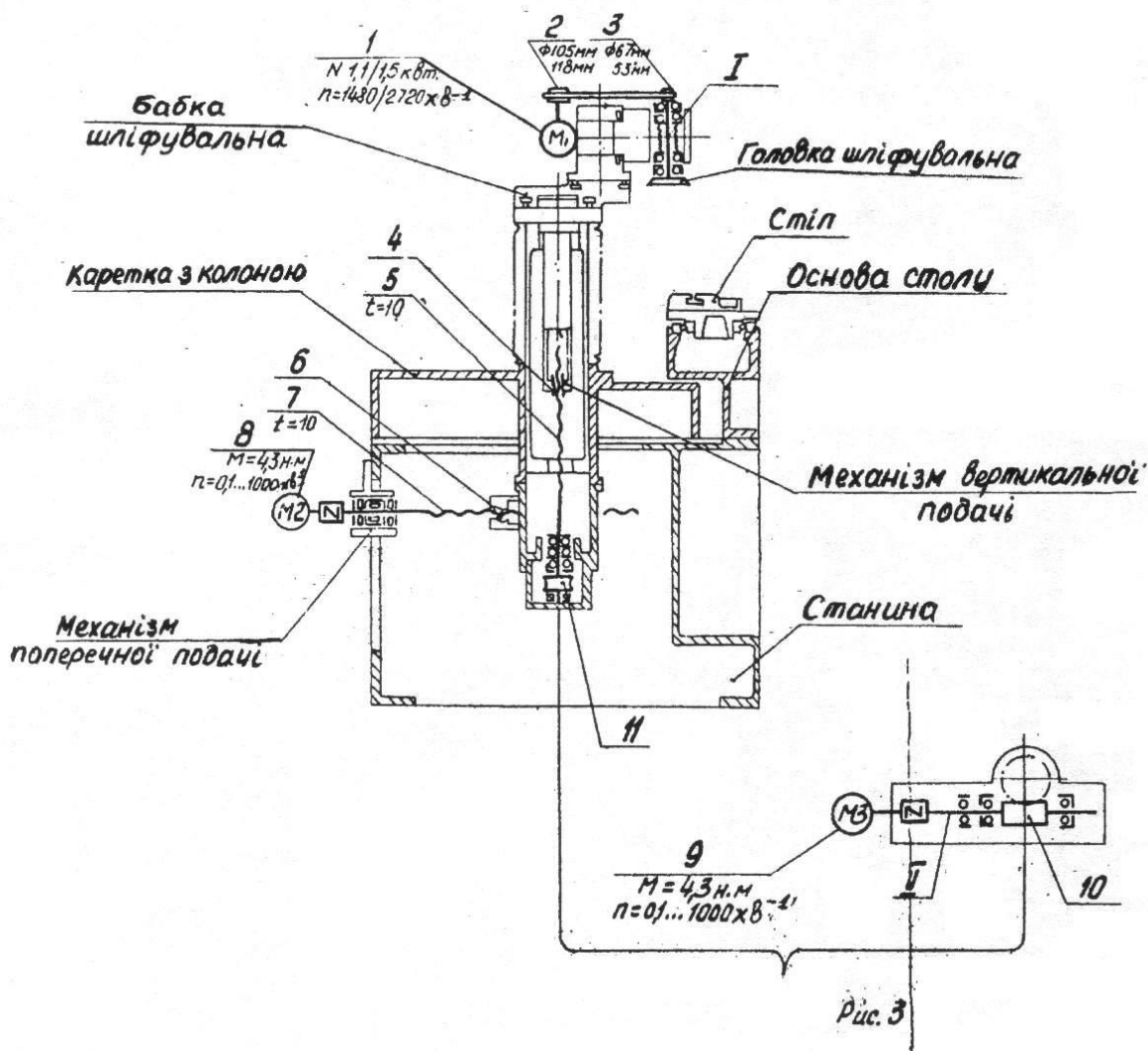


Рисунок 5.6 – Кінематична схема універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ (вигляд з боку)

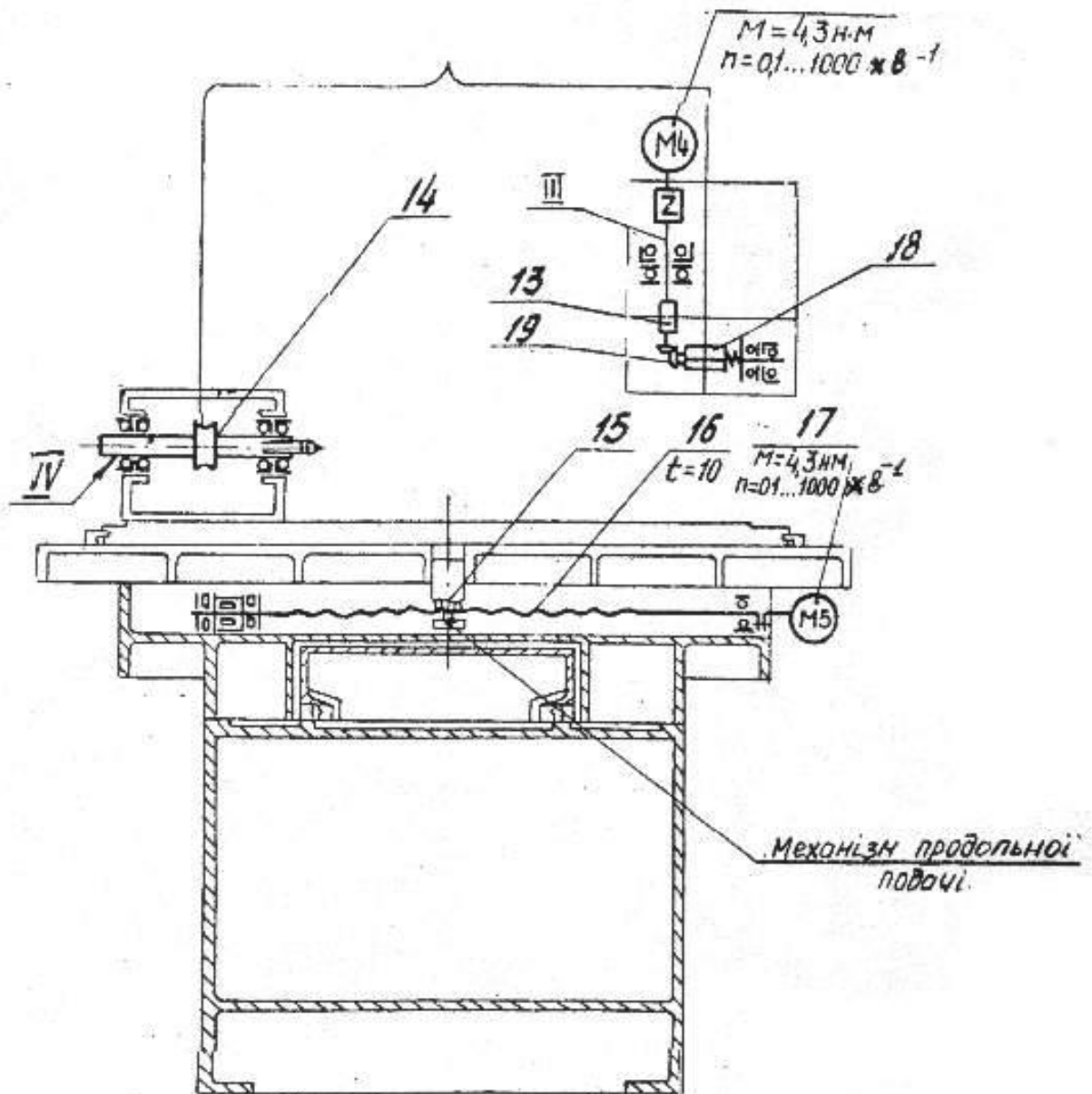


Рисунок 5.7 – Кінематична схема універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-Ф3 (вигляд з переду)

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

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 слідкуючого приводу 9 через черв'ячну передачу 10, 11 на гвинт 5 та гайку 4 передачі гвинт-гайка кочення (ГГК):

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

Поперечне переміщення каретки та поздовжнє переміщення стола відбувається від слідкуючих приводів 8 та 17, які передають обертання на передачі ГТК 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:

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

5.4 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.

5.5 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.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Голофтьев С. А. Лабораторный практикум по курсу “Металлорежущие станки”: Учебное пособие для техникумов – М.: Высш. шк., 1991. – 240 с., ил.
2. Зубострогальный полуавтомат для нарезания конических колес с прямыми зубьями модели 5П23БП. Руководство по эксплуатации, инструкция по расчету и нарезанию. Саратов, ЦБТИ, 1963, 60 с. с ил.
3. Кедринский В.Н., Писмак К.М. Станки для нарезания конических колес., М.: Машгиз, 1968, 535 с.
4. Лоскутов В.В., Ничков А.Г. Зубообрабатывающие станки, М.: Машиностроение, 1978, 192 с.
5. Metallurgical machines: Textbook for machine-building faculties / Under the ed. of V.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
6. Методические указания для выполнения лабораторной работы «Расчет настроек и наладка зубофрезерного станка 5К324А для обработки цилиндрических зубчатых колес» по курсу «Металлорежущие станки и промышленные роботы» для студентов специальности 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». Сост.: В.Г. Самсонов, Ю.А. Сахно – К.: КПИ, 1985. – 24 с.
7. Методические указания к выполнению лабораторной работы “Создание управляющих программ для заточного станка модели ВЗ – 208 – ФЗ с системой ЧПУ 2С42” по дисциплине “Технология и автоматизация инструментального производства” для студентов машиностроительных специальностей всех форм обучения / Сост. В.И. Польшаков, Г.В. Пасов, А.А. Григорьев. – Чернигов: ЧТИ, 1992. – 32 с.
8. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Металлорежущие станки» раздел «Зубообрабатывающие станки». Сост.: Самсонов В.Г. – К.: КПИ, 1979. – 28 с.
9. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Автоматичні оброблюючі системи” для студентів за напрямом підготовки 0902 “Інженерна механіка” усіх форм навчання / Укл.: Пасов Г.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2002. – 50 с.
10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Металообробне обладнання” для студентів за напрямом підготовки 0902 “Інженерна механіка” усіх форм навчання / Укл.: Пасов Г.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2002. – 58 с.
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках, ч. 1 и ч. 2, М.: Машиностроение, 1974. 406 с.
12. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1986. – 250 с.
13. Сандаков М.В. Таблицы для подбора шестерен. Справочник. М.: Машиностроение, 1982, 559 с.
14. Шавлюга Н.І. Розрахунок і приклади налагодження зубофрезерних і зубодовбальних верстатів, М.: Машгиз, 1962.

Зміст

	Стор.
1 Лабораторна робота № 1. Токарні автомати та напівавтомати	3
1.1 Мета роботи	3
1.2 Обладнання, пристрої, інструменти	3
1.3 Теоретичні відомості	3
1.3.1 Загальні відомості про токарні автомати та напівавтомат	3
1.3.2 Горизонтальний 6-шпиндельний токарний напівавтомат моделі 1А240П-6	4
1.3.2.1 Призначення верстата	4
1.3.2.2 Основні частини та органи керування верстата	7
1.3.2.3 Технічна характеристика верстата	10
1.3.3 Токарно-револьверний автомат моделі 1341	11
1.3.3.1 Призначення верстата	11
1.3.3.2 Основні частини та органи керування верстата	11
1.3.3.3 Технічна характеристика верстата	13
1.4 Порядок виконання роботи	14
1.5 Зміст звіту	14
2 Лабораторна робота № 2. Налагодження токарно-револьверного верстата	15
2.1 Мета роботи	15
2.2 Обладнання, пристрої, інструменти	15
2.3 Теоретичні відомості	15
2.3.1 Призначення, основні частини і органи керування верстата	15
2.3.2 Технічна характеристика верстата	18
2.3.3 Кінематика верстата	18
2.3.4 Основні вузли та їх робота	21
2.4 Порядок виконання роботи	29
2.5 Зміст звіту	29
3 Лабораторна робота № 3. Налагодження токарного багатошпиндельного напівавтомата моделі 1А 240П - 6	30
3.1 Мета роботи	30
3.2 Обладнання, пристрої, інструменти	30
3.3 Теоретичні відомості	30
3.3.1 Зміст роботи	30
3.3.2 Скорочена технічна характеристика токарного багатошпиндельного напівавтомату 1А240П-6	30
3.3.3 Призначення і область застосування верстата	31
3.3.4 Кінематична схема верстата	31
3.3.4.1 Основні механізми і рухи верстата	31
3.3.4.2 Спрощена схема	37
3.4 Порядок виконання роботи	37
3.5 Зміст звіту	43

4	Лабораторна робота № 4. Верстати з числовим програмним керуванням	44
4.1	Мета роботи	44
4.2	Обладнання, пристрої, інструменти	44
4.3	Теоретичні відомості	44
4.3.1	Загальні відомості про верстати з ЧПК	44
4.3.2	Токарно-гвинторізний верстат моделі 16K20Ф3 з ЧПК 2P22 ...	46
4.3.2.1	Призначення верстата	46
4.3.2.2	Основні частини та органи керування верстата	46
4.3.2.3	Технічна характеристика верстата	48
4.3.3	Багатоцільовий горизонтальний верстат моделі ИР-320 ПМФ4	49
4.3.3.1	Призначення верстата	49
4.3.3.2	Основні частини та органи керування верстата	49
4.3.3.3	Технічна характеристика верстата	49
4.4	Порядок виконання роботи	51
4.5	Зміст звіту	51
5	Лабораторна робота № 5. Ознайомлення з універсально-заточувальним напівавтоматом з ЧПК моделі ВЗ – 208 – Ф3	52
5.1	Мета роботи	52
5.2	Обладнання, пристрої, інструменти	52
5.3	Теоретичні відомості	52
5.3.1	Призначення, основні частини і органи керування верстата	52
5.3.2	Технічна характеристика верстата	58
5.3.3	Кінематика верстата	59
5.4	Порядок виконання роботи	61
5.5	Зміст звіту	61
	Рекомендована література	62