

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівська політехніка»

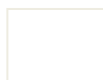
Розрахунок та конструювання верстатів та верстатного обладнання

Методичні вказівки

до практичних робіт
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 № 11
від 09.06.2023 р.

Чернігів 2023



Розрахунок та конструювання верстатів та верстатного обладнання. Методичні вказівки до практичних робіт 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. – 45 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 автомобільного транспорту та галузевого машинобудування
Національного університету
“Чернігівська політехніка”



ЗМІСТ

	Стор.
1. Практичне заняття № 1 Заточувальний верстат моделі ВЗ-208-ФЗ	4
2. Практичне заняття № 2 Торцешліфувальний автомат моделі 3340 АДО.....	14
3. Практичне заняття № 3 Токарний патронно-центровий верстат моделі 16К20ФЗ з числовим програмним керуванням	19
Рекомендована література	45

Практична робота №1

ЗАТОЧУВАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ МОДЕЛІ ВЗ-208-ФЗ

1.1 Загальні відомості про базову модель верстата ВЗ-208-ФЗ

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 1.1, 1.2):

- 1 – станина;
- 2 – основа стола;
- 3 – пульт переносний;
- 4 – каретка з колоною;
- 5 – механізм поперечної подачі;
- 6 – механізм вертикальної подачі;
- 7 – бабка шліфувальна;
- 8 – стіл;
- 9 – механізм поздовжньої подачі;
- 10 – кронштейн та упори;
- 11 – упор;
- 12 – бабка виробу;
- 13 – задня бабка;
- 14 – станція змащування;
- 15 – пульт керування;
- 16 – електрообладнання, розташоване в електрошафі;
- 17 – електрообладнання пульта керування;
- 18 – електрообладнання пульта переносного;
- 19 – короб;
- 20 – електрошафа;

21 – короб;

22 – ЧПК.

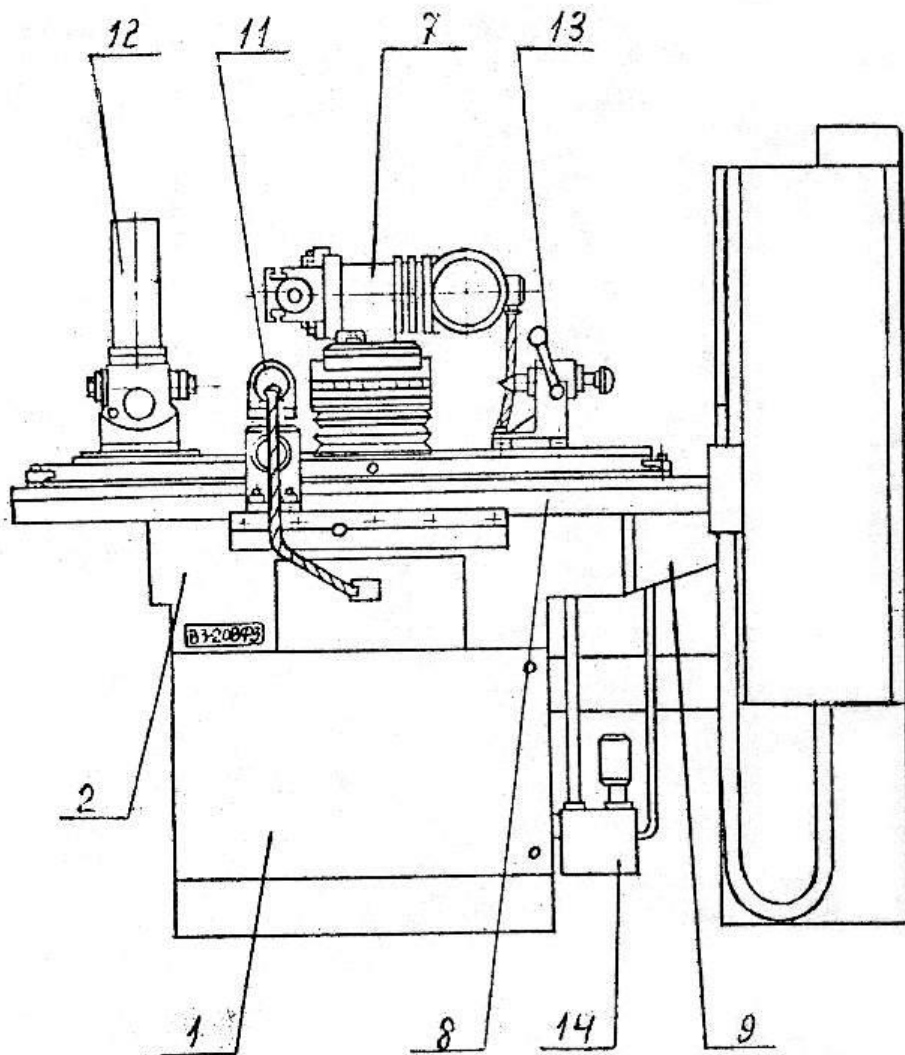


Рисунок 1.1 – Основні частини універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі В3208Ф3 (вигляд з переду)

Технічні характеристики 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

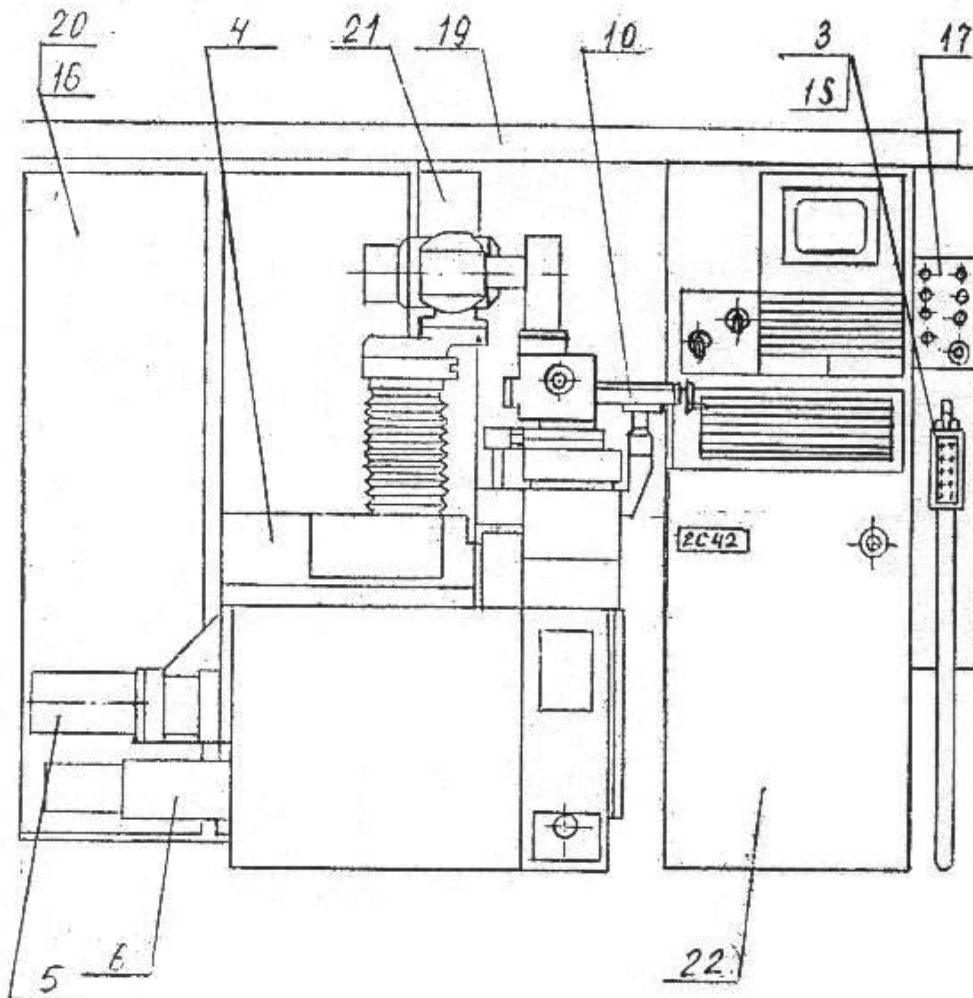


Рисунок 1.2 – Основні частини універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі В3208Ф3 (вигляд з боку)

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 А,) град 0,001
Кут повороту в горизонтальній площині, град 360

Будова ЧПК

Тип 2С42
Число керуючих координат (всього / одночасно) 4/3
Цифрова індикація положення
Задавання програми попереднім набором з пульта керування, з перфоленти

Габарити та маса напівавтомата

Габаритні розміри, мм:

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

1.2 Кінематика верстата

Схема кінематична принципова (рисунок 1.3, 1.4) універсально-заточувального напівавтомату з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ забезпечує наступні переміщення робочих органів:

- 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:

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

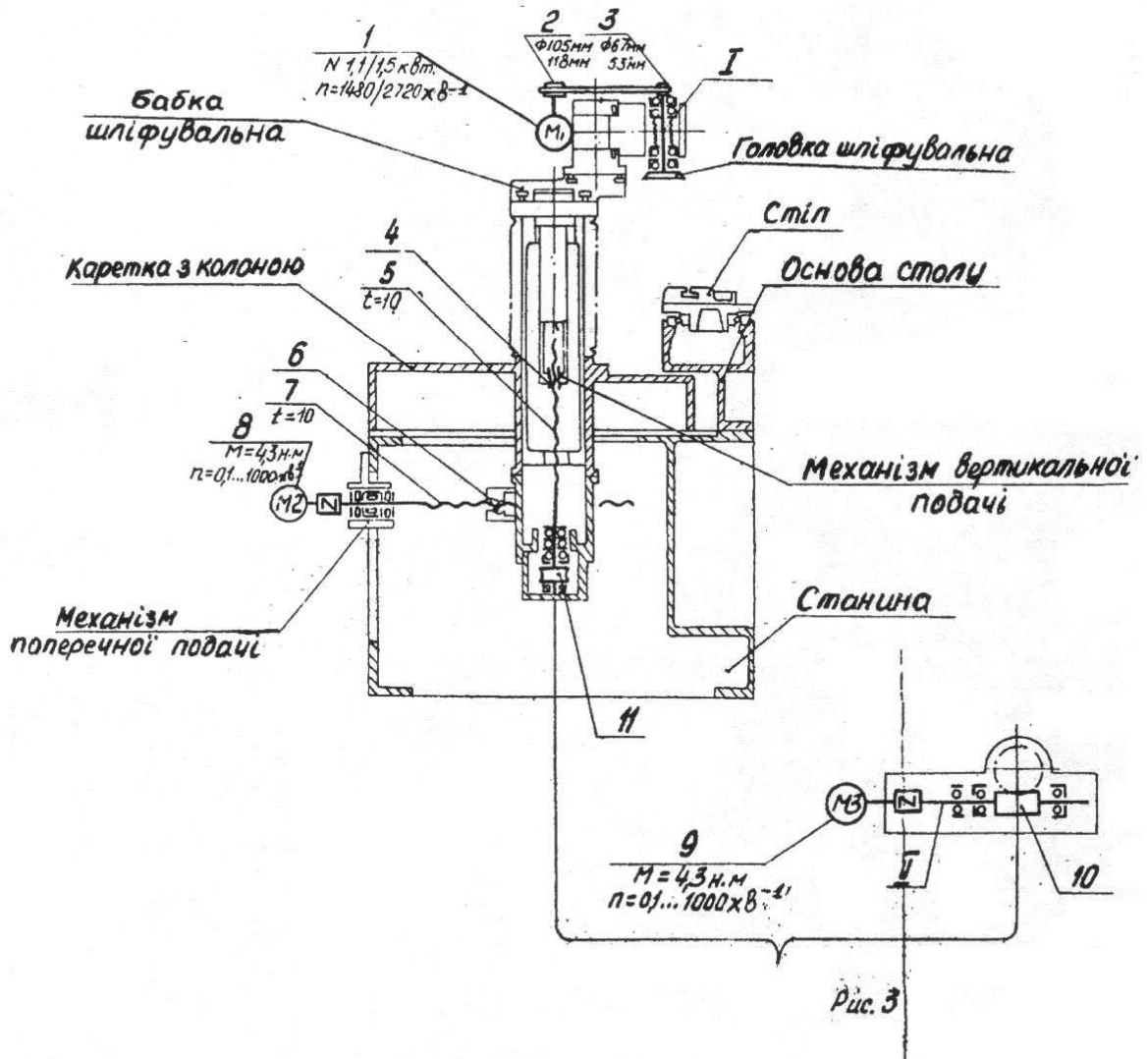


Рисунок 1.3– Кінематична схема універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі В3-208-Ф3 (вигляд з боку)

Вертикальне переміщення шліфувальної бабки відбувається від слідуючого приводу 9 через черв'ячну передачу 10, 11 на гвинт 5 та гайку 4

передачі гвинт-гайка кочення (ГГК):

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

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:

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

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

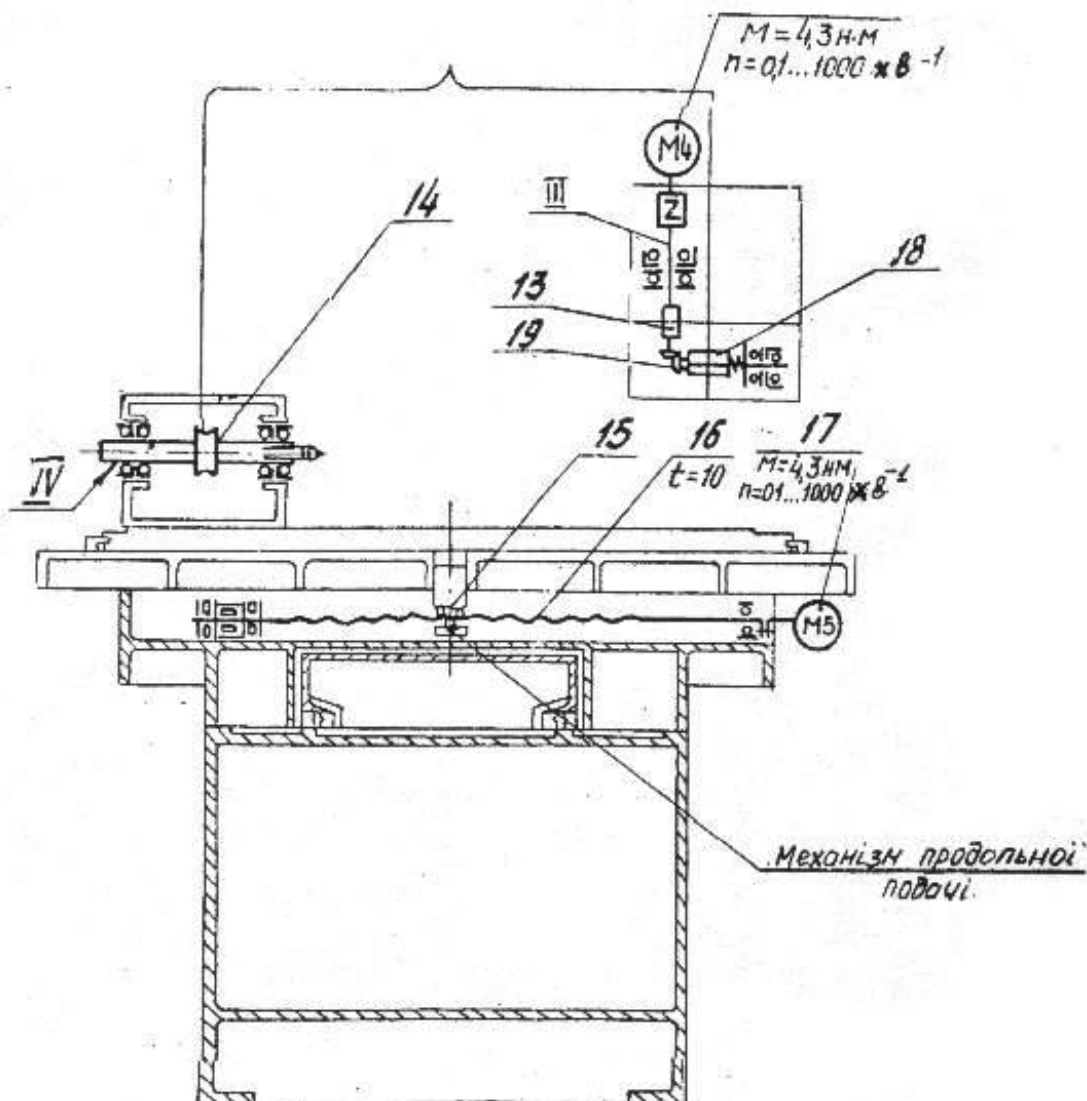


Рисунок 2.4 – Кінематична схема універсально-заточувального напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ-208-ФЗ (вигляд з переду)

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

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

1.3 Конструкція основних вузлів верстату

Станина

Станина верстата являє собою чавунний виливок коробчастої форми, несучий направляючі поперечного переміщення.

Верхня передня частина станини має оброблені площини для закріплення на них основи столу. На верхній частині станини з трьох сторін вилито корито для стікання охолоджуючої рідини по похилому дну корита через отвір в задній частині станини в бак охолодження, який встановлюється в задній стінці станини. В середині станини розташована ніша для електроустаткування.

Основа столу

Корпус основи столу представляє собою чавунний відливочний прямокутного перерізу, на верхній частині якого розміщені замкнуті направляючі столу.

На передній стінці корпусу основи столу закріплена планка для встановлення кронштейна упорки.

Стіл

Стіл встановлений в замкнених направляючих основи столу і служить для установки та переміщення бабки виробу в повздовжньому напрямку. Він складається з нижнього столу та верхнього поворотного столу. На верхній площині поворотного столу знаходиться Т-подібний паз для встановлення і закріплення бабки виробу та задньої бабки.

Фіксація поворотного столу здійснюється трьома прижимами, розміщеними по краях та центральній частині столу.

Бабка шліфувальна

Шліфувальна бабка встановлена на верхній частині колони і має можливість повороту навколо горизонтальної вісі та навколо двох вертикальних осей. В корпусі бабки є отвір в якому знаходиться гільза. На одному кінці до гільзи кріпиться корпус шліфувальної головки, а на другому в гільзу входить кінець кронштейна електродвигуна. Натяг паса, що передає обертання від електродвигуна на шпиндель, здійснюється гвинтом при обертанні якого кронштейн переміщується відносно гільзи. Для фіксації положення кронштейна електродвигуна служить клемовий зажим.

Головка шліфувальна

Головка шліфувальна складається із шпинделя встановленого в гільзі на високоточних підшипниках кочення та виготовленого передній частині конічного отвору для встановлення оправки зі шліфувальними кругами. В задній частині шпинделя виконаний зовнішній конус і встановлений на ньому шків приводу шліфувального круга.

Бабка виробу

Бабка виробу служить для встановлення інструмента, що заточується, здійснення ділення або безперервного обертання.

Бабка виробу встановлюється в «люльці» кронштейна повороту і має можливість повороту навколо горизонтальної вісі, що необхідно для заточування інструмента з зубами на конічній поверхні.

В корпусі бабки виробу на радіально-упорних підшипниках встановлений шпиндель з конічним отвором на передньому кінці для закріплення оправок з оброблюваними виробами. На шпиндель насаджене черв'ячне колесо. Черв'як отримує обертання від високомоментного електродвигуна.

Бабка задня

Бабка задня призначена для підтримання довгого центрального інструмента при його заточуванні на робочій оправці.

Бабка складається з корпусу в якому встановлюється втулка з коніч-

ним отвором для змінних центрів. На зовнішній поверхні втулки виконана зубчаста рейка, яка входить в зачеплення з шестернею. На вісі шестерні встановлена рукоятка, поворотом якої втулка з центром переміщується вздовж своєї осі, що дає можливість легко змінювати виріб при роботі. Виштовхування центра з втулки здійснюється за допомогою підпружиненого шомпола.

Система мащення

Мащення основних поверхонь, які переміщуються (напрямні столу, гвинт-гайка кочення) здійснюється мастилом марки ИНСП-20 ТУ 38101672-77 безперервно від циркуляційної системи мащення, яка складається із станції мащення СС, зв'язаною трубопроводом з дросельним змащувальним блоком з візуальним контролем подачі мастила (рисунок 1.5). Від змащувального блоку по трубках мастило підводиться до точок мащення 5...9. Із кронштейна механізму поздовжнього переміщення по трубопроводу мастило зливається в станцію мащення.

Регульовальним гвинтом клапана КП1 встановлюється необхідний тиск.

Контроль тиску здійснюється манометром МН1. Подача мастила по точках мащення регулюється дроселями розподільника мастила.

Мащення направляючих каретки та пінолі задньої бабки проводять вручну щоденно індустріальним мастилом И-20А ГОСТ 20799-75.

Підшипники шпинделя шліфувальної головки та бабки виробу змащуються спеціальним консистентним мастилом типу ЦИАТИМ -202 ГОСТ 11110-74.

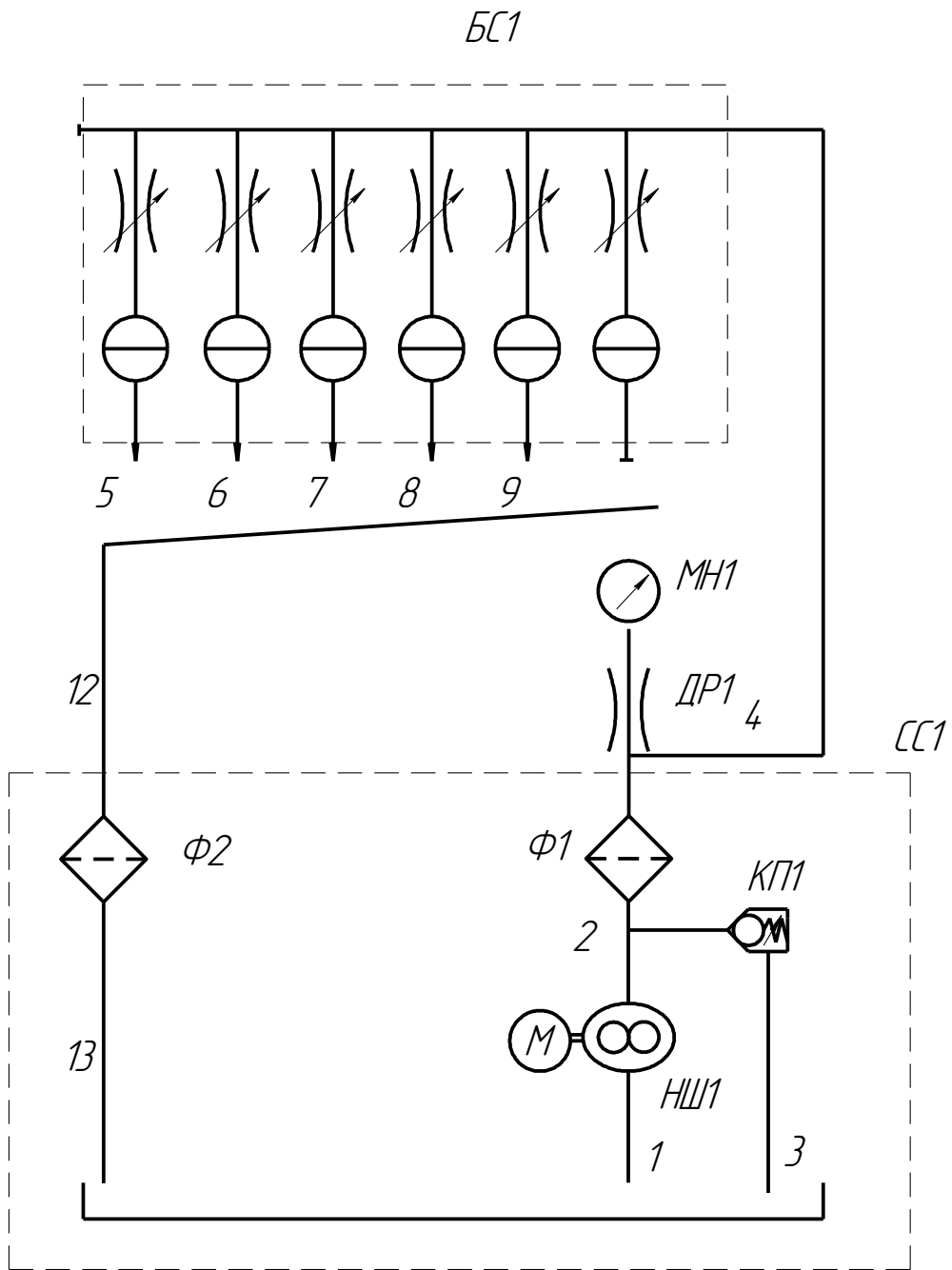


Рисунок 1.5 – Циркуляційна система мащення верстата

Практична робота №2

2.1 ТОРЦЕШЛІФУВАЛЬНИЙ АВТОМАТ МОДЕЛІ 3342АДО

2.1 Призначення і область використання

Двосторонній торцешліфувальний верстат з ЧПК моделі 3342АДО призначений для шліфування торців деталей типу палець блокуючий синхронізатора. Клас точності автомата – «А». Верстат поставляється у виконанні з автоматизованим циклом правки і автоматичною компенсацією зношення шліфувальних кругів.

2.2 Опис конструкції та вузлів верстата

Основні частини верстата (рисунок 2.1 – 2.3):

- 1 – блок станини;
- 2 – огороження шліфувальних кругів;
- 3 – блок подачі виробів;
- 4 – блок шліфувальної бабки правий;
- 5 – блок шліфувальної бабки лівий;
- 6 – рукоятки правки;
- 7 – планшайба;
- 8 – огороження ременів привода шпинделя;
- 9 – шківи приводу шпинделя;
- 10 – електрообладнання.

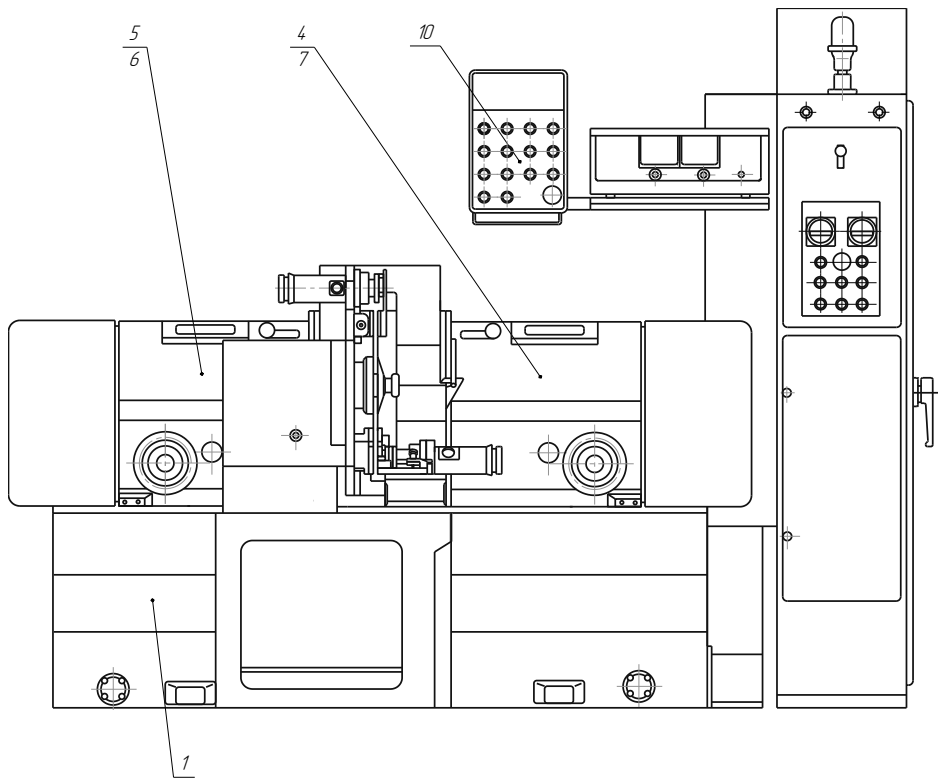


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд автомату (вид спереду)

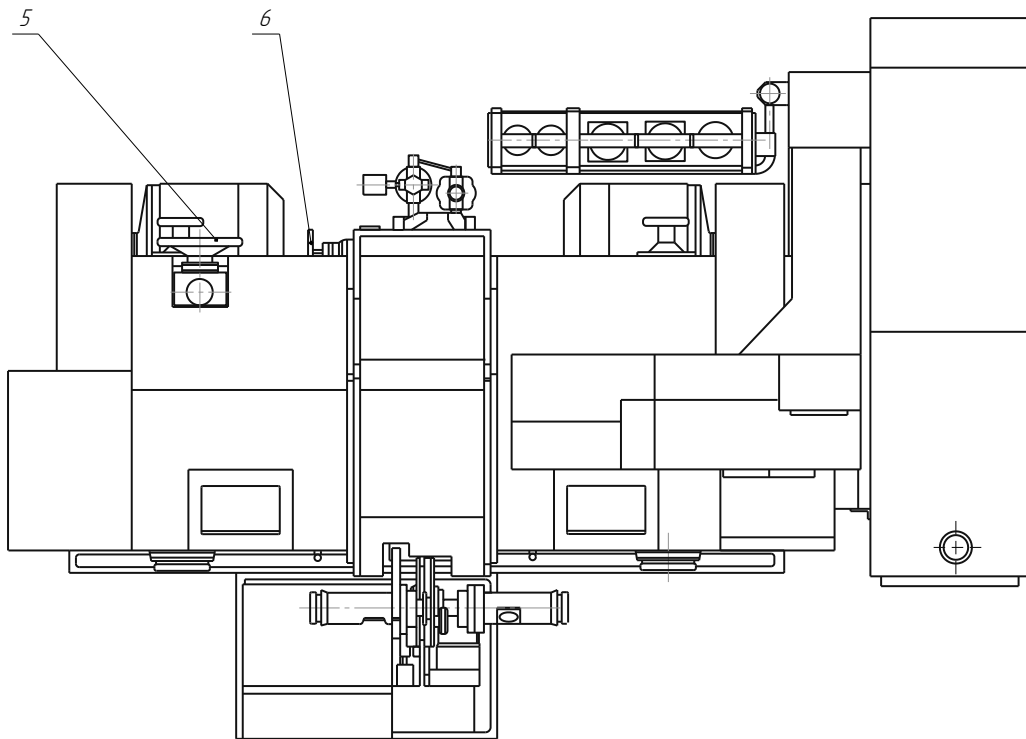


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд автомату (вид збоку)

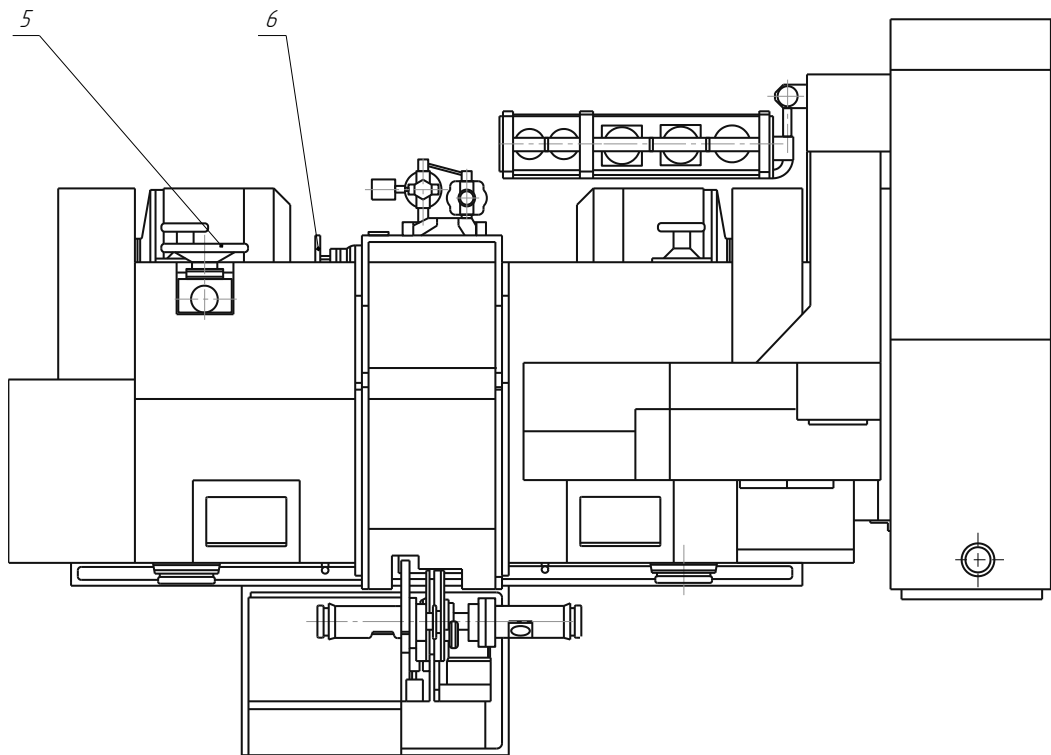


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд автомату (вид зверху)

2.3 Технічні характеристики автомату

- діаметр деталі, яка обробляється – 9 мм;
- відстань від нижньої площини станини до вісі шліфувальних кругів – 900 мм;
- форма шліфувальних кругів по ГОСТ 2424-75-ПН;
- розміри шліфувальних кругів – 450x63x305 мм;
- найбільша відстань між новими кругами – 44 мм;
- найбільша величина зносу шліфувальних кругів – 48 мм;
- частота обертання шпинделя – 1200 об/хв.;
- швидкість шліфування – 28 м/сек.;
- швидкість подачі виробів – 1,43...12,93 м/хв.;
- найбільше переміщення пінолі шпинделя – 70 мм;
- найбільше переміщення шліфувальних бабок – 190 мм;
- габаритні розміри автомату:
 - довжина – 2560 мм;

- ширина – 1760 мм;
- висота – 1980 мм;
- вага автомату – 1980 кг.

2.4 Кінематика автомата моделі 3342АДО

Шпинделі шліфувальних кругів III приводяться в обертання від електродвигунів 3 через зубчато-ремінну передачу і шківи 2 і 4 (рисунок 2.4).

Поступальне переміщення пінолі зі шпинделем шліфувального круга по напрямним кочення здійснюється механізмом подачі:

1. Вручну, від маховика, зв'язаного з валом XIV, на якому розташований черв'як 19, через черв'ячне колесо 20, що розташоване на гвинті 33(32) і гайки 31, закріплені на пінолі.

2. Від кнопки.

Протилежний кінець вала XIV жорстко закріплений з валом XIII, котрий через муфту зв'язаний з коробкою подач. Коробка подач - черв'ячно-планетарний редуктор з управлінням від електромагнітних муфт:

а) Прискорене переміщення пінолі.

Електромагнітна муфта замикає вал X з черв'ячним колесом 13 – в цьому випадку планетарний ряд вимкнений. Рух від електродвигуна 12 через косозубі шестерні 10 і 11, черв'як 14, черв'ячне колесо 13 передається на вал XIII механізму подач пінолі.

б) Робоче переміщення пінолі.

Електромагнітна муфта замикає вал X на корпус коробки подач – в цьому випадку планетарний ряд ввімкнений. Рух від електродвигуна 12 через косозубі шестерні 10 і 11, черв'як 14, черв'ячне колесо 13 передається на водило. На водилі розташований блок шестерень 15 і 17, котрий обкачуючись по шестерні 16 передає крутний момент на шестерню 18 і далі на вал XIII механізму подач пінолі.

Рух важелів правки здійснюється від електродвигуна 5 редуктора

приборів правки через черв'як 7, черв'ячне колесо 6, черв'як 9, черв'ячне колесо 8 далі на вал VII прибору правки. Момент на другий пристрій передається через еластичну муфту.

Привід диску подачі виробів здійснюється від електродвигуна I, через ремінну передачу зі змінними шківками 30 і 29, черв'як 22 і черв'ячне колесо 21.

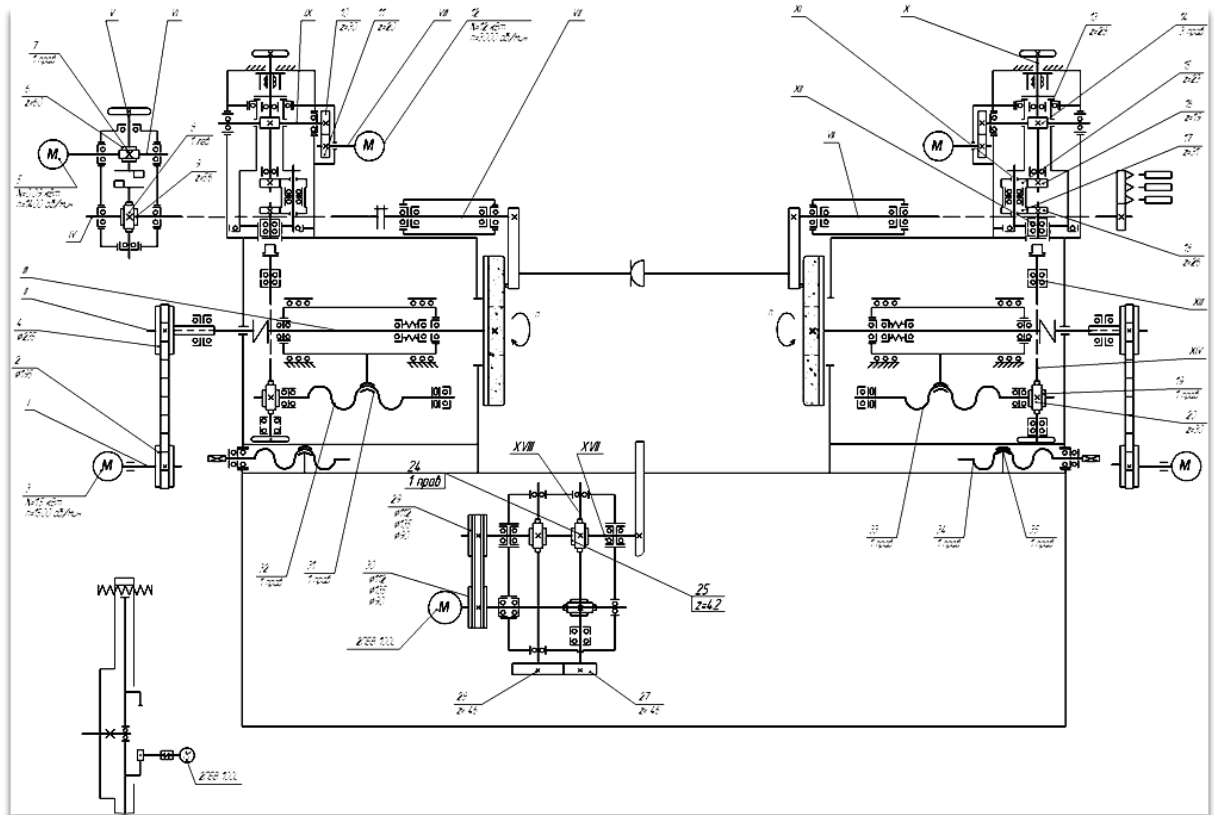


Рисунок 2.4 – Кінематична схема автомату

Практична робота №3

ТОКАРНИЙ ПАТРОННО-ЦЕНТРОВИЙ ВЕРСТАТ МОДЕЛІ 16К20Ф3 З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

3.1 Схеми, опис, характеристики

Загальні відомості

Призначення: Токарна обробка деталей типу тіл обертання в замкнутому полуавтоматичному циклі.

Верстат призначений для токарної обробки зовнішніх (діаметром до 400 мм) та внутрішніх поверхонь деталей (довжиною до 1000 мм) із ступінчастим і криволінійним профілем в осьовому перерізі.

Токарний верстат 16К20Ф3 сконструйований на базі токарно-гвинторізного верстата 16К20, тому компоновка, складові частини і руху у цих верстатів однакові. Багато в чому уніфікована також конструкція.

Пристрій ЧПК верстата (верстат може оснащуватися різними типами систем ЧПК: роз'єднаними, замкнутими, СТС) забезпечує рух формоутворення (число одночасно керованих координат дорівнює двом), зміна значень подач, перемикання частот обертання шпинделя, індексацію різцевої головки і нарізування різьблення по програмі.

Верстати можуть випускатися з різними пристроями ЧПК (УЧПК), у виконанні для вбудовування в гнучкі виробничі модулі (ГВМ), а також в спеціальному і спеціалізованому виконанні при оснащенні налагодженнями за погодженням із замовником.

Область застосування: Дрібносерійне, серійне виробництво.

Клас точності П по ГОСТ 8-82.

Вид кліматичного виконання по ГОСТ15150-69: УХЛ4.

Позначення верстатів у виконанні для вбудовування в ГПМ: верстат токарний патронно-центровий з ЧПК мод. 16А20Ф3СХХХ, де ХХХ – додатковий індекс, перша цифра якого позначає тип промислового робота

(ПР), що входить до складу ГПМ:

1 - Промисловий робот типу М10П.62.01 або РБ242, встановлюваний на верстаті

2 - Промисловий робот типу М20П40.01, підлогового типу

Позначення в залежності від оснащення УЧПК верстат токарний патронно-центровий з ЧПК моделі 16А20Ф3СХХ, де ХХ – прийнятий на заводі додатковий індекс, наприклад 15 – УЧПК МС2101, 32-УЧПУ 2Р22, 39 – «Електроніка НЦ-31» і т. д.

Наприклад:

• **16К20Ф3С215** – виконання верстата із ЧПК МС2101 для вбудовування в гнучкий промисловий модуль з промисловим роботом підлогового типу М20П.40.01

• **16К20Ф3С132** – виконання верстата із ЧПК 2Р22 для вбудовування в гнучкий промисловий модуль з верстатним промисловим роботом типу М10П.62.01 або РБ 242

• **16К20Ф3С239** – виконання верстата із ЧПК «Електроніка НЦ-31» для вбудовування в гнучкий промисловий модуль з промисловим роботом підлогового типу М20П.40.01

Залежно від замовлення верстата поставляються з повним правом під транспортер стружковидалення і комплектуються транспортером або з основою без вікна для транспортера стружковидалення і не комплектуються транспортером.

Загальний вид токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3



Рисунок 3.1 – Загальний вид токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3

Карта можливостей токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3

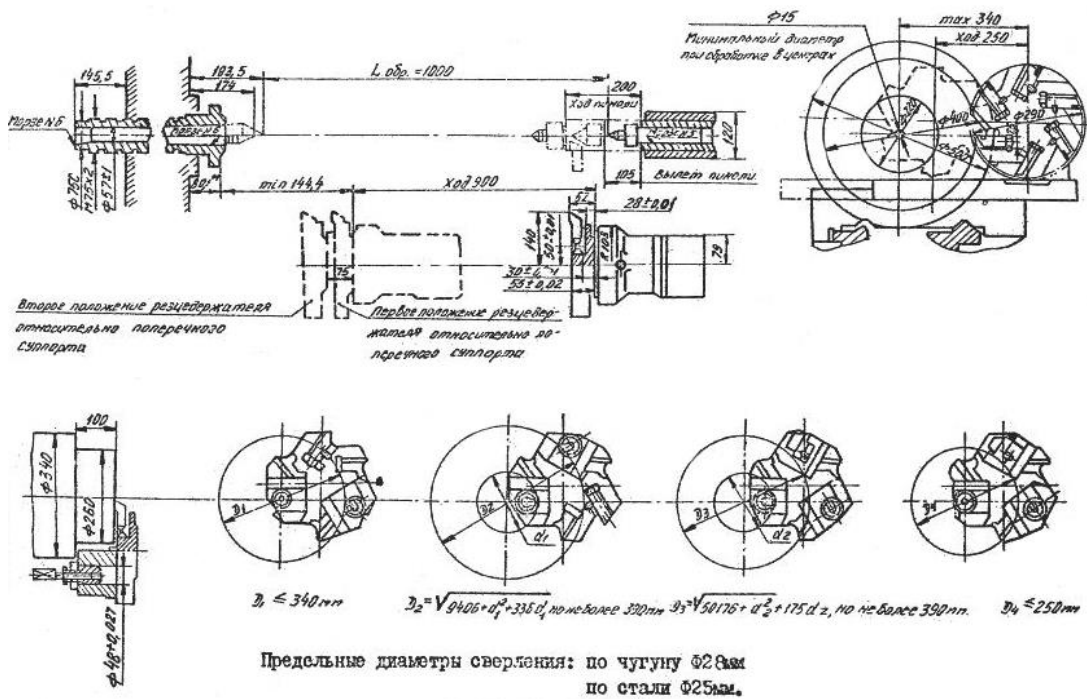


Рис.30. КАРТА ВОЗМОЖНОСТЕЙ.

Рисунок 3.2 – Карта возможностей токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3

Таблиця 3.1 – Позначення верстатів 16К20Ф3 в залежності від виконання та моделі ЧПК

Модель верстата	Модель ЧПК	Модель привода	Рік початку виробництва
16К20Ф3	Контур 2ПТ-71, Н22-1М, ЭМ-907, Алкатель СС-221-02Р	Приз	1972
16К20Т1	Електроніка НЦ-31	Приз	1972
16К20Ф3С1	Контур 2ПТ-71	Приз	
16К20Ф3С2	СС221-02Р Алкатель	Приз	
16К20Ф3С32	2Р22	Розмір 2М-5-21	1985
16К20РФ3С32	2Р22	Розмір 2М-5-21	1985
16К20Ф3С132	2Р22	Розмір 2М-5-21	1985
16К20Ф3С232	2Р22	Розмір 2М-5-21	1985
16К20Т1.02	НЦ-31	Розмір 2М-5-21	1987
16К20Ф3С4	ЭМ-907	Приз	
16К20Ф3С5	Н22-1М	Приз	
16К20Ф3С6	1Н22-62		
16К20Ф3С8	1Н22-61		
16К20Ф3С15	МС2101-01		
16К20Ф3С18	2У22-62	Кемтор, Кемрон НРБ	
16К20Ф3С19	2У22-62	Розмір 2М-5-2 или Кемтор, Кемрон	1983
16К20Ф3С119	2У22-62	Розмір 2М-5-2 или Кемтор, Кемрон	1983
16К20Ф3С219	2У22-62	Розмір 2М-5-2 или Кемтор, Кемрон	1983
16К20Ф3С39	Електроніка НЦ-31		
16К20Ф3С239	Електроніка НЦ-31		

3.2 Кінематична схема токарного верстата з ЧПК 16К20Ф3

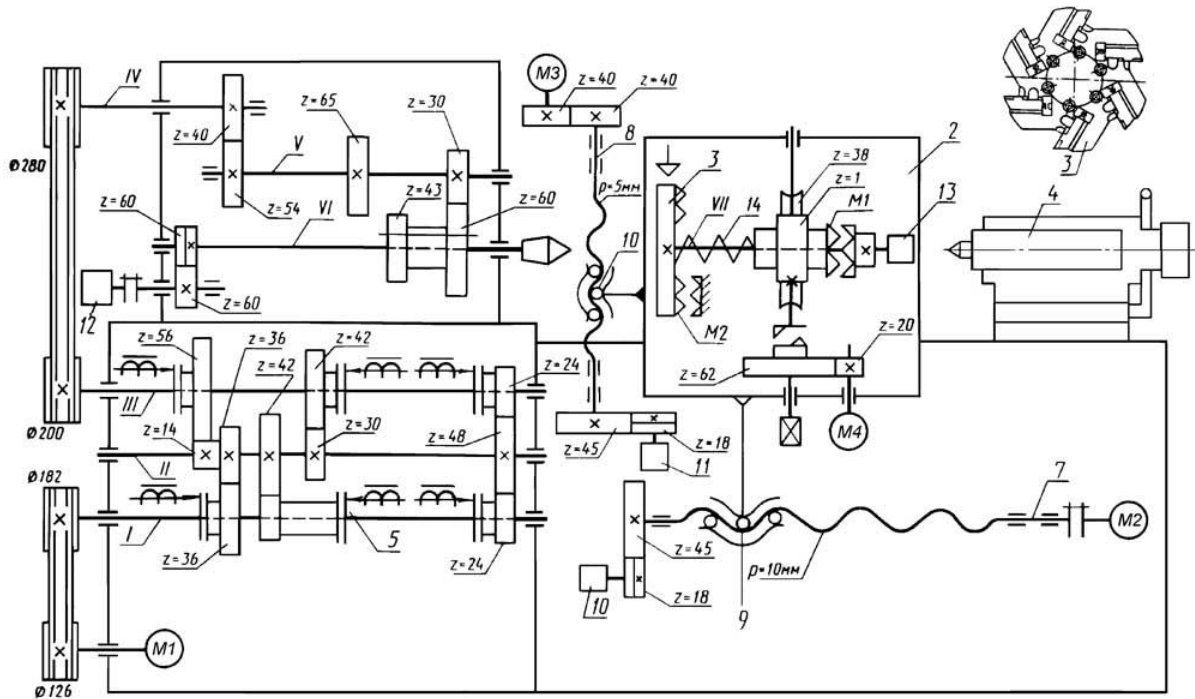


Рисунок 3.3 – Кінематична схема токарного верстата з ЧПК 16К20Ф3

Головний рух повідомляється шпинделю VI. Джерелом руху служить електродвигун M1. Автоматична коробка швидкостей (АКШ) 5 з електромагнітними муфтами забезпечує автоматичне перемикання частоти обертання. Коробка пов'язана з двигуном та з шпиндельною бабкою клинопасовими передачами.

Обертання в передній бабці з вала IV передається через зубчасті колеса на вал V і далі вмиканням зубчастих коліс або на шпиндель VI. При включенні зубчастої пари шпиндель отримує частоти обертання 35 ... 560 хв^{-1} , а при включенні зубчастих коліс – 100 ... 1600 хв^{-1} . Таким чином, шпиндель може отримати 18 частот обертання (9 + 9), але, так як 6 з них повторюються, він має дванадцять робочих частот обертання 35 ... 1600 хв^{-1} .

Приводи поздовжньої і поперечної подачі можуть мати два виконання: кроковий електрогідравлічний (розімкнена система ЧПК) і з регулюва-

ними електродвигунами постійного струму. У приводах подачі застосовуються безззорні кулькові передачі 9 і 10 з кроком $p = 10$ мм для поздовжнього і кроком $p = 5$ мм для поперечного переміщення. Поздовжнє і поперечне переміщення каретки 2 контролюється датчиками зворотного зв'язку 10 і 11 відповідно, які обертаються від ходових гвинтів через безззорні зубчасті передачі.

Для нарізування різьби по програмі верстат оснащений датчиком нарізування різьблення 12 типу ВЕ-51. Обертання датчика здійснюється також через безззорну зубчасту передачу. Поворот різцетримача походить від електродвигуна М4 через передачі і, причому в початковий момент руху муфти М1 вал VII подається вліво, торцева плоскозуба муфта М2 розчіплюється, і відбувається поворот різцетримача в потрібну позицію, яка контролюється спеціальним блоком кінцевих вимикачів 13. Потім напрямок обертання двигуна М4 і муфти М1 змінюється, вал VII подається вправо, стискаючи пружину 14, і різцетримач фіксується муфтою М2. Починається цикл обробки.

Передня шпindelна бабка верстата 16К20Ф3

Установка передньої бабки віссю шпинделя за розрахунковою лінії центрів верстата на станині проводиться двома гвинтами.

Змащення передньої бабки централізоване від спеціальної станції змащування, що монтується на підставі верстата.

Шпindel змонтований в двох конічних роликотідшипників типу "Гаме" або вітчизняних № 3182120 кл. "С" і № 46216 кл. "А".

Вибір радіального зазору в задньому підшипнику і компенсація теплових деформацій проводиться під дією пружин 21.

Увага! підшипник типу "Гаме" регулюється на заводі-виробнику верстата і не вимагає регулювання в процесі експлуатації верстата.

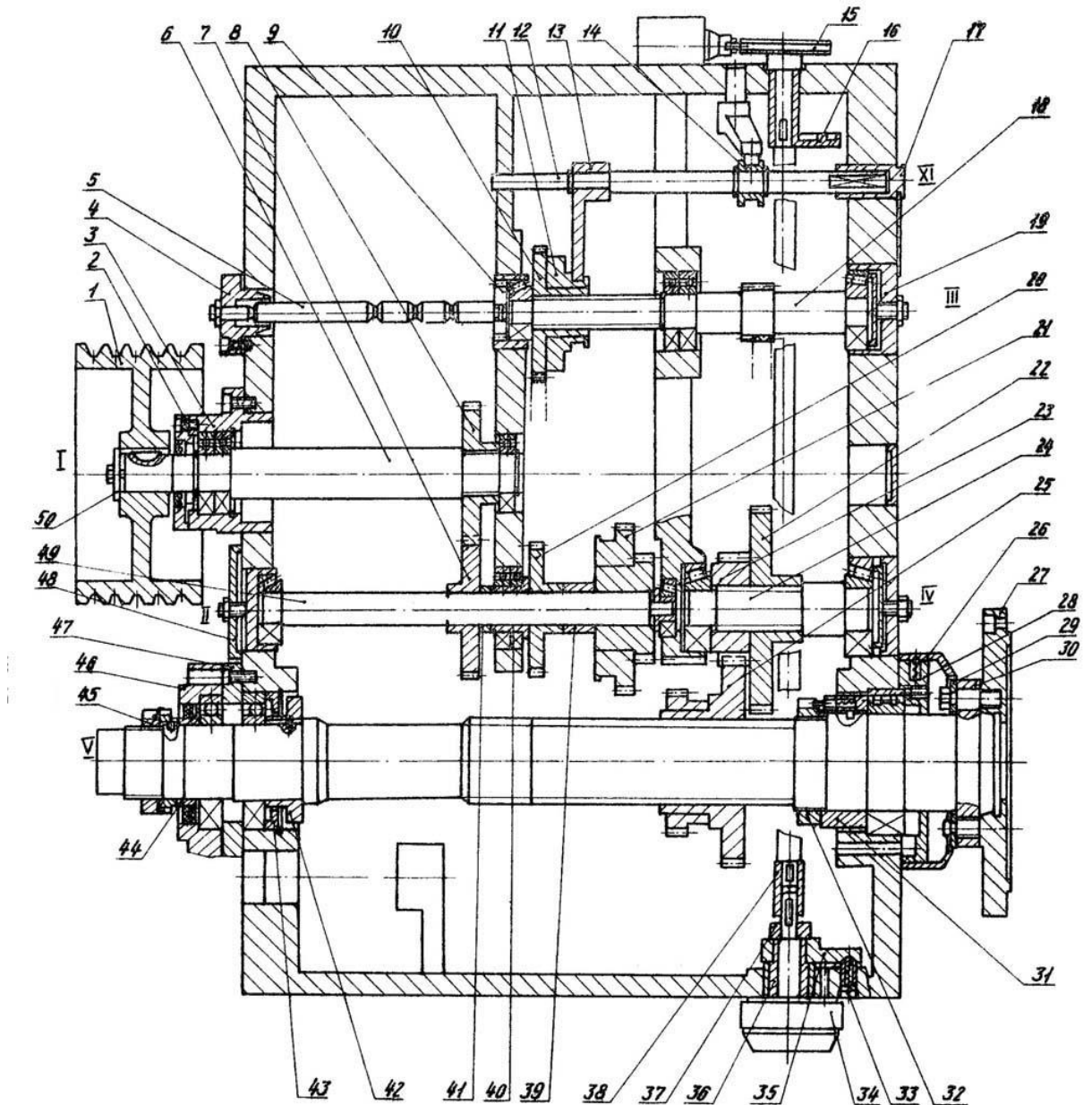


Рисунок 3.4 – Передня бабка

У верстатах 16K20Ф3С5 ж 16K20Ф3С8 в передній бабці встановлюється датчик різьбонарізання I.

Для постійної вибірки люфту в зубчастому зачепленні шестерня 6 постійно підібгана пружинами 2. Роздільна здатність датчика 1000 імпульсів на оберт і I нульовий імпульс для позначки - "нульового" положення шпінделя при введенні в нитку при нарізанні різьби в кілька проходів.

Змащення шпindelної бабки централізоване.

Привід поперечної подачі токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3С5

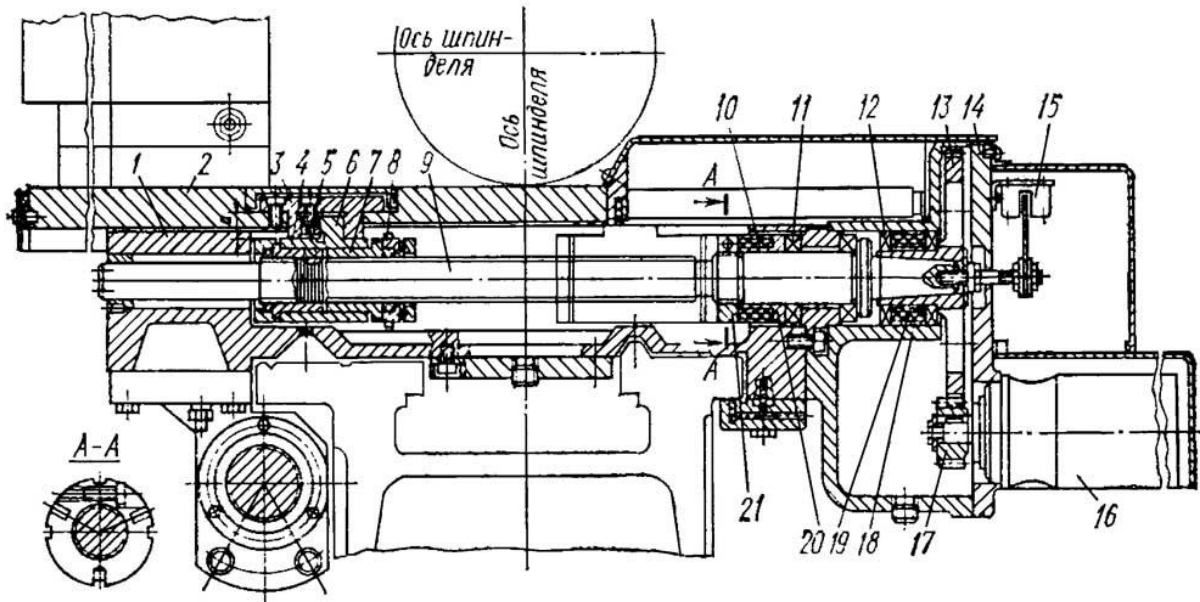


Рисунок 3.5 – Привід поперечної подачі

Каретка супорта 1 переміщається по напрямним станини, а полозки 2 – по напрямним каретки. Від крокового двигуна з гідропідсилювачем 16, закріпленого на кронштейні 14, обертання передається гвинту кочення 9 через колеса 17 і 13. Для вибору зазору в зубчастому зачепленні зміщують колесо 17 відносно колеса 13. Гвинт кочення 9 встановлений в радіальних підшипниках 12, натяг в яких створюється дванадцятьма пружинами 19, вставленими в спеціальні втулки 18. Від осьового зсуву гвинт кочення утримується упорними підшипниками 11, натяг в яких створюється стисненням пружин 10. Розкриття стику між правим торцем гайки 21 і втулки 20 неприпустимо.

Корпус гайки 6 жорстко кріплять до супорта 1 клином 5. Жорстке стикування корпусу гайки 6 з фланцем 3 досягається підшліфуванням останнього.

Вибір зазору і регулювання натягу в парі гвинт-гайка кочення здійснюються поворотом напівгайки 7 відносно напівгайки 4 за допомогою колеса 8, поворот якого на один зуб відносно напівгайки 7 призводить до осьового зміщення на 1 мкм. Безконтактний кінцевий вимикач 15 видає попередній сигнал про вихід в нульове положення.

Нарізування різьби досягається узгодженням сигналів, що надходять від фотоелектричного датчика різьбонарізання 10 (рисунок 3.3) в шпиндельній бабці, і сигналів, що надходять в кроковий двигун М2. Завдяки цьому обертання шпинделя узгоджується з поздовжнім переміщенням супорта. Узгодження здійснює система ЧПК. У ній же перемикачем налаштовують співвідношення рухів, необхідне для заданого кроку Рд нарізати різьбу. Відомі розрахункові переміщення: 1 об. шп. \rightarrow Рд мм переміщення супорта виражаються через числа імпульсів; 1000 імпульсів від датчика 12 \rightarrow 100 Рд імпульсам на двигун М2 (враховуючи дискретність переміщень: Рд / 0,01 = 100 Р д), тобто 10 імпульсів від датчика 12 \rightarrow Рд імпульсам на двигун М2.

Поворот планшайби 3 шестипозиційний різцетримача навколо горизонтальної осі (вал VII) проводиться електродвигуном М4 через зубчасті колеса і черв'ячну передачу. У робочому положенні планшайба фіксується від повороту плоскозубчастою муфтою М2. Її зчеплення, якому перешкоджає пружина на валу VII, і розчіплювання відбуваються завдяки гвинтовий формі зубів муфти М1. У початковий момент руху муфти М1 вал VII подається вліво, муфта М2 розчіплюється і відбувається поворот різцетримача в потрібну позицію, яка фіксується кінцевими вимикачами. Потім на прямок обертання двигуна М4 і, відповідно, муфти М1 змінюється, кулачками напівмуфти М1 стискається пружина, і рухома частина напівмуфти М7 фіксується на нерухомій її частини. Починається робочий цикл обробки.

Привід повздовжньої подачі токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3С5

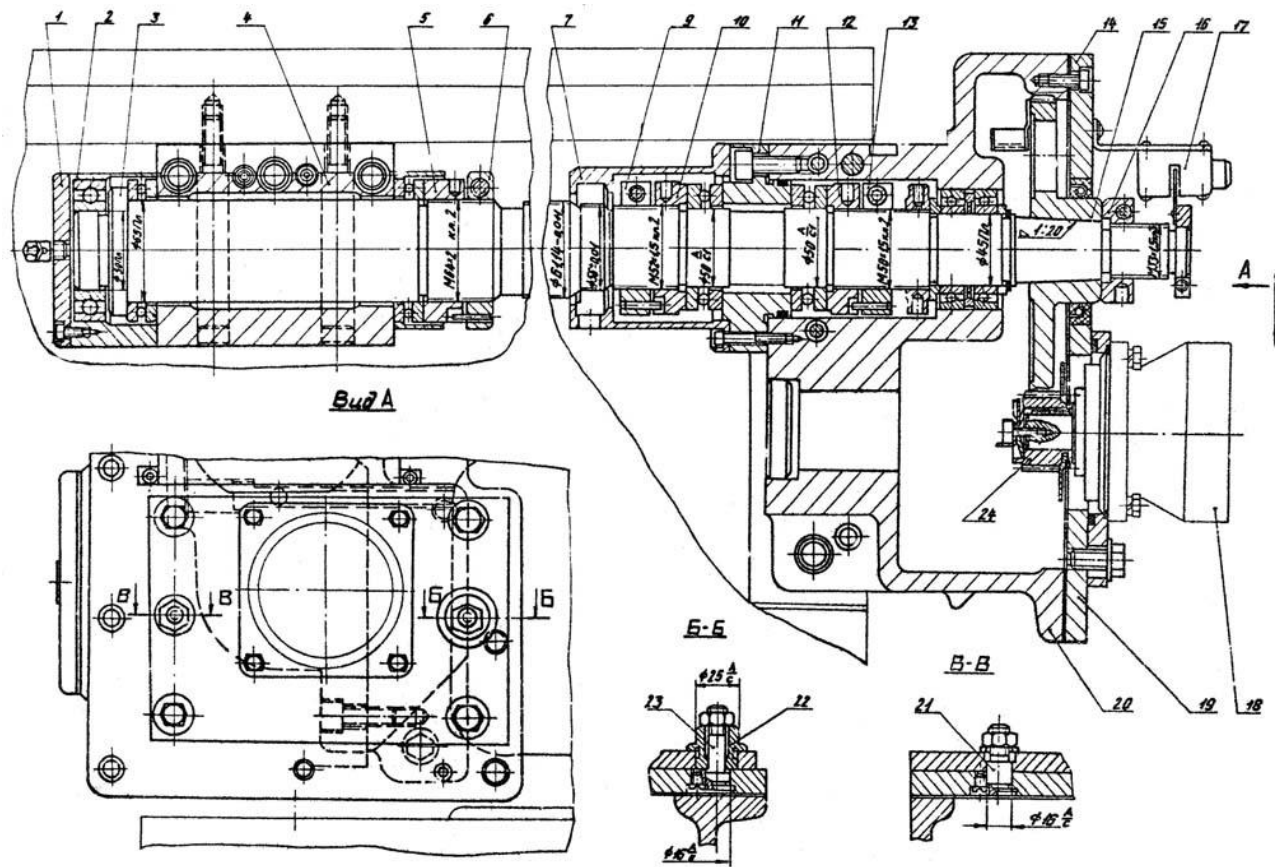


Рисунок 3.6 – Привід поздовжньої подачі 16K20Ф3С5

Привід повздовжньої подачі – включає одноступінчастий редуктор, опори ходового гвинта та кулькову передачу гвинт-гайка кочення з умовним діаметром 63мм, кроком 10мм. Редуктор має 2 виконання: для гідравлічного крокового приводу і для установки електродвигуна постійного струму. У конструкції передбачена можливість з установкою датчика зворотного зв'язку.

Поворотний різцетримач верстата 16К20Ф3

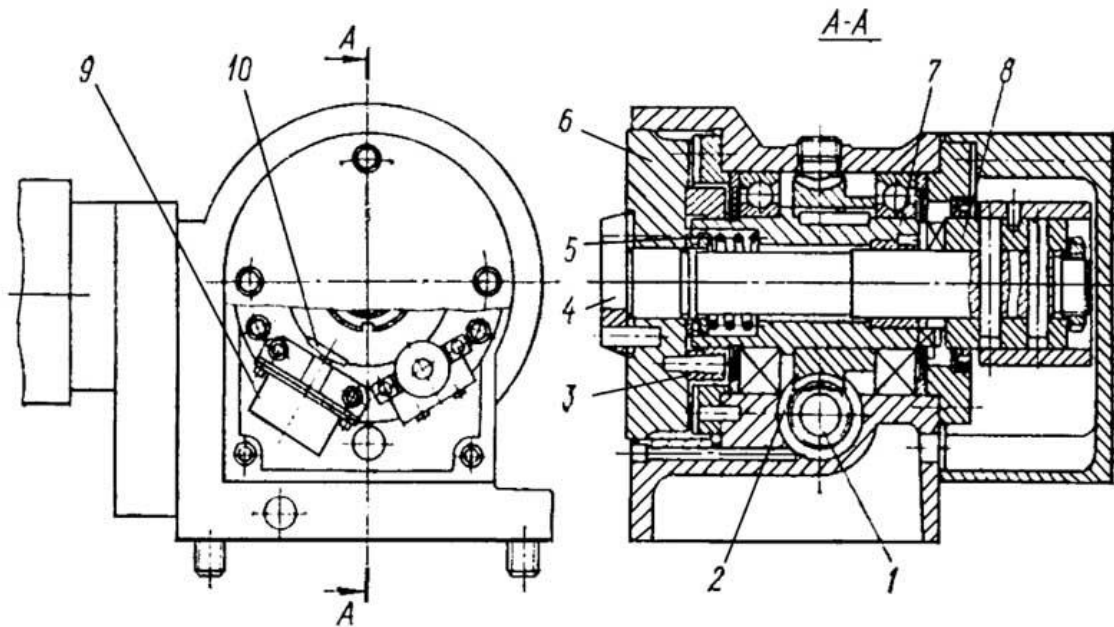


Рисунок 3.7 – Поворотний різцетримач

Конструкція поворотного різцетримача приведена на рисунок 3.7. На вихідному валу 4 знаходиться знімна інструментальна головка (на малюнку не показана), пов'язана з рухомою напівмуфтою 6 плоскозубчастий муфти. Поворот різцетримача здійснюється через черв'ячну пару 1-2, кулачкову напівмуфту 7, інша половина 8 якої жорстко пов'язана з валом 4. У початковий момент руху цієї кулачковою муфти вал 4 подається вліво, при цьому рухлива напівмуфта 6 плоскозубчастий муфти відходить від нерухомої напівмуфти 3 і різцетримач починає поворот в потрібну позицію, яка визначається при натиску кулачка 10 на відповідний кінцевий вимикач 9. Потім відбувається реверс двигуна і напівмуфта 7 обертається в іншу сторону, при цьому напівмуфта 6 з інструментальної головою утримується від повороту фіксатором. Кулачки напівмуфти 7 впираються в кулачки напівмуфти 8, пружина 5 стискається і напівмуфта 6 фіксується на зубах напівмуфти 3. Кінцевий вимикач затиску подає команду, електродвигун повороту відключається, і починається робочий цикл обробки.

В зйомній інструментальній голівці можна встановити шість різців-вставок або три інструментальних блоку, які налагоджують на розмір поза верстатом в спеціальних оптичних пристроях регульовальними гвинтами в двох площинах.

На схемі показаний варіант механізованої задньої бабки, в якій піноль переміщається від електромеханічної головки ЕГ.

Задня бабка верстата 16К20Ф3

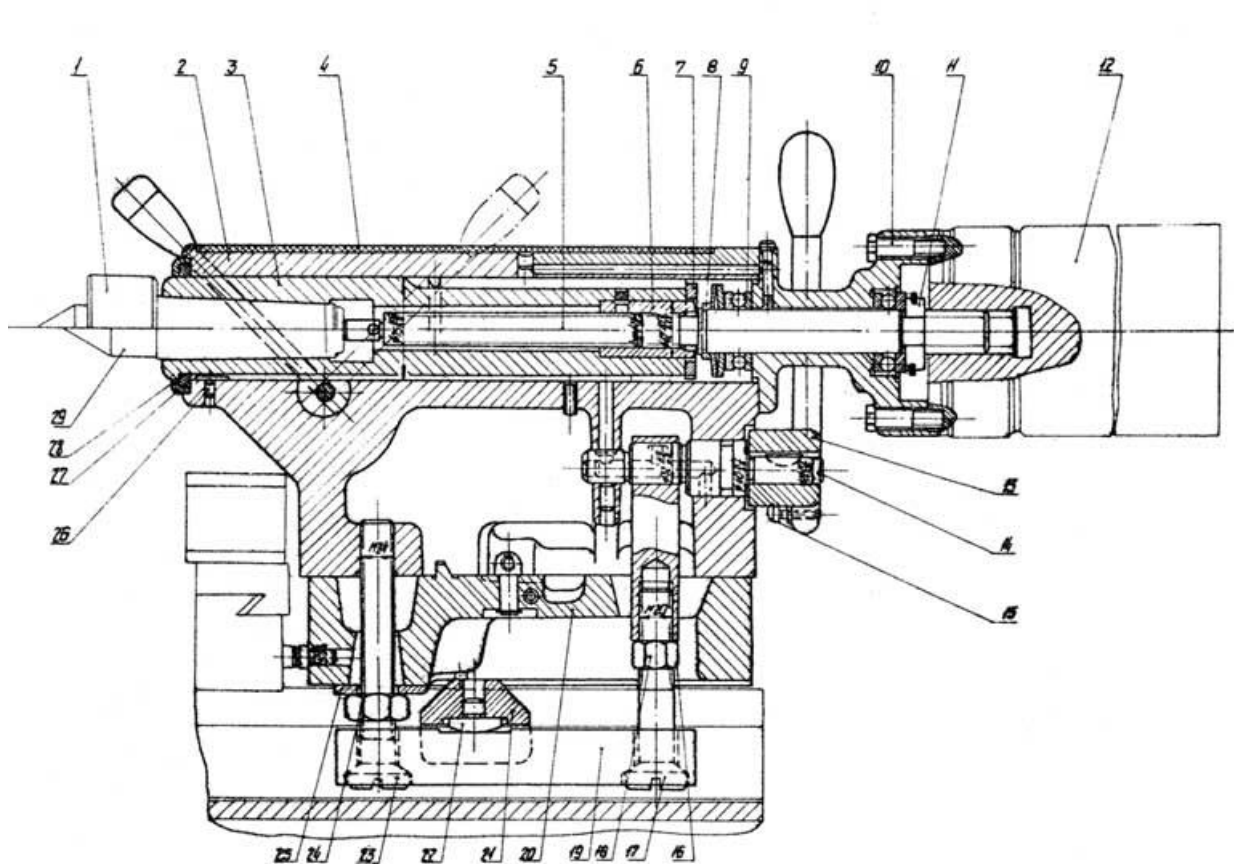


Рисунок 3.8 – Задня бабка

Задня бабка (рисунок 3.8) має жорстку конструкцію. За допомогою рукоятки, ексцентрикового вала, притискної планки і системи важелів задня бабка закріплюється на станині.

Якщо рукоятка 13, відведена в крайнє заднє положення, не забезпечує

достатній притиск задньої бабки до станини, то потрібно за допомогою регулювання гвинтами 17 і 23 при відпущених контргайці 13 і 24 змінюючи положення притискної планки 19, встановити необхідне зусилля притиску.

Переміщення пінолі здійснюється за допомогою електромеханічної головки "ПРИЗ ВС05" через гвинт, з кроком 5 мм.

Сталість зусилля затиску деталі забезпечується за допомогою тарілчастих пружин.

Електрообладнання токарного верстата з ЧПК 16К20Ф3

Вибір швидкості шпинделя

Для вмикання відповідної швидкості шпинделя сигнали подаються на кодові реле швидкості. З'єднання контактів кодових реле являє собою релейний дешифратор, на виході якого, при відповідному включенні кодових реле, отримуємо одну з дев'яти необхідних швидкостей шпинделя, з включенням відповідної електромагнітної муфти АКС (порядок включення електромагнітних муфт вказані в таблиці на принциповій електросхемі верстата).

При відключенні всіх реле подається команда на гальмування. Обертання шпинделя в толчковому режимі можливо при відключенні всіх кодових реле і при натисканні кнопки толчкового режиму, яка включає малу швидкість шпинделя в прямому напрямку. Контроль діапазону здійснюється кінцевим вимикачем. Включення електродвигуна головного приводу здійснюється подачею команди від пристрою ЧПК або від пульта керування верстата на проміжні реле з включенням відповідного контактора.

Вибір позиції інструмента

На верстаті передбачена можливість установки 6 інструментів в позиційному різцетримачі – револьверної головки.

Поворот різцетримача на необхідну позицію здійснюється при подачі

сигналу на реле зміни інструмента різцетримачем і кодове реле позиції інструменту з вмиканням електродвигуна або гідромотора. Схема побудована на співпадінні заданої позиції інструменту з пристроєм ЧПК з позицією, яка визначається кінцевими вимикачами контролю позиції різцетримача.

При співпадінні позиції вмикається реле співпадіння, яке дає команду на реверс різцетримача.

Після закінчення циклу повороту різцетримача відбувається включення реле «зворотного зв'язку» дає сигнал в пристрій ЧПУ на продовження відпрацювання програми.

Вмикання охолодження

В автоматичному режимі двигун охолодження працює при подачі сигналів пристроєм ЧПК на проміжне реле, яке включає контактор електродвигуна охолодження.

У процесі різання можливий пуск охолодження вимикачем з пульта керування верстата при включеному головному приводі.

Робота агрегатів змащення

Електродвигун змащення включається при кожному первісному пуску верстата і залишається включеним на час, необхідний для змащення. При роботі верстата тривалий час цикл мастила встановлюється відповідними реле про необхідною витримкою часу на мастило і паузу.

На верстаті передбачена можливість включення мастила під час паузи - толчковою кнопкою не порушуючи циклу мастила.

Затиск та розтиск патрона, підвід та відвід пінолі

Верстат може бути оснащено пристроями електромеханічними «ПРИЗ» для підводу і відводу пінолі задньої бабки і затиску та розтиску деталі а патроні. Керування передбачено ножними педалями; кожна з яких

має свою певну функцію див. креслення 16К20Ф.390.000 Э3 та креслення 16К20Ф.290.000 Э4 лист 1.

Блокування

В електросхемі верстата здійснені блокування:

- забороняючі вмикання електродвигуна головного приводу одночасно в прямому і зворотному напрямках. Для цього використані розмикаючі контакти контакторів РК5 та РК4в ланцюгах котушок цих контакторів;
- забороняючі вмикання електродвигуна різцетримача одночасно в прямому і зворотному напрямках. Для цього використані розмикаючі контакти контакторів РК7 та РК8 в ланцюгах котушок цих контакторів;
- обмеження переміщення каретки і супорта в крайніх граничних положеннях. Відведення супортної каретки з крайніх положень здійснюється відповідними кнопками в ручному режимі (див. Принципову схему верстата);
- заборона вмикання одночасно декількох електромагнітних муфт при зміні швидкостей шпинделя;
- заборона первинного вмикання шпинделя в автоматичному режимі без зовнішньої огорожі шпинделя;
- На верстатах з пристроєм ЧПК Алкатель здійснюється блокування, що забороняє одночасно вмикання магнітних пускачів затиску і розтиску виробу. Для цього використані розмикаючі контакти контакторів РК5 та РКВ і кнопок КН4 таРК6 в ланцюгах котушок цих контакторів.

Захист

1. Захист електродвигуна від струмів коротких замикань здійснюється автоматичним вимикачем типу АК63-3М. Значення номінальних струмів і струмів уставки автоматів дані на принциповій схемі верстата.

2. Захист електродвигунів від тривалих перевантажень Здійснюється

тепловим реле типу ТРН-25, ТРН-10. Значення номінальних струмів і струмів уставки дані на принциповій електричній схемі верстата,

3. Захист трансформаторів здійснюється:

- з боку 380 вольт автоматичним вимикачем;
- з боку понижувальної напруги – трансформатори захищені плавкими запобіжниками тип ПРС-20 від струмів короткого замикання в ланцюгах керування. Типи і дані по току плавких вставок наведені в схемі І

4. У електричній схемі верстата передбачена нульовий захист, що забезпечує неможливість довільного самовмикання електроапаратів при встановленні подачі електроенергії після раптового її зникнення. Це здійснюється котушками магнітних пускачів та реле, які при зниженні напруги нижче 80% номінального значення автоматично відключають електродвигун і релеїну схему від мережі

Заходи безпеки

На верстаті для безпеки роботи передбачені наступні заходи безпеки:

- Електрична схема має блокування, що здійснює негайне відключення ввідного автомата і гальмування шпинделя при відкриванні дверей шафи керування. Для огляду і наладки електроапаратури під напругою в схемі передбачено деблокуючого перемикач ВУ2, встановлений в шафі управління, яким користуються тільки електричні монтери.

- Перемикачі ВУ2 встановлюються в положення "двері відкриті", після чого можна включити ввідний автомат і приступити до налагоджувальних робіт.

- Після закінчення пусконаладжувальних та ремонтних робіт, перемикач ВУ2 повинен бути поставлений в положення "двері закриті", інакше при закриванні дверей шафи відбувається відключення вступного автомата.

- Для контролю наявності напруги між будь-яким з трьох лінійних проводів і шиною заземлення служить миготливий індикатор напруги ІМ,

встановлений в шафі керування. Він працює тільки при відкритих дверях шафи керування і показує включений стан ввідного автомата, а також контролює стан головних контактів. Пульсуюче миготіння індикатора червоного кольору звертає увагу обслуговуючого електрика на наявність напруги хоча б в одній з фаз.

При відключеному положенні ввідного автомата ВАІ це миготіння сигналізує про несправності автомата.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики верстата 16К20Ф3 різних модифікацій

Найменування параметра	16К20Ф3С32	16К20Ф3С5	16К20Ф3С8
Позначення системи ЧПК	2P22	H22-1M	1H22-61
Основні параметри верстата			
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною, мм	400	400	400
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм	220	220	220
Діаметр отвору в шпинделі, мм	53	53	53
Найбільша довжина оброблюваного виробу, мм	1000	1000	1000
Шпиндель			
Потужність двигуна головного руху, кВт	11	11	11
Кількість робочих швидкостей шпинделя	22	22	22
Межі чисел обертів шпинделя, об/хв.	12,5...2000	12,5...2000	12,5...2000

Продовження таблиці 3.2

Кількість автоматично перемикаємих швидкостей	9	9	9
Діапазон автоматичного перемикання	16	16	16
Діапазон швидкостей шпинделя, що встановлюються вручну, об/хв	Ряд I - 12.5..200	Ряд I - 12.5..200	Ряд I - 12.5..200
	Ряд II - 50..800	Ряд II - 50..800	Ряд II - 50..800
	Ряд III - 125..2000	Ряд III - 125..2000	Ряд III - 125..2000
Центр шпинделя передньої бабки по ГОСТ 13214-67	7032 - 0043 Морзе №6	7032 - 0043 Морзе №6	7032 - 0043 Морзе №6
Центр пінолі задньої бабки по ГОСТ 13214-67	7032 - 0045 Морзе №5	7032 - 0045 Морзе №5	7032 - 0045 Морзе №5
Кінець шпинделя по ГОСТ 12593-72	6К	6К	6К
Подачі			
Найбільше переміщення супорта: повздовжнє / поперечне, мм	900/250	900/250	900/250
Максимальна швидкість повздовжньої подачі при нарізанні різьби, мм/хв.	2000	1200	2000
Межі кроків нарізаємих різьб, мм	0,1..39,999	до 20	0,01..40
Діапазон швидкостей повздовжніх подач, мм/хв	3..2000	3..1200	1..2000

Продовження таблиці 3.2

Діапазон швидкостей поперечних подач, мм/хв	3..2000	1,5..600	1..2000
Швидкість швидких повздовжніх ходів, мм/хв	7000	4800	7500
Швидкість бистрих поперечних ходів, мм/хв	4000	2400	5000
Дискретність повздовжнього переміщення	0,002	0,01	0,01
Дискретність поперечного переміщення	0,002	0,005	0,005
Висота різця, мм	25	25	25
Кількість позицій на поворотному різцетримачі (число інструментів в револьверній головці)	6	6	6
Параметри системи ЧПК			
Позначення системи ЧПК	2P22	H22-1M	1H22-61
Число координат	2	2	2
Кількість одночасно керованих координат	2	2	2
Роздільна здатність в повздовжньому напрямку (дискретність завдання по осі X Z), мм	0,001	0,001	0,001
Роздільна здатність в поперечному напрямку (дискретність завдання по осі X), мм	0,001	0,05	0,05

Продовження таблиці 3.2

Тип датчика нульового положення		КВД3-24	КВД3-24
Тип датчика зворотного зв'язку	РОД-620		ВТ
Тип різьбонарізного датчика	РОД-620	ИГР	ИГР
Електродвигун головного привода	A02-52-4СП43, M301 4A132M443, M301	A02-52-4СП43, M301 4A132M443, M301	A02-52-4СП43, M301 4A132M443, M301
Потужність двигуна головного привода, кВт	11	11	11
Сумарна потужність електродвигуна, кВт	20	20	20
Сумарна потужність верстата, кВт	22	22	22
Габарити і маса верстата			
Маса верстата з ЧПК, кг	5000	5000	5000

Токарний верстат 16К20Ф3

Верстат 16К20Ф3 є найбільш масовою моделлю вітчизняного токарного верстата. Верстат 16К20Ф3 призначений для виконання патронних і центрових токарних робіт, на ньому в напівавтоматичному циклі можуть бути оброблені різноманітні зовнішні і внутрішні циліндричні, конічні і криволінійні поверхні, а також нарізана різьба.

Залежно від комплектування пристроєм ЧПК модифікації верстата мають такі позначення: 16К20Ф3С1 - з пристроєм ЧПК "Контур 2ПТ", 16К20Ф3С2 - з пристроєм СС221-02Р фірми Alcatel (Франція), 16К20Ф3С4

Інструментальний диск 9 (рисунок 3.10), на лицьовій стороні якого є пази для кріплення шести різців-вставок або різцевих блоків, земний, він змонтований на конічному виступі вала 1 і притиснутий до задньої торцевої поверхні рухомого плоскозубчастого колеса 2 напівмуфти з опуклими круговими зубами. У свою чергу, полумуфта жорстко скріплена з валом 1. Нерухома полумуфта 3 з увігнутими круговими зубами скріплена з корпусом головки 4.

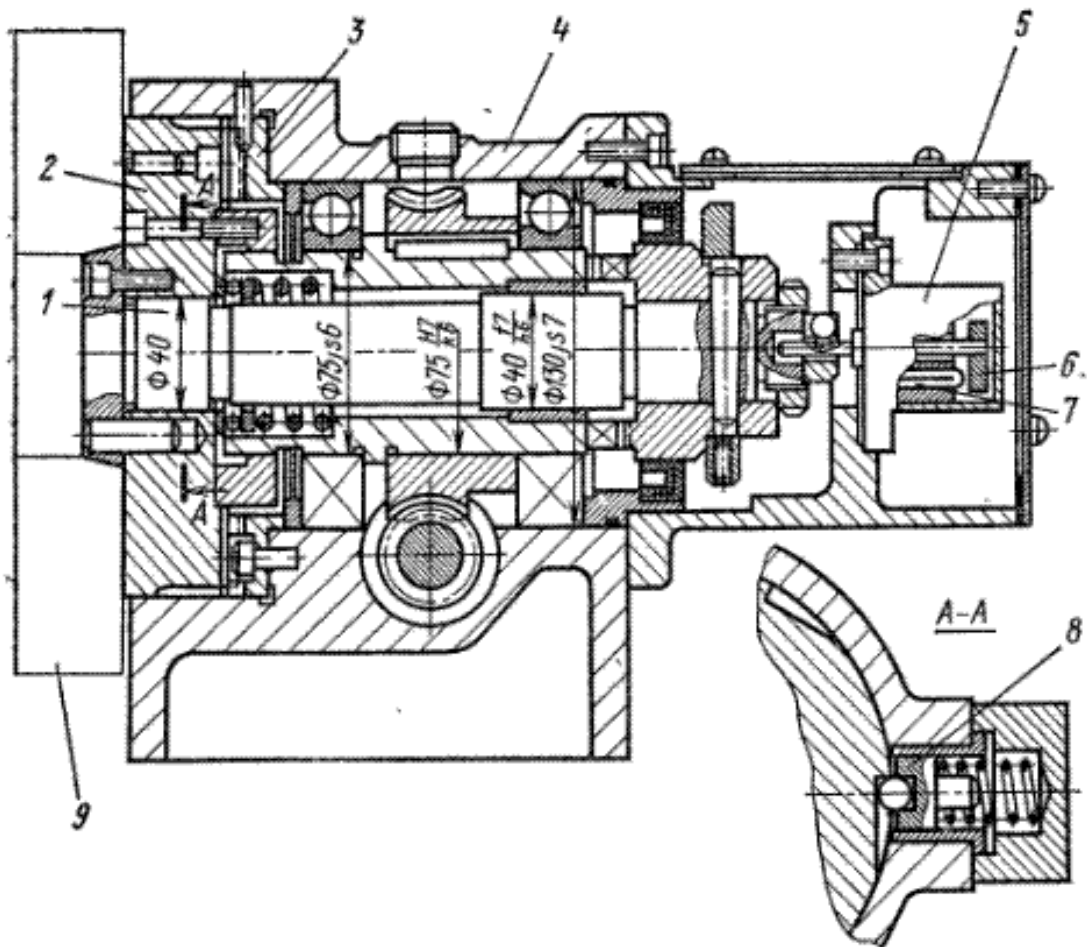


Рисунок 3.10 – Револьверна головка верстата 16К20Ф3

Момент досягнення револьверної головки необхідної позиції фіксується спрацюванням герметизованих електричних контактів 7 (герконів) шестипозиційний командоапарата 5, на які впливає обертається синхронно

з валом 1 магніт 6. При досягненні заданої позиції вмикається реле співпадання, яке дає команду на реверс двигуна, але рухливе плоске колесо 2 разом з інструментальним диском 9 утримується від повороту фіксатором 8. Після закінчення затиску сигнал реле максимального струму відключає електродвигун повороту і дає команду в пристрій ЧПК на продовження автоматичного циклу.

Важливе значення для нормальної експлуатації і збереження довговічності верстата має правильне і регулярне змащення, яке необхідно проводити строго відповідно до карти (таблиця 3.3) і схемою змащування (рис. 3.11) верстата 16К20Ф3.

Система змащування шпindelної бабки верстата 16К20Ф3 – автоматична. Шестеренний насос, що приводиться в обертання через ремінну передачу від електродвигуна головного приводу, всмоктує масло з резервуара і подає його через сітчастий фільтр до підшипників шпинделя і зубчастих коліс. Приблизно через хвилину після включення електродвигуна головного приводу починає обертатися диск мастиловказівника 4. Його постійне обертання свідчить про нормальну роботу системи змащування. При припиненні обертання диска необхідно відразу відключити верстат і очистити фільтр, промивши його елементи в гасі. Фільтр слід очищати не тільки при його засміченні, але і регулярно не рідше 1 разу на місяць. З шпindelної бабки масло через сітчастий фільтр 9 з магнітним патроном зливається в резервуар. Щодня перед початком роботи необхідно перевіряти по рисці мастиловказівника рівень масла і при необхідності доливати його.

Змащення напрямних супорта і станини верстата 16К20Ф3 здійснюється автоматично від станції змащення, встановленої в підставі. Шестеренний насос станції включається одночасно з включенням верстата і надалі періодично по команді від моторного реле часу, за допомогою якого встановлюється проміжок часу 10 - 240 хв. між подачами масла. Дозування подачі масла здійснюється за допомогою пневматичного реле часу, налаш-

тованого на 3-5 с. За цей час необхідна порція масла надходить від розгалужувальної коробки на всі точки змащення напрямних. Якщо необхідно здійснити додаткову подачу масла до напрямних, слід натиснути кнопку "Поштовх мастила". Подача масла здійснюється протягом усього часу натискання кнопки.

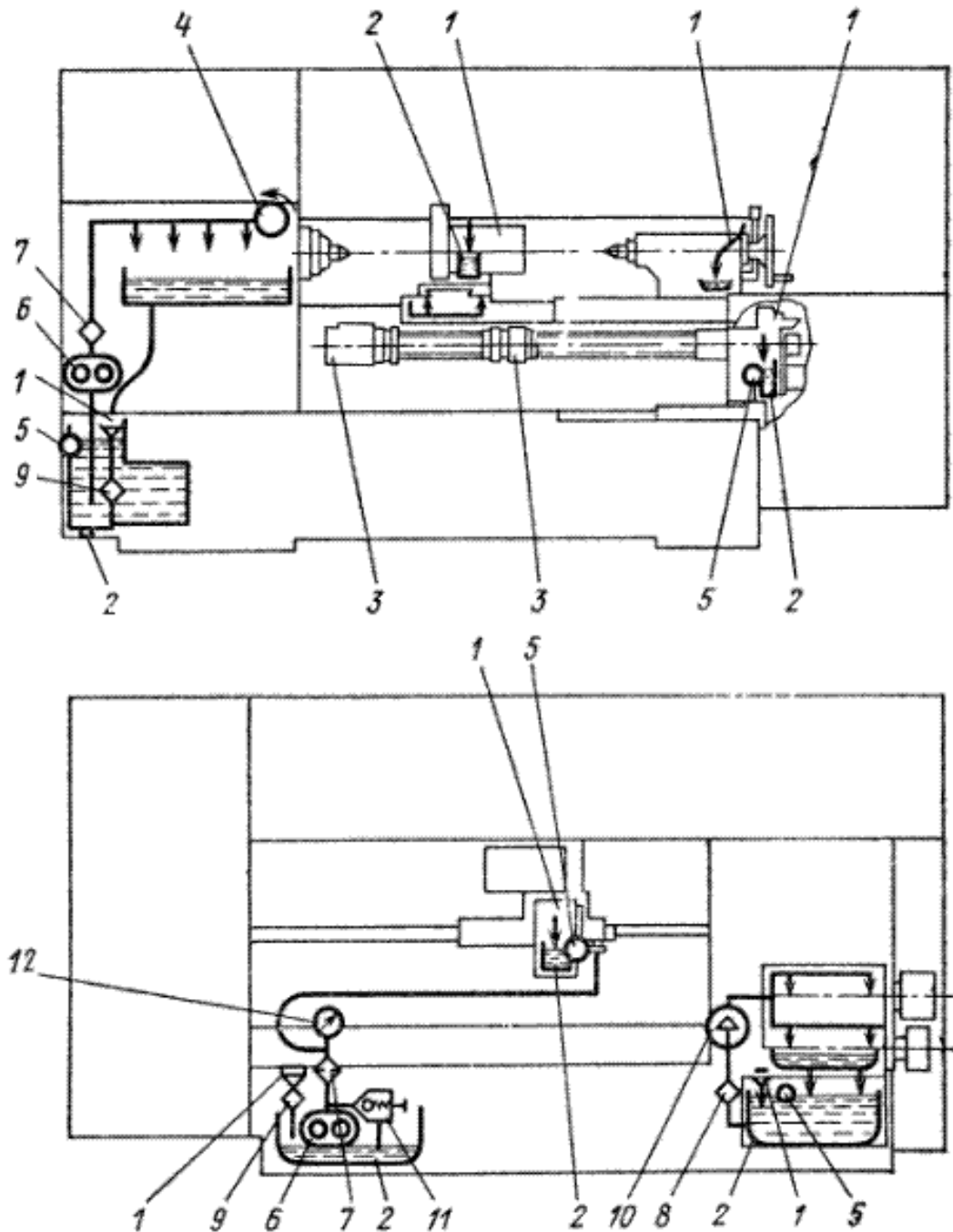


Рисунок 3.11 – Система змащування

Гідрообладнання верстата 16К20Ф3 складається з наступних елементів: гідростанції 7,5/1500 Г48-44, в яку входять резервуар для масла, насос з приводним електродвигуном, елементи фільтрації і охолодження робочої рідини, контрольно-регулююча апаратура; гідроприводу поздовжнього ходу каретки Е32Г18-23; гідроприводу поперечного ходу супорта Е32Г18-22; магістральних трубопроводів, що з'єднують між собою гідравлічні вузли та апаратуру.

Таблиця 3.3 – Карта змащування та витрат мастильних матеріалів верстата 16К20Ф3

Змащуючий механізм	Спосіб змащування	Марка мастильного матеріалу	Періодичність заміни чи змащення при ручному способі	Кількість масла, що заливається, л
Шпиндельна бабка та АКС	Централізований	Індустріальне І-20А	1 раз в 6 місяців	20
Каретка	-	Індустріальне І-30А	2 рази в 6 місяців	10
Редуктор поздовжньої та поперечної подачі	Разбрикування	Індустріальне І-20А	1 раз в 6 місяців	2
Редуктор повороту револьверної головки	-	Індустріальне І-30А	1 раз в місяць	0,5
Гвинтові пари	Ручний	ЦИАТИМ 201	1 раз в 6 місяців	0,5
Задня бабка	-	Індустріальне І-30А	Щодня	0,5

Продовження таблиці 3.3				
Права опора ПОВЗДОВЖНЬОГО ГВИНТА	-	Індустріа- льне І-20А	1 раз в 6 мі- сяців	2
Ліва опора ПОВЗДОВЖНЬОГО ГВИНТА	-	ЦИАТИМ 201	1 раз в 6 мі- сяців	0,5

Верстат 16К20Ф3 встановлюють на бетонній підлозі цеху (без спеціального фундаменту) і закріплюють чотирма фундаментними болтами. Вивірку верстата з точністю 0,02 мм на 1000 мм слід проводити за допомогою клинів або башмаків за рівнями, розташованим на супорті паралельно і перпендикулярно осі центрів, переміщення супорт на всю довжину ходу.

Пускові роботи виконують відповідно до загальних вказівок. Пристрій ЧПК необхідно з'єднати з верстатом за допомогою кабелів, що входять в комплект верстата. Для пристрою Н22-1М таких кабелів сім.

На ввімкненому верстаті в режимі "Ручне керування" за допомогою тумблерів здійснити переміщення по осях X і Z в обох напрямках по всій можливій довжині ходу на швидкому ході і робочих подачах. Від кнопок пульта керування верстату перевірити роботу інших механізмів і систем верстата: подачу масла в шпиндельну бабку, в АКС і до напрямних, перемикачів швидкостей шпинделя, роботу поворотної револьверної головки, роботу аварійних і блокувальних вимикачів, подачу охолоджуючої рідини. Обкатати шпиндель верстата на мінімальній швидкості протягом 30 хв., а потім послідовно короткочасно на всіх інших частотах обертання.

Перевірити роботу верстата в режимі ручного введення. Завершуються пусконаладжувальні роботи перевіркою геометричної точності верстата, роботою по тест-програмі і обробкою зразків.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Равська Н.С., Мельничук П.П., Касьянов А.Г., Родін Р.П. Технологія інструментального виробництва: Підручник для спеціальностей: 7.090202 „Технологія машинобудування”, 7.090203 „Металорізальні верстати та системи”, 7.090204 „Інструментальне виробництво” – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 555 с.

2. Кукляк М.Л. та ін. Металорізальні інструменти. Проектування: Навч. посібник /Кукляк М.Л., Афтаназів І.С., Юрчишин І.І. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 556 с.

3. Кузнєцов Ю.М. Основи патентознавства та авторського права. - К.: Кондор, 2005. - 428 с.

4. Паспорт універсально-заточувального верстату моделі ВЗ-208 ФЗ.

5. Паспорт двостороннього торцешліфувального верстату моделі 3342АДО.

6. Бочков В.М., Силин. Обладнання автоматизованого виробництва – Львів, 2000 р. – 380 с.

7. <https://base.uipv.org/searchINV/>.

8. <http://uapatents.com/>.

9. <https://ukrpatent.org/uk/news/main/onovleno-perelik-bd-opv-03022020>