

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
Донецький національний технічний університет

Методичні вказівки

До лабораторних робіт з курсів: «Обладнання та транспорт механообробних цехів», «Металорізальне обладнання»

Розглянуто
на засіданні кафедри.
Протокол № 6 від
09.11.2010 р.

Затверджено
на засіданні навчально-
видавничої ради ДонНТУ.
Протокол № 5 від
06.12.2010 р.

УДК 621.96 (071)
И-72

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсів: «Обладнання та транспорт механообробних цехів», «Металорізальне обладнання» частина I (для студентів напрямку підготовки 6.050503)/ Складачі: О.В.Мірошніченко, В.Г.Кочергін, В.П. Цокур. – 70 с.

Наведено конструкції та кінематичні схеми різноманітних металорізальних верстатів. Розглянуто область застосування різноманітних груп технологічного обладнання.

Автори:

доц. Мірошніченко О.В.
доц. Кочергін В.Г.
доц.. Цокур В.П.

Рецензент:

доц. Молчанов О.Д.

Відповідальний за
випуск

Зав. Кафедрою
професор В.В.Гусєв

Лабораторна робота №1.

Умовні позначення кінематичних схем. Техніка безпеки при роботі на металорізальних верстатах.

Тема: умовні позначення кінематичних схем металорізальних верстатів.

Мета: ознайомитись з основами техніки безпеки при проведенні робіт на металорізальному обладнанні. Вивчити основні умовні позначення кінематичних схем.

1.1 Техніка безпеки при роботі на металорізальних верстатах

Операції, що виконуються до початку роботи та під час експлуатації верстата.

- Привести до ладу власний одяг та волосся так, щоб не було змоги захопити їх частинами верстата, що обертаються, або заготовкою. Застебнути рукава, зняти краватку.

- Привести до ладу робоче місце: забезпечити відсутність сторонніх предметів, не залишати на верстаті нічого іншого окрім встановленої заготовки.

- Перевірити справність верстата та пристроїв, що використовуються; справність механізмів управління верстатом; наявність та справність захисних пристроїв; справність огороження токоведучих частин електричної апаратури; перевірити, чи не обірвано провідник заземлення верстата; справність екранів для захисту від стружки та від мастильно-охолоджувальної рідини; справність патронів та інших пристосувань для закріплення оброблюваних виробів та різучого інструменту.

Забороняється працювати на несправних верстатах або на верстатах зі знятими огороженнями.

- Надійно та жорстко закріпити заготовку, що оброблюється на верстаті.


- Перед включення електродвигуна верстата слід вимкнути рукоятки управління верстатом або встановити їх у нейтральне положення; впевнитися, що включення верстата нікому не загрожує небезпекою.

- Під час роботи верстата забороняється: встановлювати та знімати заготовку; замінювати різальні інструменти; перемикати рукоятки коробки швидкостей; передавати які-небудь предмети через верстат; чистити та змащувати верстат; гальмувати рукою патрон після вимкнення верстата; підводити супорт з різцем близько до кулачків патрону, який обертається.












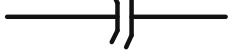





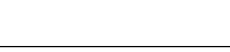

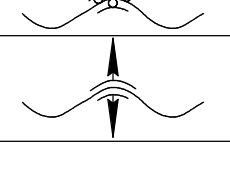
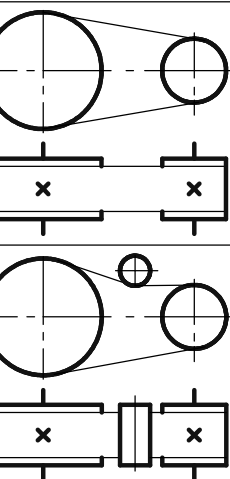
1.2 Умовні позначення кінематичних схем металорізальних верстатів

Умовні позначення елементів кінематичних схем, що найчастіше зустрічаються при описанні верстатів наведені у таблиці 1.1.

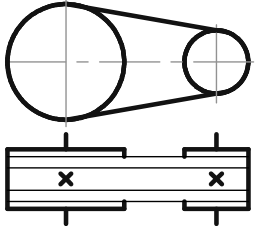
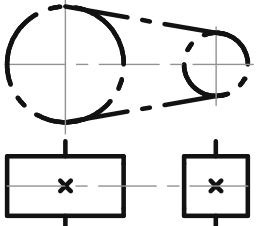
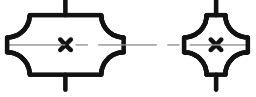
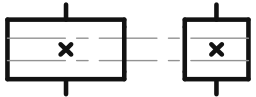
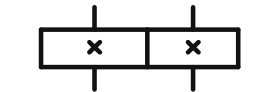
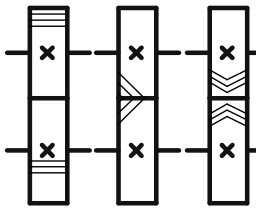
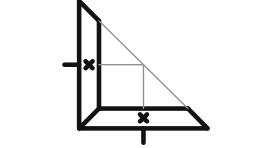
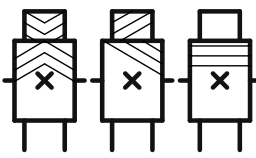
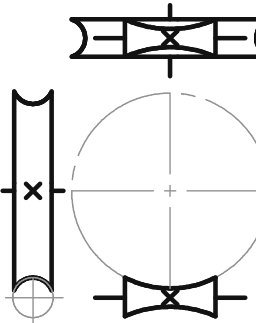
Таблиця 1.1 – Умовні позначення елементів кінематичних схем

Найменування	Позначення
1	2
<i>Вал, вісь, шатун, стержень</i>	
<i>Шарнірне з'єднання стержнів</i>	
<i>Підшипники ковзання та кочення (без уточнення типу):</i>	
<i>радіальний</i>	
<i>радіально-упорний односторонній</i>	
<i>радіально-упорний двохсторонній</i>	
<i>упорний односторонній</i>	
<i>упорний двохсторонній</i>	
<i>Підшипники ковзання:</i>	
<i>радіальний підшипник ковзання</i>	
<i>радіальний підшипник ковзання, що самовстановлюється</i>	
<i>радіально-упорний односторонній підшипник</i>	
<i>радіально-упорний двохсторонній підшипник</i>	
<i>Підшипники кочення:</i>	
<i>радіальний підшипник (загальне позначення)</i>	
<i>радіальний роликовий</i>	
<i>радіальний підшипник, що самовстановлюється</i>	
<i>радіально-упорні односторонні підшипники</i>	
<i>радіально-упорні двохсторонні підшипники</i>	
<i>радіально-упорний роликовий односторонній підшипник</i>	
<i>упорний односторонній підшипник</i>	
<i>упорний двохсторонній підшипник</i>	
<i>Кінці шпинделів:</i>	
<i>кінець шпинделя для центрових робіт</i>	
<i>кінець шпинделя для патронних робіт</i>	
<i>кінець шпинделя для робіт з цанговим патроном</i>	
<i>кінець шпинделя для свердлильних робіт</i>	
<i>кінець шпинделя для фрезерних робіт</i>	
<i>З'єднання валів:</i>	
<i>глухе з'єднання двох співвісних валів</i>	
<i>глухе з'єднання валів з запобіганням від перевантаження</i>	
<i>еластичне з'єднання двох співвісних валів</i>	
<i>шарнірне з'єднання валів</i>	
<i>телескопічне з'єднання двох валів</i>	
<i>з'єднання двох валів зубчастою муфтою</i>	
<i>з'єднання двох валів запобіжною муфтою</i>	

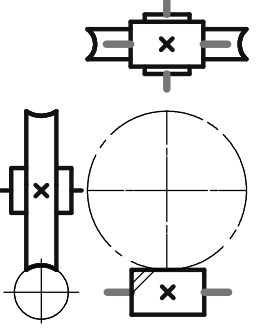
продовження таблиці 1.1

1	2
<i>кулачкова одностороння муфта зчеплення</i>	
<i>кулачкова двостороння муфта зчеплення</i>	
<i>фрикційна муфта зчеплення (без уточнення виду та типу)</i>	
<i>фрикційна одностороння муфта (загальне позначення)</i>	
<i>фрикційна одностороння електромагнітна муфта</i>	
<i>фрикційна одностороння гідравлічна або пневматична муфта</i>	
<i>фрикційна двостороння муфта (загальне позначення)</i>	
<i>фрикційна двостороння електромагнітна муфта</i>	
<i>фрикційна двостороння гідравлічна або пневматична муфта</i>	
<i>фрикційна конусна двостороння муфта</i>	
<i>фрикційна конусна одностороння муфта</i>	
<i>фрикційна дискова одностороння муфта</i>	
<i>фрикційна дискова двостороння муфта</i>	
<i>фрикційна муфта з колодками</i>	
<i>фрикційна муфта з розжимними колодками</i>	
<i>Ходові гвинти та гайки:</i>	
<i>ходовий гвинт для передачі руху</i>	
<i>нероз'ємна маточна гайка ковзання</i>	
<i>нероз'ємна шарикова маточна гайка</i>	
<i>роз'ємна маточна гайка ковзання</i>	
<i>Ременні передачі:</i>	
<i>відкрита передача плоским ременем</i>	
<i>перехресна передача плоским ременем</i>	

продовження таблиці 1.1

1	2
<i>загальне позначення клино-ременної передачі без уточнення типу</i>	
<i>Ланцюгові передачі:</i>	
<i>загальне позначення ланцюгової передачі без уточнення типу</i>	
<i>Роликів ланцюгова передача</i>	
<i>безшумна (зубчаста) ланцюгова передача</i>	
<i>Зубчасті передачі:</i>	
<i>циліндрична зубчаста передача (загальне позначення)</i>	
<i>циліндрична зубчаста передача, відповідно прямозуба, косозуба та шевронна</i>	
<i>конична зубчаста передача (загальне позначення)</i>	
<i>зубчаста рейкова передача, відповідно з шевронними, косими та прямими зубцями</i>	
<i>черв'ячна глобоїдна передача</i>	

продовження таблиці 1.1

1	2
<p><i>черв'ячна передача з циліндричним черв'яком</i></p>	

Лабораторна робота №2.

Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20.

Тема: будова та кінематична схема токарно-гвинторізного верстата.

Мета: вивчити будову та кінематичні ланцюги токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20. Навчитися складати рівняння кінематичного балансу згідно кінематичної схеми верстата та графіка частот.

2.1 Основні відомості про токарно-гвинторізний верстат 16К20

Універсальний токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20 призначений для виконання зовнішнього та внутрішнього точіння, нарізання різьб різноманітного профілю на зовнішніх та внутрішніх циліндричних та конічних поверхнях за допомогою різців, різьбових гребінок, мітчиків, плашок. На верстаті можна нарізати різьби чотирьох систем: метричну, модульну, дюймову та пітчеву.

Технічна характеристика верстата наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика верстата моделі 16К20

Характеристика	Величина
Найбільший діаметр деталі, що встановлюється над станиною, <i>мм</i>	400
Відстань між центрами, <i>мм</i>	900
Діаметр отвору шпинделя, <i>мм</i>	52
Число значень частот обертання шпинделя	24
Кількість частот обертання шпинделя	22
Частота обертання шпинделя, <i>об/хв</i>	12,5 - 1600
Подача на один оберт шпинделя, <i>мм/об</i> :	
подовжня	0,05 – 2,8
поперечна	0,025 – 1,4
Шаг нарізання різьби:	
метричної, <i>мм</i>	0,5 – 112
дюймової (кількість ниток на 1")	56 – 0,25
модульної (модуль)	0,5 – 112
пітчевої (пітч)	56 – 0,25
Потужність електродвигуна, <i>кВт</i>	10

2.2 Будова верстата

Станина (А) (рис. 2.1), встановлена на передній (В) та задній (С) тумбах, несе на собі усі інші вузли верстата. Зліва на станині розміщена передня бабка (D). У ній розташована коробка швидкостей із шпинделем (E), на передньому конусі якого закріплено патрон. Справа розташована задня бабка (F). Її можна переміщувати уздовж направляючих станини и закріплювати в залежності від довжини деталі на необхідній відстані від передньої бабки.

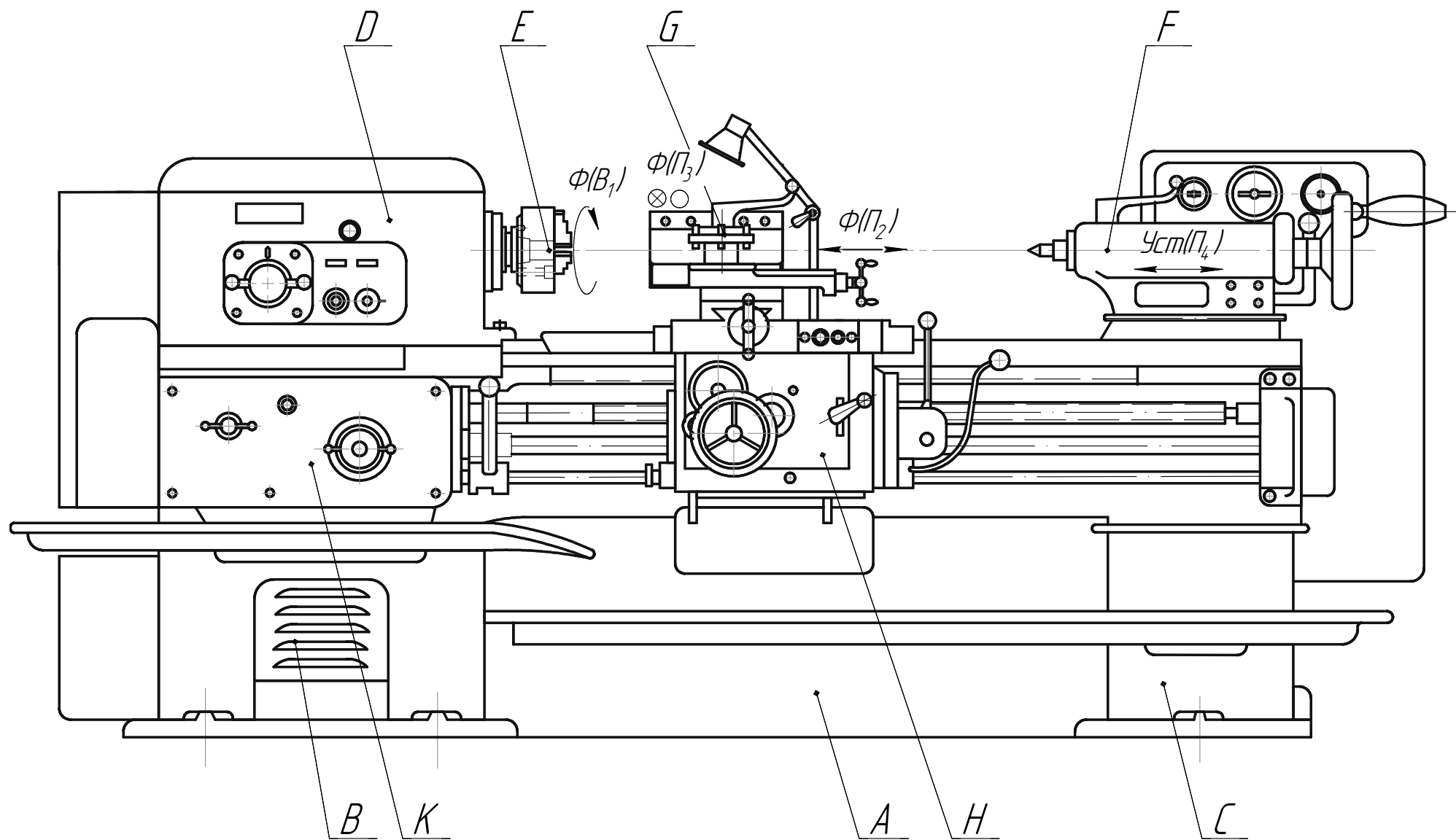


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд верстата моделі 16K20

Ріжучий інструмент закріплюють у різцетримачі супорта (G).

Подовжня та поперечна подачі супорта здійснюються за допомогою механізмів, що розташовані у фартусі (H), та отримують обертання від ходового вала, або ходового гвинта. Перший використовується три точінні, другий – при нарізанні різьби. Величину подачі супорта встановлюють настройкою коробки подач (K). У нижній частині станини розташовано корито, куди збирається стружка та стікає охолоджуюча рідина.

2.3 Кінематичні ланцюги верстата

2.3.1. Ланцюг головного руху. Головним рухом у верстаті є обертання шпинделя, який від електродвигуна ($N = 10$ кВт; $n = 1460$ об/хв) через клиноремінну передачу 154/268 та коробку швидкостей (рис. 2.2). Муфта М1 слугує для вмикання, вимикання та реверсу обертання шпинделя. Пряме обертання передається на вал II через зубчасті колеса 51/39 або 56/34 (дві частоти обертання). Зворотне обертання на вал II (одна частота обертання) передається через зубчасті колеса 50/24, 36/38. З вала II на вал III обертання передається через зубчасті колеса 29/47, 21/55 або 38/38. Таким чином вал III має шість частот обертання ($2 \times 3 = 6$). Шість частот обертання передаються на шпиндель верстата, повз переборні вали IV та V, що суттєво підвищує довговічність верстата, так як колеса 45/45, 18/72, 30/60, 15/60, 18/72, 30/60 не приймають участі в передачі частот обертання. З вала III на шпиндель VI обертання може бути передано через зубчасті колеса 60/48 або зубчасті колеса 30/60, що дає можливість отримати 12 вищих частот обертання. Таким чином, шпиндель верстата отримує 24 значення частот обертання. Практично шпиндель має тільки 22 частоти обертання, тому що значення $n = 500 \text{ хв}^{-1}$ та $n = 630 \text{ хв}^{-1}$ (дивись графік частот обертання рис. 2.3.) повторюються двічі.

Приведемо приклад розрахунку мінімальної та максимальної частоти обертання шпинделя, що краще зробити за допомогою графіка частот обертання (рис. 2.3).

Мінімальна частота обертання шпинделя (при роботі без перебору)

$$n_{\min} = 1460 \cdot \frac{154}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 12,5 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Максимальна частота обертання шпинделя (при роботі без перебору)

$$n_{\max} = 1460 \cdot \frac{154}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{60}{48} = 1600 \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

де 0,985 – к.к.д. ремінної передачі.

Використовуючи графік частот, можна легко знайти будь яку частоту обертання шпинделя.

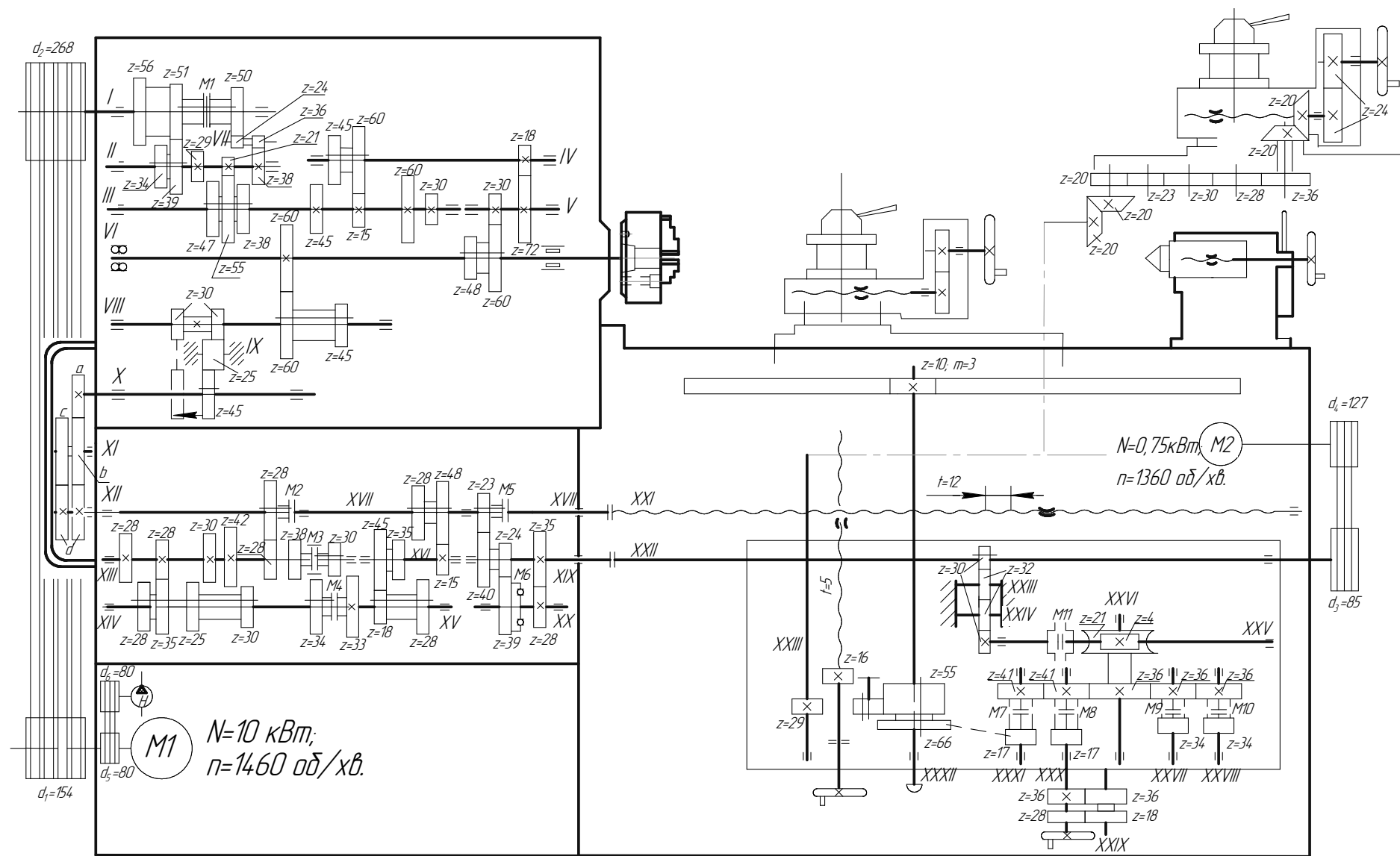


Рисунок 2.2 – Кінематична схема верстата моделі 16К20

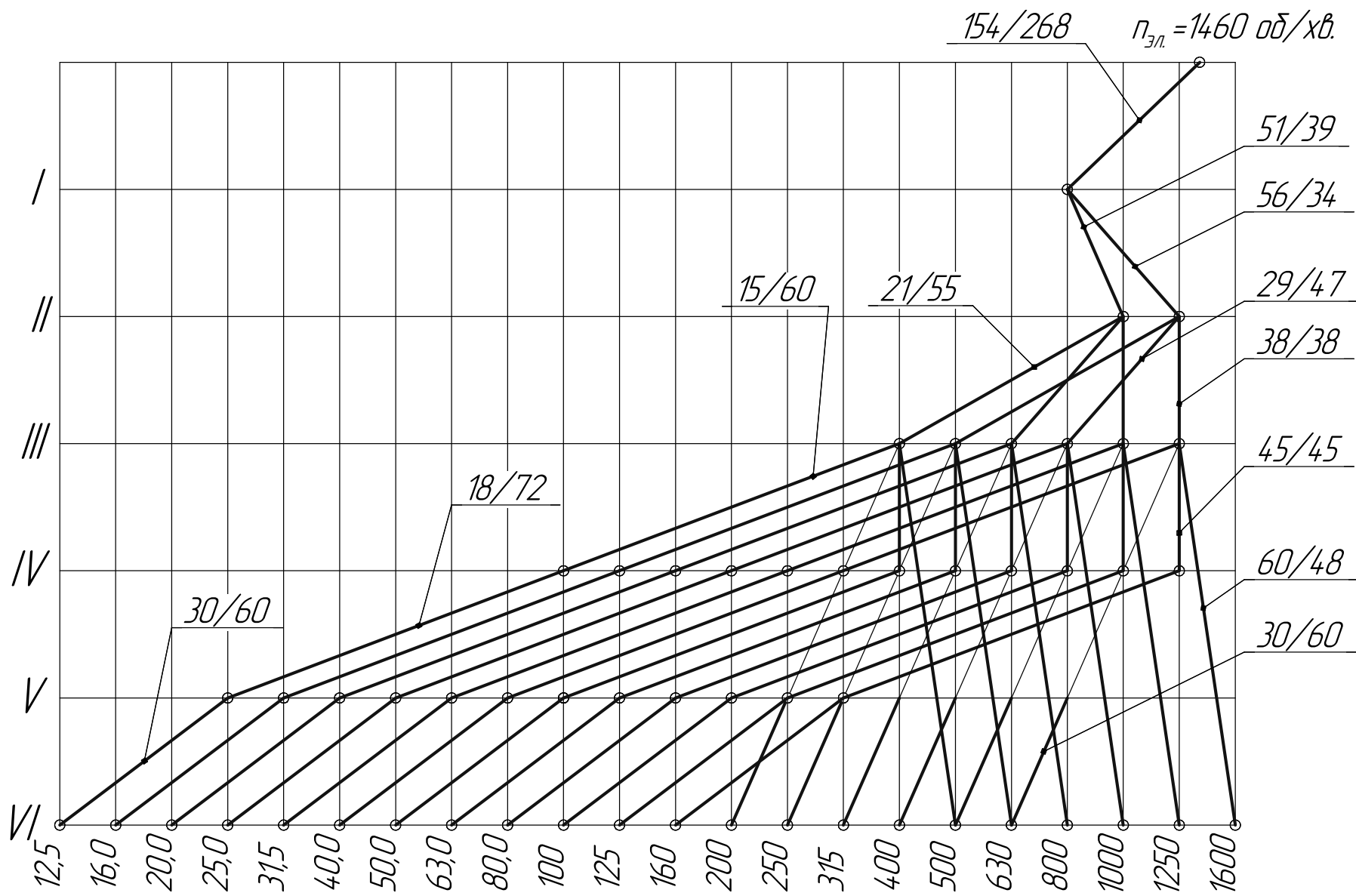


Рисунок 2.3 – Графік частот обертання шпинделя

2.3.2 Привід подач. Привід подач складається із ланцюга збільшення шагу, механізму реверсу, коробки подач та механізму передач фартуха. Рух подачі може здійснюватися безпосередньо від шпинделя VI через пару зубчастих коліс 60/60, при нарізанні різьби з нормальним шагом та при нормальній подачі, або з вала III через зубчасті колеса 45/45 – для отримання збільшеної подачі та шагу через ланцюг збільшення, що розташовано в коробці швидкостей та має два передатних відношення:

$$i_1 = 1 \cdot \frac{60}{30} \cdot \frac{72}{18} \cdot \frac{45}{45} = 8;$$

$$i_2 = 1 \cdot \frac{60}{30} \cdot \frac{72}{18} \cdot \frac{60}{15} \cdot \frac{45}{45} = 32.$$

Для зміни напрямку обертання ходового гвинта слугує механізм реверсу. Праве обертання гвинта здійснюється через пару зубчастих коліс 30/45, ліве через передачу 30/25, 25/45. З валу X через гітару змінних коліс $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ обертання

передається на вал XII коробки подач. Коробка подач станка уніфікована і є типовою конструкцією закритої коробки з пересувними блоками. Коробка подач складається із основної коробки з валами XII, XIII, XIV з муфтами М2, М3, М4, множильного механізму (типу Меандр) з валами XV, XVI, XVII та механізму передачі обертання на ходовий гвинт або ходовий вал XXII. При нарізуванні різьб обертання передається з валу XII на вал XIII через зубчасті колеса 28/28 при відключеній муфті М2. З валу XIII на вал XIV обертання передається при налаштуванні на метричні та модульні різьби через зубчасті колеса 28/28, 38/34, 30/33 та муфту М3. Тотожність $38/34, 30/33 = 25,4/52$ пояснює перехід на нарізання дюймових різьб включенням зубчастих коліс 38/34, 30/33. Надалі через множильний механізм на чотири частоти обертання з зубчастими колесами $Z = 18, 28, 45, 35, 15, 28, 48$ обертання передається на вал XVII. За включеної муфти М5 обертання передається на гвинт XXI з шагом 12 мм.

Таким чином коробка подач забезпечує 16 варіантів шагів метричних різьб:

$$\frac{28}{28} \cdot \frac{30}{25} \left(\text{або } \frac{42}{30}, \text{ або } \frac{28}{35}, \text{ або } \frac{28}{28} \right) \cdot \frac{18}{45} \left(\text{або } \frac{28}{35} \right) \cdot \frac{15}{48} \left(\text{або } \frac{35}{28} \right);$$

та 16 варіантів дюймових різьб:

$$\frac{28}{28} \cdot \frac{38}{34} \cdot \frac{25}{30} \left(\text{або } \frac{30}{42}, \text{ або } \frac{35}{28}, \text{ або } \frac{28}{28} \right) \cdot \frac{30}{33} \cdot \frac{18}{45} \left(\text{або } \frac{28}{28} \right) \cdot \frac{15}{48} \left(\text{або } \frac{35}{28} \right).$$

При вимкненій муфті М5 обертання через зубчасті колеса 23/40, 24/39, обгінну муфту М6, зубчасті колеса 28/35 передається на ходовий вал XXII. З

ходового вала XXII за допомогою зубчастих колес 30/32, 32/32, 32/30 обертання передається на вал XXV механізму фартуха, далі через черв'ячну передачу 4/21 обертання передається на колесо $Z = 36$. Подовжня подача здійснюється через зубчасті колеса 41/41, муфти М7 та М8, зубчасті колеса 17/17, через $Z = 66$ на вал XXXII і на рейкову передачу $Z = 10$.

Рух поперечної подачі отримують від колеса $Z = 36$ (вал XXVI) через зубчасті колеса 36/36, муфти М9, М10, зубчасті колеса 34/34, 29/16 та ходовий гвинт поперечної подачі з шагом $t = 5$ мм.

Керування вмиканням та вимиканням подач і їх реверсом здійснюють муфтами М7, М8, М9, М10.

Для прикладу наведемо розрахунок мінімальної подовжньої подачі при встановлених змінних колесах $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64}$

$$s_{\min} = 1 \text{ об/хв} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot \frac{23}{40} \cdot \frac{24}{39} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{36}{41} \cdot \frac{41}{41} \cdot \frac{17}{66} \cdot 3 \cdot 10 = 0,05 \text{ мм/об}.$$

Рівняння кінематичних ланцюгів від шпинделя до ходового гвинта при нарізанні різьби складають із умови, що за один оберт шпинделя супорт з різцем перемістився уздовж вісі заготовки на шаг t_H однозахідної різьби, що нарізується.

Для нарізання метричної різьби зі стандартним шагом (в цьому випадку передача до коробки подач здійснюється безпосередньо від шпинделя, не потрапляючи до ланки збільшення шагу) рівняння кінематичного балансу має вигляд:

$$1 \text{ об/хв} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{30}{25} \left(\text{або } \frac{30}{42}, \text{або } \frac{28}{35}, \text{або } \frac{28}{28} \right) \cdot \frac{18}{45} \left(\text{або } \frac{28}{35} \right) \cdot \frac{15}{48} \left(\text{або } \frac{35}{28} \right) \cdot 12 = t_H.$$

Для нарізання дюймової різьби з шагом n (для дюймової різьби $t_H = \frac{25,4}{n}$, де n - кількість ниток на 1") рівняння кінематичного балансу має наступний вигляд

$$1 \text{ об/хв} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{38}{34} \cdot \frac{25}{50} \left(\text{або } \frac{30}{42}, \text{або } \frac{35}{28}, \text{або } \frac{28}{21} \right) \cdot \frac{30}{33} \cdot \frac{18}{45} \left(\text{або } \frac{28}{35} \right) \cdot \frac{15}{48} \left(\text{або } \frac{35}{28} \right) \cdot 12 = t_H.$$

Нарізання точних різьб здійснюється шляхом вмикання ходового гвинта напряду за допомогою муфт М2 та М5. В цьому випадку рівняння кінематичного балансу має вигляд:

$$1 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot 12 = t_H, \text{ звідки } \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{t_H}{8}.$$

2.4 Зміст звіту про лабораторну роботу

1. Навести основні технічні характеристики верстата.
2. Виконати ескіз токарно-гвинторізного верстата, позначити основні вузли та формоутворюючі рухи.
3. Привести формули кінематичного балансу для n_{\max} ; n_{\min} ; s_{\max} ; s_{\min} .
4. На основі кінематичної схеми побудувати структурну схему токарно-гвинторізного верстата.

Лабораторна робота №3.

Токарно-револьверний верстат моделі 1341.

Тема: будова та кінематична схема токарно-револьверного верстата.

Мета: вивчити будову та кінематичні ланцюги токарно-револьверного верстата моделі 1341. Навчитися складати рівняння кінематичного балансу згідно кінематичної схеми верстата та графіка частот.

3.1 Основні відомості про токарно-револьверні верстати

Токарно-револьверні верстати призначені для оброблення деталей складної конфігурації, що вимагають послідовного використання різноманітного інструменту. На токарно-револьверних верстатах можливо обточувати зовнішні поверхні, свердлити, зенкерувати, розвертати отвори, нарізувати різьбу мітчиками, плашками, різьбовими головками, різцем за допомогою копіра.

Наявність револьверної головки з горизонтальною віссю обертання та зміщення вісі головки відносно шпинделя дозволяє використовувати верстат для розточки внутрішніх отворів, зовнішньої проточки кільцевих пазів, підрізки торців, відрізки деталі.

В якості заготовок на верстаті 1341 використовують прутки або штучні заготовки. Пруток, що оброблюється, пропускається через отвір шпинделя і закріплюється цанговим патроном.

Штучні заготовки закріплюють в кулачковому патроні, розташованому на передньому кінці шпинделя. Ріжучі інструменти закріплюють в державках, що встановлюють в 16-позиційній револьверній головці. У верстаті відсутній боковий поперечний супорт, а револьверна головка має подовжню та кругову (поперечну) подачі, саме тому вісь обертання головки розташована нижче вісі шпинделя та паралельна їй.

На відміну від більшості токарно-револьверних верстатів, верстат моделі 1341 має наступні пристрої, що дозволяють використовувати його більш ефективно:

- 1) командоапарат, що автоматично вмикає, при повороті револьверної головки в кожен наступну позицію, встановлену частоту обертання шпинделя та величину подачі супорта;
- 2) гідравлічний механізм подачі та затиску прутка;
- 3) копірну лінійку для оброблення конічних та фасонних поверхонь;
- 4) різьбонарізний пристрій.

Технічні характеристики верстата наведені у таблиці 3.1.

3.2 Будова верстата

Основні вузли верстата (рис. 3.1): нижня станина – А; верхня станина – В; коробка швидкостей – С; коробка подач – D; револьверний супорт – Е; барабан упорів – F; командоапарат – G; електрична шафа – Н.

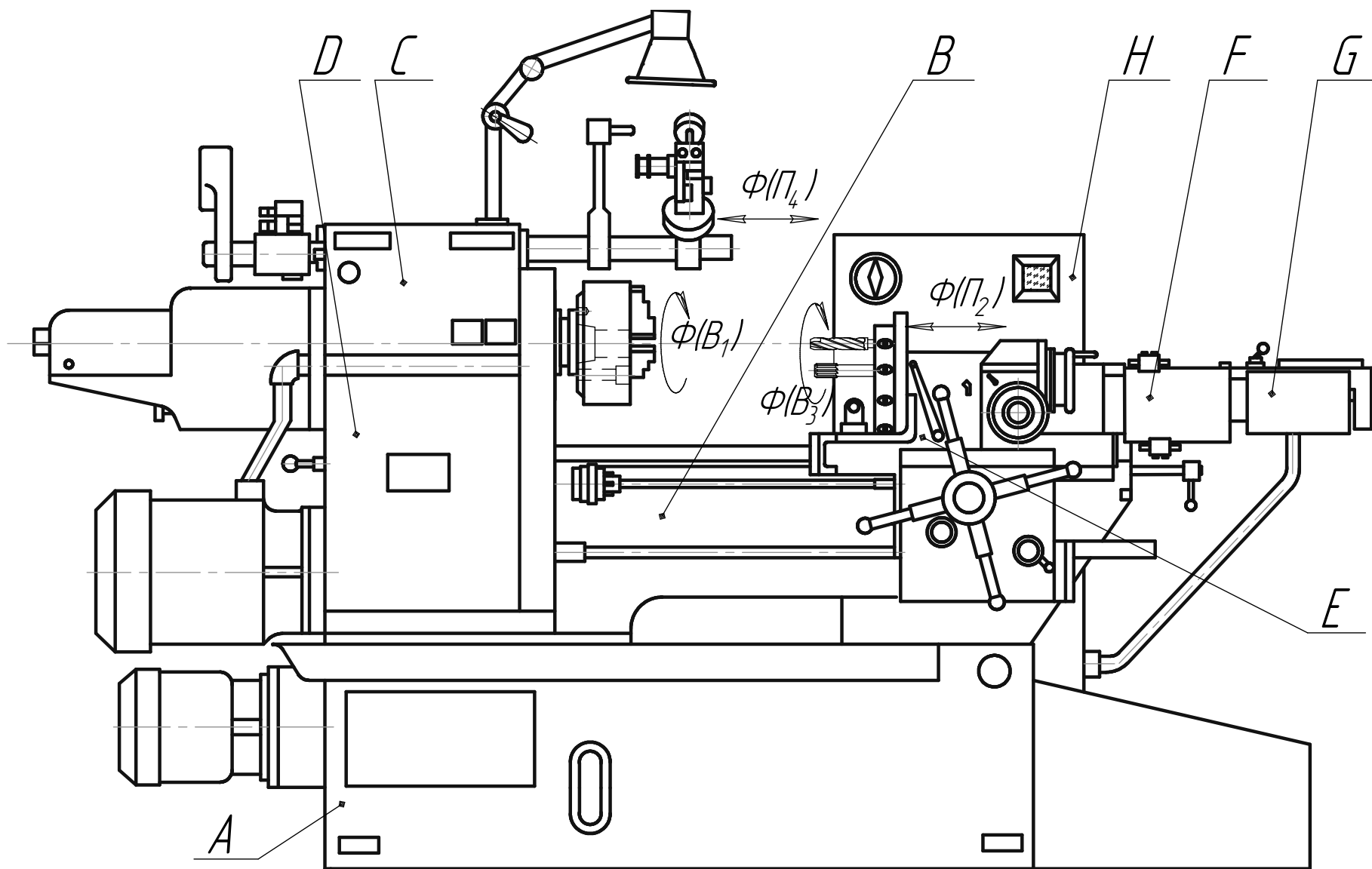


Рисунок 3.1 - Загальний вигляд токарно-револьверного верстата моделі 1341

Основні органи керування змонтовані на пульті, де розташовані кнопки та рукоятки перемикачів.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика верстата моделі 1341

Характеристика	Величина
Найбільший діаметр прутка, що оброблюється, мм	40 ⁺¹
Найбільший діаметр оброблення у патроні, мм:	
над станиною	400
над кареткою	380
Відстань від торця шпинделя до торця деталі, мм:	24
найбільше	660
найменше	60
Діапазон частот обертання шпинделя, об/хв	60 – 2000
Діапазон подовжніх подач, мм/об	0,05 – 2,0

3.3 Кінематична схема верстата

3.3.1 Рухи в верстаті. Верстат 1341 має наступні головні рухи: обертання шпинделя $\Phi(B_1)$; подовжню подачу револьверного супорта $\Phi(\Pi_2)$: швидке подовжнє переміщення револьверного супорта вручну: поперечні (кругові) механічні подачі револьверної головки $\Phi(B_3)$: поперечні (кругові) подачі револьверної головки, що здійснюються вручну; швидкий поворот револьверної головки вручну; подовжні подачі різьбонарізного супорта від копіру $\Phi(\Pi_4)$.

3.3.2 Кінематичний ланцюг приводу головного руху. Обертання шпинделя V здійснюється від електричного двигуна M1 (рис. 3.2, рис. 3.3).

Рівняння кінематичного балансу для цього ланцюга:

$$n_{\min} = 1440 \cdot \frac{31}{49} \cdot \frac{46}{62} \cdot \frac{22}{85} \cdot \frac{23}{67} = 60 \text{ об/хв};$$

$$n_{\max} = 1440 \cdot \frac{31}{49} \cdot \frac{60}{48} \cdot \frac{72}{35} \cdot \frac{41}{48} = 2000 \text{ об/хв}.$$

На верстаті можливе вмикання чотирьох різноманітних частот обертання шпинделя під час оброблення деталі. Це здійснюється перемикачними чотирьох електромагнітних муфт M1, M2, M3 та M4 автоматично кулачками командоапарата, або вручну з пульта керування верстатом.

Перемикач зубчастого блоку B1 (див. рис. 3.2) в два різноманітних положення дозволяє отримати два діапазони частот обертання шпинделя. При вмиканні передачі $\frac{23}{67}$ маємо нижній діапазон частот обертання: $n_1 = 60$;

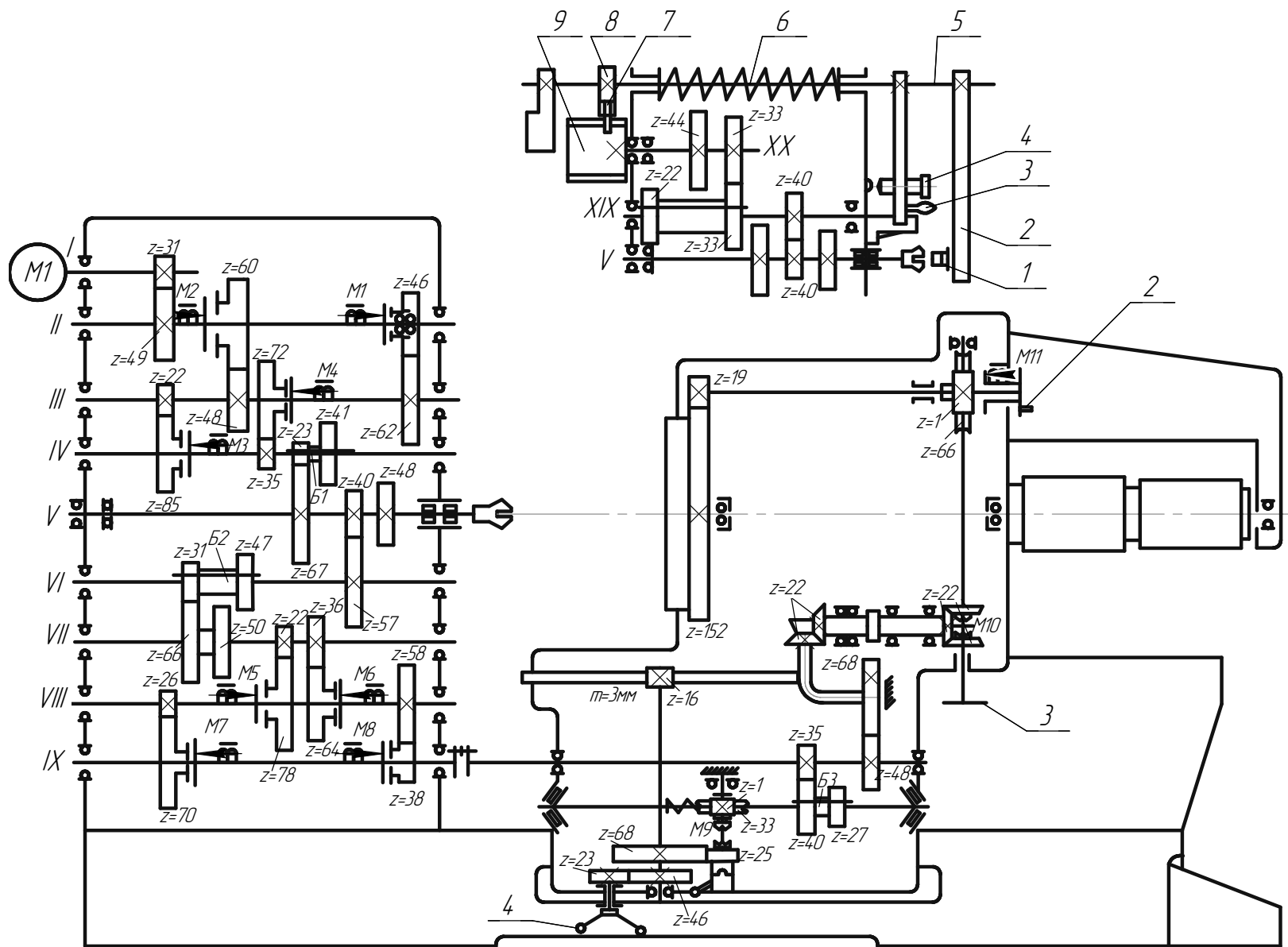


Рисунок 3.2 – Кінематична схема токарно-револьверного верстата моделі 1341

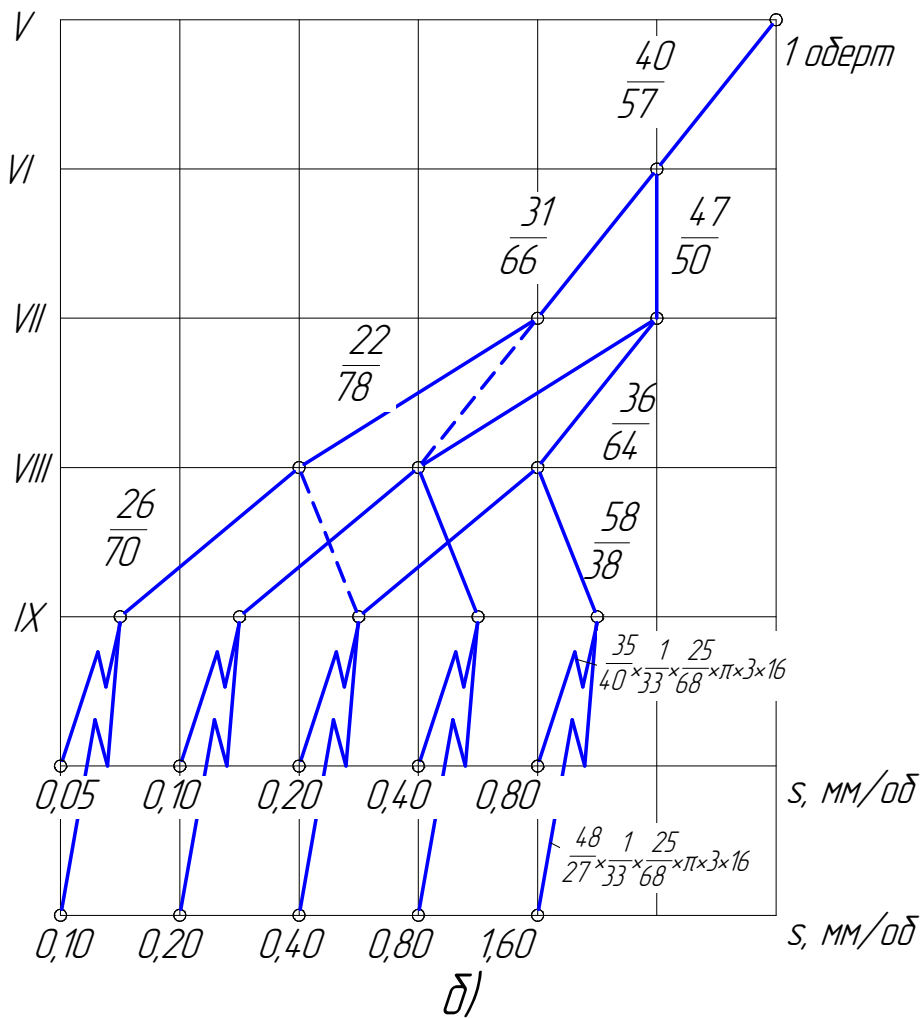
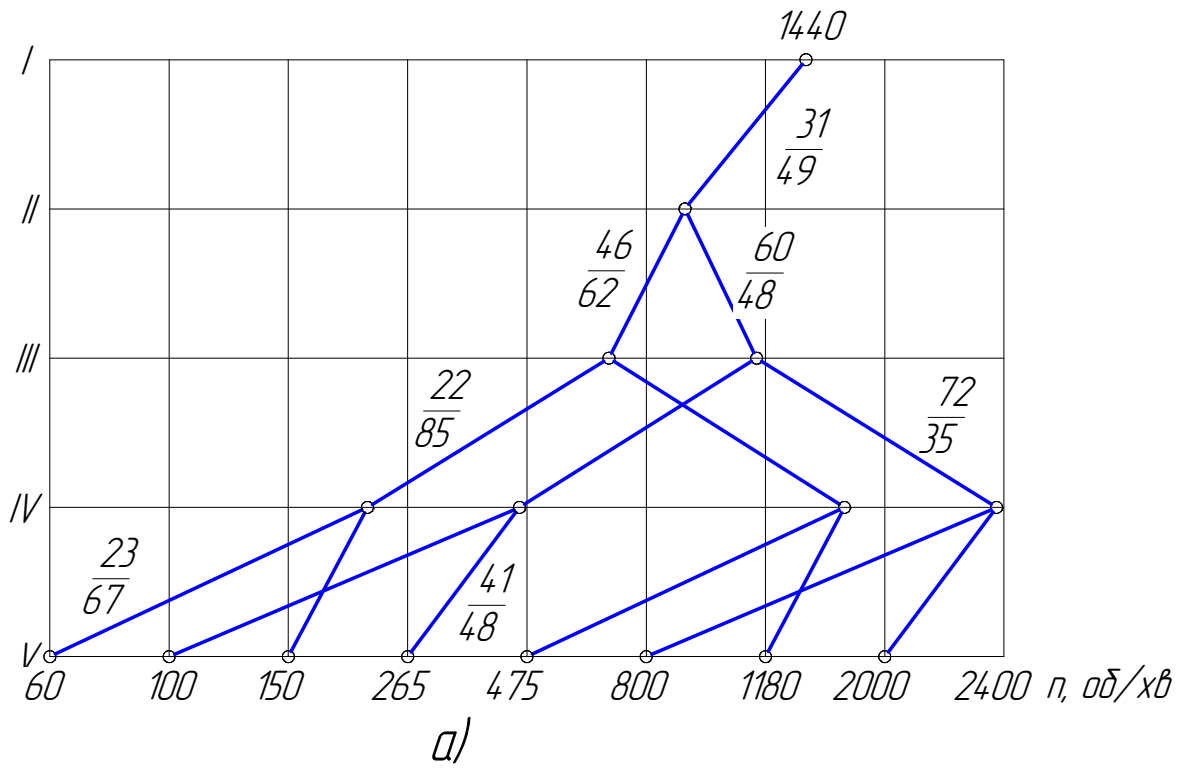


Рисунок 3.3 – Графіки частот обертання шпинделя (а), та револьверної головки (б)

$n_2 = 100$; $n_5 = 475$ та $n_6 = 800$ об/хв. При вмиканні передачі $\frac{41}{48}$ маємо верхній діапазон частот обертання: $n_3 = 150$; $n_4 = 265$; $n_7 = 1180$ та $n_8 = 2000$ об/хв.

3.3.3. Кінематичний ланцюг подовжньої подачі револьверного супорта. Рівняння кінематичного балансу для цього ланцюга:

$$S_{нов. \min} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{40}{57} \cdot \frac{31}{66} \cdot \frac{22}{78} \cdot \frac{26}{70} \cdot \frac{35}{40} \cdot \frac{1}{33} \cdot \frac{25}{68} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 16 = 0,05 \frac{мм}{об};$$

$$S_{нов. \max} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{40}{57} \cdot \frac{47}{50} \cdot \frac{36}{64} \cdot \frac{58}{38} \cdot \frac{48}{27} \cdot \frac{1}{33} \cdot \frac{25}{68} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 16 = 1,6 \frac{мм}{об}.$$

На верстаті за рахунок наявності у коробці подачі електромагнітних муфт М5, М6, М7, М8, а також зубчастих блоків Б2 та Б3 можна настроїти шість подач у діапазоні $S_{нов} = 0,05 \dots 1,6 \frac{мм}{хв}$. При цьому чотири подачі можуть переключатися безпосередньо під час роботи верстата за допомогою вказаних електромагнітних муфт (див. рис. 3.3).

Перемикання муфт відбувається або автоматично – кулачками командоапарата, або вручну – з пульта керування верстата.

Подовжні переміщення револьверного супорта вручну виконуються штурвалом 4 при вимкненій муфті М9.

3.3.4. Кінематичний ланцюг поперечної подачі револьверної головки. На токарно-револьверних верстатах з горизонтальною віссю обертання револьверної головки поперечна подача інструментів виконується за рахунок повороту останньої. Для виконання поперечних (кругових) подач револьверної головки. Для отримання поперечних (кругових) подач револьверної головки І потрібно вимкнути зубчасту муфту М10 та ввімкнути електромагнітну муфту М11.

Рівняння балансу цього кінематичного ланцюга:

$$S_{ноп. \min} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{40}{57} \cdot \frac{31}{66} \cdot \frac{22}{78} \cdot \frac{26}{70} \cdot \frac{48}{68} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{1}{66} \cdot \frac{19}{152} \cdot \pi \cdot D = 0,03 \frac{мм}{об};$$

$$S_{ноп. \max} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{40}{57} \cdot \frac{47}{50} \cdot \frac{36}{64} \cdot \frac{58}{38} \cdot \frac{48}{68} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{1}{66} \cdot \frac{19}{152} \cdot \pi \cdot D = 0,48 \frac{мм}{об}.$$

де $D = 200 мм$ - діаметр розташування отворів для інструментів.

На верстаті може бути отримано вісім поперечних подач револьверної головки у діапазоні $S_{ноп} = 0,03 \dots 0,48 \frac{мм}{об}$.

Швидкості поперечних подач розраховують по діаметру $D = 200\text{мм}$. На цьому діаметрі на револьверній голівці розташовано центри отворів для встановлення державок інструментів.

Поперечна подача револьверної головки вручну виконується маховиком 3 при вимиканні муфти М10 та вмиканні електромагнітної муфти М11.

3.3.5. Кінематичний ланцюг різьбонарізного супорта. Різьбонарізна гребінка 1 (див. рис. 3.2) розташована на оправці різьбонарізного супорта 2. Тому для нарізання різьби гребінкою потрібно надати супорту 2 та штанзі 5 подовжню подачу, що дорівнює кроку різьби.

Подачі супорта 2 виконуються за допомогою змінного копіра, що обертається 9. Для нарізання крупних різьб на вал ХХ встановлюються копіри з шагом різьби P , рівним тому, що нарізується, а подвійний блок встановлюють в положення $\frac{33}{33}$. В цьому випадку для нарізання різьби на кожний оберт шпинделя копір робить один оберт.

Для нарізання дрібних різьб встановлюють копіри з шагом різьби $2 \cdot P$, а подвійний блок встановлюють в положення $\frac{22}{44}$. В цьому випадку за кожний оберт шпинделя копір робить пів оберту.

Рівняння балансу кінематичного ланцюга подовжньої подачі різьбонарізного супорта

$$S_{\text{пов.}} = 1_{\text{об.шп.}} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{\frac{33}{33} \cdot P}{\frac{22}{44} \cdot 2 \cdot P}, \frac{\text{мм}}{\text{об.}}$$

де P - крок різьби, що нарізується.

3.4 Зміст звіту про лабораторну роботу

1. Навести основні технічні характеристики верстата.
2. Виконати ескіз токарно-револьверного верстата, позначити основні вузли та формоутворюючі рухи.
3. Привести формули кінематичного балансу для n_{max} ; n_{min} ; s_{max} ; s_{min} .
4. На основі кінематичної схеми побудувати структурну схему токарно-револьверного верстата.

Лабораторна робота № 4.

Плоскошліфувальний верстат моделі 371М1.

Тема: будова та кінематична і гідравлічна схеми плоскошліфувального верстата.

Мета: вивчити будову та гідравлічну схему плоскошліфувального верстата моделі 371М1.

4.1 Загальні відомості про плоскошліфувальний верстат 371М1

Плоскошліфувальний верстат моделі 371М1 призначено для оброблення периферією круга плоских поверхонь заготовок, до яких пред'являються підвищенні вимоги по точності та шорсткості.

Основними формоутворюючими рухами на верстаті є: обертання абразивного круга $\Phi(B_1)$ – рух різання, подовжнє переміщення $\Phi(P_2)$ стола та поперечне переміщення $\Phi(P_3)$ абразивного круга – рух подачі.

Абразивний круг закріплюється безпосередньо на валу ротора електродвигуна. Заготовка, що обробляється закріплюється на магнітній плиті, або безпосередньо на столі за допомогою спеціальних пристосувань.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика верстата моделі 371М1

Характеристика	Величина
Найбільший діаметр заготовки, що обробляється:	630
довжина, мм:	
ширина, мм:	200
висота, мм:	320
Найбільше переміщення стола, мм:	650
Найбільше переміщення шліфувальної бабки:	24
поперечне, мм:	340
вертикальне, мм:	380

4.2 Основні вузли верстата

По направляючим станини **А** (рис. 4.1) переміщується стіл **Б**, на якому закріплюється деталь, що обробляється. У середині станини розміщується гідравлічний привід переміщення стола. До станини прикріплена тумба **В**, по направляючим якої переміщується колонна **Г** з шліфувальною бабкою **Д**.

4.3 Кінематична та гідравлічна схеми верстата

Кінематичні ланцюги (рис. 4.1) на верстаті моделі 371М1 призначені для переміщення стола колони та шліфувальної бабки вручну при настройці. При

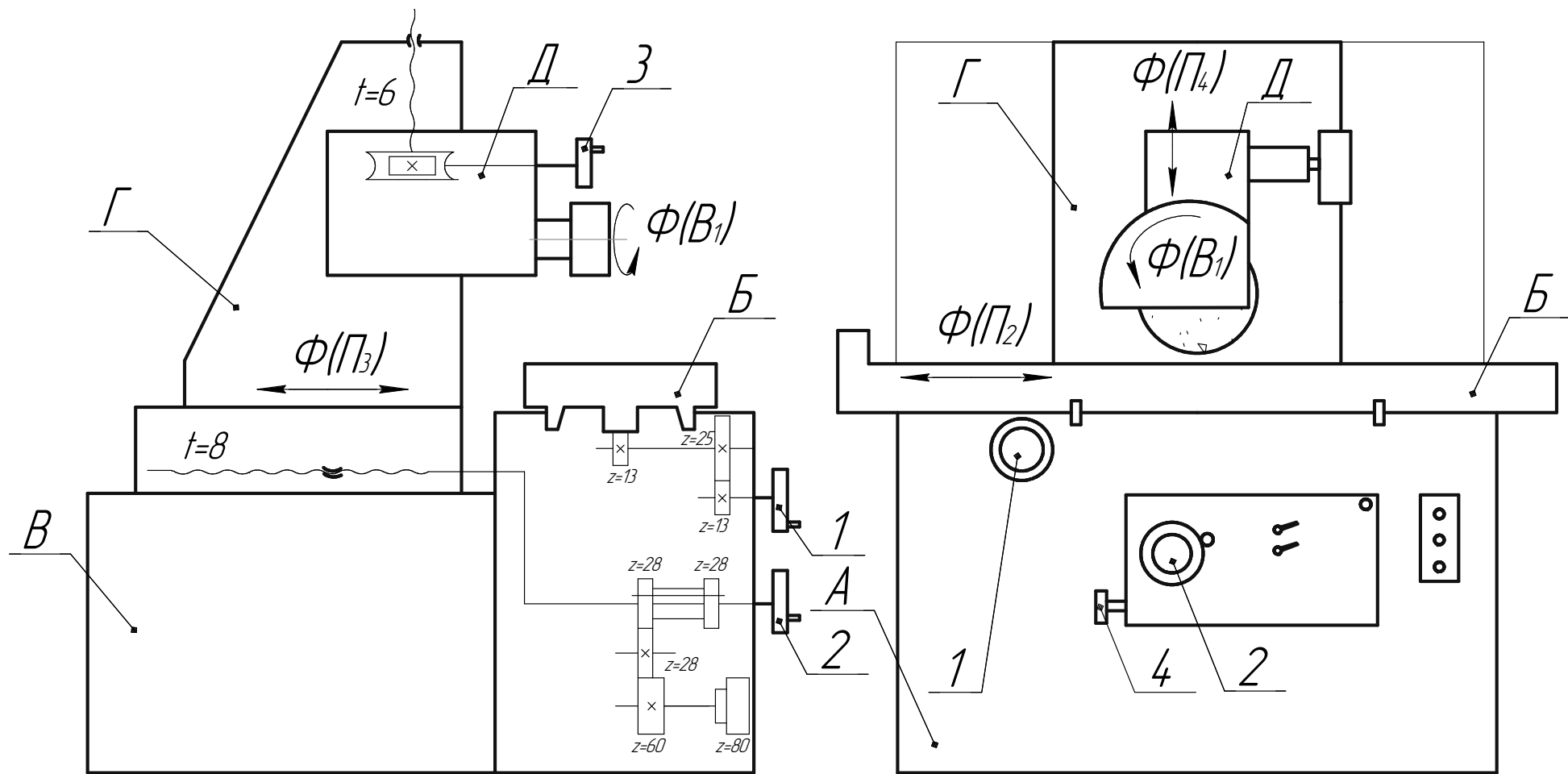


Рисунок 4.1 - Загальний вигляд плоскошліфувального верстата моделі 371M1

роботі верстата ці ланцюги автоматично вимикаються.

Подовжнє переміщення стола виконується при обертанні рукоятки 1 за кінематичним ланцюгом: $\frac{13}{25}$, рейкова шестерня 13, зубчаста рійка. При автоматичній роботі верстата рейкова шестерня 13 виводиться із зачеплення з рейкою.

Поперечне переміщення колони виконується при обертанні рукоятки 2, яка напряму пов'язана з ходовим гвинтом ($t = 8$ мм). Механічна поперечна передача передається від храпового колеса 80 за кінематичним ланцюгом: $\frac{60}{28} \cdot \frac{28}{28} \cdot 8$. Або при реверсі: $\frac{60}{28} \cdot 8$.

Вертикальне переміщення шліфувальної бабки відбувається рукояткою 3, яка обертає 4-заходний черв'як, черв'ячне колесо 24 та ходовий гвинт $t = 6$ мм.

Для вмикання гідроприводу верстата необхідно рукоятку P_1 (рис. 4.2) перемістити праворуч (за схемою). При цьому слив мастила від насоса H в бак, через золотник A припиняється.

Мастило від насоса H поступає в циліндр $Ц_2$ та виводить рейкову шестерню 13 із зачеплення з рейкою. Поступаючи під золотник $З_4$, мастило переміщує його уверх та роз'єднує ліву та праву порожнини циліндра $Ц_1$. Через проточки 2, 3 в корпусі золотника $З_2$, дросель $Др_2$ та зворотний клапан $ЗК_2$ мастило поступає в ліву порожнину золотника $З_1$ та переміщує його вправо.

Основний потік мастила від насоса H через редукційний клапан $РК$, дросель $Др_1$ проточки 13, 10 в корпусі золотника $З_1$ поступає в ліву порожнину циліндра $Ц_1$ через трубопровід, що з'єднує циліндр з проточкою 11, та далі через проточки 12, 8, 14 золотника $З_2$ уходить в бак.

Наприкінці робочого ходу, стіл упором поверне рукоятку P_2 та перемістить золотник $З_2$ в ліве положення. При цьому з'єднуються проточки 1, 2 та 4, 5. Мастило із трубопроводу керування через проточки 4, 5, дросель $Др_3$ та зворотний клапан $ЗК_3$ поступає в праву порожнину золотника $З_1$ та переміщує його вліво.

Відтепер основний потік мастила від насоса H через редукційний клапан $РК$, дросель $Др_1$ проточки 13, 11 буде поступати в праву порожнину циліндра $Ц_1$ та переміщує його поршень зі столом вліво, тобто відбулась зміна напрямку переміщення стола. Із лівої порожнини циліндра $Ц_1$ мастило через проточки 10, 9 золотника $З_1$, проточки 7, 14 золотника $З_2$ буде виливатися в бак.

Поперечна подача колони з абразивним кругом відбувається у крайніх положеннях стола в перший момент після реверсу. Припустимо, що пройшов реверс і стіл починає рухатися вправо. Мастило від насоса H через редукційний клапан $РК$, дросель $Др_1$ проточки 13, 10 поступає к циліндру $Ц_1$ та одночасно до золотника $З_3$ та далі через його проточки 16, 17 поступає у нижню порожнину плунжера $П_1$. Плунжер переміщується вгору та за допомогою зубчастої рейки на його шийці повертає зубчастий сектор 45 з храповою собачкою,

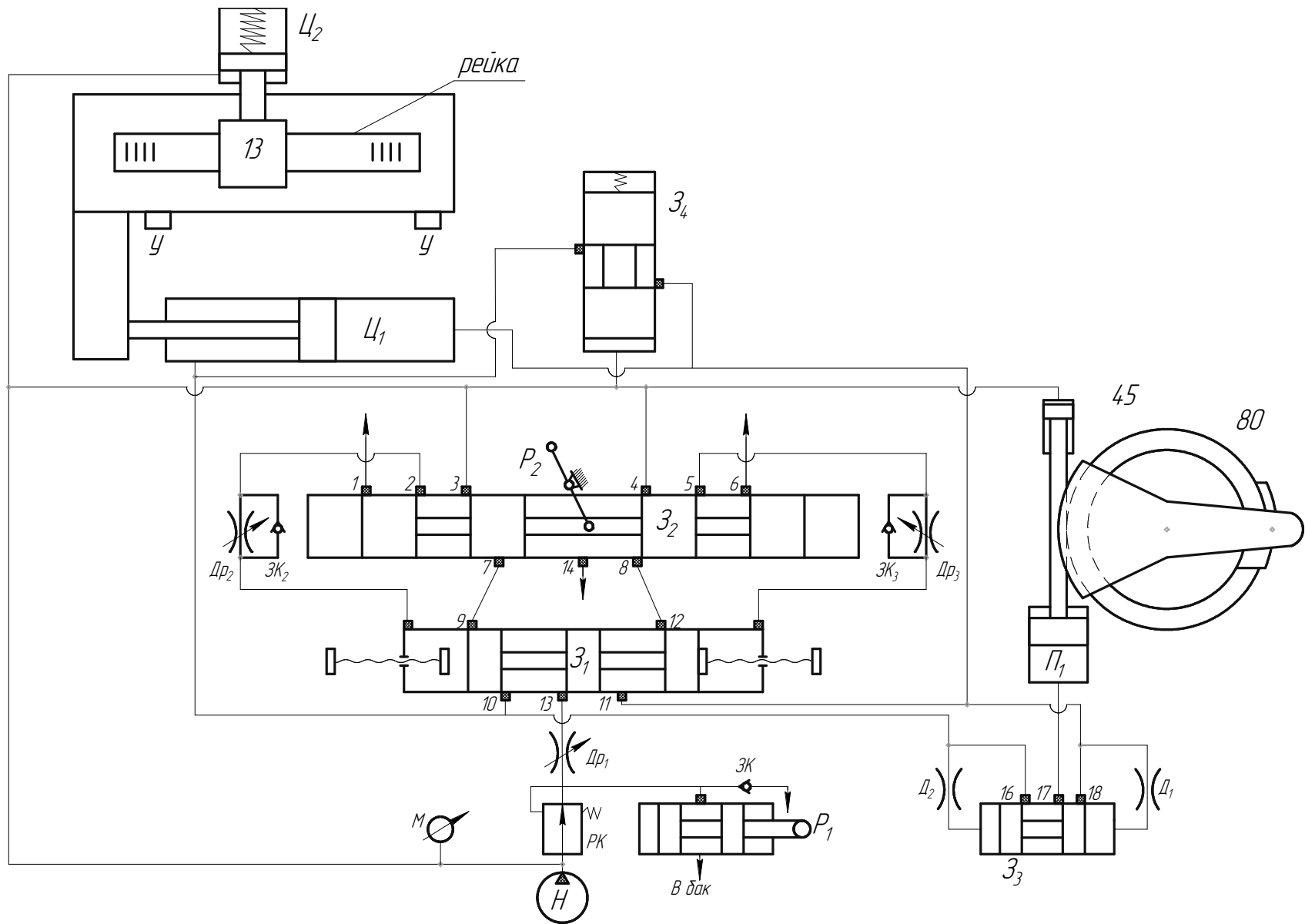


Рисунок 4.2 – Гідравлічна схема верстата 371М1

яка повертає храпове колесо 80. Цей рух по кінематичному ланцюгу подається на ходовий гвинт поперечної подачі. Величина повороту зубчастого сектору, а відповідно і храпового колеса, обмежується гвинтом 4 регулювання величина поперечної подачі.

Підготовка механізму поперечної подачі до другого циклу виконується наступним чином. Мастило через демпфер D_2 поступає в ліву порожнину золотника Z_3 та переміщує його вправо. При цьому з'єднуються проточки 17, 18 та мастило із нижньої порожнини плунжера $П_1$ рухається в бак. Плунжер тиском мастила в верхній порожнині переміщується вниз, займає вихідне положення для послідувочої подачі, що пройде при наступному реверсі стола.

4.4 Зміст звіту про лабораторну роботу

1. Навести основні технічні характеристики верстата.
2. Виконати ескіз плоскошліфувального верстата, позначити основні вузли та формоутворюючі рухи.
3. Використовуючи гідравлічну схему верстата (рис. 4.2), навести стислий опис роботи верстата в автоматичному режимі.
4. Навести формули кінематичного балансу рухів верстата при ручному керуванні.
5. Розробити структурну схему верстата.

Лабораторна робота № 5.

Зубодовбальний верстат моделі 5A12.

Тема: будова та кінематична схема зубодовбального верстата.

Мета: вивчити будову та кінематичні ланцюги зубодовбального верстата моделі 5A12. Навчитися складати рівняння кінематичного балансу згідно кінематичної схеми верстата. Отримати навички в налагодженні верстата при обробленні прямозубих циліндричних коліс.

5.1 Загальні відомості про зубодовбальний верстат 5A12

Зубодовбальні верстати призначені для нарізання циліндричних зубчастих коліс з прямим, гвинтовим (косим) зубом внутрішнього та зовнішнього зачеплення. Зубчасті колеса можуть бути об'єднанні в блоки з двома або трьома зубчастими вінцями.

Нарізання зубчастих коліс виконується методом обкатки, при цьому відтворюється зачеплення двох зубчастих коліс (довбача та колеса, що обробляється). На верстаті виконуються наступні формоутворюючі рухи: $\Phi_S(B_1B_2)$ - рух для отримання профілю зуба (евольвенти) – погоджене обертання довбача (B_1) та заготовки (B_2); $\Phi_V(P_3)$ - рух для отримання форми зуба по довжині (пряма або гвинтова лінія) – зворотно-поступальний рух довбача (P_3); $Vp(P_4)$ - переміщення довбача до центру заготовки; $Don(P_5)$ - допоміжний рух – відвід заготовки від довбача під час холостого ходу для оберігання обробленої поверхні зуба та робочої крайки інструмента від пошкоджень.

Технічна характеристика верстата наведена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічна характеристика верстата моделі 5A12

Найбільший діаметр колеса, що обробляється: прямозубого	180 мм
косоозубого	162 мм
Кількість зубців, що нарізуються: при $m = 1,5$	12...150
при $m = 1,5...4$	12...110
Найбільша ширина колеса, що нарізується: прямозубого	50 мм
косоозубого	30 мм
Найбільший хід штоселя	55 мм
Кількість частот двійних ходів штоселя	5
Частота двійних ходів штоселя, подв. ход/ хв	190, 300, 375, 475, 600
Кількість кругових подач	8
Кругові подачі мм/ подв. хід	0,1; 0,12; 0,15; 0,18; 0,22; 0,25; 0,31; 0,38.
Потужність електродвигуна	1,3 кВт
Габарити верстата	1170x1120x1750

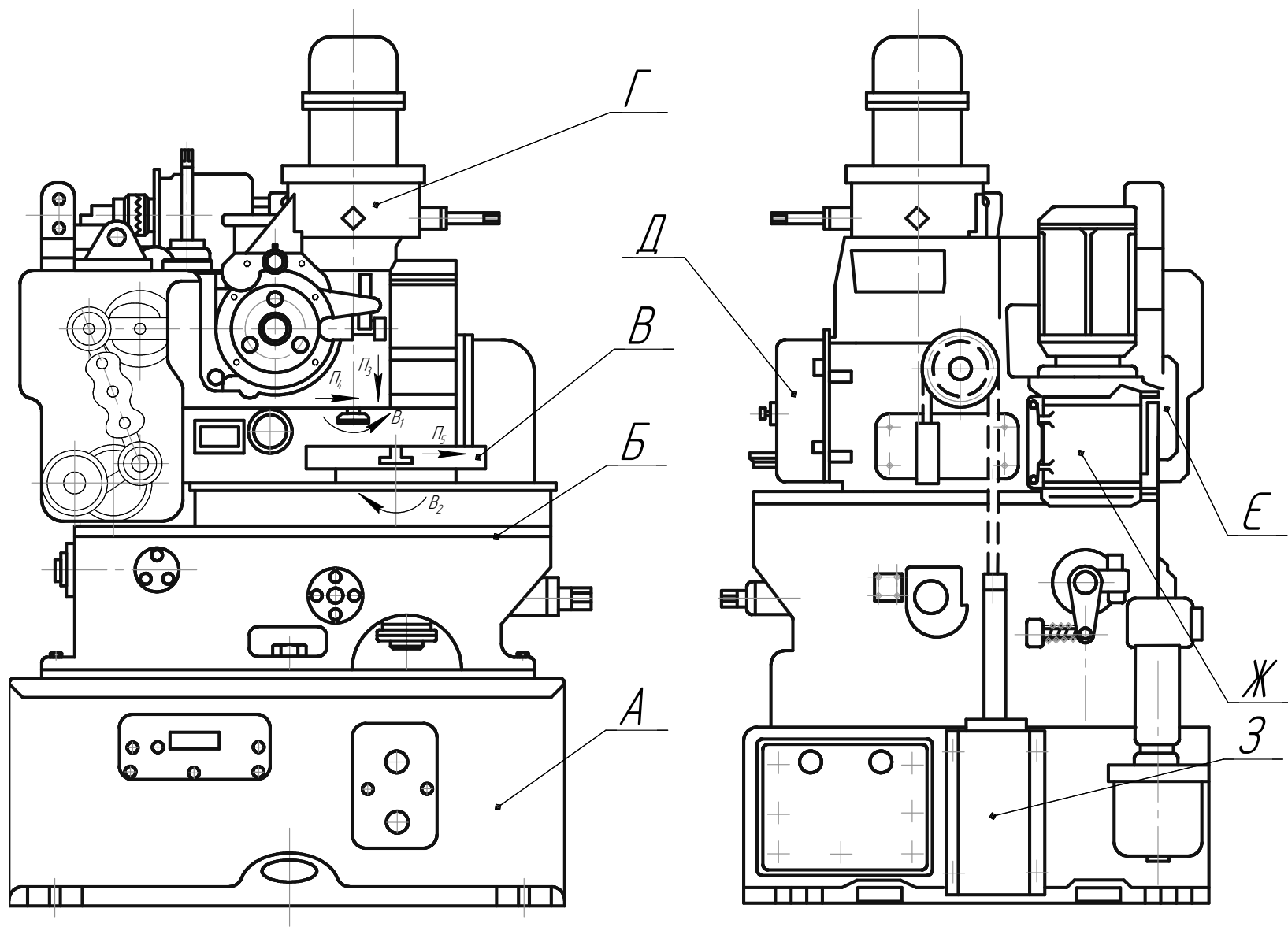


Рисунок 5.1 – Загальний вигляд зубодовбального верстата моделі 5A12

5.2 Основні вузли верстата

Верстат 5A12 має типову конструкцію для зубодовбальних верстатів. Загальний вигляд верстата представлено на рис. 5.1. Верстат складається із наступних основних вузлів:

- А – нижня станина;
- Б – верхня станина;
- В – стіл с заготовкою;
- Г – каретка штоселя;
- Д – гітара обкатки;
- Є – гітара кругової подачі;
- Ж – гітара головного руху (швидкості різання.)

5.3 Кінематична схема верстата

5.3.1 Ланцюг обкатки. Початкові переміщення ланцюга обкатки: на 1 оберт довбача заготовка зробить $\frac{Z_{\partial}}{Z_3}$ обертів.

Рівняння кінематичного балансу (рис. 4.2)

$$\frac{Z_{\partial}}{Z_3} = 1 \cdot \frac{90}{1} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{1}{90}$$

Рівняння для налагодження гітари обкатки

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{Z_{\partial}}{Z_3},$$

де Z_{∂} , Z_3 - кількість зубців довбача та колеса, що нарізується відповідно.

При підборі змінних шестерень гітари ділення потрібно дотримувати наступні умови розміщення шестерень.

Оскільки міжосьова відстань валів змінних шестерень a і b незмінна, то сума зубців $a + b = 120$, зазвичай приймаються наступні комбінації шестерень: 30+90; 40+80; 48+72; 60+60. Для полегшення підбору змінних шестерень c і d приймають число зубців шестерні c кратним числу зубців довбача, а d кратним числу зубців шестерні, що врізається (звичайно $c = Z_{\partial}$, або $c = 2 \cdot Z_{\partial}$),

Для налаштування гітари обкатки передбачений комплект змінних шестерень (57 шт.) з наступними числами зубців: 23, 25, 28, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 60, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 82, 84, 86, 90, 100.

5.3.2 Ланцюг кругової подачі

Кругова подача – це довжина шляху, що проходить точка на ділільному колі довбача за час його подвійного ходу. Таким чином, початкові переміщення

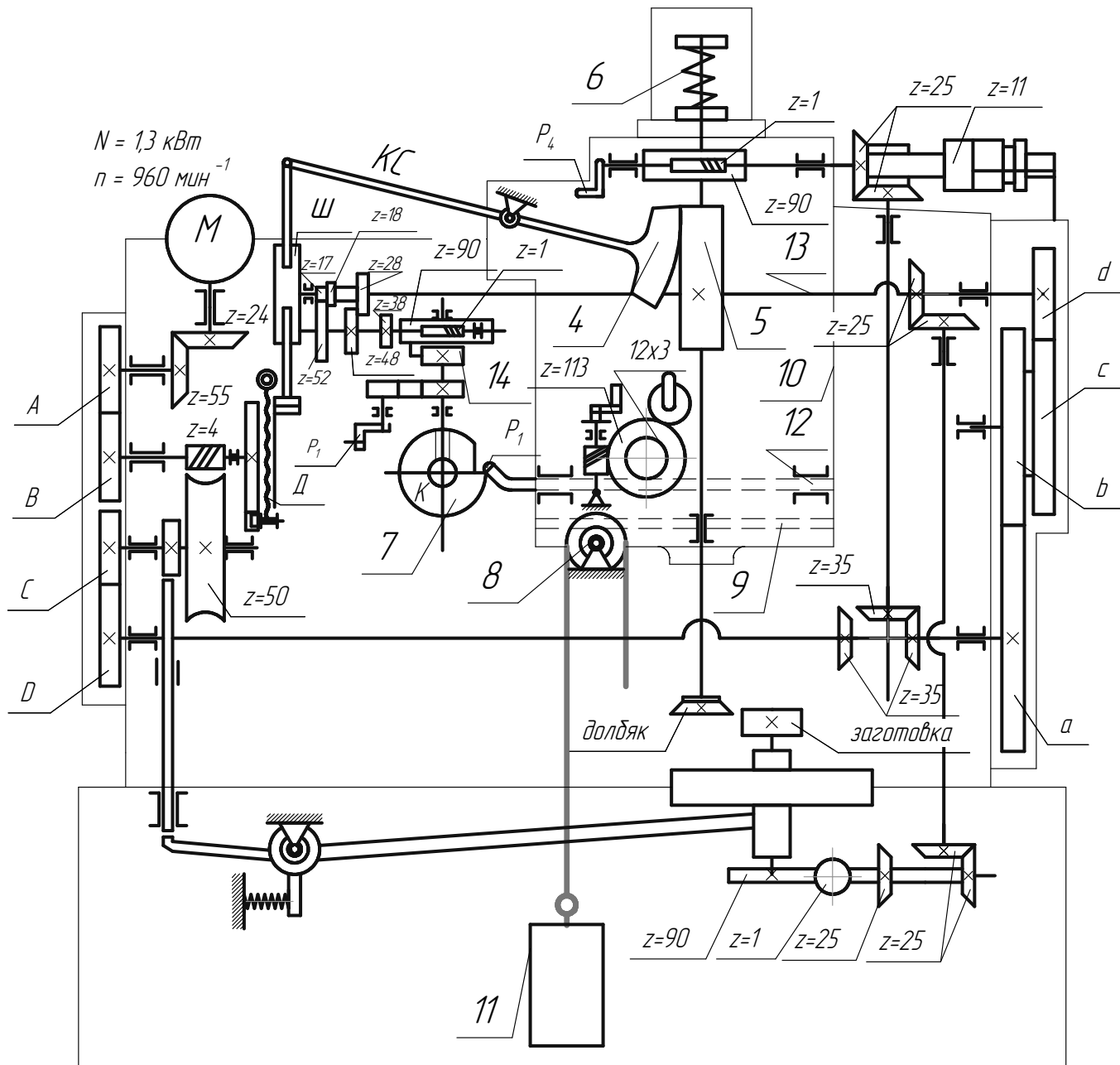


Рисунок 5.2 – Кінематична схема зубодовбального верстата моделі 5А12

в ланцюгу – за один двійний хід довбача (один оберт диска D) довбач зробить

$\frac{S_{кр}}{\pi \cdot m \cdot Z_{\partial}}$ обертів (див. рис. 5.2).

Рівняння кінематичного балансу

$$\frac{S_{кр}}{\pi \cdot m \cdot Z_{\partial}} = 1 \cdot \frac{4}{50} \cdot \frac{C}{D} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{1}{90}$$

Рівняння для налагодження гітари кругової подачі має вигляд:

$$\frac{C}{D} = \frac{1125 \cdot S_{кр}}{\pi \cdot m \cdot Z_{\partial}},$$

де $S_{кр}$ - кругова подача, мм/подв.хід;

m - модуль довбача.

Умова розміщення змінних коліс у гітарі:

$$C + D = 122 = const.$$

Для верстата передбачені варіанти налаштування гітари кругових подач при ділильному діаметрі довбача $d_W = 75$ мм (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 - Величини кругових подач довбача

Змінні колеса гітари подачі		Число ходів довбача за 1 об. довб.	Подача $S_{кр}$ при діаметрі довбача 75 мм.
C	D		
78	44	635	0,38
72	50	780	0,31
66	56	950	0,25
62	60	1088	0,22
60	62	1162	0,2
56	66	1330	0,18
50	72	1620	0,15
44	78	2000	0,12
38	84	2500	0,10

5.3.3 Ланцюг головного руху (див. рис. 5.2) передає рух від електродвигуна M через конічну пару 24 - 55, змінні шестерні A - B кривошипному диску D . Для отримання зворотньо-поступальної ходи штоселя, який несе модульний довбач, використовується чотирьох ланковий механізм, що складається з кривошипного диска D , шатуна III , коромисла $КС$, зубчастого сектора 4, що входить в зачеплення з круговою рейкою 5. Довбач закріплений на нижньому кінці

шtosеля, а пружина б, розташована у верхній частині шtosеля, постійно віджимає його вгору, вибираючи зазор між зубцями сектора та кругової рейки.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга

$$n = 960 \cdot \frac{24}{55} \cdot \frac{A}{B}$$

Рівняння налагодження гітари швидкості різання

$$\frac{A}{B} = \frac{n}{418}$$

де $n = \frac{1000 \cdot V}{2 \cdot l}$ - кількість подвійних ходів довбача;
 $l = b + (4 \dots 7)$ - довжина ходу довбача;
 b - ширина колеса, що нарізується.

Умова розміщення змінних шестерень в гітарі швидкостей наступне:

$$A + B = 100 = const.$$

Гітара швидкостей має набір коліс: 31, 39, 41, 47, 53, 59, 69.

Варіанти використання шестерень гітари головного руху наведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Варіанти використання шестерень гітари головного руху

Кількість подвійних ходів	Числа зубців коліс гітари швидкостей	
	A	B
600	59	41
475	53	47
376	47	53
300	41	59
190	31	69

5.3.4 Ланцюг радіального врізання. Врізання довбача в заготовку здійснюється переміщенням каретки шtosеля за допомогою кулачка. Кулачки можуть мати один, два і три проходи. Для кожного типа кулачка є одна швидкість врізання.

Каретка переміщується по горизонтальним направляючим станини під дією кулачка 7, що обертається, до якого постійно прижимається ролик P_1 зв'язаний з кареткою.

На нерухомій осі, закріпленій в станині, може обертатися гільза с закріпленими на ній зіркою 8 та рейковою шестернею $z = 14$. Остання зчеплена з рейкою 9, що наглухо скріплена з кареткою 10.

Груз 11, що підвішений та огинає зірку, прагне повернути її, гільзу та рейкову шестерню $z = 14$ та кулачок, в який упирається ролик P_1 . Рейка 12, що несе цей ролик, має можливість горизонтально переміщуватися в пазу каретки та зчеп-

лена с рейковою шестернею $z = 12$, що закріплена на одній осі з черв'ячним колесом $z = 113$. Якщо обертати черв'яком колесо $z = 113$, то каретка буде переміщуватися відносно рейки 12. При нерухомому черв'яку черв'ячне колесо $z = 113$ загальмоване, та рейка 12 зв'язана рейковою шестернею $z = 12$ як би в одне ціле з кареткою 10, груз 11 притискає ролик P_1 до кулачка 7.

Під час роботи верстата кулачок подачі 7 отримує повільне обертання від валу 13 через пересувний блок шестерень 17-18-28, однозахідний черв'як, черв'ячну шестерню $z = 90$, собачку та храповик 14 та постійно посуває довбач до заготовки що нарізується на глибину врізання

$$h_1 = h - 0,1 \cdot m,$$

де h – повна висота зуба, мм;

m – модуль зубців що нарізуються, мм;

0,1 – коефіцієнт, що враховує величину розбиття западини зуба довбачом, при його зворотному ході.

Радіальна подача розраховується із рівняння кінематичного балансу:

$$S_P = t_{\text{подв.ход.довб.}} \cdot \frac{4}{50} \cdot \frac{C}{D} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{28}{38} \cdot \left(\text{або} \frac{17}{52} \text{ або} \frac{18}{48} \right) \cdot \frac{1}{90} \cdot H,$$

де H - крок спіралі Архімеда ділянки врізання кулачка.

5.4 Зміст звіту про лабораторну роботу

1. Навести основні технічні характеристики верстата.
2. Виконати ескіз зубодовбального верстата, позначити основні вузли та формоутворюючі рухи.
3. Використовуючи кінематичну схему верстата (рис. 5.2), навести рівняння кінематичного балансу для всіх ланцюгів.
4. Розробити структурну схему верстата.
5. Згідно таблиці 5.4 розрахувати числа зубців змінних коліс (a, b, c, d, A, B, C, D).

Таблиця 5.4 – Варіанти завдань для налагодження верстата 5A12

Варіант	Модуль, m (мм)	Число зубців, Z_3	Ширина колеса, B (мм)	Швидкість різання, V (м/хв)	Подача $S_{кр}$, (мм/подв.хід)	Число зубців довбача, Z_0
1	2	3	4	5	6	7
1	2,5	40	20	30	0,12	20

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5	6	7
2	2,5	35	20	25	0,18	20
3	2,5	30	20	20	0,22	20
4	2,5	33	20	15	0,25	20
5	2,5	33	25	10	0,31	27
6	2,5	30	25	15	0,25	27
7	2,5	35	25	30	0,15	27
8	2,5	40	25	25	0,20	27
9	2,5	30	18	25	0,22	25
10	2,5	40	18	20	0,15	25
11	2,5	33	18	15	0,20	25
12	2,5	35	18	30	0,12	25
13	2,5	35	30	20	0,20	35
14	2,5	33	30	30	0,22	35
15	2,5	40	30	23	0,25	35
16	2,5	30	30	10	0,15	35
17	2,5	40	22	30	0,18	27
18	2,5	35	22	23	0,15	27
19	2,5	33	22	20	0,12	27
20	2,5	30	22	10	0,10	27

Лабораторна робота № 6.

Зубофрезерний напівавтомат моделі 5К32.

Тема: будова та кінематична схема зубофрезерного верстата.

Мета: вивчити будову та кінематичні ланцюги з зубофрезерного верстата моделі 5К32. Навчитися складати рівняння кінематичного балансу згідно кінематичної схеми верстата. Отримати навички в налагодженні верстата при обробленні прямозубих та косозубих циліндричних коліс.

6.1 Загальні відомості про зубофрезерний напівавтомат 5К32

Зубофрезерний напівавтомат моделі 5К32 призначено для фрезерування зубців циліндричних прямозубих та косозубих (з гвинтовим зубом), а також черв'ячних коліс методом обкатки. Верстат можливо використовувати для фрезерування шліців.

Для нарізання циліндричних коліс методом обкатки необхідно дві групи формоутворення: група отримання профілю зуба $\Phi_V(B_1B_2)$ та група отримання форми зуба по його довжині $\Phi_{S_1}(П_3)$ - для прямозубого колеса та $\Phi_{S_2}(П_3B_4)$ - для колеса з гвинтовим зубом.

В якості ріжучого інструменту використовується черв'ячна модульна фреза, що представляє собою сукупність початкових ріжучих рейок, розташованих на циліндрі та зміщені одна відносно іншої по гвинтовій лінії. Тому між фрезою та обертанням заготовки повинен забезпечуватися строго погоджений виконавчий рух, в якому за один оберт фрези (елементарний рух B_1) заготовка повертається на $\frac{K}{Z}$ обертів (елементарний рух B_2), K - число заходів черв'ячної фрези, Z - кількість зубців, що нарізуються.

При нарізанні циліндричного колеса з гвинтовим зубом форма зуба по довжині отримується рухом подовжньої подачі $\Phi_{S_2}(П_3B_4)$ з наступними розрахунковими переміщеннями – за один оберт заготовки (елементарний рух B_4) фреза повинна переміститися на $T_{мм}$ - крок гвинтової лінії зуба.

Технічна характеристика зубофрезерного станка моделі 5К32 наведена у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Технічна характеристика зубофрезерного напівавтомата 5К32

Параметр	Характеристика
1	2
Найбільший модуль коліс, що нарізуються, мм	10
Найбільший зовнішній діаметр зубчатих коліс з прямим зубом, що нарізуються, мм	800
Найбільша ширина обробки зубчатого вінця, мм	300
Кут повороту супорта фрези, град	$\pm 60^\circ$

Продовження таблиці 6.1

1	2
Найбільший діаметр фрези, мм	200
Межі частот обертання фрези в хвилину, об/хв	50 - 310
Межі подач, мм/об:	
подовжньої	0,8 – 5,0
радіальної	0,3 – 1,7
Потужність електродвигуна, кВт	7,5

6.2 Основні вузли верстата 5К32

Верстат складається з наступних вузлів (рис. 6.1): станини А; супортної стійки З; каретки Ж з супортом Е; задньої стійки В; салазок Д з кронштейном Г; стола Б.

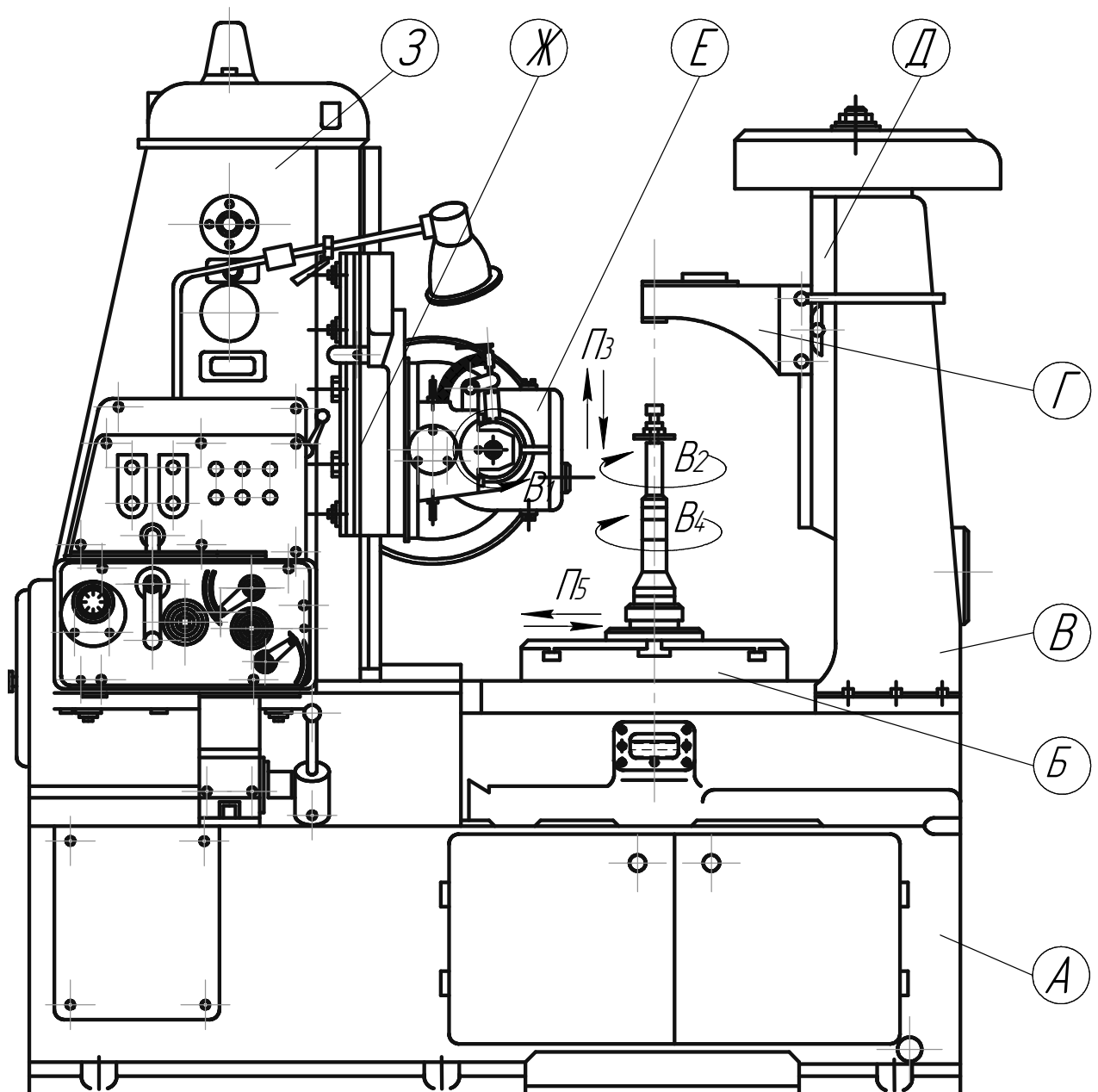


Рисунок 6.1 – Загальний вигляд верстата моделі 5К32

6.3 Кінематична схема напівавтомата

6.3.1. Рухи в верстаті. Головний рух – обертання фрези. Рух подачі: вертикальний – супорт **Е**; радіальний – стіл **Б** с задньою стійкою **В**. Верстат має пришвидшені переміщення: вертикальне – супорта; радіальне – стола.

При обробці прямозубих коліс на верстаті повинні виконуватися головний рух, вертикальна подача супорта та обертання стола. При автоматичних циклах, окрім того, відбуваються радіальна подача та установчі переміщення стола.

При обробці черв'ячних коліс методом радіальної подачі в верстаті виконуються: головний рух, радіальна подача та установчі переміщення стола.

6.3.2. Кінематичний ланцюг приводу головного руху. Обертання шпинделя VII (рис. 6.2) та фрези виконуються від електродвигуна М1.

Рівняння балансу цього кінематичного ланцюга

$$n_{\text{фр}} = 1460 \cdot \frac{116}{234} \cdot \frac{a'}{b'} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{17}{68} \cdot \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Звідки отримуємо формулу налагодження

$$\frac{a'}{b'} = \frac{n_{\text{фр}}}{181},$$

де a', b' - числа зубців змінних коліс, що встановлені на валах II та III;
 $n_{\text{фр}}$ - частота обертання шпинделя з фрезною.

Разом з верстатом поставляється шість пар змінних коліс $a'-b'$, за допомогою яких можна налагоджувати дев'ять частот обертання шпинделя: 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 310 об/хв.

6.3.3. Кінематичний ланцюг вертикальної подачі. В зубофрезерних верстатах подача супорта має розмірність – міліметр на оберт колеса, що обробляється.

Вертикальна подача супорта здійснюється при вмиканні електромагнітної муфти ЕМ4 та однієї із муфт ЕМ2 або ЕМ3.

При вмиканні муфти ЕМ3 відбувається подача супорта вгору – „попутна”. Рівняння балансу цього кінематичного ланцюга (див. рис. 6.2)

$$1 \cdot \frac{96}{1} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot (\text{ЕМ4}) \frac{39}{65} \cdot (\text{ЕМ2}) \frac{50}{45} \cdot \frac{45}{45} \cdot (\text{М}) \cdot \frac{1}{24} \cdot 10_{\text{мм}} = S_{\text{с}}, \text{ мм/об.}$$

Формула налагодження

$$\frac{a_1}{b_1} = 0,5 \cdot S_{\text{с}}.$$

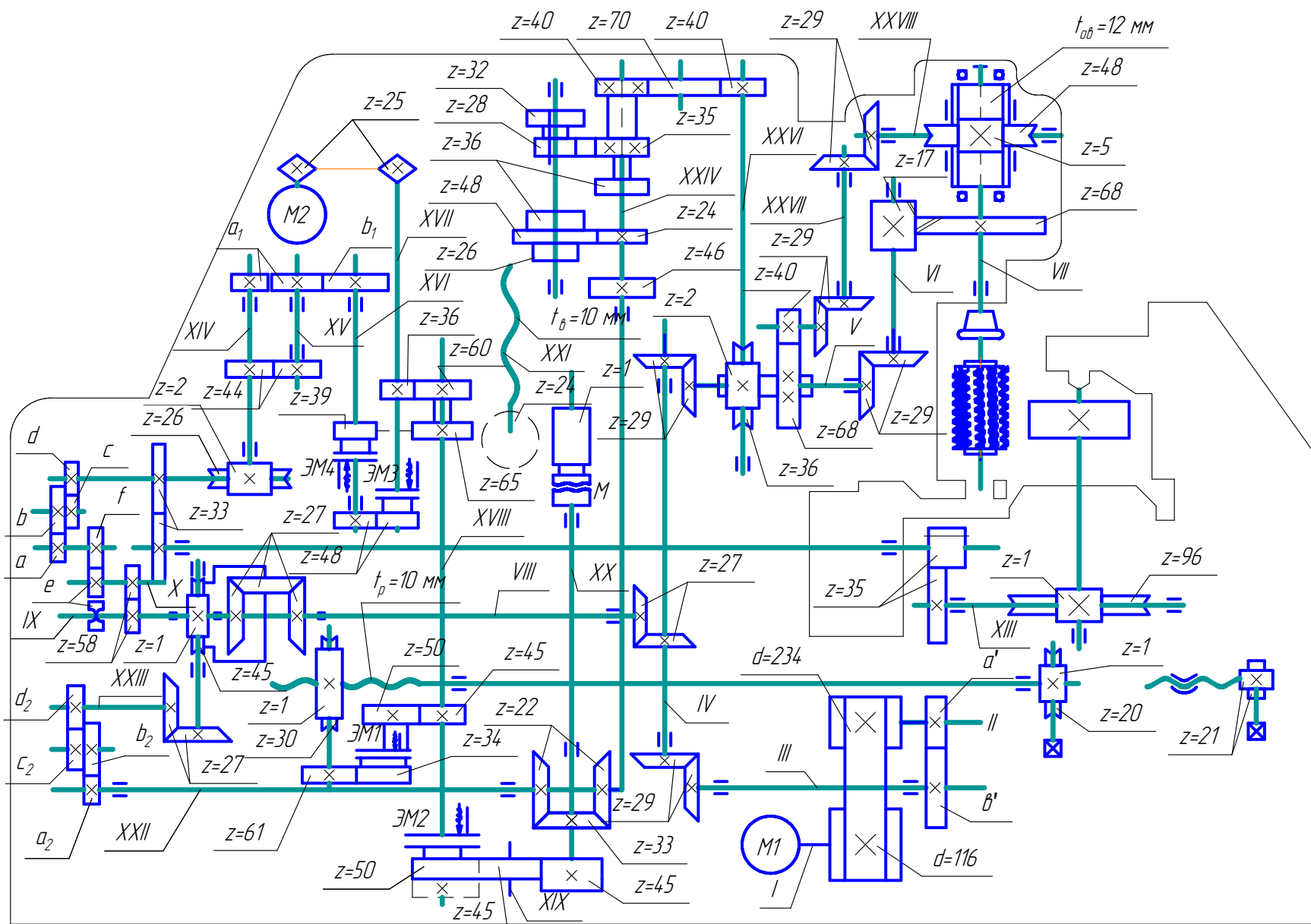


Рисунок 6.2 – Кінематична схема верстата 5K32

При вмиканні муфти ЕМ3 змінюється напрямок подачі супорта.

6.3.4. Кінематичної ланцюг радіальної подачі стола. Радіальна подача стола здійснюється при вмиканні муфт ЕМ3 та ЕМ1.

Рівняння балансу цього кінематичного ланцюга (див. рис. 6.2)

$$1 \cdot \frac{96}{1} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot (EM4) \frac{39}{65} \cdot (EM1) \frac{45}{50} \cdot \frac{34}{61} \cdot \frac{1}{36} \cdot 10_{мм} = S_p, \text{ мм/об.}$$

Зміною змінних коліс a_1 та b_1 можливо отримати сім різноманітних вертикальних та радіальних подач, (таблиця 6.2).

Таблиця 6.2 – Значення вертикальних та радіальних подач

Подача	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
$S_g, \text{мм/об}$	0,8	1,0	1,67	2,0	2,5	4,0	5,0
$S_p, \text{мм/об}$	0,27	0,33	0,56	0,67	0,83	1,38	1,70

6.3.5. Кінематичний ланцюг ділення (обкатки). Для отримання правильної обкатки необхідно, щоб за кожний оберт фрези зубчате колесо, що обробляється поверталось на K зубців або $\frac{K}{Z}$ оберту.

Рівняння балансу цього кінематичного ланцюга (див. рис. 6.2) – 1 оберт фрези. i - від фрези до стола = $\frac{K}{Z}$ обертів стола або

$$1 \cdot \frac{68}{17} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{27}{27} \cdot i_{диф} \cdot \frac{58}{58} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{1}{96} = \frac{K}{Z}.$$

При нарізанні прямозубих коліс диференціал працює як звичайна зубчаста передача та $i_{диф} = 1$.

При числі зубців колеса, що нарізується $Z \leq 161$: $\frac{e}{f} = \frac{54}{54}$, а при $Z > 161$:

$$\frac{e}{f} = \frac{36}{72}.$$

Розрахункові формули гітари ділення

при $\frac{e}{f} = \frac{54}{54}$: $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24 \cdot K}{Z}$;

при $\frac{e}{f} = \frac{36}{72}$: $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{48 \cdot K}{Z}$.

Гітара ділення має набір коліс: 24, 25 (2 шт), 30, 35, 37, 40, 41, 43, 47, 48, 50, 53, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 79, 80, 83, 85, 89, 90, 92, 95, 98, 100.

6.3.6. Кінематичний ланцюг допоміжного обертання стола. Використовується при нарізанні косозубих коліс, гвинтові лінії зубців яких розташовані під кутом β до твірної. Супорт переміщується по направляючим тільки вертикально, тому переміщення фрези під необхідним кутом β в напрямку зуба заготовки забезпечується пришвидшенням (або уповільненням) обертання заготовки під час обробки.

Пришвидшення обертання заготовки досягається шляхом допоміжного обертання стола, швидкість якого налагоджується колесами a_2, b_2, c_2, d_2 - гітари диференціала.

При налагодженні допоміжного обертання стола повинно бути дотримана умова – під час переміщення супорту на величину кроку (T) гвинтової лінії, що фрезерується, стіл повинен зробити один допоміжний оберт.

Рівняння балансу цього кінематичного балансу (див. рис. 6.2)

$$\frac{T}{10} \cdot \frac{24}{1} \cdot \frac{33}{22} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{1}{45} \cdot i_{\text{диф}} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{1}{96} = 1 \text{ доп.об.стола.}$$

В кінематичному ланцюгу черв'ячне колесо $Z = 45$ обертає водило (корпус) диференціала, яке передає обертання валу VIII, в зв'язку з чим $i_{\text{диф}} = 2$.

Підставляючи раніш знайдені значення $\frac{e}{f} = 1, \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24 \cdot K}{Z}$, знаходимо формулу налагодження цього ланцюга

$$\frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{25 \cdot Z}{T \cdot K}$$

З урахуванням того, що

$$T = \frac{\pi \cdot m_s \cdot z}{\text{tg}(\beta)},$$

де $m_s = \frac{m_n}{\cos(\beta)}$ - торцовий модуль колеса, що нарізується;

β - кут нахилу гвинтової лінії зуба.

Після підстановки значення T у формулу налагодження, отримуємо

$$\frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{7,95775 \cdot \sin(\beta)}{m_n \cdot K}$$

Гітара диференціалу має набір коліс: 24, 25 (2 шт), 30, 35, 37, 40, 41, 43, 47, 50, 53, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 79, 80, 83, 85, 89, 90, 95, 98, 100.

6.3.7. Кінематичні ланцюги пришвидшених переміщень. Пришвидшені переміщення супорта та стола виконуються двигуном М2. Напрямок руху змінюється реверсом електродвигуна.

Вертикальне переміщення супорта при вмиканні муфти ЕМ2 здійснюється зі швидкістю

$$V_v = 1430 \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{36}{60} \cdot (EM2) \frac{50}{45} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{1}{24} \cdot 10 = 400 \frac{мм}{хв}.$$

Радіальне переміщення стола здійснюється при вмиканні муфти ЕМ1.

$$V_p = 1430 \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{36}{60} \cdot (EM1) \frac{45}{50} \cdot \frac{34}{61} \cdot \frac{1}{36} \cdot 10 = 120 \frac{мм}{хв}.$$

6.4 Розрахунок кута розвороту фрезерного супорта

При нарізанні циліндричних коліс з гвинтовим зубом ось фрези встановлюється під кутом

$$\gamma = \beta \pm \omega,$$

де β - кут нахилу гвинтової лінії зуба колеса;

ω - кут підйому витків на ділільному діаметрі черв'ячної фрези.

Знак „плюс” береться при різнойменних напрямках гвинтових ліній фрези та колеса, що нарізується, знак „мінус” береться при однойменних напрямках гвинтових ліній фрези та колеса, що нарізується.

При нарізанні циліндричних коліс з прямим зубом кут розвороту фрезерного супорта дорівнює куту підйому гвинтової лінії витка фрези

$$\gamma = \omega.$$

6.5 Зміст звіту про лабораторну роботу

1. Навести основні технічні характеристики верстата.
2. Виконати ескіз зубофрезерного верстата, позначити основні вузли та формоутворюючі рухи.
3. Використовуючи кінематичну схему верстата (рис. 6.2), навести рівняння кінематичного балансу для всіх ланцюгів.
4. Розробити структурну схему верстата.
5. Згідно таблиці 6.3 розрахувати числа зубців змінних коліс ($a, b, c, d, e, f, a_1, b_1, a', b', a_2, b_2, c_2, d_2$).
6. Розрахувати кут розвороту фрезерного супорта згідно даних наведених у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Варіанти завдань для налагодження верстата 5К32

№	Модуль $m_n, мм$	Число зуб- ців Z	Кут нахилу зубців β	Швидкість рі- зання $V, м/хв$	Подача $S_B, мм/об.стола$
1	3,5	18	20	16	4,0
2		23	20	18	1,0
3		28	0	13	1,7
4		33	0	18	2,5
5		19	15	20	4,0
6		24	15	22	2,0
7		29	17	20	1,7
8		34	17	22	2,0
9		20	16	16	2,0
10		25	16	18	2,5
11		30	13	16	1,0
12		35	13	18	2,5
13		21	18	20	1,7
14		26	18	22	4,0
15		31	0	20	2,5
16		36	0	22	1,0
17		22	20	18	2,5
18		18	15	20	4,0
19		25	18	16	4,0
20		30	20	18	2,5

Лабораторна робота № 7.

Консольний вертикально-фрезерний верстат моделі 6С12Ц.

Тема: будова та кінематична схема вертикально-фрезерного консольного верстата.

Мета: вивчити будову та кінематичні ланцюги вертикально-фрезерного верстата моделі 6С12Ц. Навчитися складати рівняння кінематичного балансу згідно кінематичної схеми верстата.

7.1 Загальні відомості про вертикально-фрезерний верстат 6С12Ц

Вертикально-фрезерні консольні верстати призначені для оброблення площин, пазів різноманітного профілю, фасонних деталей, а за умови використання ділільних головок – зубчастих коліс за методом одиничного ділення та гвинтових канавок.

Технічна характеристика верстата наведена у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Технічна характеристика верстата моделі 6С12Ц

Параметр	Характеристика
Кількість значень частот обертання шпинделя	18
Граничні частоти обертання шпинделя, <i>об/хв</i>	31,5...1600
Подачі, <i>мм/хв.</i> : подовжні	20...1000
поперечні	20...1000
вертикальні	8,0...400
Потужність двигуна головного руху, <i>кВт</i>	5,5

Головний рух на фрезерних верстатах – обертання фрези ($\Phi(B_1)$), руху подачі – пересування стола з заготовкою: $\Phi(\Pi_4)$, $\Phi(\Pi_5)$, $\Phi(\Pi_6)$.

Фреза на вертикально-фрезерних верстатах закріплюється у шпинделі за допомогою оправки, що має конічний хвостовик з конусом 7:24 та шомпола.

Заготовка закріплюється на столі верстата за допомогою різноманітних пристосувань.

Основні характеристики вертикально-фрезерних консольних верстатів: розміри стола (довжина та ширина), задаються його номером. Наприклад, на верстаті 6С12Ц стіл №2 (остання цифра індексу) з розміром 320×1250; найбільше переміщення стола в вертикальному, горизонтальному та поперечному напрямках (для верстата 6С12Ц відповідно 410, 960, 300 мм); граничні значення частот обертання шпинделя та подач.

7.2 Основні вузли верстата 6С12Ц

На основі **A** (рис. 7.1) закріплена вертикальна станина (колона) **B**, усередині якої знаходиться коробка швидкостей, до кінця консольної частини станини прикріплена шпиндельна головка **C**, що має можливість повороту ($Усм(B_2)$) навколо горизонтальної осі на кут $\pm 45^\circ$. Усередині шпиндельної головки розташовано висувний шпиндель, що виконує установчий рух ($Усм(\Pi_3)$).

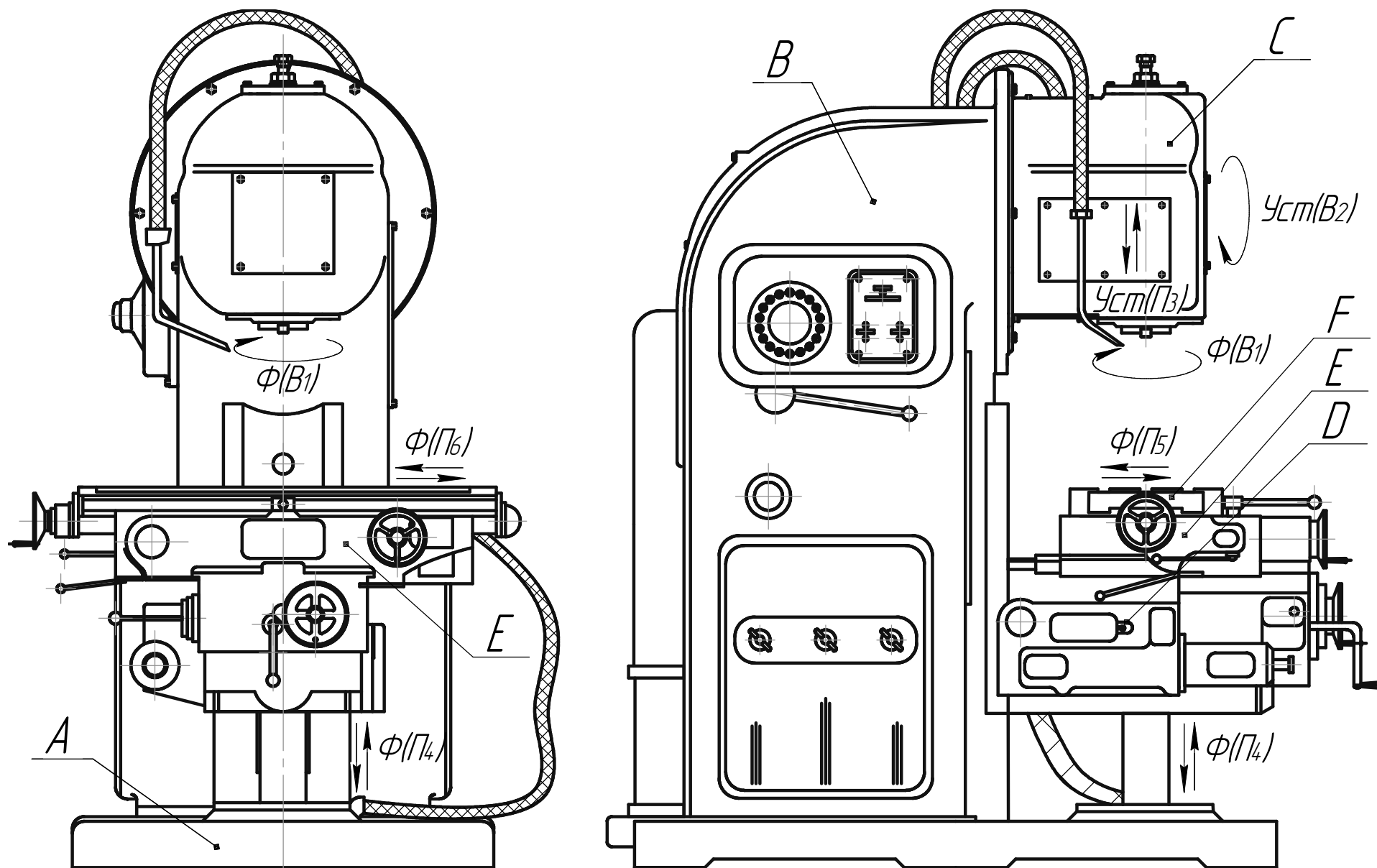


Рисунок 7.1 – Загальний вигляд консольного вертикально-фрезерного верстата 6С12Ц

По вертикальним направляючим станини переміщується консоль **D**, в якій розміщена коробка подач. По горизонтальним направляючим консолі переміщуються салазки **E**, по яких переміщуються стіл **F**. Направляючі консолі та салазок взаємно перпендикулярні. Стіл може здійснювати рух подачі в вертикальному $\Phi(\Pi_4)$, поперечному $\Phi(\Pi_5)$ та подовжньому $\Phi(\Pi_6)$ напрямках.

7.3 Кінематичні ланцюги верстата

7.3.1. Привід головного руху. Виконавчою ланкою в приводі головного руху є шпindel, джерелом руху - електродвигун $D1$ ($N = 5,5$ кВт; $n = 1450$ об/хв). Рух від електродвигуна $D1$ передається на вал I через клиноремінну передачу діаметром 155/267. З I-го вала на другий рух передається за допомогою зубчастого блока B_1 з трьома зубчастими венцями. Вал III отримує різні частоти обертання через зубчасті передачі 16/48; 37/28; 26/38. З другого вала на третій рух передається через блок B_2 . Так як при кожному вмиканні блоку B_1 , блок B_2 може займати три різноманітних положення 28/63; 33/59; 38/54, то на вал III буде передано дев'ять різноманітних частот обертання. З III-го на IV-ий вал рух передається через блок B_3 , який може займати два положення 16/63 або 71/35, як слід, на валу IV маємо 18 різноманітних частот обертання. Ці 18 різноманітних частот передаються на шпindel (вал VI) через конічну пару 35/35 та циліндричні колеса 56/56. Конічна передача дає можливість шпindelній голівці обертатися навколо горизонтальної осі (осі вала IV).

Рівняння кінематичного балансу для приводу головного руху має вигляд

$$n_{\text{шп}} = 1450 \cdot \frac{155}{267} \cdot \frac{16}{46} \left(\text{або } \frac{37}{28}; \text{або } \frac{26}{38} \right) \cdot \frac{28}{63} \left(\text{або } \frac{33}{59}; \text{або } \frac{38}{54} \right) \cdot \frac{71}{35} \left(\text{або } \frac{16}{63} \right) \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{56}{56}; \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

або, якщо в позначенні зубчастих блоків у якості показників ступеня ставити кількість зубчастих венців на ньому, то рівняння кінематичного балансу буде мати вигляд

$$n_{\text{шп}} = 1450 \cdot \frac{155}{267} \cdot B_1^3 \cdot B_2^3 \cdot B_3^2 \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{56}{56}; \frac{\text{об}}{\text{хв}},$$

де B_1^3 - перший трійний блок;
 B_2^3 - другий трійний блок;
 B_3^2 - третій двійний блок.

Множення показників ступеня дає число швидкостей в даному ланцюгу. Графік частот обертання коробки швидкостей представлено на рис.7.3.

7.3.2. Привід подач. Джерелом руху в приводі подач виступає окремий двигун $D2$ (див. рис. 7.2), виконавчою ланкою може бути стіл (подовжнє переміщення), салаки (поперечне переміщення) або консоль (вертикальне переміщення).

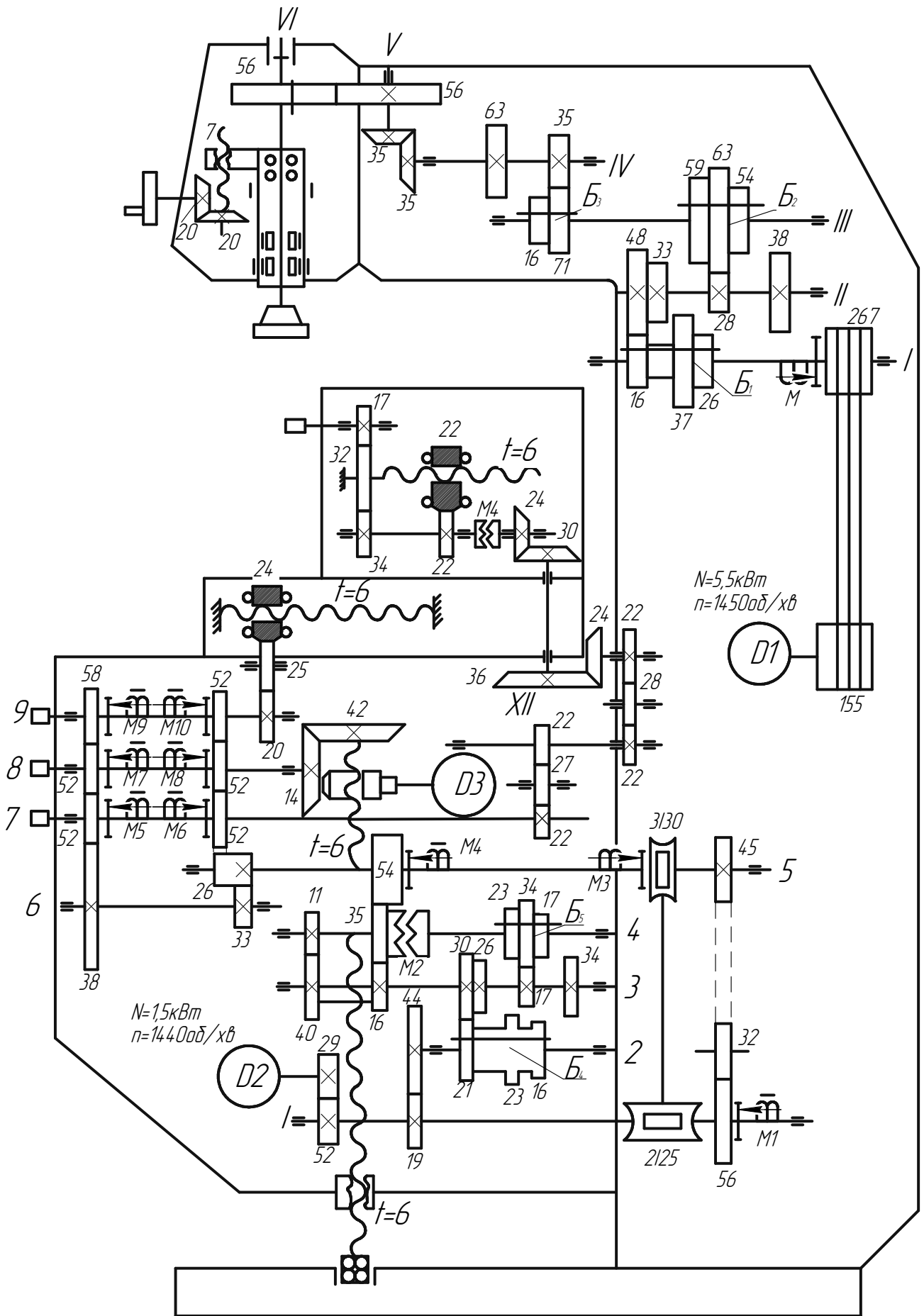


Рисунок 7.2 – Кінематична схема верстата 6С12Ц

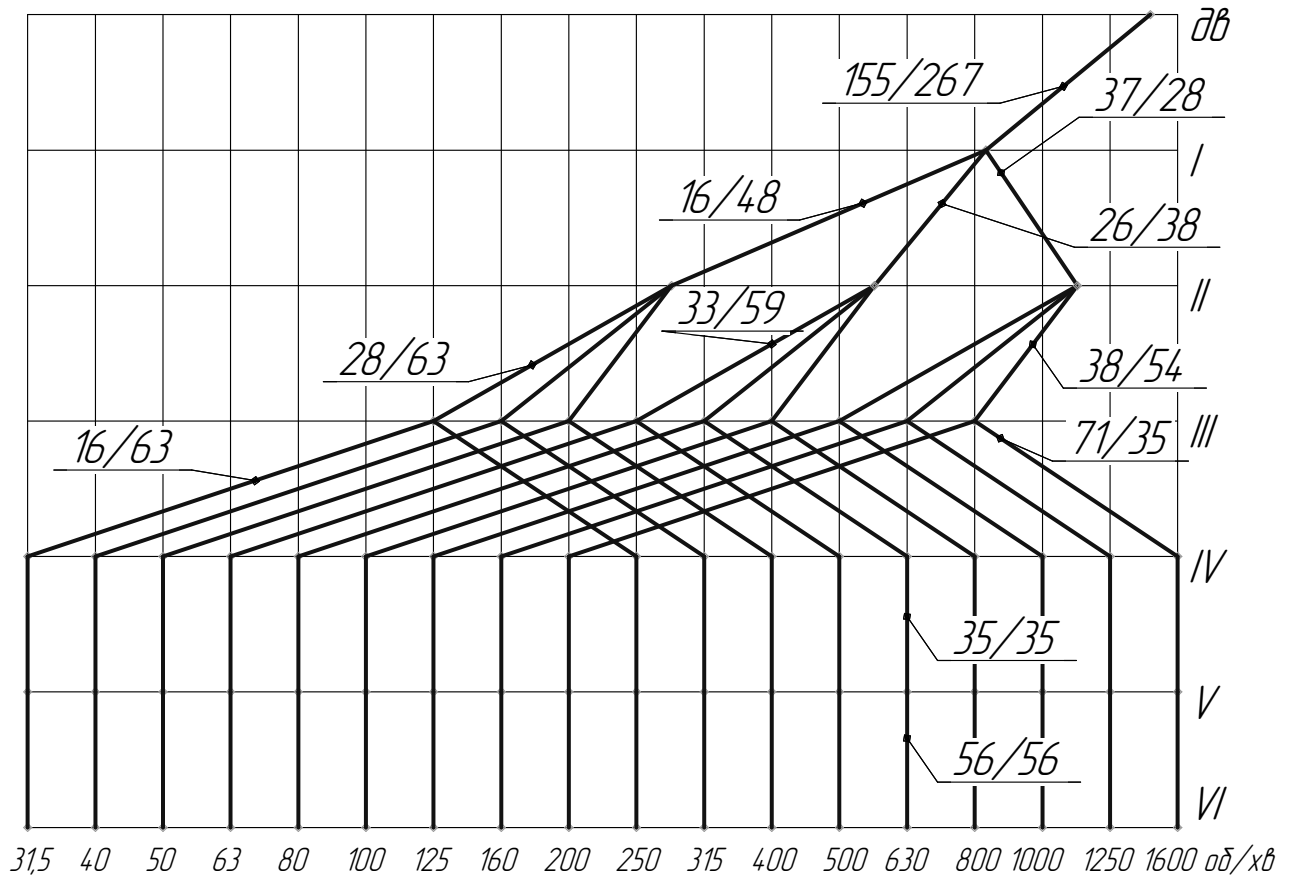


Рисунок 7.3 – Графік частот приводу головного руху

Рух від електродвигуна $D2$ через зубчасті шестерні $29/52$ передається на вал I коробки подач і з нього через зубчасті колеса $19/44$ на вал 2 . Далі через блок B_4 з трьома зубчатыми вінцями та блок B_5 з трьома зубчатыми вінцями дев'ять різноманітних частот передаються на вал 4 .

На вал 5 рух може передаватися через перебір шестерень $11/40$, $16/35$, $35/54$ при вимкнутій муфті $M2$ (шестерня 35 в лівому положенні), або через $35/54$ ввімкнутій муфті $M2$ (шестерня 35 в правому положенні). Обертання вал 5 отримує тільки при вмиканні електромагнітної муфти робочого ходу $M4$.

Шестерня 26 на валу 5 виступає в ролі роздавальної. З неї знімаються рухи на подовжнє, поперечне та вертикальне переміщення стола.

Рух на подовжнє переміщення передається по ланцюгу

$$\frac{26}{52} (M6) \cdot \frac{22}{27} \cdot \frac{27}{22} \cdot \frac{22}{28} \cdot \frac{28}{22} \cdot \frac{24}{36} \cdot \frac{30}{24} \cdot \frac{22}{22} = A.$$

Остання шестерня 22 виступає гайкою гвинта подовжнього переміщення ($t = 6\text{мм}$). При обертанні гайки гвинт разом зі столом переміщується.

Рух на поперечне переміщення передається по ланцюгу

$$\frac{26}{52} \cdot \frac{52}{52} \cdot \frac{52}{52} (M10) \cdot \frac{20}{25} \cdot \frac{25}{24} = B.$$

Шестерня 24 є гайкою гвинта поперечного переміщення ($t = 6\text{мм}$). При її обертанні переміщується гвинт з салазками.

Рух на вертикальне переміщення передається по ланцюгу

$$\frac{26}{52} \cdot \frac{52}{52} (M8) \cdot \frac{14}{42} = C.$$

Шестерня 42 зв'язана з гвинтом вертикальної подачі ($t = 6\text{мм}$), гайка якої закріплена на корпусі консолі.

Муфти М5, М7, М9 призначені для зміни напрямку переміщення стола. Квадрати на валах 7, 8, 9 призначені для переміщення стола вручну за допомогою рукояток.

Таким чином, рівняння кінематичного балансу ланцюгу подач записується так:

а) для подовжнього переміщення

$$s_{\text{под}} = 1440 \cdot \frac{29}{52} \cdot \frac{19}{44} \cdot B_4^3 \cdot B_5^3 \cdot \frac{35}{54} \left(\text{або} \frac{11}{40} \cdot \frac{16}{35} \cdot \frac{35}{54} \right) \cdot A \cdot 6, \text{ мм/хв};$$

б) для поперечного переміщення

$$s_{\text{поп}} = 1440 \cdot \frac{29}{52} \cdot \frac{19}{44} \cdot B_4^3 \cdot B_5^3 \cdot \frac{35}{54} \left(\text{або} \frac{11}{40} \cdot \frac{16}{35} \cdot \frac{35}{54} \right) \cdot B \cdot 6, \text{ мм/хв};$$

в) для вертикального переміщення

$$s_{\text{верт}} = 1440 \cdot \frac{29}{52} \cdot \frac{19}{44} \cdot B_4^3 \cdot B_5^3 \cdot \frac{35}{54} \left(\text{або} \frac{11}{40} \cdot \frac{16}{35} \cdot \frac{35}{54} \right) \cdot C \cdot 6, \text{ мм/хв}.$$

Графік частот обертання приводу подач представлено на рис. 7.4.

7.3.3. Пришвидшені подачі. Для пришвидшеного переміщення стола залюбим напрямком необхідно ввімкнути муфту М1 та вимкнути муфту М4.

Переключення муфт виконується при натисканні кнопки „пришвидшена подача” разом із кнопкою тієї чи іншої подачі. Рух від двигуна D2 на 5-ий вал буде передаватися наступним чином

$$1440 \cdot \frac{29}{52} \cdot M1 \frac{56}{32} \cdot \frac{32}{45} \text{ (далі за ланцюгом А, В або С)}.$$

Під час роботи за програмою до точки „зупинка” або зміна напрямку подачі вмикається сповільнена подача – або кнопкою „сповільнена подача”, або кулачками. При цьому рух передається за кінематичним ланцюгом

$$1440 \cdot \frac{29}{52} \cdot \frac{2}{25} \cdot M3 \frac{3}{30} \text{ (далі за ланцюгом А, В або С)}.$$

При цьому муфти М1 та М4 повинні бути ввімкнені, а муфта М3 - вимкнута.

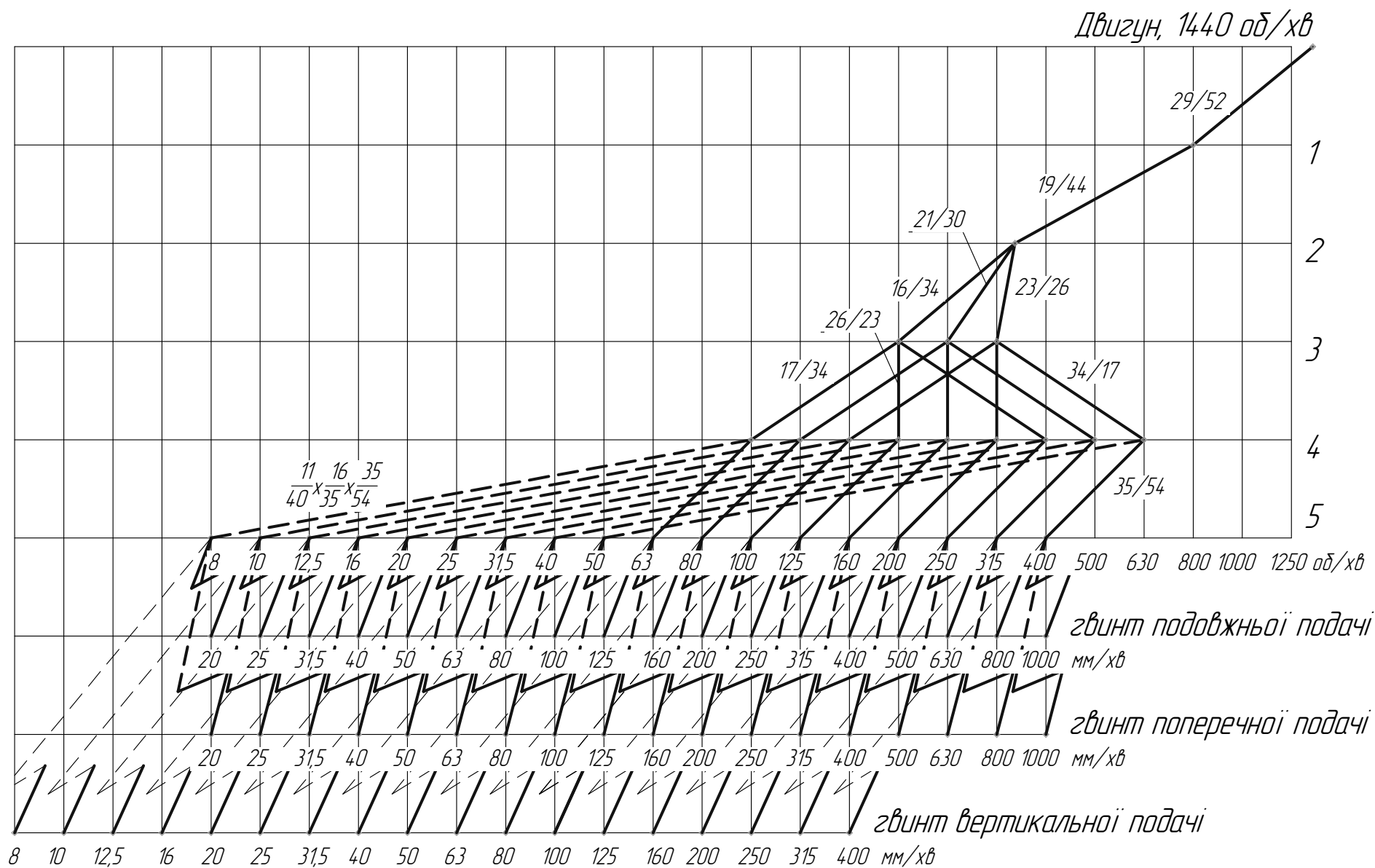


Рисунок 7.4 – Графік частот обертання приводу подач

7.4 Зміст звіту про лабораторну роботу

1. Навести основні технічні характеристики верстата.
2. Виконати ескіз консольного вертикально-фрезерного верстата, позначити основні вузли та формоутворюючі рухи.
3. Привести формули кінематичного балансу для n_{\max} ; n_{\min} ; $s_{\text{под}}^{\max}$; $s_{\text{под}}^{\min}$; $s_{\text{пон}}^{\max}$; $s_{\text{пон}}^{\min}$; $s_{\text{верт}}^{\max}$; $s_{\text{верт}}^{\min}$.
4. На основі кінематичної схеми побудувати структурну схему консольного вертикально-фрезерного верстата.

Лабораторна робота № 8.

Консольний горизонтально-фрезерний верстат моделі 6Н82Г.

Тема: будова та кінематична схема горизонтально-фрезерного консольного верстата.

Мета: вивчити будову та кінематичні ланцюги горизонтально-фрезерного верстата моделі 6Н82Г. Навчитися складати рівняння кінематичного балансу згідно кінематичної схеми верстата.

8.1 Загальні відомості про горизонтально-фрезерний верстат 6Н82Г

Консольно-фрезерний верстат 6Н82Г представляє собою електрифікований верстат, що має високу точність та жорсткість.

Верстат призначено для виконання різноманітних фрезерних робіт циліндричними, дисковими, фасонними, торцевими та пальцевими фрезами в умовах індивідуального та серійного виробництва.

В серійному виробництві, завдяки наявності полуавтоматичного та автоматичного циклів, верстат може успішно використовуватися на роботах операційного характеру в поточних та автоматичних лініях.

На верстаті можна обробляти вертикальні та горизонтальні площини, пази, кути, обробляти зубчасті колеса та ін.

Завдяки наявності механізму вибірки люфту в гвинтовій парі подовжньої подачі, на верстаті можливо робити зустрічне та попутне фрезерування, як в простих, так і в автоматичних режимах.

Найбільш ефективно використовувати верстат при обробці деталей методом швидкісного фрезерування.

Технологічні можливості верстата можна розширити шляхом використання ділильної головки, поворотного круглого стола на накладній фрезерній головці.

Технічна характеристика верстата наведена в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Технічні характеристики верстата 6Н82Г

Параметр	Характеристика
Розміри робочої поверхні стола, мм	1250x320
Кількість швидкостей шпинделя	18
Граничні значення швидкостей шпинделя, об/хв	31,5...1600
Кількість ступенів подач	18
Граничні значення подач, мм/хв.: подовжньої	25...1250
поперечної	25...1250
вертикальної	8,0...400
Подовжній хід стола, мм	700
Поперечний хід стола, мм	240
Вертикальний хід стола, мм	420
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	7,5
Потужність електродвигуна приводу подач, кВт	2,2

8.2 Основні вузли верстата 6Н82Г

На основі **F** (рис. 8.1) закріплена вертикальна станина (колона) **A**, усередині якої знаходиться коробка швидкостей, до кінця консольної частини станини прикріплен „хобот” **B**, на кінці якого розташована „серга” **G**. Усередині шпindelної головки розташовано шпindel, що виконує формообразуючий обертальний рух ($\Phi(B_1)$).

По вертикальним направляючим станини переміщується консоль **C**, в якій розміщена коробка подач. По горизонтальним направляючим консолі переміщуються салазки **D**, по яких переміщуються стіл **E**. Направляючі консолі та салазок взаємно перпендикулярні. Стіл може здійснювати рух подачі в вертикальному $\Phi(\Pi_4)$, поперечному $\Phi(\Pi_3)$ та подовжньому $\Phi(\Pi_2)$ напрямках.

8.3 Кінематичні ланцюги верстата

8.3.1. Привід головного руху. Виконавчою ланкою в приводі головного руху є шпindel, джерелом руху - електродвигун ($N = 7,5$ кВт; $n = 1460$ об/хв). Рух від електродвигуна передається на вал II (рис. 8.2) через зубчасту передачу 27/53. З II-го вала на третій рух передається за допомогою зубчастого блока з трьома зубчастими колесами. Вал III отримує різні частоти обертання через зубчасті передачі 19/35; 22/32; 16/38. З третього вала на четвертий рух передається через трійний блок, що розташований на валу IV. Цей блок може займати три різноманітних положення 27/37; 17/46; 38/26, з IV-го на V-ий вал рух передається через подвійний блок, який може займати два положення 19/69 або 82/38, як слід, на валу V маємо 18 різноманітних частот обертання.

Рівняння кінематичного балансу для приводу головного руху має вигляд

$$n_{\text{шп}} = 1460 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{19}{35} \left(\text{або} \frac{22}{32}; \text{або} \frac{16}{38} \right) \cdot \frac{27}{37} \left(\text{або} \frac{17}{46}; \text{або} \frac{38}{26} \right) \cdot \frac{19}{69} \left(\text{або} \frac{82}{38} \right); \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Графік частот приводу головного руху приведено на рис. 8.3.

8.3.2. Привід подач. Джерелом руху в приводі подач виступає окремий двигун *D2* (див. рис. 8.2), виконавчою ланкою може бути стіл (подовжнє переміщення), салазки (поперечне переміщення) або консоль (вертикальне переміщення).

Рух від електродвигуна *D2* через зубчасті шестерні 26/50 передається на вал II коробки подач і з нього через зубчасті колеса 26/57 на вал III. Далі через блок з трьома зубчастими вінцями, що розташований на валу III та блок з трьома зубчастими вінцями, що розташований на валу V отримується дев'ять різноманітних частот. На вал VI рух може передаватися через перебір шестерень 18/45, 13/40, 40/40 при вимкнутій муфті M1, або через 40/40 ввімкнутій муфті M1.

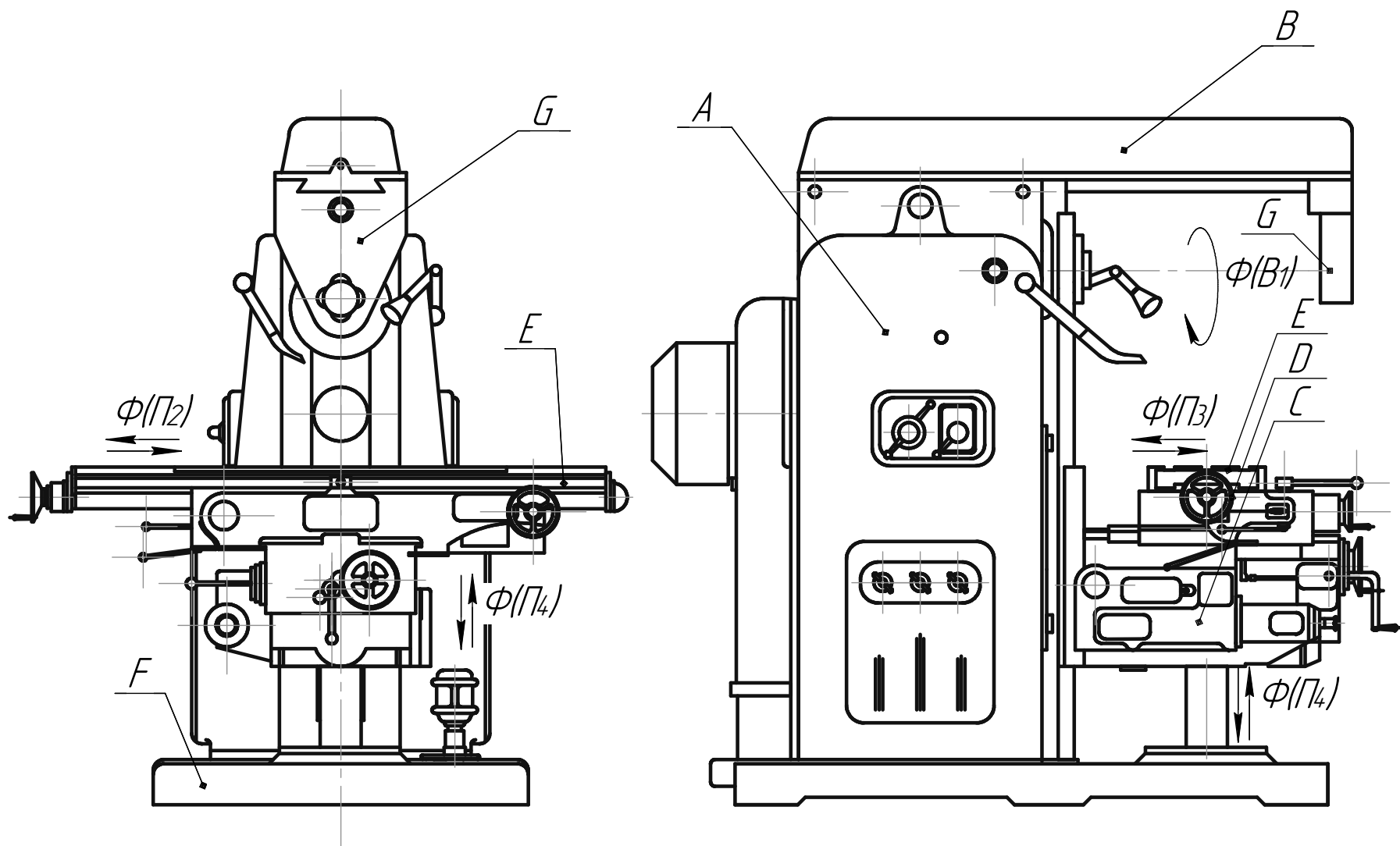


Рисунок 8.1 – Загальний вигляд консольного горизонтально-фрезерного верстата 6Н82Г

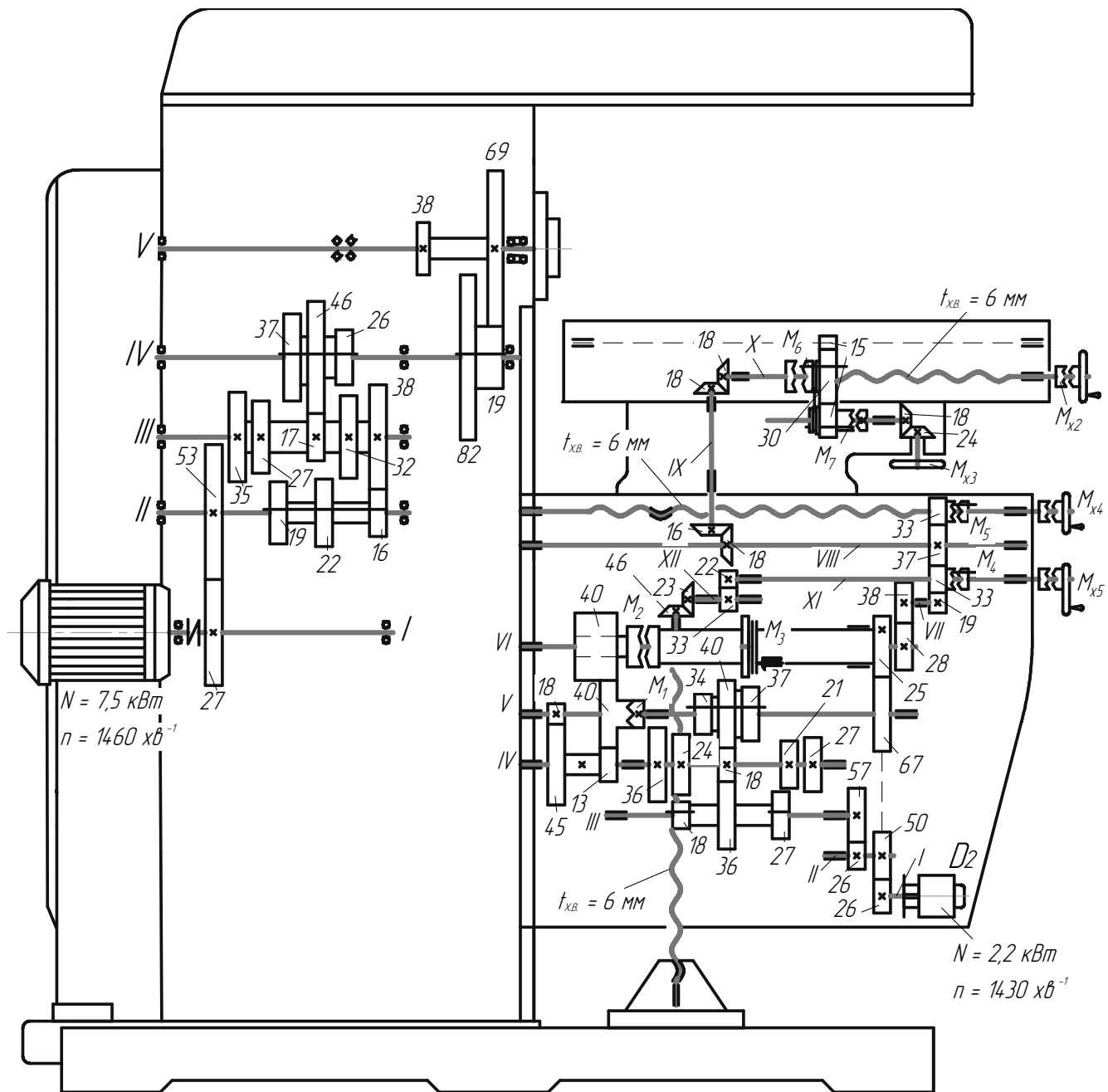


Рисунок 8.2 - Кінематична схема верстата 6H82Г

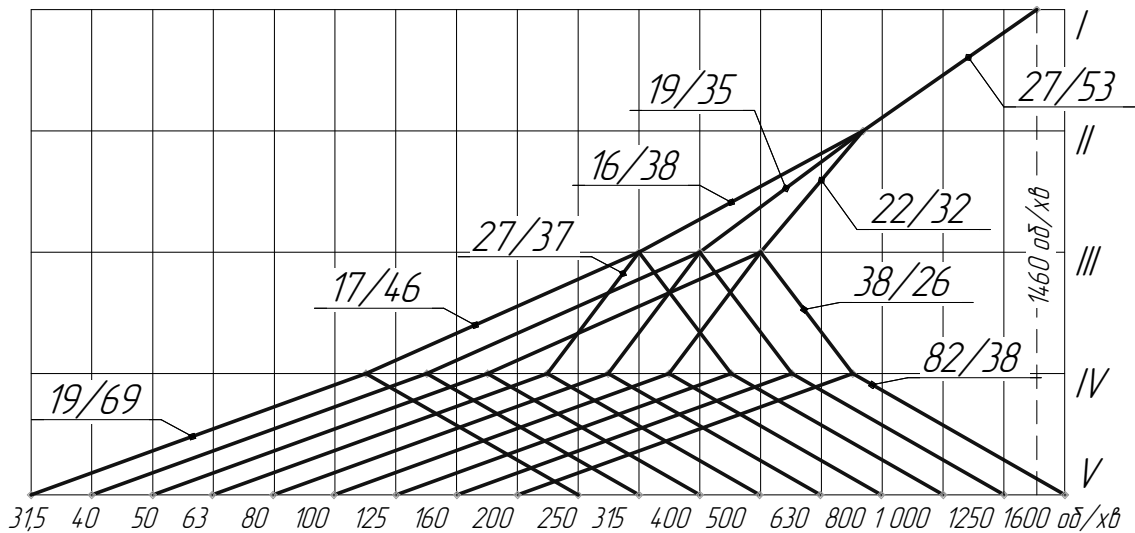


Рисунок 8.3 – Графік частот обертання шпинделя верстата 6Н82Г

Обертання вал **VI** отримує тільки при вмиканні електромагнітної муфти робочого ходу МЗ.

Шестерня 28 на валу **VI** виступає в ролі роздавальної. З неї знімаються рухи на подовжнє, поперечне та вертикальне переміщення стола.

Рух на подовжнє переміщення передається по ланцюгу

$$\frac{28}{38} \cdot \frac{19}{33} \cdot \frac{33}{37} \cdot \frac{18}{16} \cdot \frac{18}{18} (M6) \cdot 6 = A.$$

Рух на поперечне переміщення передається по ланцюгу

$$\frac{28}{38} \cdot \frac{19}{33} \cdot \frac{33}{37} \cdot \frac{37}{33} (M5) \cdot 6 = B.$$

Рух на вертикальне переміщення передається по ланцюгу

$$\frac{28}{38} \cdot \frac{19}{33} (M4) \cdot \frac{22}{33} \cdot \frac{23}{46} \cdot 6 = C.$$

Таким чином, рівняння кінематичного балансу ланцюгу подач записується так:

а) для подовжнього переміщення

$$s_{\text{под}} = 1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot \frac{18}{36} \left(\text{або } \frac{27}{27}, \text{або } \frac{36}{18} \right) \cdot \frac{18}{40} \left(\text{або } \frac{21}{37}, \text{або } \frac{24}{34} \right) \cdot \frac{40}{40} \cdot \left(\text{або } \frac{18}{45} \cdot \frac{13}{40} \cdot \frac{40}{40} \right) \cdot A, \text{ мм/хв};$$

б) для поперечного переміщення

$$s_{\text{поп}} = 1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot \frac{18}{36} \left(\text{або } \frac{27}{27}, \text{або } \frac{36}{18} \right) \cdot \frac{18}{40} \left(\text{або } \frac{21}{37}, \text{або } \frac{24}{34} \right) \cdot \frac{40}{40} \cdot \left(\text{або } \frac{18}{45} \cdot \frac{13}{40} \cdot \frac{40}{40} \right) \cdot B, \text{ мм/хв};$$

в) для вертикального переміщення

$$s_{\text{верт}} = 1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot \frac{18}{36} \left(\text{або } \frac{27}{27}, \text{або } \frac{36}{18} \right) \cdot \frac{18}{40} \left(\text{або } \frac{21}{37}, \text{або } \frac{24}{34} \right) \cdot \frac{40}{40} \cdot \left(\text{або } \frac{18}{45} \cdot \frac{13}{40} \cdot \frac{40}{40} \right) \cdot C, \text{ мм/хв}.$$

Графік частот обертання приводу подач представлено на рис. 8.4.

Двигун, 1430 об/хв

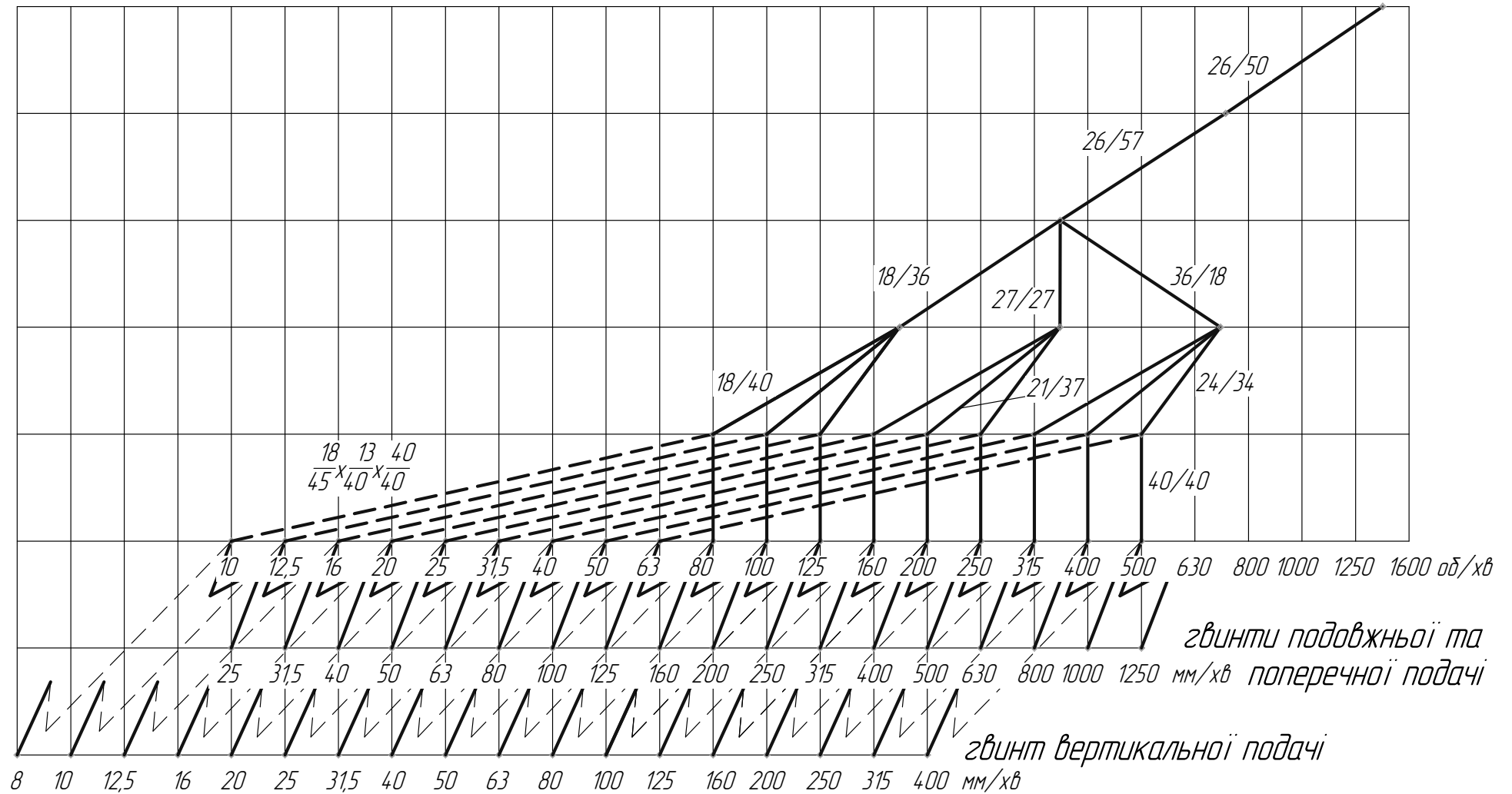


Рисунок 8.4 – Графік частот обертання приводу подач

8.43міст звіту про лабораторну роботу

1. Навести основні технічні характеристики верстата.
2. Виконати ескіз консольного горизонтально-фрезерного верстата, позначити основні вузли та формоутворюючі рухи.
3. Привести формули кінематичного балансу для n_{\max} ; n_{\min} ; $s_{\text{под}}^{\max}$; $s_{\text{под}}^{\min}$; $s_{\text{пон}}^{\max}$; $s_{\text{пон}}^{\min}$; $s_{\text{верт}}^{\max}$; $s_{\text{верт}}^{\min}$.
4. На основі кінематичної схеми побудувати структурну схему консольного горизонтально-фрезерного верстата.

Лабораторна робота № 9.

Попереочно-стругальний верстат моделі 7Б35.

Тема: будова та кінематична схема попереочно-стругального верстата.

Мета: вивчити будову та кінематичні ланцюги г попереочно-стругального верстата моделі 7Б35. Навчитися складати рівняння кінематичного балансу згідно кінематичної схеми верстата.

9.1 Загальні відомості про попереочно-стругальні верстати

Попереочно-стругальні верстати призначені для оброблення плоских поверхонь, довільно розташованих в просторі, та прорізання прямолінійних пазів різноманітної форми.

Можливе оброблення фасонних лінійчатих поверхонь по копірам. На попереочно-стругальних верстатах обробляють деталі невеликих розмірів. Деталі закріплюють в машинних лещатах або на столі верстата, використовуючи Т-образні пази.

Основні характеристики верстата наведені у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Основні технічні характеристики попереочно-стругального верстата моделі 7Б35

Параметр	Характеристика
Найбільший хід повзуна, мм	500
Розміри стола, що визначають габаритні розміри деталей, мм	500×360
Граничні значення частоти двійних ходів в хвилину, <i>пов.ход/хв</i>	12,3 - 138
Граничні значення подачі стола, мм/дв.хід	0,167 – 1,0

9.2 Основні вузли та органи управління

На основі **А** верстата (рис. 9.1) встановлена станина **Б**, по горизонтальним направляючим якої повзун **В** здійснює зворотно поступальні рухи $\Phi(P_1)$ - рух різання. По вертикальним направляючим станини переміщуються салазки **Г**, що виконують установчі переміщення $U_{cm}(P_2)$. Стіл **Д** здійснює попереочне переміщення $\Phi(P_3)$ - рух подачі по направляючим салазок.

На передньому торці повзуна **В** розташовано супорт **Е₁**, що здійснює рух подачі $\Phi(P_4)$. Супорт має можливість повертатися на кут $\pm 45^\circ$ - установчій рух $U_{cm}(B_5)$, що дозволяє проводити обробку наклонних поверхонь. До супорта прикріплена відкидна дошка **Е₂** з різцетримачем **Е₃**. Відкидна дошка дозволяє різцю підводитись над поверхнею що оброблюється під час холостого ходу.

На верстаті є наступні органи управління (див. рис. 9.1):

P_1 - маховик вертикального переміщення супорту;

P_2 - рукоятка (квадрат) для зміни вильоту повзуна (зміна місця обробки);

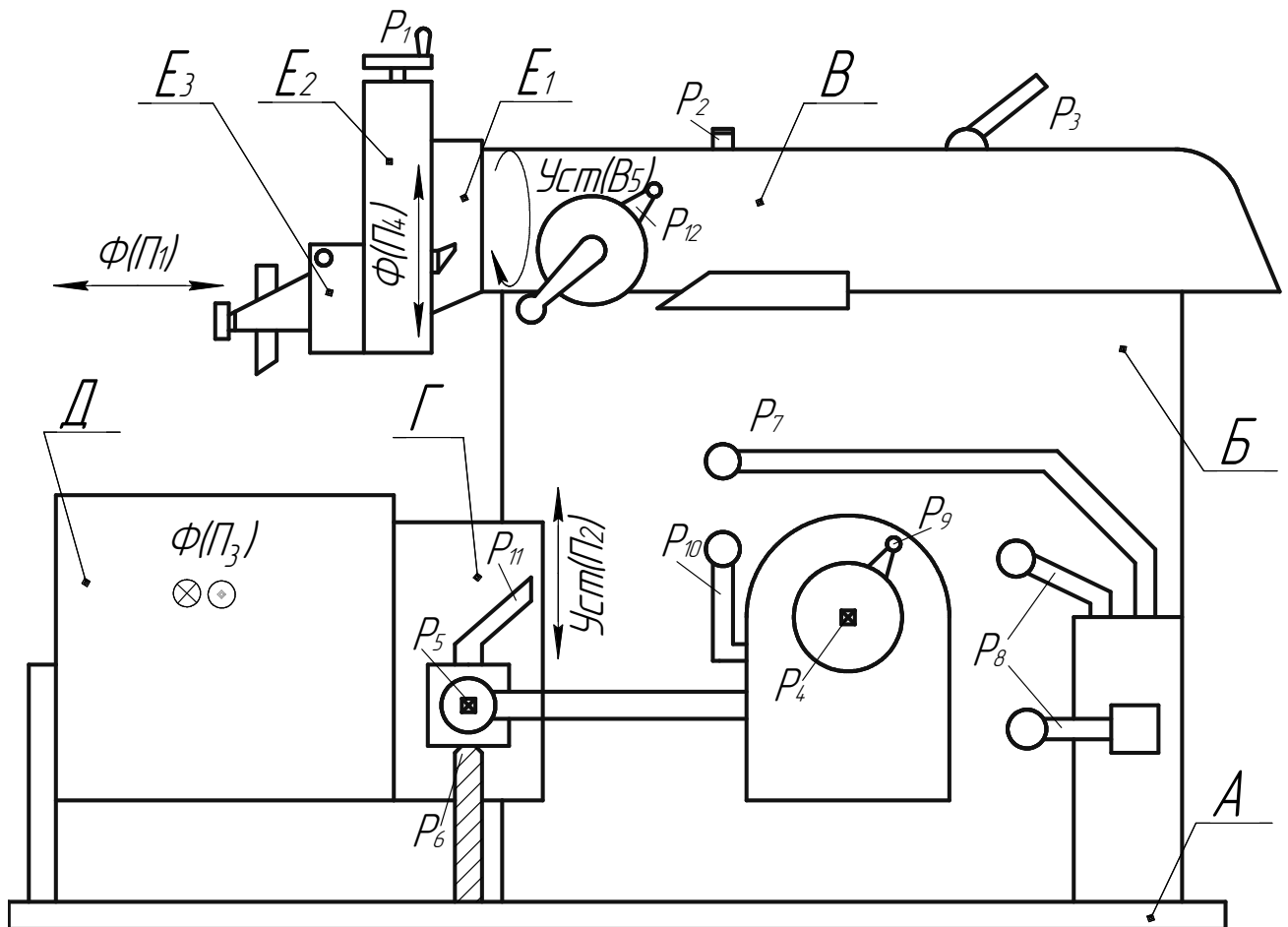


Рисунок 9.1 – Загальний вигляд верстата моделі 7Б35

- P_3 - рукоятка з'єднання повзуна з кулісою;
- P_4 - рукоятка (квадрат) для зміни довжина ходу повзуна;
- P_5 - рукоятка (квадрат) для ручного поперечного переміщення стола;
- P_6 - рукоятка вертикального ручного переміщення поперечини зі столом;
- P_7 - рукоятка включення головного руху переміщення повзуна;
- P_8 - рукоятка перемикання ступенів швидкості головного руху – зміна числа подвійних ходів повзуна в хвилину;
- P_9 - рукоятка встановлення величини поперечної подачі стола;
- P_{10} - рукоятка пришвидшеного переміщення стола;
- P_{11} - рукоятка зміни напрямку переміщення стола;
- P_{12} - рукоятка встановлення величини вертикальної подачі.

9.3 Кінематичні ланцюги верстата

9.3.1. Ланцюг головного руху. Рух від електродвигуна ($N = 4,5 \text{ кВт}$; $n = 1440 \text{ об/хв}$) передається через клинопасову передачу зі шківками $\text{Ø}148 - \text{Ø}336$ на вал I коробки швидкостей з двома блоками зубчатих коліс 33-28 та 23-18, які забезпечують отримання 4-ох частот швидкостей на валу II (18-43, 23-38, 28-33, 33-28) (рис. 9.2).

З вала II на вал III обертання передається через зубчате колесо 15 з подов-

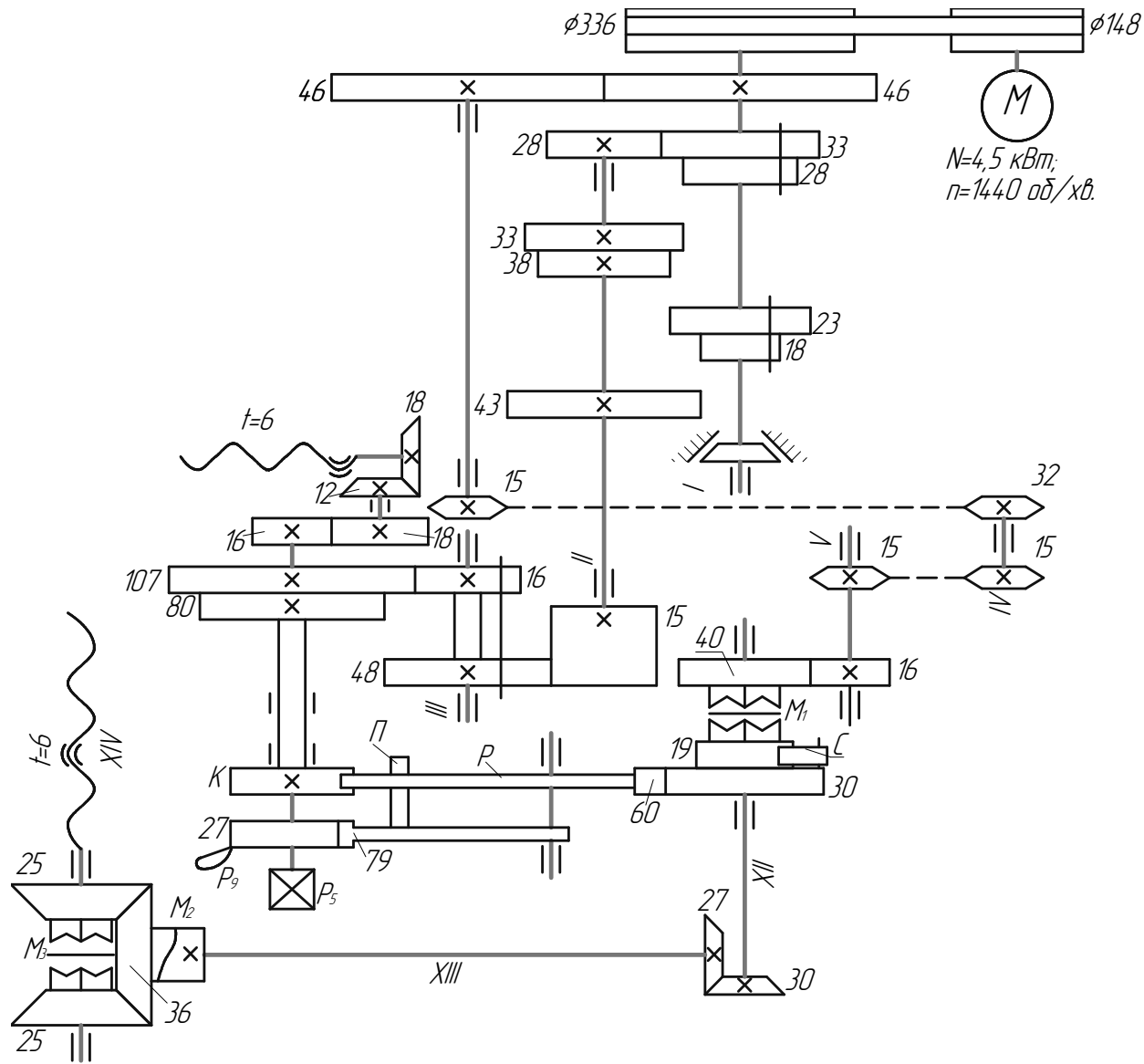


Рисунок 9.2 – Кінематична схема верстата моделі 7Б35

женим зубом, яке знаходиться у постійному зачепленні з колесом 48 подвійного блоку (другим колесом цього блоку є колесо 16). Блок входить в зачеплення з одним із зубчастих коліс (80, 107) кулісного механізму. Таким чином отримується вісім частот обертання. Кулісний механізм перетворює обертальний рух шестерен в прямолінійний зворотно-поступальний рух повзуна. При цьому куліса, що качається, надає повзуну нерівномірну швидкість ходу; найбільша швидкість робочого ходу повзуна досягається при середньому положенні куліси., найменша – при крайніх положеннях. Рівняння кінематичного балансу для найбільшої частоти обертання кулісної шестерні має вигляд:

$$n = 1440 \cdot \frac{148}{336} \cdot 0,985 \cdot \frac{33}{28} \left(\text{або } \frac{28}{33}; \text{або } \frac{23}{38}; \text{або } \frac{18}{43} \right) \cdot \frac{15}{48} \cdot \frac{48}{80} \left(\text{або } \frac{16}{107} \right), \text{ об/хв.}$$

9.3.2. Ланцюг поперечних подач стола. Подача стола (рис. 9.3,а,б) виконується під час холостого ходу повзуна. Кулачок **K** (див. рис. 9.2, 9,3,а), впливаючи на ролик важеля **P** з зубчатим сектором 60, повертає його на кут α . Поворот сектора приводить в обертання колесо 30 з закріпленою на ньому собачкою **C** храпового колеса 19. Поворот останнього через муфту М1 передається на вал XII і далі по кінематичному ланцюгу $\frac{30}{27} M_2 \cdot \frac{36}{25} M_3$ на гвинт XIV поперечної подачі. Муфта М1 дозволяє ввімкнути робочу подачу стола, муфта М2 – запобіжна. Муфта М3 слугує для зміни напрямку обертання гвинта XIV, інакше кажучи, для реверсу переміщень стола.

Зміна величини подачі виконується рукояткою **P₉**, поворот якої призводить до обертання шестерні 27 та сектору 79. Останній пальцем **П** підводить ролик важеля не на весь хід **H**, а на його частину, що визиває зміну кута повороту α важеля **P** і далі всього кінематичного ланцюга, таким чином змінюючи величину переміщень стола (подачу).

Рух для пришвидшених переміщень стола передається від електродвигуна М і по кінематичному ланцюгу $\frac{148}{336} \cdot \frac{46}{46} \cdot \frac{15}{32} \cdot \frac{15}{15} \cdot \frac{16}{40} M_1 \cdot \frac{30}{27} M_2 \cdot \frac{36}{25}$ на гвинт поперечної подачі стола XIV.

9.3.3. Ланцюг вертикальної подачі супорту. Під час холостого ходу повзуна ролик **I** (див. рис. 9.3,б, 9.4) важеля **2** набігає на кулачок **6**. Важіль повертається разом з повідком **7**, на якому закріплена собачка **5** храпового колеса 45. Собачка, захвативши зубець храпового колеса, повертає його та разом з ним шестерню 33. Далі рух передається через конічні шестерні 22-22-22, остання з яких є гайкою гвинта вертикального переміщення каретки. Для зміни величини подачі рукояткою **I2** повертають диск **4**, який може підняти собачку **5** над храповим колесом, або дозволить їй захватити зубці храпового колеса, якщо виріз на диску співпадає з кутом повороту собачки **5**. Відкриваючи те або інше число зубців храпового колеса в зоні кута повороту собачки **5**, можна змінювати кут повороту храпового колеса та всього кінематичного ланцюга вертикальної подачі, а отже, і переміщення каретки супорту вертикальної подачі.

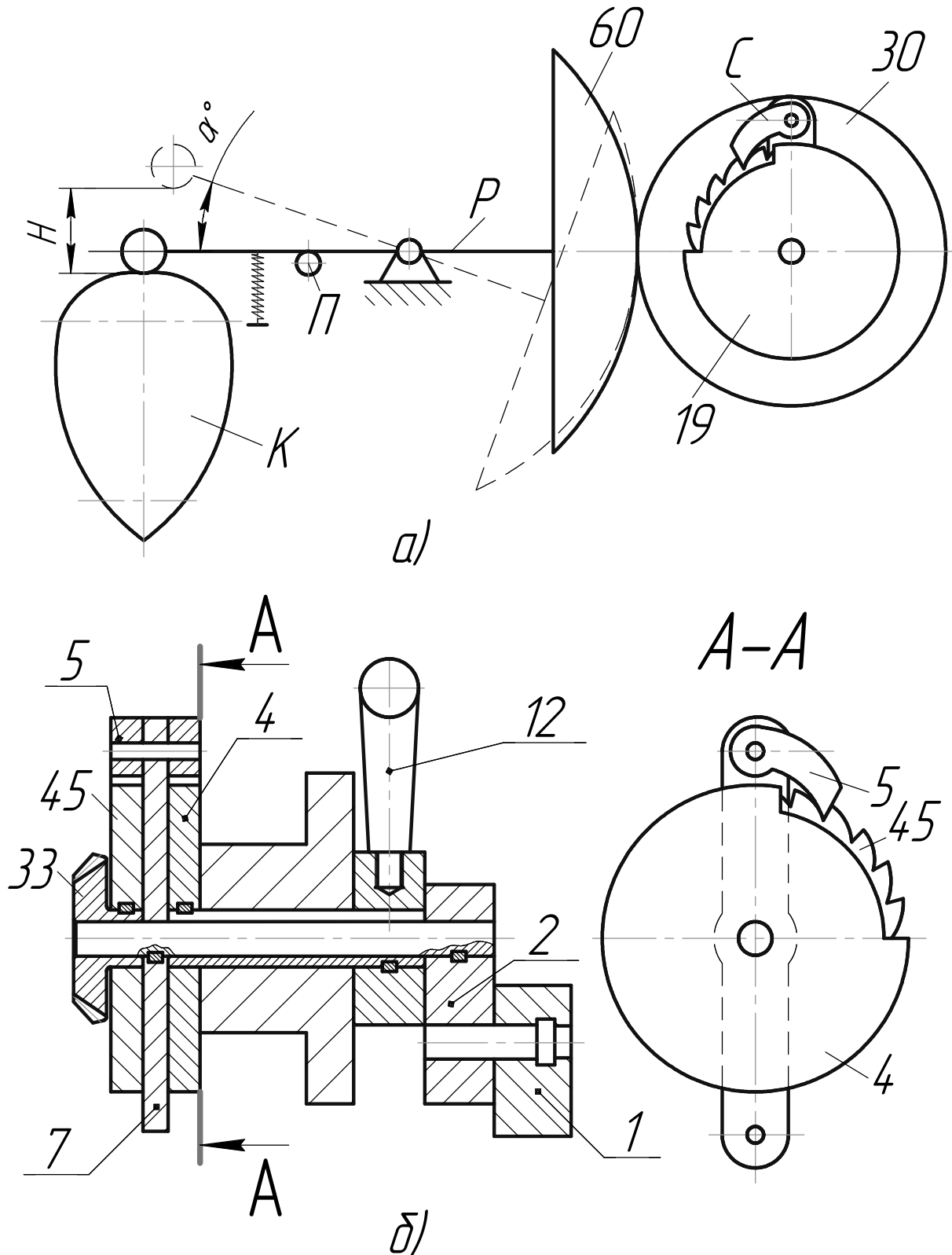


Рисунок 9.3 – Схеми механізмів ступінчатої переривистої подачі:
 а – кінематична схема; б – схема храпового механізму.

9.3.4. Допоміжні рухи. Зміна вильоту повзуна виконуються рукояткою P_2 (див. рис. 9.1, 9.4), обертання якої приводить до обертання ходового гвинта з кроком $t = 6 \text{ мм}$. При цьому повзун переміщується відносно гайки, з'єднаної з кулією *Кул*.

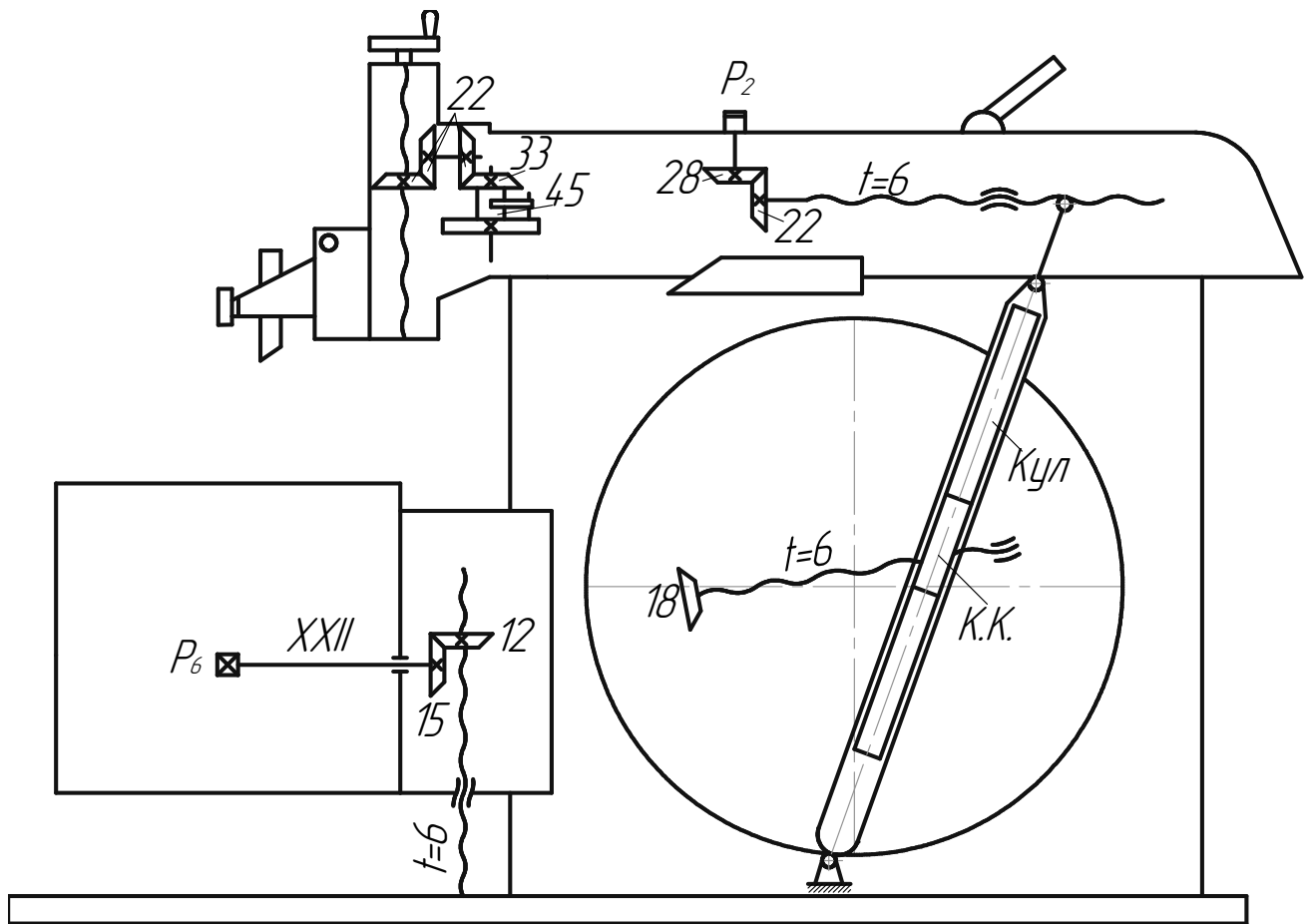


Рисунок 9.4 – Кінематична схема вертикальної подачі супорту та допоміжних рухів верстата 7Б35

Зміна довжини ходу повзуна виконується переміщенням каменя **КК** куліси **Кул** по гвинту з кроком 6 мм. Для цього рукояткою P_5 (див. рис. 9.2) обертають шестерні 16-18-12-18 та гвинт $t = 6\text{ мм}$. Якщо кулісний камінь **КК** буде розташовано на осі обертання кулісної шестерні 107, то куліса буде нерухомою. Зміщення кулісного каменю з осі обертання викликає зміну амплітуди гойдання куліси, а, отже, довжини ходу повзуна.

Підйом стола виконують рукояткою P_6 (див. рис. 9.1, 9.4), якою обертають конічні шестерні 15-12. Остання є гайкою гвинта вертикального переміщення стола і закріплена від осевого переміщення стола в поперечині.

9.43міст звіту про лабораторну роботу

1. Навести основні технічні характеристики верстата.
2. Виконати ескіз поперечно-стругального верстата, позначити основні вузли та формоутворюючі рухи.
3. Привести формули кінематичного балансу.
4. На основі кінематичної схеми побудувати структурну схему поперечно-стругального верстата.

Лабораторна робота № 10.

Універсальна ділильна головка.

Тема: будова та кінематична схема універсальної ділильної головки.

Мета: вивчити будову ділильної головки та навчитися проводити її налагодження.

10.1 Будова та призначення універсальної ділильної головки (УДГ)

Ділильні головки призначені для закріплення та повороту на потрібний кут заготовок при фрезеруванні канавок та площин, що розташовані під різними кутами. УДГ можуть бути використані для безпосереднього, простого та диференційного ділення та нарізання гвинтових канавок.

Загальний вид ділильної головки зображено на рис. 10.1, де позначені наступні елементи:

А – рукоятка-фіксатор важеля; Б – рукоятка для повороту шпинделя при діленні; В – лімб; Г – корпус; Д – рукоятка-стопор для закріплення шпинделя головки; Є – рукоятка вимкнення черв'яка головки; Ж – роздвіжний сектор; І – фіксатор лімба; К – вал установки гітарної дошки; Л – шпиндель головки.

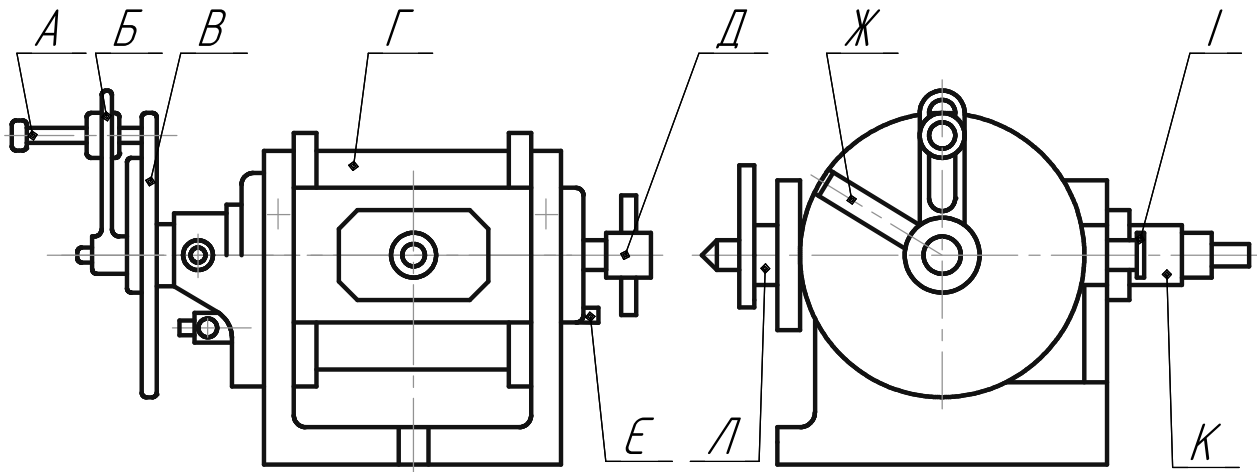


Рисунок 10.1 – Загальний вигляд ділильної головки

10.2 Кінематична схема ділильної головки

Кінематика УДГ (рис. 10.2) представлена черв'яком K та черв'ячним колесом Z_1 . Черв'як обертається рукояткою P . Оберт рукоятки P відлічується за отворами на лімбі L , який закріплюється фіксатором Φ . Лімб L закріплено на одній осі з шестернею Z_2 , що входить у зачеплення з другою шестернею Z_3 , яка кріпиться на валу a гітари диференціального ділення, що з'єднується зі шпинделем b головки.

Ділення окружності заготовки на задане число частин на ділильній голівці здійснюється способами простого та диференційного ділення.

Просте ділення здійснюється при нерухомому лімбі за допомогою рукоятки. Кут оберту рукоятки відлічується за отворами на лімбі. Кількість обертів

визначається для умови: для повороту заготовки на $\frac{1}{Z}$ частини окружності рукоятка повинна зробити n обертів. Звідси рівняння кінематичного балансу буде (рис. 10.2)

$$\frac{1}{Z} = n \cdot \frac{K}{Z_1}.$$

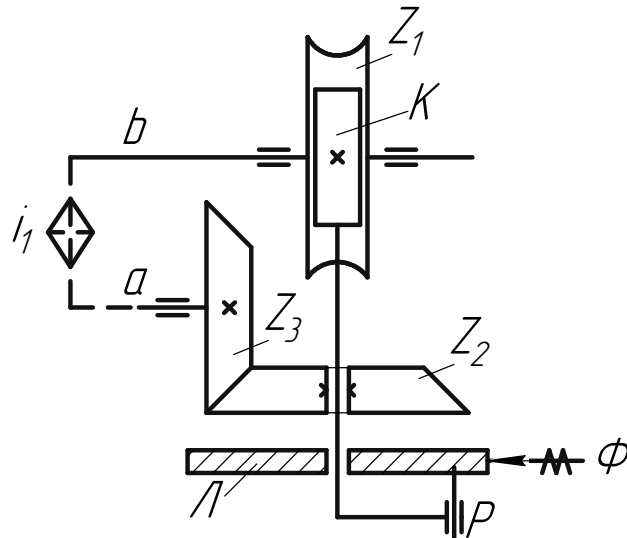


Рисунок 10.2 – Кінематична схема ділильної головки

Передаточне число черв'ячної передачі $\frac{Z_1}{K}$ називається характеристикою ділильної головки. Тоді кількість обертів рукоятки буде дорівнювати

$$n = \frac{N}{Z} = \frac{A}{B}.$$

Просту дріб $A \div B$ слід перетворити так, щоб у знаменнику число B було кратне числу отворів на будь-якій окружності лімбу. На лімбі з одного боку є окружності з числом отворів 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43, а з другого боку 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66.

Приклад. Розділити окружність заготовки на $Z = 28$. Характеристика ділильної головки $N = 40$.

$$n = \frac{40}{28} = 1 \frac{12}{28} = 1 \frac{3}{7}.$$

Отже, рукоятку треба обернути на один повний оберт та по окружності лімбу з числом отворів 28 повернути на кут, що охоплює 12 отворів, щоб не рахувати кожен раз отвори на лімбі, лінійки роздвіжного сектору розводять на задане число отворів (рис. 10.3).

Якщо способом простого ділення не вдається розділити окружність на задане число частин, то використовують спосіб диференціального ділення. В цьому разі проводять ділення за формулою простого ділення не на задане число частин Z , а на деяке фіктивне число Z_ϕ , близьке до заданого. Помилку ділен-

ня, що виникає при цьому $N\left(\frac{1}{Z_1} - \frac{1}{Z_\phi}\right)$, компенсують обертом лімбу, з'єданого гітарою i_1 (див. рис. 10.2) зі шпинделем. Рівняння кінематичного балансу при цьому буде

$$N\left(\frac{1}{Z_1} - \frac{1}{Z_\phi}\right) = \frac{1}{Z} \cdot i_1 \cdot \frac{Z_3}{Z_2},$$

звідси передаточне відношення гітари диференційного ділення дорівнює

$$i = N\left(1 - \frac{Z}{Z_\phi}\right).$$

Передаточне відношення $\frac{Z_3}{Z_2} = 1$.

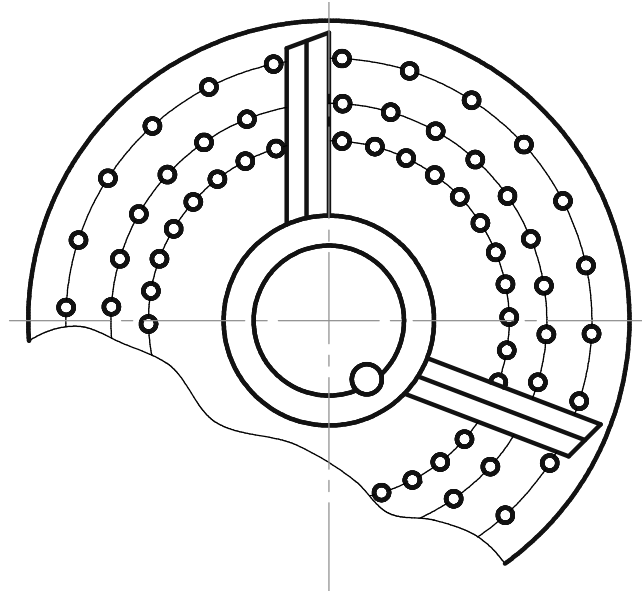


Рисунок 10.3 – Установка лінійок сектора на лімбі

*Приклад. Розділити окружність заготовки на $Z = 93$, $N = 40$.
Обираємо $Z_\phi = 90$.*

При цьому кількість обертів рукоятки дорівнює

$$n = \frac{40}{90} = \frac{4}{9} = \frac{24}{54},$$

тобто по окружності лімбу з 54 отворами відлічуємо при кожному діленні 24 отвори.

Передаточне число гітари i_1 буде дорівнювати

$$i_1 = 40 \cdot \left(1 - \frac{93}{90}\right) = \frac{40 \cdot (-3)}{90} = (-) \frac{4}{3} = (-) \frac{40}{30} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}.$$

Від'ємний знак у дужках вказує на необхідність установки паразитних зубчатих коліс в гітару змінних шестерень для того, щоб обертання рукоятки та лімбу були протилежні.

При фрезеруванні гвинтових канавок на фрезерних верстатах за допомогою ділильних головок забезпечується узгодження обертання заготовки та її переміщення разом зі столом за умовою – за один оберт заготовки стіл повинен переміститися на шаг гвинтової лінії канавки. Для цього гітару змінних шестерень з'єднують з ходовим гвинтом стола. Передаточне відношення гітари i_2 визначається за формулою

$$i_2 = \frac{N \cdot t_{x2}}{T} = \frac{A}{T},$$

де N - характеристика ділильної головки;

t_{x2} - крок ходового гвинта стола;

T - шаг гвинтової лінії;

A - постійна верстата ($A = N \cdot t_{x2}$).

Якщо фрезерування канавок здійснюється на горизонтально-фрезерному верстаті, то необхідно стіл розвернути на кут нахилу гвинтової лінії канавки. Кут розвороту стола визначається за формулою

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\pi \cdot D}{T},$$

де D - діаметр заготовки.

10.3 Зміст звіту про лабораторну роботу

1. Зробити ескіз ділильної головки та описати її будову.
2. Виконати розрахунки для ділення на задане число частин, згідно завдання (таблиця 10.1) способами простого та диференціального ділення.

Таблиця 10.1 – Варіанти завдань для розрахунку ділення окружності

№ варіанта	завдання №1	завдання №2	№ варіанта	завдання №1	завдання №2
1	28	83	12	200	81
2	72	67	13	98	111
3	84	87	14	88	131
4	82	99	15	76	141
5	90	77	16	36	157
6	100	89	17	140	73
7	130	93	18	150	83
8	156	79	19	66	57
9	180	63	20	48	101
10	86	127	21	166	55
11	160	137	22	120	125

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1. Умовні позначення кінематичних схем. Техніка безпеки при роботі на металорізальних верстатах.	3
Лабораторна робота №2. Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20.	8
Лабораторна робота №3. Токарно-револьверний верстат моделі 1341.	16
Лабораторна робота № 4. Плоскошліфувальний верстат моделі 371М1.	23
Лабораторна робота № 5. Зубодовбальний верстат моделі 5А12.	28
Лабораторна робота № 6. Зубофрезерний напівавтомат моделі 5К32.	36
Лабораторна робота № 7. Консольний вертикально-фрезерний верстат моделі 6С12Ц.	44
Лабораторна робота № 8. Консольний вертикально-фрезерний верстат моделі 6Н82Г.	52
Лабораторна робота № 9. Поперечно-стругальний верстат моделі 7Б35.	59
Лабораторна робота № 10. Універсальна ділильна головка.	65

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з курсів: «Обладнання та транспорт механообробних цехів», «Металорізальне обладнання» частина I (для студентів напрямку підготовки 6.050503)

Автори: Мірошніченко Олександр Володимирович
Кочергін Валентин Григорович
Цокур Віктор Пантелейович