

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський національний технологічний університет

# Металообробне обладнання

**Методичні вказівки**  
до виконання лабораторних робіт  
для студентів за напрямом підготовки  
133 «Галузеве машинобудування»  
Частина 2

Затверджено  
на засіданні кафедри  
«Автомобільного  
транспорту та  
галузевого  
машинобудування»  
Протокол № 6  
від 05.01.2017 р.

Чернігів ЧНТУ 2017

Металообробне обладнання. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Частина 2. / Укл.: Пасов Г.В., Следнікова О.С. – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – 124 с.

Укладачі:

Пасов Геннадій Володимирович  
кандидат технічних наук, доцент  
Следнікова Олена Сергіївна  
асистент

Відповідальний за випуск:

Кальченко В.І., завідувач кафедри  
«Автомобільний транспорт та галузеве  
машинобудування»,  
доктор технічних наук, професор

Рецензент:

Рудик А.В., кандидат технічних наук,  
доцент кафедри «Автомобільний  
транспорт та галузеве машинобудування»  
Чернігівського національного  
технологічного університету

## ВСТУП

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Металообробне обладнання» призначені для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки «Галузеве машинобудування».

Дисципліна «Металообробне обладнання» належить до циклу професійної підготовки, базується на курсах: «Теоретична механіка», «Опір матеріалів», «Матеріалознавство», «Теорія машин і механізмів», «Технічна механіка», «Теорія різання», «Основи конструювання машин», «Основи технології машинобудування», тощо.

Дисципліна повинна сформувати у студентів цілісну систему знань по конструктивним особливостям та кінематиці металорізальних верстатів та іншого металообробного обладнання та вміння виконувати розрахунки основних вузлів, набуття практичних навичок експлуатації металообробного обладнання та його налагодження. Студенти спеціальності ознайомлюються з металообробним обладнанням, його налагодженням, методами обробки на них, перевіркою точності, ремонтом напрямних.

Дисципліна є базовою для вивчення таких дисциплін: «Розрахунок та конструювання верстатів та верстатного обладнання», «Різальний інструмент», «Технологія машинобудування», «САПР верстатів та інструментів».

# 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## НАРІЗАННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС НА УНІВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОМУ ВЕРСТАТІ

### 1.1 Мета роботи

Мета лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Ознайомитись з одним з поширених методів нарізання зубчастих коліс.
- 2) Одержати практичні навички по налагодженню універсально-фрезерного верстата та ділильної головки для різних засобів ділення.

### 1.2 Обладнання, прилади, інструменти

Універсально-фрезерний верстат 6Р82, ділильна головка, набір змінних зубчастих коліс, оправка для кріплення заготовки, набір дискових модульних фрез, набір гайкових ключів, штангенциркуль.

### 1.3 Теоретичні відомості

#### 1.3.1 Будова ділильних головок

##### 1.3.1.1 Ділильні головки (ДГ) безпосереднього ділення

ДГ безпосереднього ділення виконуються з горизонтальним та вертикальним розташуванням шпинделя. У корпусі 5 головки (рисунок 1.1) обертається шпиндель, на правому кінці якого закріплено повідковий патрон 6 та вставлено центр 7. На лівому кінці закріплено диск 3, на якому є прорізи у вигляді шліців або отворів для зачеплення фіксатора. Диски мають 12, 24 або 30 отворів, що дозволяє ділити один оборот заготовки відповідно на 2, 3, 4, 6, 12; 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 та 2, 3, 5, 6, 15, 30 частин.

За допомогою гайки 1 робиться регулювання зазорів у підшипниках шпинделя. Поворот шпинделя здійснюється рукояткою 2 та фіксується диском 3, котрий встановлюється у потрібне положення стопорним важелем 11. Кожух 4 захищає головку від стружки та забруднення. Задня бабка 9 підтримує другий кінець заготовки. Центр 8 може переміщуватися у поздовжньому напрямі маховиком 10.

##### 1.3.1.2 Ділильні головки простого ділення

В ДГ даного типу (рисунок 1.2) підрахунок виконується по нерухомому ділильному диску 5, а ділення виконується рукояткою 1, яка зв'язана з шпинделем 2 через черв'ячну передачу. Черв'як 4 виконано однозахідним, а черв'ячне колесо 3 має 40 зубів. Для одержування повного оберту шпинделя головки рукоятці надається 40 обертів. Кількість обертів рукоятки, необхідна

для повороту шпинделя на один оберт, є характеристикою ділильної головки і позначається літерою  $N$ . Для одержування потрібної кількості поділок  $Z$  кількість обертів рукоятки визначається за формулою:

$$n = N/Z = 40/Z. \quad (1.1)$$

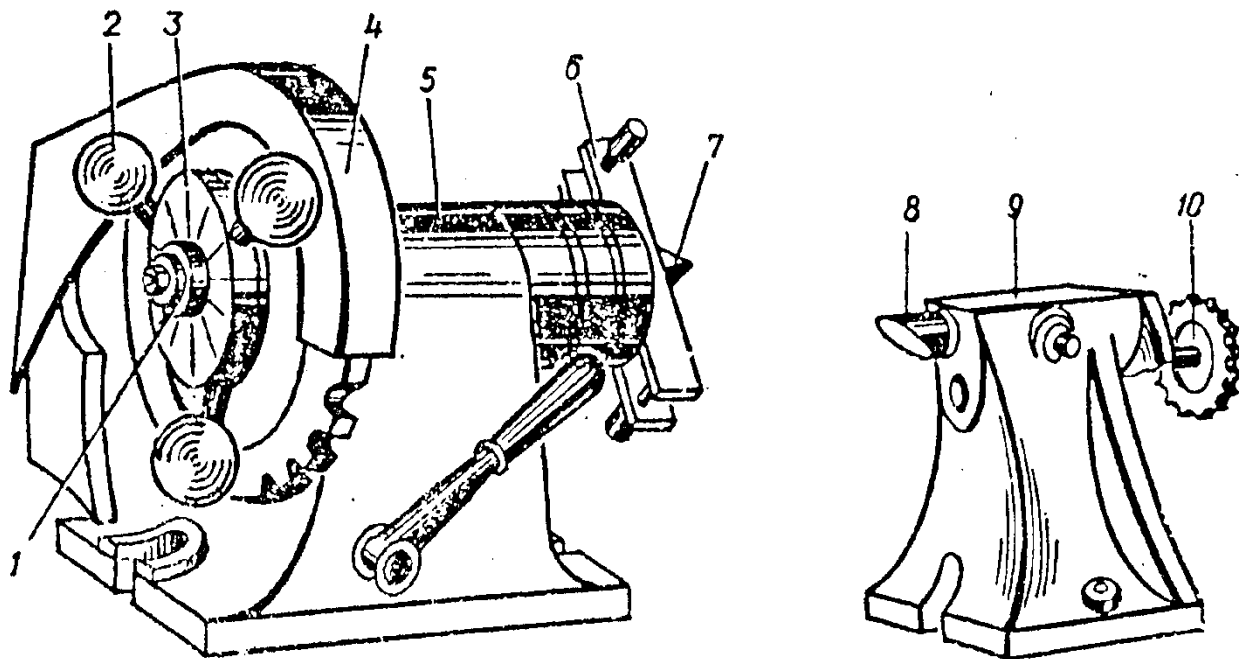


Рисунок 1.1 – Ділильна головка безпосереднього ділення

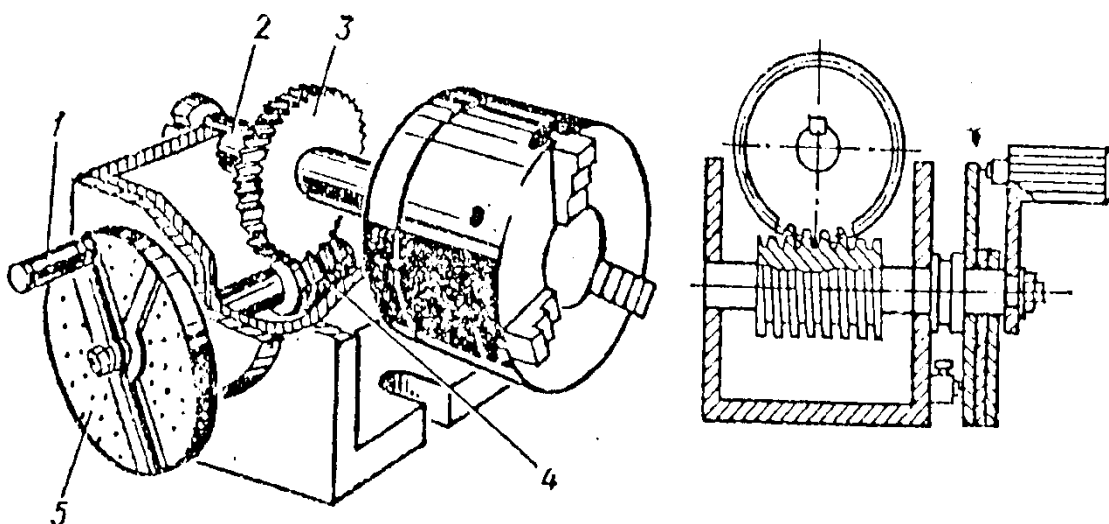


Рисунок 1.2 – Схема ділильної головки простого ділення

### 1.3.1.3 Універсальні ділильні головки

За їх допомогою можна періодично повертати заготовку навколо її осі на задану кількість ділень (рівні та нерівні частини); встановлювати вісь деталей,

які оброблюють, під заданим кутом до горизонтальної площини; безперервно обертати заготовку у процесі фрезерування гвинтових канавок, проводити розмітку заготовок.

У вітчизняній промисловості використовують УДГ моделей УДГ – Д160, УДГ – Д200, УДГ – Д250, ДГ – Д320 і УДГ – Д400, а також випускаємі з 1980 р. 7036 – 0052, 7036 – 0062, 7036 – 0053, 7036 – 0063, 7036 – 0054, 7036 – 0064, 7036 – 0055, 7036 – 0065, 7036 – 0056, 7036 – 0066. Технічні характеристики УДГ наведено у таблиці 1.1.

Корпус 4 універсальної ділильної головки (рисунок 1.3) встановлено на основі 10 з стяжними дугами 3. Вона може повертатися на кут, визначений по шкалі 5. У корпусі розміщено шпindelь, кінці якого розточені на конус Морзе. На одному з них встановлюється центр 1 чи трикулачковий патрон, а на другому – оправа диференціального ділення. На бортику шпинделя розміщено лімб 2 безпосереднього ділення. У середній частині шпинделя розміщено черв'ячне колесо. Воно одержує обертання від черв'яка, розміщеного у ексцентричній втулці, обертанням якої можна увести у зачеплення черв'як або вивести його. До ділильного диску пружиною притиснути розсувний сектор 8, складений з лінійок 6 та зачепленого гвинта. Механічний привод від верстата здійснюється через вал 7, змонтований у підшипниках ковзання та розміщений у втулці кришки 9. На кінці валу розміщено конічне зубчасте колесо, розташоване у постійному зачепленні з конічним колесом, яке закріплене на валу ділильного диска. Ділильний диск фіксується у потрібному положенні стопором. Центр задньої бабки 12 можна переміщувати у горизонтальному та вертикальному напрямках. Піноль задньої бабки переміщується при обертанні маховика 11. На опірних площях УДГ та задній бабці є направляючі шпонки, які забезпечують збіг центрів УДГ та задньої бабки при установці їх на столі верстата. Люнет 13 служить додатковою опорою при обробці нежорстких заготовок.

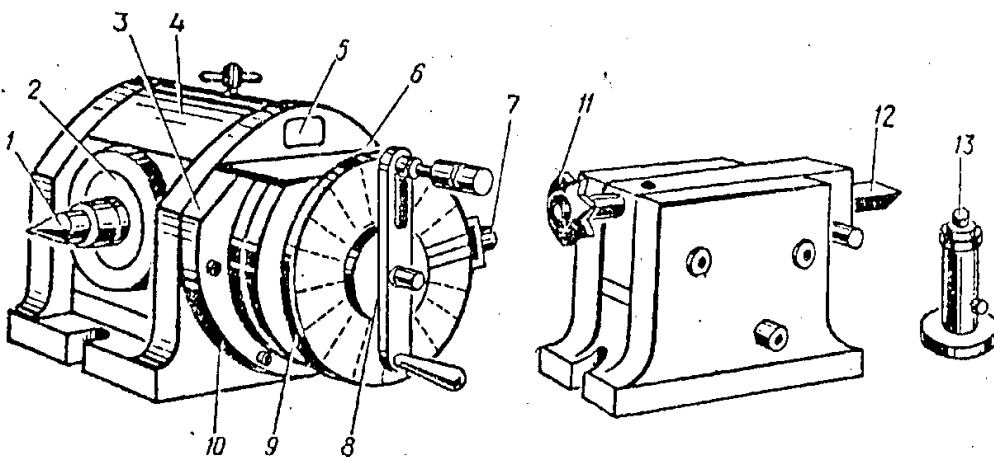


Рисунок 1.3 – Універсальна ділильна головка

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики УДГ (за ДОСТ 8615-80)

Позначення	Виконання	Найбільший діаметр заготовки, мм	Конус Морзе	Різьба у шпindelі	Діаметр нарізуємого отвору шпинделя, мм	Розміри ділильної головки, мм			Передаточне співвідношення черв'ячної пари	Кількість отворів ділильного диску		Максимальна кількість ділення кола
						Довжина L	Ширина B	Висота до центру H		на боці А	на боці В	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7036-0051	1	160	2	M33	14,9	220	160	180	1:40	16,19, 23,30, 33,39, 49	17,21, 29,31, 37,41, 54	400
7036-0061	2							205				
7036-0052	1	200	3	M39	20,2	260	180	235	1:40			
7036-0062	2							260				

Продовження таблиця І.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7036-0053	1	250	4	M52	26,5	260	180	200	1:40	16, 17. 19, 21, 23, 29, 30, 31	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 50	400
7036-0063	2							300				
7036-0053	1	320	5	M60	38,2	300	180	200	1:40	16, 17. 19, 21, 23, 29, 30, 31	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 50	400
7036-0063	2							300				
7036-0055	1	400	5	M76* 4	38,2	300	240	450	1:40	16, 17. 19, 21, 23, 29, 30, 31	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 50	400
7036-0065	2							460				
7036-0056	1	500	6	M90* 6	54	350	-	560	1:40	16, 17. 19, 21, 23, 29, 30, 31	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 50	400
7036-0066	2							560				



### 1.3.1.4 Оптичні ділильні головки

Оптичні ділильні головки використовують для виконання особливо точних розподілень: при виготовленні багатолезових ріжучих інструментів, ділильних дисків, механічних пристроїв та інших точних деталей переважно інструментального виробництва, а також при нанесенні поділок на шкалах.

На рисунку 1.4, а, показано загальний вид та будова оптичної головки. Вона складається з корпусу 4 та поворотної частини 3, у середині якої на підшипниках ковзання встановлено шпindel 7. Черв'ячному колесу 6 задається обертання від черв'яка 8 (рисунок 1.4, в), який зв'язано з маховиком 1. Черв'ячне колесо і шпindel можуть бути закріплені у потрібному положенні рукояткою 2.

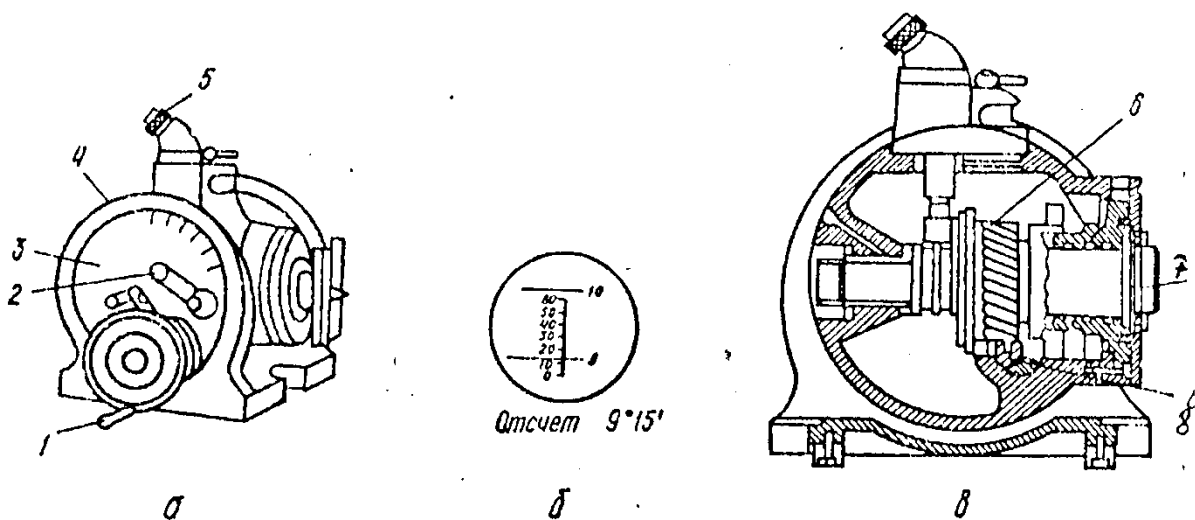


Рисунок 1.4 – Оптична ділильна головка

Черв'як та колесо служать тільки для повороту шпинделя, їх похибки не впливають на точність роботи головки. Один кінець вала з черв'яком сидить в ексцентричній втулці, що дозволяє опускати його разом з черв'яком униз та, розчепив черв'як з черв'ячним колесом шпинделя, швидко вручну провести поворот шпинделя головки. Зверху головки розміщено окуляр 5 з мікроскопом, в оптичній системі якої є нерухома шкала (рисунок 1.4, б), поділена на 60 частин с ціною поділки 1'.

Поворот шпинделя головки на потрібну величину здійснюється маховиком 4. Кут повороту шпинделя визначається так само, як і при безпосередньому діленні.

Коли задано шаг поділок, який вимірюється по колу визначеного діаметра, то кут повороту:

$$a = 360 * P / (\pi * D), \quad (1.2)$$

де  $P$  – шаг поділок, який вимірюють по колу діаметра  $D$ .

При використанні головки треба мати на увазі, що кути послідовних поворотів підсумовуються. Тому потрібно попередньо скласти повну таблицю

кутів до всіх поворотів шпинделя головки. Так, при поділу на  $Z = 51$  таблиця повинна мати 50 рядків:

$$1 = 7^{\circ}03'32'';$$

$$2 = 14^{\circ}07'04'';$$

$$3 = 21^{\circ}10'36'' \text{ і т.п.}$$

### 1.3.1.5 Багатошпиндельні ділильні головки

Великі партії заготовок доцільно обробляти на багатошпиндельних ДГ. Існують двох, трьох та чотирьохшпиндельні ділильні головки для безпосереднього ділення та головки більш складні для фрезерування гвинтових канавок, конічних зубчастих і т.п. Синхронний поворот шпинделів здійснюється за допомогою однієї рукоятки. Закріплення усіх шпинделів у робочому положенні також робиться однією рукояткою. Однією рукояткою закріплюють і всі пінолі задньої бабки. Шпинделі можуть мати горизонтальне або вертикальне розміщення (рисунок 1.5).

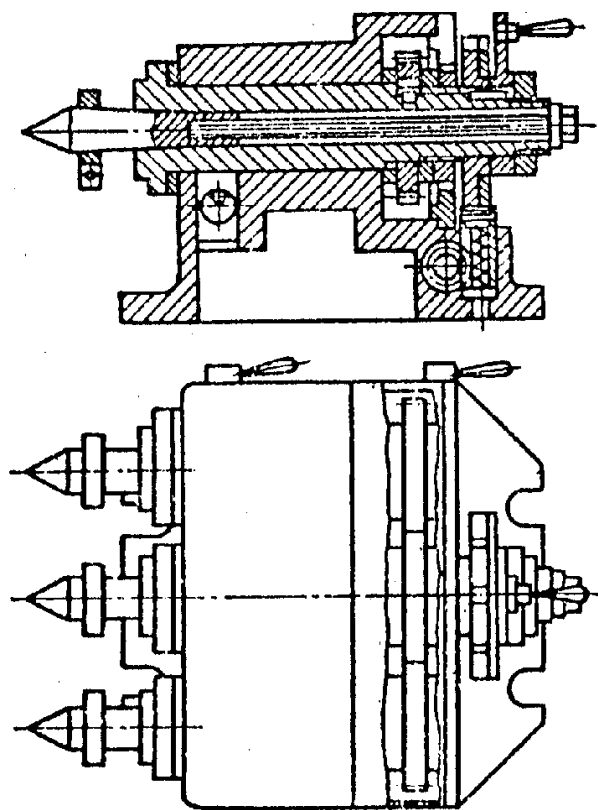


Рисунок 1.5 – Багатошпиндельна ділильна головка

### 1.3.1.6 Приладдя до ділильних головок

Для встановлення і закріплення заготовок у ДГ та передачі їм обертового руху використовують шпиндельні вали-оправки, трикулачкові патрони, поводки. При обробці нежорстких заготовок використовуються лунети.

## 1.3.2 Методи поділу на ділильних головках

### 1.3.2.1 Метод безпосереднього поділу

При цьому методі черв'як головки повинен бути виведено з зачеплення з черв'ячним колесом. Поворот заготовки, яка оброблюється у наступну робочу позицію здійснюється обертанням шпинделя. Підрахунок кута повороту ведеться за кутовою шкалою (рисунок 1.6) з ціною поділки  $1^\circ$  та конусу або при допомозі отворів на зворотній стороні лобового ділильного диска. Кут повороту шпинделя при поділу на  $Z$  частин визначається за формулою:

$$a = 360/Z \quad (1.3)$$

У деяких головках диск для безпосереднього ділення не градуйований, а має три кола з 24, 30 та 36 отворами, що дозволяє робити 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24, 30 та 36 частин. Кількість отворів  $n$  вибраного ділильного кола, які пропускають при повороті шпинделя головки, визначається за формулою:

$$n = N/Z, \quad (1.4)$$

де  $N$  – кількість отворів ділильного кола.

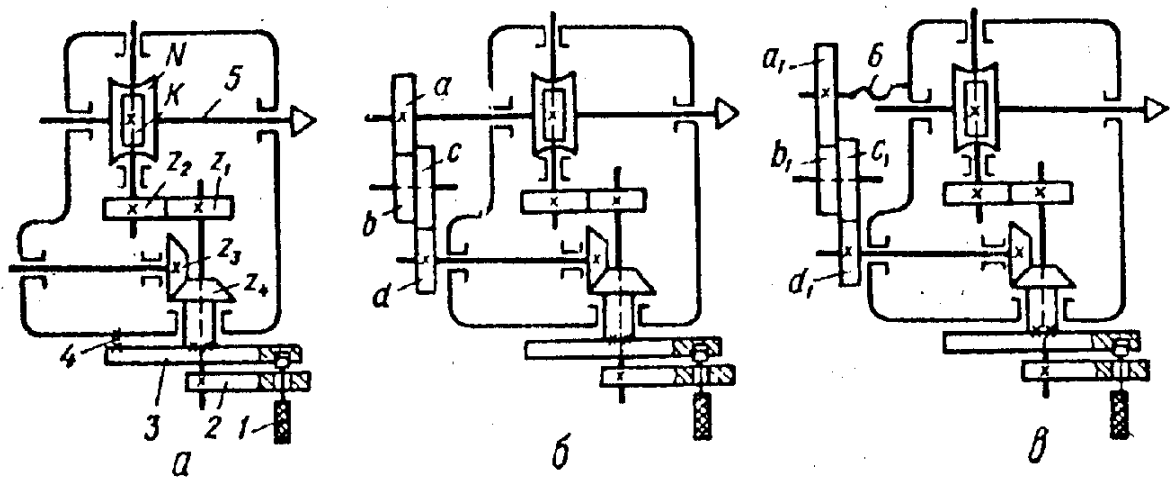


Рисунок 1.6 – Кінематична схема УДГ

Якщо на кресленні задано центральний кут між осями канавок, які оброблюються, то кут повороту шпинделя дорівнює цьому куту.

Якщо задано кут між межами оброблюємих поверхонь  $\beta$ , кут повороту шпинделя після оброблення першої поверхні визначається за формулою:

$$a = 180^\circ - \beta. \quad (1.5)$$

### 1.3.2.2 Метод простого поділу

При цьому методі черв'як  $K$  уводиться у зачеплення з черв'ячним колесом  $N$  (рисунок 1.6, *a*). Шпindel 5 обертається рукояткою 2 з фіксатором 1. На диску 3 є концентричні кола з отворами, навпроти яких при настройці встановлюється фіксатор. Поворот рукоятки передається через циліндричні зубчасті колеса  $Z_1 - Z_2$  з передаточним відношенням  $i = 1$  та черв'ячну пару  $K$  та  $N$  з  $i = 1:40$ . Рівняння кінематичного ланцюга руху шпинделя має вид:

$$n \cdot 1 \cdot 1/40 = 1/Z,$$

або  $n = 40/Z,$  (1.6)

де  $n$  – кількість обертів рукоятки.

Якщо потрібно поділити коло на  $Z$  рівних частин, то це визначає, що після фрезерування кожної поверхні потрібно повернути шпindel 5 разом з заготовкою на  $1/Z$  оберту, а рукоятку 2 – на  $Z/40$  оберту. Це можливо записати таким чином:

$$40/Z = A + a/b = A + m_a/m_b, \quad (1.7)$$

де  $A$  – кількість цілих обертів рукоятки;

$a$  та  $b$  – чисельник та знаменник правильного нескороченого дроби;

$m$  – загальний множник, вибраний таким чином, щоб  $m_b$  представляла собою кількість отворів на якому-небудь колі ділильного диску 3 (таблиця 1.2). Тоді  $m_a$  буде виражати кількість поділок лімба, на яке повинна бути повернута рукоятка 2 додатково до  $A$  повних обертів. Рукоятку обертають за годинниковою стрілкою.

Таблиця 1.2 – Кількість отворів на ділильному диску

Сторона диску	Кількість отворів							
А	16	17	19	21	23	29	30	31
Б	33	37	39	41	43	47	49	54

Приклад. Підібрати отвори на дільному диску при  $Z = 35$ . Частота обертання рукоятки  $n = 40/35 = 1 + 5/35 = 1 + 1/7$ . Вибираємо на лімбі коло з 49 отворами, тоді  $m_b = 49 = 7 \cdot 7$ , та  $m_a = 1 \cdot 7 = 7$ . Отже  $n = 1 + 7/49$ , тобто при поділі робимо один повний оберт рукояткою та переміщення заціпки на сім шагів на колі з 49 отворами.

Для зручності відліку проміжків між отворами ділильного диска служить розсувний сектор (рисунок 1.7), який складається з двох лінійок 1 та 3. Лінійки встановлюють так, щоб між ними була кількість проміжків  $m_a$ . Для встановки сектора у робочу позицію треба увести стрижень фіксатора в одне з отворів

вибраного ділильного кола, наприклад в отвір А. Звільнивши гвинт 2, яуий з'єднує лінійки 1 та 3 сектора, підводять лінійку 1 до стрижня фіксатора. Відрахувавши кількість проміжків ряду, підводять до останнього отвору Б та закріплюють сектор гвинтом 2.

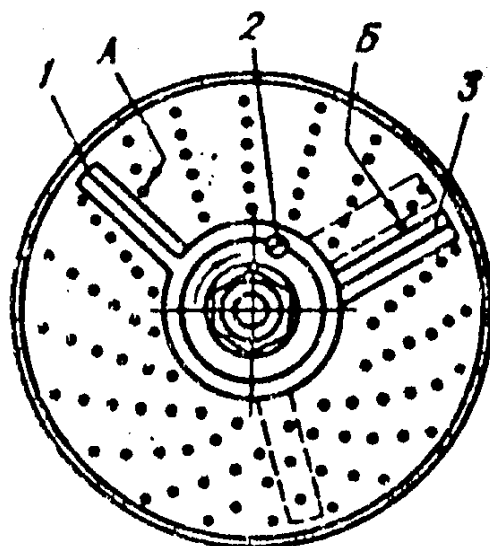


Рисунок 1.7 – Диск для простого та диференційного поділу

Після обробки поверхні деталі у даному положенні фіксатора потрібно повернути рукоятку головки за годинниковою стрілкою, увести стрижень фіксатора у отвір Б та повернути сектор у тому ж напрямі до зіткнення з лінійкою 3. Сектор у новому положенні зображено пунктиром.

Рукоятку потрібно обертати за годинниковою стрілкою, щоб виключити вплив мертвого ходу. Коли фіксатор рукоятки виявиться навпроти останнього пропускаємого проміжку між отворами, рукоятку фіксатора необхідно відпустити та, уважно постукуючи по ній рукою, довести до потрібного положення. В цей момент фіксатор під дією пружини увійде в отвір ряду.

### 1.3.2.3 Метод диференційного поділу

Використовується у тому разі, коли через обмежену кількість концентричних колів не можна отримати необхідного повороту заготовки методом простого поділу. Відміна диференційного методу поділу від інших полягає у тому, що відлік повороту рукоятки 2 робиться по обертаючому ділильному диску 3. Ділильний диск через конічну зубчасту пару  $Z_4 - Z_3$  (рисунок 1.6, б) та гітару змінних зубчастих коліс  $d - c - b - a$  зв'язані з шпинделем 5. Якщо фіксатор 1 вивести з отвору ділильного диску та обертати рукоятку 2, то обертання через пару зубчастих коліс  $Z_1 - Z_2$ , черв'як  $K$  та черв'ячне колесо  $N$  буде передано шпинделю 5, а від нього через гітару змінних коліс, конічну пару – ділильному диску 3. Оскільки обертання шпинделя виникає у 40 разів повільніше, ніж обертання рукоятки, то і ділильний диск буде обертатися повільніше. Налагоджування головки на диференційний поділ здійснюють за формулою:

$$i = (40/X)(X - Z), \quad (1.8)$$

де  $X$  – допоміжна на кількість поділок;

$Z$  – потрібна кількість поділок.

Диференційний поділ можливий тільки при горизонтальному положенні шпинделя. При цьому методі черв'як  $K$  введено у зачеплення з черв'ячним колесом.

До ДГ додаються зубчасті колеса з кількістю зубів 25, 30, 35, 35, 40, 40, 50, 55, 55, 60, 60, 70, 80, 80, 90, 90, 100, 100.

Приклад. Визначити частоту обертання рукоятки та змінних зубчастих коліс при фрезеруванні колеса з кількістю зубів 123.

Приймаємо найближче значення  $X = 120$ .

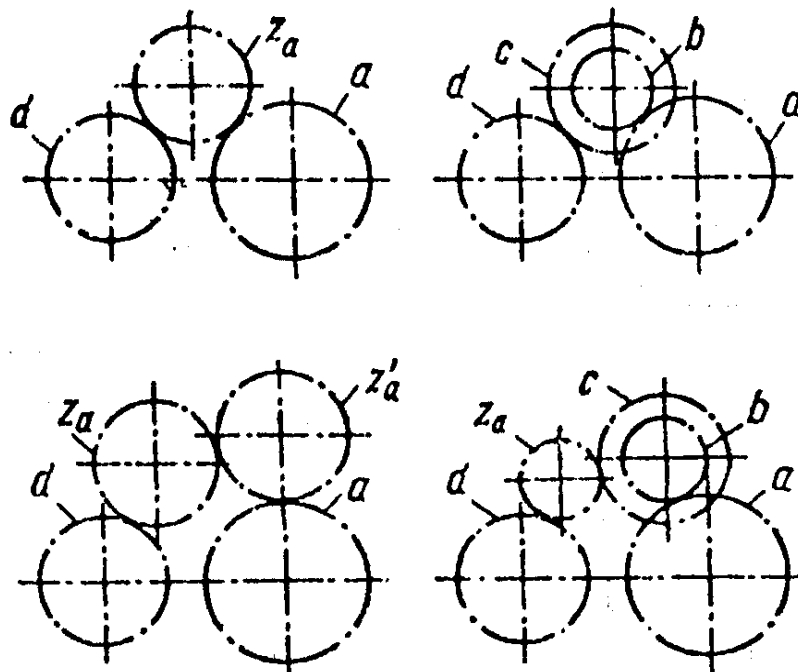
Тоді  $i = 40/120 * (120 - 123) = -1$ .

Підбираємо зубчасті колеса за однією з схем так, щоб

$$i = Z_1 * Z_3 / Z_2 * Z_4 = (100 * 40) / (50 * 80) = 1.$$

Частота обертання рукоятки  $n = 40/X = 40/120 = 1/3 = 10/30$ .

Беремо коло з 30 отворами, при кожному повороті рукоятки пропускаємо 10 проміжків. Напрямок обертання бокового ділильного диска залежить від прийнятого числа  $X$ . При додатному значенні передаточного відношення, коли  $X > Z$ , напрям обертання диска повинен співпадати з напрямом обертання рукоятки. При від'ємному ( $X < Z$ ) обертання диска буде направлено назустріч обертанню рукоятки. У залежності від прийнятого числа  $X$  по відношенню до заданого числа поділок  $X$  та необхідного напрямку обертання ділильного диска гітара змінних зубчастих коліс може мати чотири схеми налагоджування (рисунок 1.8).



а, б, с, d,  $Z_a$ ,  $Z_a'$  – зубчасті колеса ділильної головки

Рисунок 1.8 – Схеми налагодження УДГ

### 1.3.2.4 Налагодження ділильної головки для фрезерування гвинтових поверхонь

Кут нахилу гвинтової канавки  $w$  визначається за формулою:

$$\operatorname{tg} w = \pi * D / H, \quad (1.9)$$

де  $D$  – діаметр деталі;

$H$  – крок гвинтової канавки.

При фрезеруванні гвинтової канавки заготовка встановлюється між центрами ділильної головки так, щоб її вісь була паралельна осі стола. Стіл повинен бути повернуто з урахуванням напрямку гвинтової канавки на кут  $w_1 = 90 - w$  (рисунок 1.9).

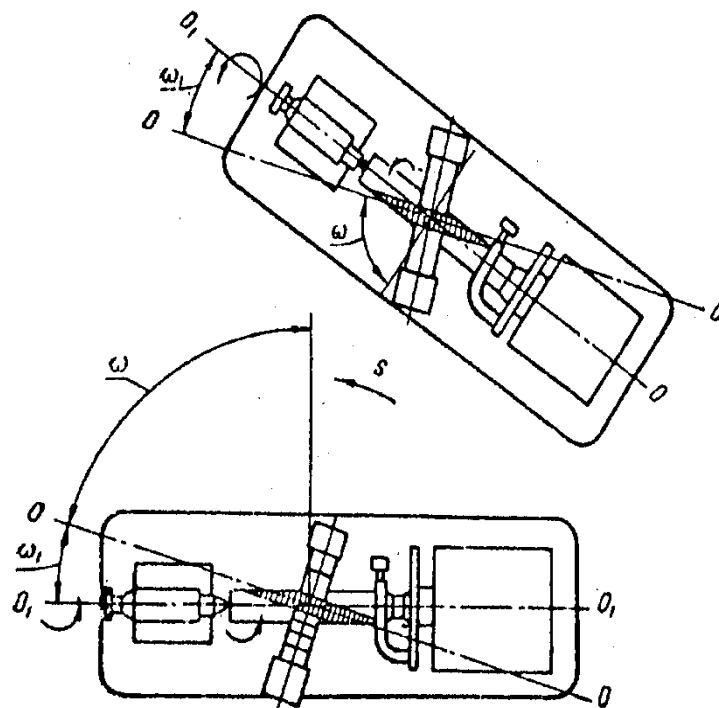


Рисунок 1.9 – Схема повороту стола при фрезеруванні гвинтових канавок

Переміщення стола (рух подачі) необхідно здійснювати у напрямку його осі. Частота обертання заготовки повинна бути узгоджена з поздовжньою подачею. Обертання заготовки передається через гітару змінних коліс до ділильної головки від гвинта поздовжньої подачі стола.

### 1.3.2.5 Розрахунок передаточного відношення та кількості зубів змінних коліс

Узгодження обертання заготовки, яку закріплено у ділильній головці, з поздовжнім переміщенням стола верстата здійснюється за допомогою гітари змінних коліс. При передаточному відношенні змінних коліс, яке дорівнює

одиниці, за один оберт гвинта поздовжньої подачі стіл переміститься на відстань, що дорівнює кроку різьби гвинта, а шпindel ділильної головки з заготовкою повертається на 1/40 обороту. Для повного обороту шпинделя ДГ необхідно, щоб гвинт подачі зробив 40 обертів. При цьому стіл переміститься на відстань, яка дорівнює добутку значення кроку  $P$  на характеристику головки  $N$ , що дорівнює 40. Звідки переміщення стола за один оберт заготовки складає:

$$A = P * N. \quad (1.10)$$

Передаточне відношення змінних зубчатих коліс гітари:

$$i_{зм} = A/H = a/b * c/d,$$

або

$$i_{зм} = 40 * t/H = a/b * c/d, \quad (1.11)$$

де  $t$  – крок ходового гвинта верстата ( $t = 6$  мм).

Схема налагодження зображена на рисунку 1.10.

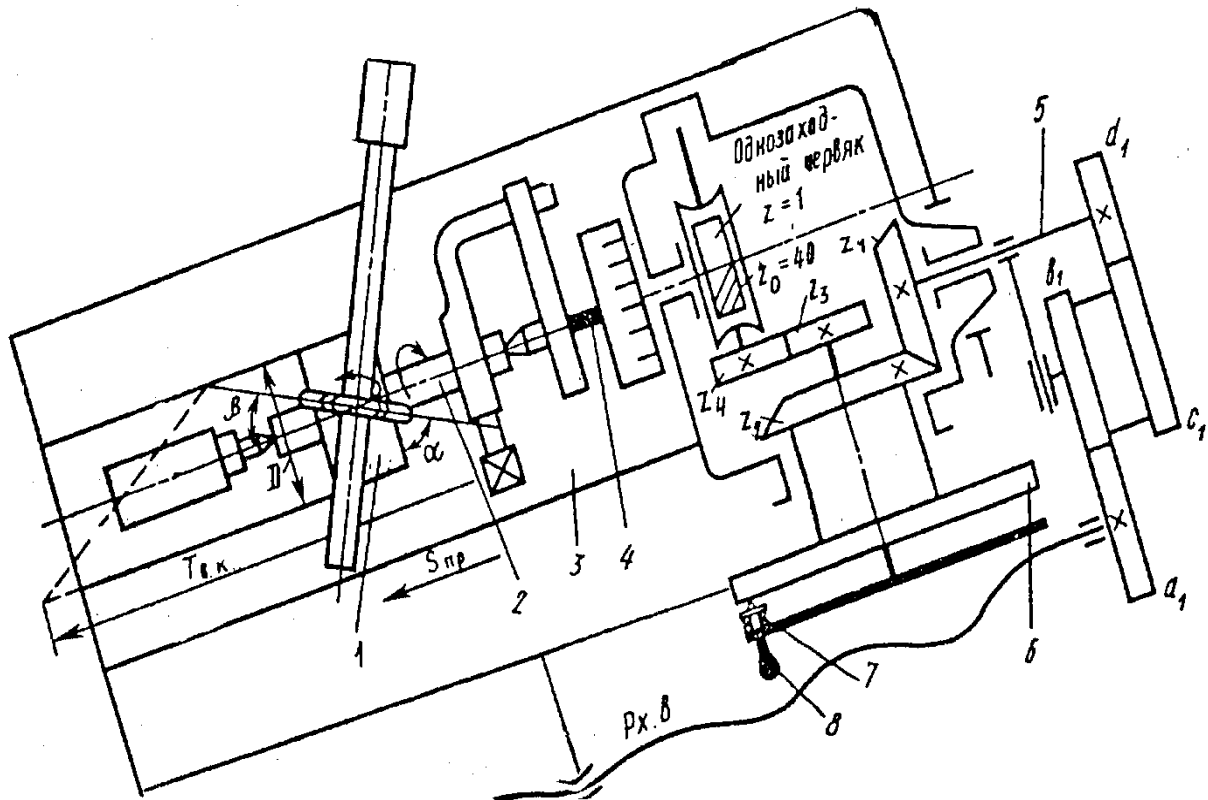


Рисунок 1.10 – Схеми налагодження універсально-фрезерного верстата та ділильної головки на фрезерування гвинтових канавок:

1 – заготовка; 2 – оправка; 3 – стіл верстата; 4 – шпindel ділильної головки; 5 – проміжний валик; 6 – ділильний диск; 7 – фіксатор; 8 – рукоятка;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , – змінні зубчасті колеса;  $\alpha$  та  $\beta$  – відповідно кут підйому гвинтової канавки, яка фрезерується, до торця заготовки та кут нахилу канавки до осі заготовки;  $D$  – діаметр заготовки;  $T_{гк}$  – крок гвинтової канавки, яка фрезерується;  $P_{х.в}$  – крок ходового гвинта верстата



Приклад. Підібрати числа зубів змінних коліс для фрезерування гвинтової канавки з  $H = 300$  мм, при  $A = 250$ .

За формулою:

$$i_{зм} = a/b * c/d = A/H = 240/300 = 24/30.$$

При розкладанні  $i_{зм}$  на множники отримаємо:

$$i_{зм} = 24/30 = (6*4)/(10*3) = (60/100)*(40/30),$$

звідки  $a = 60$ ,  $b = 100$ ,  $c = 40$ ,  $d = 30$ .

### 1.3.2.6 Поділ заготовки на нерівні частини

При фрезеруванні стружкових канавок циліндричних та кінцевих фрез, розверток з нерівномірним кроком між зубами та в ряду інших випадків вибирають підходящу кількість отворів на колі ділильного диску і заздалегідь складають розрахункову таблицю.

Приклад. Потрібно фрезерувати стружкові канавки у кінцевій фрезі з центральними кутами  $85^\circ$ ,  $90^\circ$  та  $95^\circ$ .

Для повороту заготовки на  $360^\circ$  рукоятку заготовки з характеристикою 40 необхідно повернути на 40 обертів, а для повороту на  $1^\circ$  на  $40/360 = 1/9 = 6/54$ . Отже, для повороту на  $1^\circ$  необхідно на головку установити диск з 54 отворами на колі та повертати рукоятку на 6 проміжків між отворами. В подальшому складається таблиця чисел обертів рукоятки для повороту заготовки фрези на вказані центральні кути:

$$\begin{aligned} 85^\circ - 85.6/54 &= 9 + 24/54; \\ 90^\circ - 90.6/54 &= 10; \\ 95^\circ - 95.6/54 &= 10 + 30/54 \text{ і т.д.} \end{aligned}$$

### 1.3.3 Технічна характеристика верстата

Модель .....	6P82
Розміри стола (довжина, ширина), мм .....	320 x 1250
Найбільше переміщення стола (поздовжнє, поперечне, вертикальне), мм .....	900; 300; 400
Кількість частот обертання шпинделя .....	18
Границі частот обертання шпинделя, об/хв .....	31.5 – 1600
Кількість ступенів подач .....	18
Подача столу, мм/хв:	
поздовжня .....	25 – 1250
поперечна .....	25 – 1250
вертикальна .....	8.3 – 416

Потужність електродвигуна, кВт:

шпинделя ..... 7.5

подачі ..... 2.2

Габаритні розміри верстата, мм:

довжина ..... 2305

ширина ..... 1950

висота ..... 1670

### 1.3.4 Налагоджування універсально-фрезерного верстата та ділильної головки на фрезерування гвинтових канавок

Для одержання на заготовці гвинтових канавок необхідні наступні робочі рухи: обертання шпинделя з фрезою, поздовжня подача стола з заготовкою та обертальний рух заготовки, кінематично-пов'язаної з поздовжньою подачею стола.

Швидкість поздовжнього переміщення стола з заготовкою залежить від вибраної величини подачі, а швидкість обертання заготовки – від величини кроку канавки, яка фрезерується.

Заготовка 1 на оправці 2 встановлюється у центрах на столі 3 верстата та через хомутик отримує обертання від шпинделя 4 ділильної головки.

Шпиндель ділильної головки отримує обертання від ходового гвинта поздовжньої подачі стола верстата. Обертання передається через змінні зубчасті колеса  $a, b, c, d$  на валик ділильної головки 5, через конічну зубчасту пару  $Z_1$  та  $Z_2$  – на ділильний диск 6. Обертання ділильного диска 6 через підпружений фіксатор 7, який втоплений в одному з отворів ділильного диска, передається рукоятці 8 і в поздовжньому напрямку через циліндричну зубчасту пару  $Z_3, Z_4$  та черв'ячну пару 1:40 шпинделю ділильної головки та закріплений в ньому заготовці.

Відповідно кінцеві ланцюги цангового кінематичного ланцюга: ходовий гвинт поздовжньої подачі стола верстата – шпиндель ділильної головки з заготовкою.

Гітара змінних зубчастих коліс  $a, b, c, d$  при фрезеруванні гвинтових канавок налагоджується з умов що за час переміщення стола фрезерного верстата з заготовкою у поздовжньому напрямку на величину кроку гвинтової канавки  $T_{зк}$ , заготовка робить один повний оберт. Розраховані переміщення кінцевих ланок запишуться так:  $T_{зк} \rightarrow 1$  оберт заготовки  $P_{хз}$ .

Розрахункові переміщення кінцевих ланок пов'язують рівнянням кінематичного балансу даного ланцюга:

$$\frac{T_{зк}}{P_{хз}} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{1}{40} = 1 \text{ оберт заготовки,}$$

$$\text{де } \frac{Z_3}{Z_4} = 1,$$

Тоді формула налагоджування гітари змінних зубчастих коліс отримає вигляд:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40 \cdot P_{x2}}{T_{зк}} \quad (1.12)$$

де  $P_{хг} = 6$  мм – для верстата моделі 6Р82.

Крок гвинтової канавки при фрезеруванні свердел, розверток, зенкерів та інших деталей визначається за формулою:

$$T_{зк} = \frac{\pi D_{зов}}{tg\beta}, \quad (1.13)$$

де  $D_{зов}$  – зовнішній діаметр заготовки, мм;

$\beta$  – кут нахилу гвинтової канавки до осі заготовки.

Крок гвинтової канавки при фрезеруванні гвинтових зубчастих коліс визначається за формулою:

$$T_{зк} = \frac{\pi \cdot m_n \cdot z}{\sin \beta}, \quad (1.14)$$

де  $m_n$  – модуль зубчастого колеса у нормальному перерізу, мм;

$z$  – кількість зубів колеса, яке фрезерується.

При фрезеруванні гвинтових канавок стіл верстата з заготовкою повинен бути повернутий навколо вертикальної осі на кут нахилу  $\beta$  – правих канавок - проти годинникової стрілки, лівих канавок – за годинниковою стрілкою, а у гітару змінних зубчастих коліс повинна бути встановлена допоміжна паразитна шестерня. Так як по колу заготовки треба фрезерувати  $Z$  рівномірно розташованих гвинтових канавок, то після обробки кожної чергової канавки заготовку обертають на  $1:Z$  кола та обробляють наступну канавку.

Заготовка періодично повертається на  $1:Z$  кола обертанням шпинделя ділильної головки за допомогою рукоятки 8 (рисунок 1.10), фіксатор 7 якої переставляють по отворах ділильного диску, як у випадку простого поділу.

### 1.3.5 Вибір режимів різання

Глибину різання вибирають в залежності від потрібної чистоти поверхні та точності обробки зубів. Так як нарізаємі даним методом шестерні не можуть бути високої точності, то їх нарізування здійснюється за один прохід. Тому, глибину різання приймемо рівною глибині западини. Подача та швидкість різання вибираються по таблицям 1.2, 1.3.

Таблиця 1.2 – Рекомендовані подачі

Діаметр фрези D, в мм	Кількість зубів фрези	Ширина фасонної поверхні B, в мм	Глибина різання в мм до			
			3	5	8	12
			Подача в мм на один зуб			
Фрези фасонні						
45	14	6	0.10 - 0.07	0.08 - 0.05	0.06 - 0.04	---
		15	0.08 - 0.05	0.05 - 0.03	0.05 - 0.03	---
60	12	12	0.10 - 0.07	0.07 - 0.05	0.06 - 0.04	---
		24	0.08 - 0.05	0.05 - 0.03	0.04 - 0.03	0.04 - 0.02
75	10	20	0.12 - 0.08	0.08 - 0.06	0.07 - 0.05	0.06 - 0.03
		40	0.08 - 0.05	0.06 - 0.04	0.05 - 0.03	0.04 - 0.03
90	10	25	0.10 - 0.07	0.08 - 0.05	0.08 - 0.05	0.08 - 0.03
		50	0.06 - 0.04	0.06 - 0.04	0.05 - 0.03	0.04 - 0.02

Примітка. Наведенні подачі розраховані для напівчистої обробки за один прохід. Для чорнових проходів подачі можуть бути збільшені в 1.5-2 рази.

Таблиця 1.3 – Швидкості різання, числа обертів і хвилинні подачі

Dф, мм	Zф	B, мм	Sz, мм/зуб	Глибина різання в мм до											
				3			5			8			12		
				V, м/хв	n, об/хв	Sm, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	Sm, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	Sm, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	Sm, мм/хв
45	14	12	0.12	14.4	102	175	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			0.08	15.5	110	123	13.3	94	105	11.5	81	91	—	—	—
			0.05	17.0	120	85	14.6	103	72	12.6	89	62	—	—	—
			0.03	18.8	133	56	16.2	115	48	14.0	99	42	—	—	—
60	12	18	0.12	16.0	85	123	13.7	73	105	—	—	—	—	—	—
			0.08	17.2	91	87	14.8	79	76	—	—	—	—	—	—
			0.05	18.8	100	60	16.2	86	52	14.0	75	45	12.5	66	40
			0.03	20.8	110	40	18.0	96	35	15.5	83	30	13.8	74	27
75	10	20	0.12	—	—	—	15.4	65	78	13.3	57	68	—	—	—
			0.08	—	—	—	16.6	71	57	14.4	61	49	12.7	54	43
			0.05	—	—	—	18.0	77	39	15.5	66	33	13.9	59	30
			0.03	—	—	—	20.0	85	26	17.4	74	22	15.4	65	20
90	10	24	0.12	—	—	—	16.2	57	67	14.0	49	59	—	—	—
			0.08	—	—	—	17.5	62	50	15.1	53	42	13.3	47	38
			0.05	—	—	—	19.1	68	34	16.5	58	29	14.6	52	56
			0.03	—	—	—	21.1	75	23	18.3	65	20	16.2	57	17

## **1.4 Порядок виконання роботи**

Лабораторну роботу виконують в такій послідовності:

- 1) Провести розрахунок налагодження ділильної головки на фрезерування гвинтових канавок заданої деталі:
  - а) розрахунок налагодження простим поділом на задану кількість зубів шестерні;
  - б) розрахунок налагодження УДГ на нарізання гвинтових канавок.
- 2) Підібрати оптимальні режими різання.
- 3) Налаштувати верстат та ділильну головку на обробку заданої деталі.
- 4) Обробити деталь.
- 5) Перевірити отриманні результати роботи.
- 6) Скласти звіт про виконану роботу.

## **1.5 Зміст звіту**

Звіт з лабораторної роботи повинен мати наступні розділи:

- 1) Найменування роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Обладнання, пристрої, інструменти.
- 4) Теоретичні відомості (кінематична схема ділильної головки, схема обробки деталі).
- 5) Порядок виконання роботи.
- 6) Результати розрахунків згідно завдання, яке надано викладачем (варіанти завдань до лабораторної роботи приведені у додатку А – таблиця А1).
- 7) Висновки.

## **2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2**

### **РОЗРАХУНОК НАСТРОЮВАНЬ І НАЛАГОДЖУВАННЯ ЗУБОФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 5К324А ДЛЯ ОБРОБКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

#### **2.1 Мета роботи**

Мета роботи – вивчення конструктивних особливостей зубофрезерного верстата моделі 5К324А, вивчення кінематичної та гідравлічної схем, а також одержання навичок з розрахунку налагоджень та настроювань верстата.

#### **2.2 Обладнання, пристрої, інструменти**

При виконанні лабораторної роботи необхідна наявність зубофрезерного верстата моделі 5К324А та необхідного набору зубчастих коліс.

#### **2.3 Теоретичні відомості**

##### **2.3.1 Призначення зубофрезерного верстата моделі 5К324А**

Універсальний зубофрезерний верстат – напівавтомат призначений для нарізання прямих гвинтових зубів циліндричних коліс зовнішнього зчеплення, шліцьових валів, а також для нарізання черв'ячних зубчастих коліс з застосуванням радіальної подачі в умовах середньосерійного та великосерійного виробництва. Нарізання циліндричних зубчастих коліс, шліцьових валів виконується за методом обкатки черв'ячної фрези і оброблюваної заготовки.

При нарізанні зубів в конструкції верстата передбачена можливість застосування як «попутного» так і «зустрічного» фрезерування.

З метою підвищення стійкості черв'ячної фрези в конструкції верстата передбачена також можливість осьового переміщення фрези, яке виконується від окремого двигуна з пульта керування.

##### **2.3.2 Скорочений опис конструкції верстата моделі 5К324А**

###### **2.3.2.1 Основні вузли верстата**

Верстат складається з наступних основних вузлів (рисунок 2.1):

- 1 – станина;
- 2 – супортна стійка;
- 3 – каретка супорту;
- 4 – супорт;
- 5 – стіл;
- 6 – контрпідтримка;

- 7 – гідропривод;
- 8 – освітлення;
- 9 – охолодження;
- 10 – пульт керування.

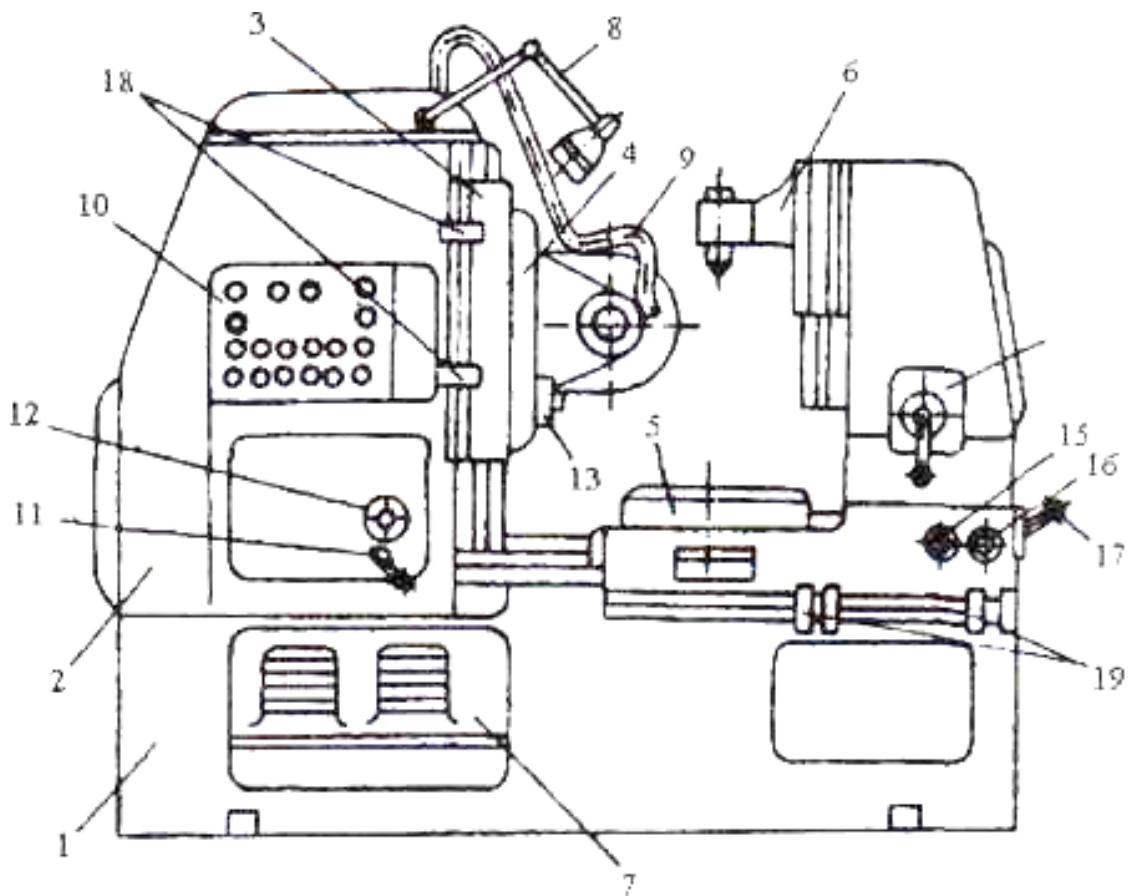


Рисунок 2.1– Загальний вигляд зубофрезерного верстата моделі 5K324А

### 2.3.2.2 Органи керування

Налагодження і роботу верстата забезпечують наступні органи керування (рисунок 2.1):

- 11 – рукоятка вмикання і вимикання вертикальної подачі;
- 12 – рукоятка ручного переміщення фрезерного супорту;
- 13 – рукоятка повороту фрезерного супорту на розрахунковий кут;
- 14 – рукоятка вмикання переміщення кронштейна контрпідтримки;
- 15 – рукоятка ручного переміщення столу;
- 16 – рукоятка переміщення упору;
- 17 – рукоятка фіксації положення упору столу;
- 18 – упори, що обмежують переміщення каретки фрезерного супорту;
- 19 – упори, що обмежують переміщення столу.

Безпосереднє керування верстатом при різних варіантах зубофрезерування виконується з пульта керування (рисунок 2.2), змонтованого з лицевого боку супортної стійки.

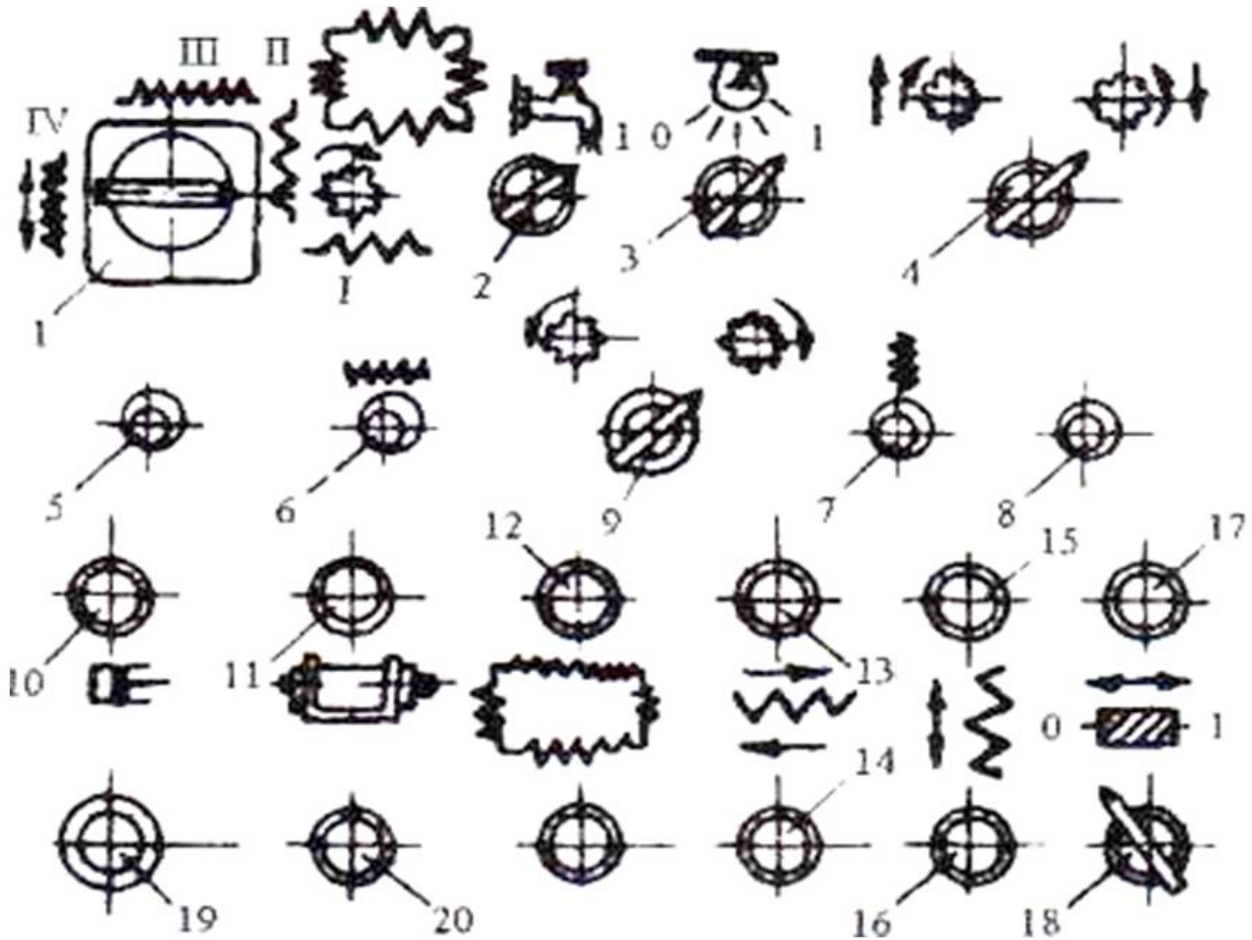


Рисунок 2.2 – Пульт керування

Перемикач циклів 1 має чотири фіксованих положення:

I – налагодження (застосовується при встановленні упорів);

II – робота за циклом (підвід заготовки на прискореній подачі, врізання на радіальній подачі на висоту зуба, перемикання на робочу вертикальну подачу, повернення заготовки і черв'ячної фрези в початкові положення);

III – нарізання черв'ячних коліс;

IV – нарізання циліндричних зубчастих коліс.

Перемикачі 3 і 2 призначені для вмикання місцевого освітлення і подачі охолоджуючої рідини. Перемикачі 4 і 9 призначені для вмикання потрібного напрямку обертання фрези і подачі при «зустрічному» або «попутному» фрезеруванні. Перемикач 18 призначений для вмикання двигуна механізму осьового переміщення фрези. Кнопки 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 призначені відповідно для вмикання гідроприводу, двигуна головного приводу, циклу, прискорених переміщень ділильного столу каретки фрезерного супорту. Загальне вимкання верстату виконується кнопками червоного кольору 19 і 20.



### 2.3.2.3 Гідравлічна система верстата

Гідросистема виконує в конструкції верстата 4 функції:

- а) забезпечує змащення механічних передач і підшипників вузлів верстату;
- б) розвантажує гвинт вертикальних подач від сил ваги фрезерного супорту і вибирає люфт в парі гвинт – гайка;
- в) забезпечує переміщення кронштейна контрпідтримки при закріпленні і знятті заготовки;
- г) за допомогою гідродвигуна забезпечує привод шнекового транспортеру для прибирання стружки.

Гідравлічна схема гідроприводу верстата (рисунок 2.3) складається з наступних вузлів:

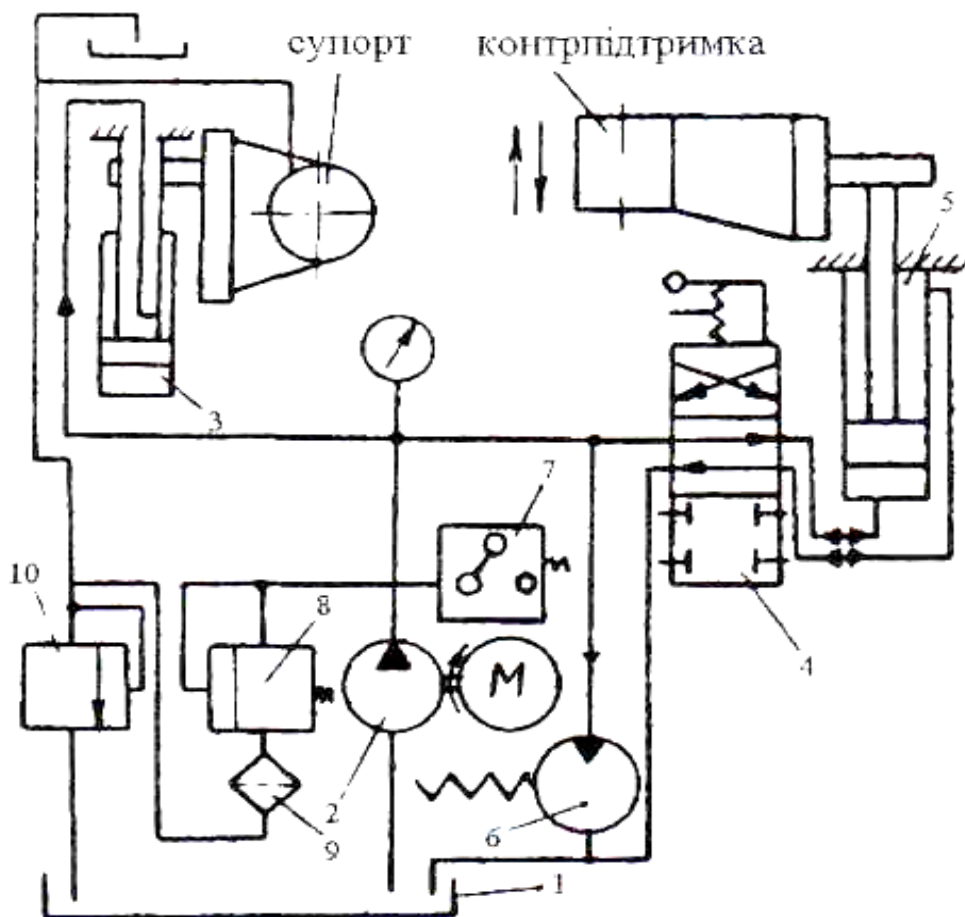


Рисунок 2.3 – Гідравлічна схема верстата моделі 5К324А

- 1 – маслобак;
- 2 – насос;
- 3 – гідравлічна протипага;
- 4 – розподільний золотник;
- 5 – гідроциліндр для переміщення кронштейну контрпідтримки;
- 6 – гідродвигун приводу шнекового транспортеру;
- 7 – реле тиску;

- 8 – клапан переливний;
- 9 – фільтр;
- 10 – клапан переливний.

### 2.3.2.4 Кінематична схема верстата

Кінематика верстата забезпечує можливість виконання п'яти формоутворюючих рухів і ряду допоміжних, необхідних при підведенні і відведенні заготовки та інструменту. Формоутворюючі рухи виконуються наступними кінематичними ланцюгами:

- ланцюг головного руху, що зв'язує електродвигун М1 з інструментом (рисунок 2.4);
- ланцюг поділу, що зв'язує заготовку та інструмент;
- ланцюг подач, що зв'язує заготовку та гвинт вертикальних або радіальних подач;

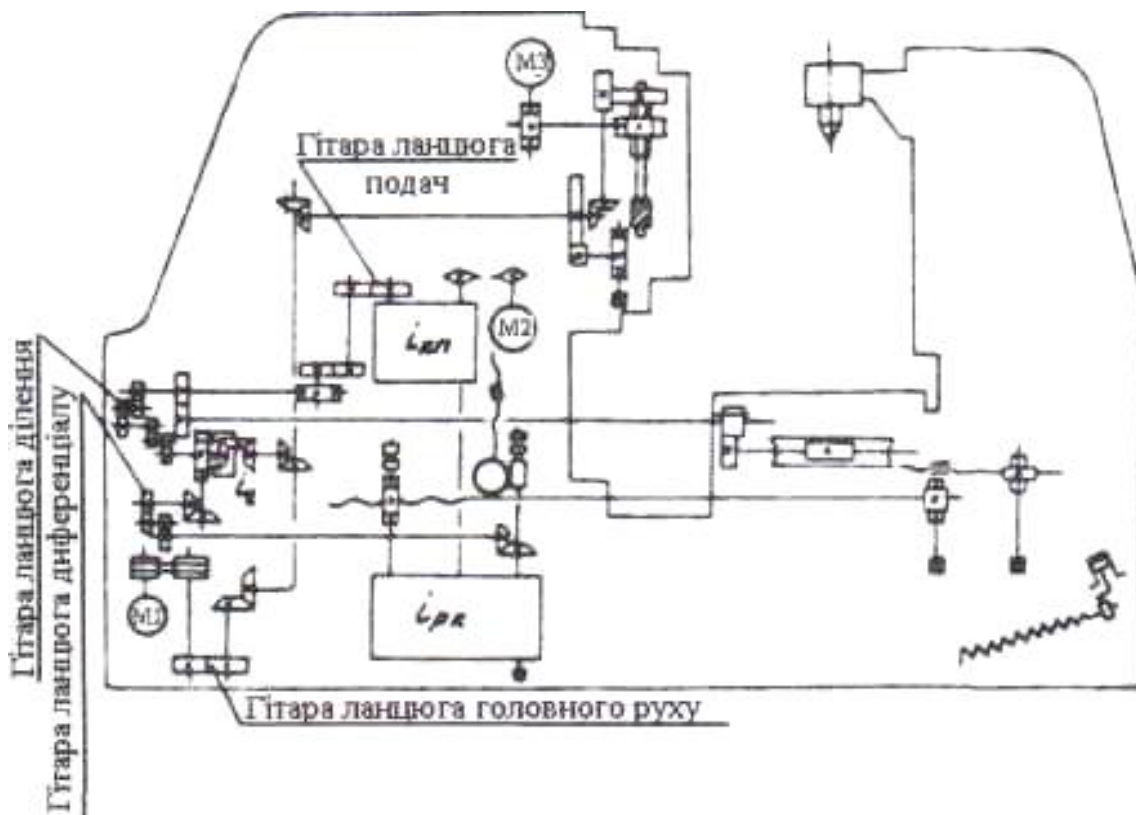


Рисунок 2.4 – Кінематична схема верстату моделі 5K324А

- ланцюг диференціала, що забезпечує додатковий поворот заготовки при нарізанні косозубих коліс та гвинт, що зв'язує вертикальну подачу і заготовку. Допоміжні рухи виконуються наступними ланцюгами:
- ланцюг прискорених переміщень, що зв'язує електродвигун М2 і гвинт вертикальних подач або гвинт радіальних подач;
- ланцюг осевого переміщення фрези, що зв'язує електродвигун М3 і гвинт осевої подачі. Вказані механічні допоміжні рухи дублюються ручними.

### 2.3.3 Розрахунок налагодження зубофрезерного верстата моделі 5К324А

Розрахунок виконується на нарізання косозубого колеса, як найбільш загального випадку налагодження. Для розрахунку налагодження необхідні наступні дані: матеріал заготовки; кількість зубів, що нарізуються; напрямок зубів колеса; ширина вінця, що нарізується в мм; модуль в мм; матеріал фрези; кількість заходів фрези; напрямок гвинтових ліній фрези.

#### 2.3.3.1 Розрахунок налагодження ланцюга головного руху

Ланцюг головного руху представлено на рисунку 2.5

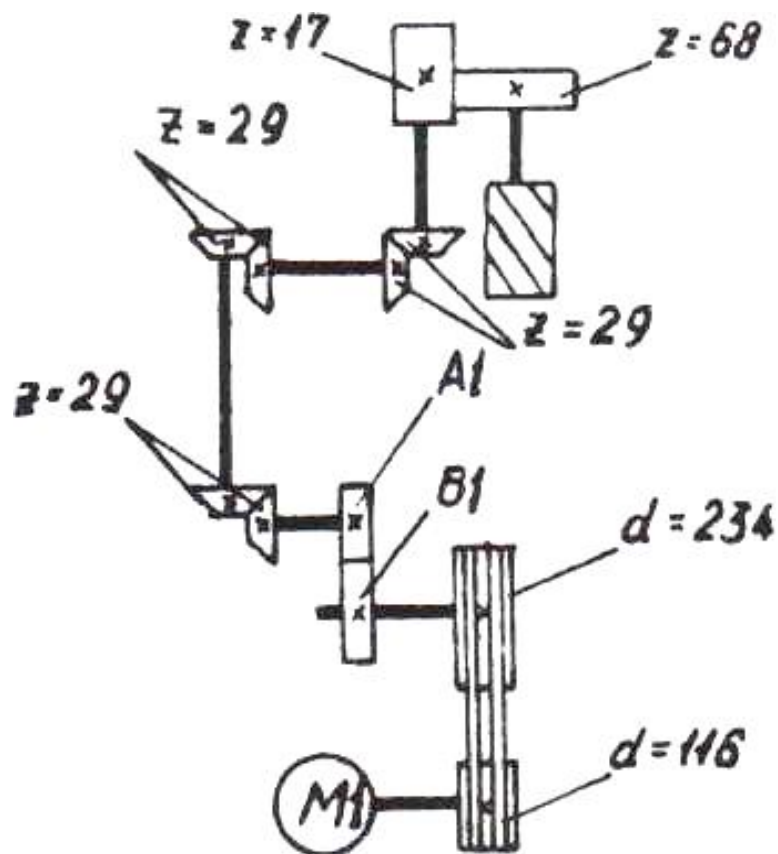


Рисунок 2.5 – Кінематична схема ланцюга головного руху

Кінцева мета розрахунку – одержання формули налагодження ланцюга головного руху, визначення передаточного відношення і вибір кількості зубів змінних коліс  $A_1, B_1$ . На основі розрахункових переміщень ( $n_\Phi - n_D$ ) складається рівняння кінематичного балансу ланцюга головного руху  $n_\Phi = n_D$ , або детальніше:

$$n_\Phi = 1450 \cdot \frac{116}{234} \cdot \frac{A_1}{B_1} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{17}{68}$$

з якого виводиться формула налагодження:

$$\frac{A_1}{B_1} = \frac{n_{\Phi}}{181}, \quad (2.1)$$

де  $n_{\Phi}$ ,  $n_d$  – частота обертання відповідно черв'ячної фрези і вала електродвигуна, об/хв.

Частота обертання черв'ячної фрези визначається з формули:

$$n_{\Phi} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\Phi}}, \quad (2.2)$$

де  $V$  – швидкість різання, яка вибирається з нормативів режимів різання, або з таблиці 2.1, м/хв;

$D_{\Phi}$  – діаметр фрези, мм.

Таблиця 2.1 – Швидкість різання при фрезеруванні зубчастих коліс

Матеріал заготовки	Швидкість різання, м/хв	
	Чорновий прохід	Чистовий прохід
Чавун	16-20	20-25
Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)	25-28	30-35
Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)	20-25	29-30

Гітара ланцюга головного руху має постійну відстань між осями зубчастих коліс  $A_1$ ,  $B_1$  тому сума їх зубців постійна і дорівнює 87.

По передавальному відношенню, розрахованому за формулою (2.1), підбирається кількість зубів коліс  $A_1$ ,  $B_1$  з набору, що додається. В набір входять колеса з наступним числом зубів: 20, 23, 27, 31, 36, 41, 46, 51, 60, 64, 67.

При визначеному діаметру черв'ячної фрези і швидкості різання кількість зубів змінних коліс  $A_1$  і  $B_1$  визначається за номограмою (рисунок 2.6).

На номограмі стрілками вказано визначення кількості зубів змінних коліс  $A_1$  і  $B_1$  для випадку, коли швидкість різання дорівнює 22 м/хв, а діаметр черв'ячної фрези дорівнює 70 мм ( $A_1 = 31$ ,  $B_1 = 56$ ).

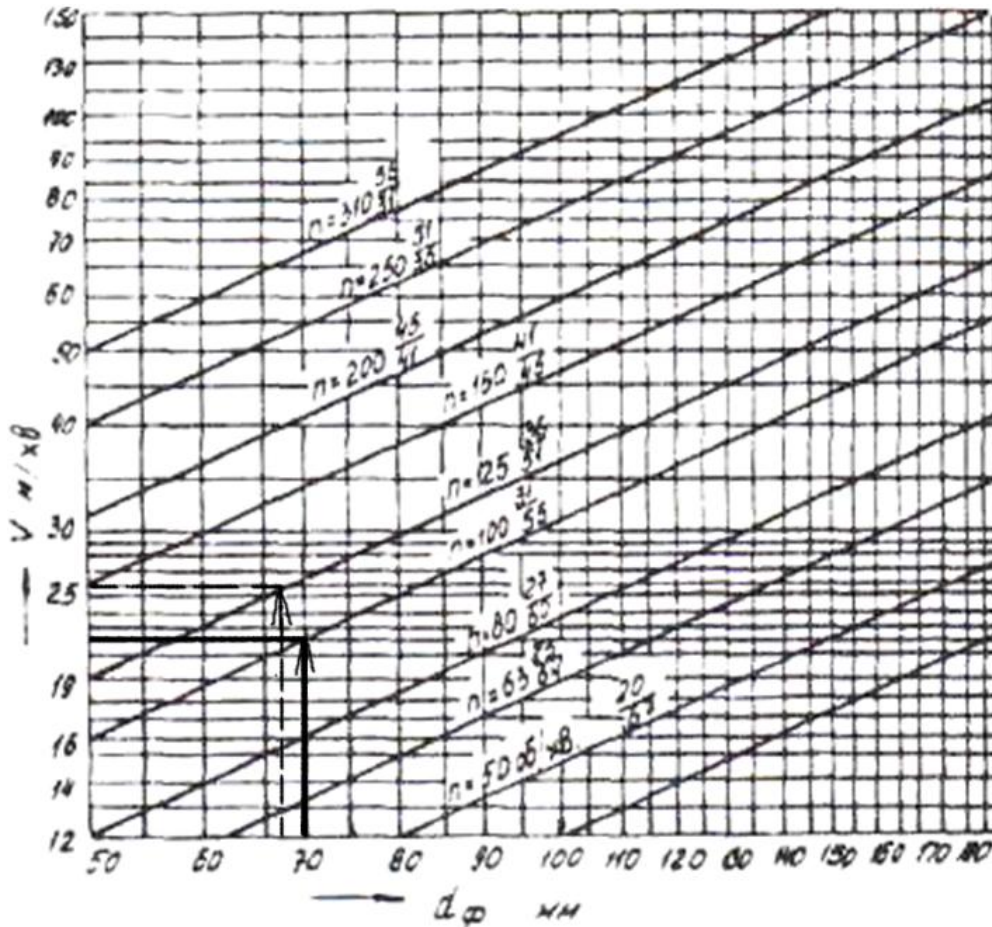


Рисунок 2.0 – номограма швидкості

### 2.3.3.2 Розрахунок налагодження ланцюга поділу

Ланцюг поділу представлено на рисунку 2.7.

На основі розрахункових переміщень (1 оберт фрези  $\rightarrow$   $K/Z$  обертів заготовки) складається рівняння кінематичного балансу ланцюга поділу 1 оберт фрези  $i = K/Z$  або детальніше

$$1 \text{ оберт фрези} = \frac{68}{17} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{27}{27} \cdot i_{\Sigma} \times \\ \times \frac{58}{58} \cdot \frac{L}{M} \cdot \frac{A_2}{B_2} \cdot \frac{C_2}{D_2} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{1}{96} = \frac{K}{Z},$$

з якого одержується формула налагодження:

$$\frac{A_2}{B_2} \cdot \frac{C_2}{D_2} = \frac{24 \cdot K}{Z} \cdot \frac{M}{L}, \quad (2.3)$$

де  $i_{\Sigma}$  – передаточне відношення диференціалу;

$K$  – кількість заходів черв'ячної фрези;

$Z$  – кількість зубів заготовки, що обробляється;

$L, M$  – змінні шестерні, призначені для розширення діапазону регулювання і налагодження за двома варіантами в залежності від кількості

зубів заготовки, що обробляється (при  $Z < 161$   $\frac{L}{M} = \frac{54}{54}$ ; при  $Z > 161$   $\frac{L}{M} = \frac{36}{72}$ ).

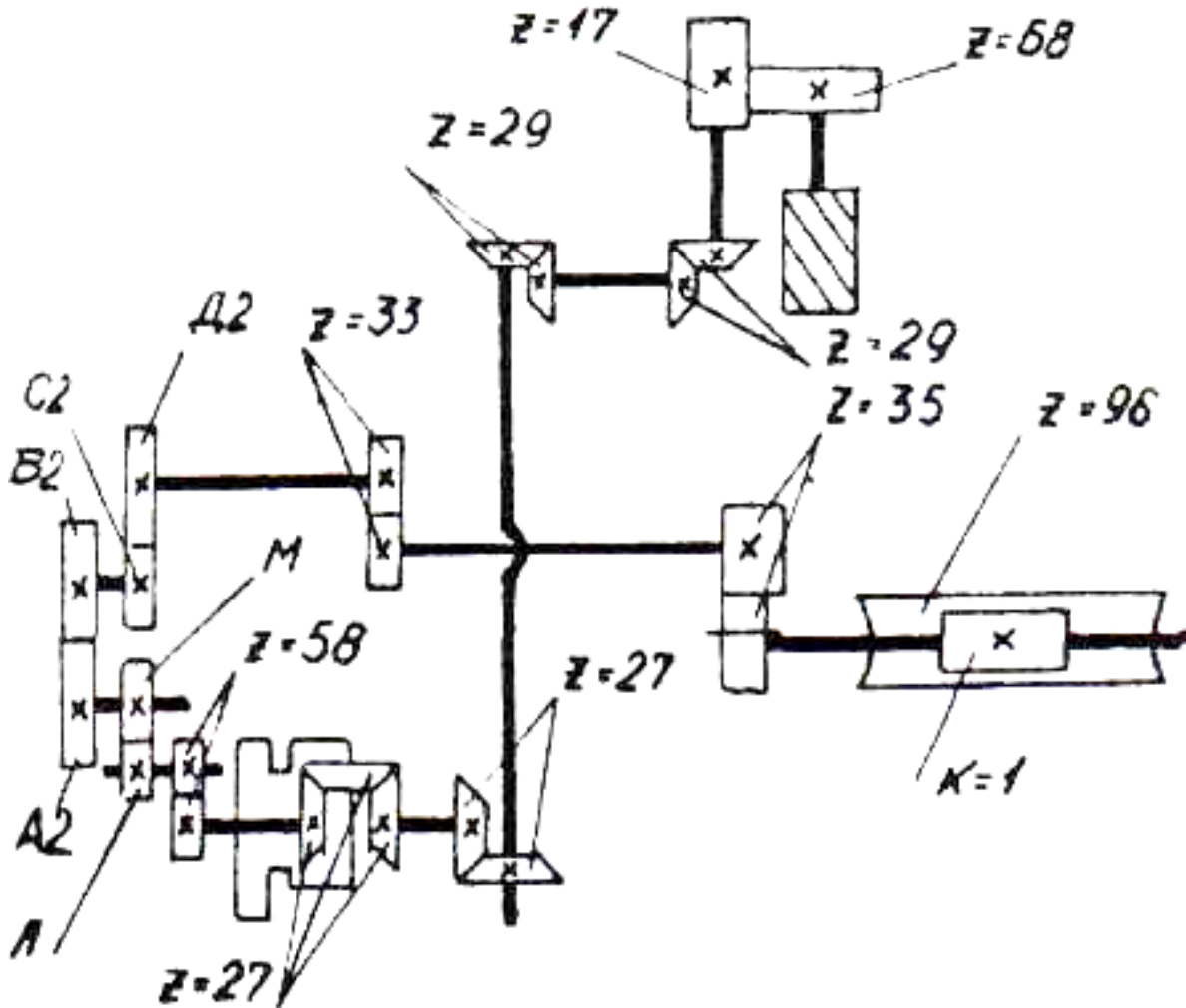


Рисунок 2.7 – Кінематична схема ланцюга поділу

По передавальному відношенню, розрахованому за формулою (2.3), підбирається кількість зубів змінних коліс гітари ділення ( $A_2; B_2; C_2; D_2$ ) з набору, що додається. В цей набір входять колеса з наступними кількостями зубів: 24, 25 (2 шт), 30, 35, 37, 40, 41, 43, 45, 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.

Вибрані зубчасті колеса повинні задовольняти умові зачеплення:

$$A_2 + B_2 > C_2 + 15, C_2 + D_2 > B_2 + 15.$$

Для нарізання зубчастих коліс з простими кількостями зубів 101; 103; 127 і т.д. – потрібно мати відповідні змінні зубчасті колеса, виготовлені додатково до вказаного набору. При відсутності таких коліс в наборі, нарізання виконується додатковим налагодженням гітари диференціала.



### 2.3.3.3 Розрахунок ланцюга вертикальних подач

Ланцюг вертикальних подач представлено на рисунку 2.8.

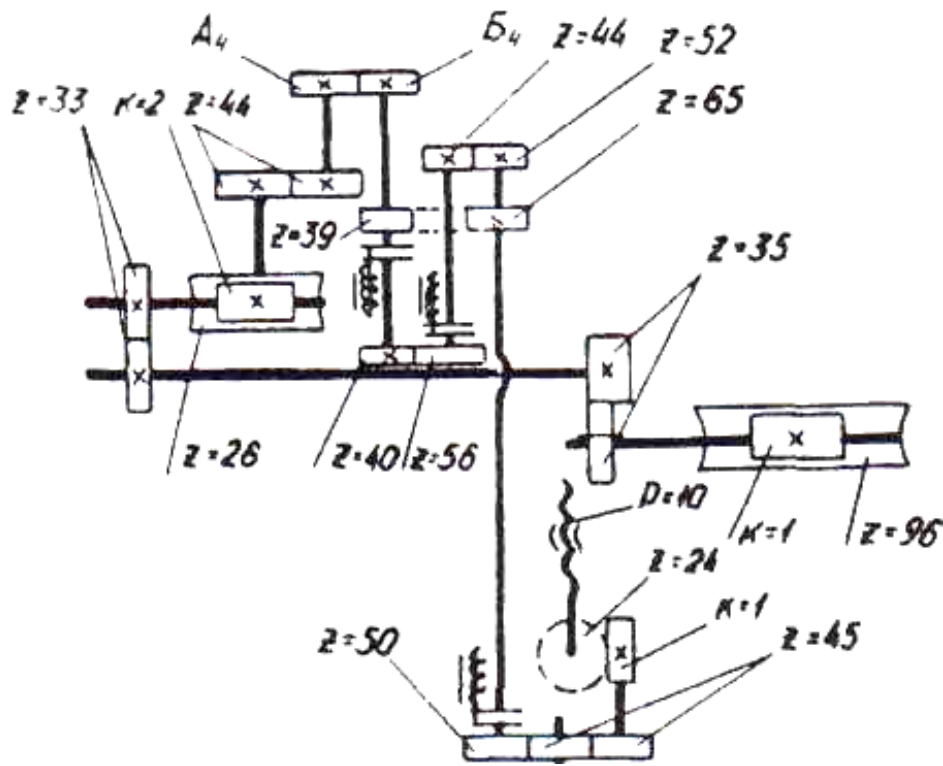


Рисунок 2.8 – Кінематична схема ланцюга вертикальних подач

Під вертикальною подачею розуміють величину переміщення фрезерного супорту за один оберт заготовки.

На основі розрахункових переміщень ( $S_B \rightarrow 1$  оберт заготовки) складається рівняння кінематичного балансу ланцюга вертикальних подач  $S_B = 1$  оберт заготовки  $i \cdot p$ ,

де  $p$  – крок гвинта вертикальних подач, мм, або детальніше.

$$S_B = 1 \text{ оберт заготовки} \cdot \frac{96}{1} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{A_4}{B_4} \cdot \frac{40}{56} \left( \frac{39}{65} \right) \cdot \frac{44}{52} \cdot \frac{50}{45} \cdot \frac{1}{24} \cdot 10$$

з якого одержується формула налагодження:

$$\frac{A_4}{B_4} = \frac{S_B}{2} \quad (2.4)$$

де  $S_B$  – вертикальна подача, визначена з нормативів режимів різання, або по таблиці 2.2, мм/об.

Таблиця 2.2 – Подача супорта при фрезеруванні зубчастих коліс

Матеріал заготовки	Вид обробки	Модуль, мм	Число зубів колеса, що нарізується			
			25	40	70	120
			Подача супорту, мм/об			
Сталь 45	Чистове фрезерування	1,5–2	0,4–0,6	0,5–0,8	0,6–0,9	0,6–0,9
		2,5	0,6–0,9	0,8–1,0	1,0–1,2	1,0–1,2
Сірий чавун		1,5–2,5	0,6–1,0	1,0–1,2	1,0–1,2	1,0–1,2
		3,0	0,8–1,2	1,2–1,4	1,4–1,8	1,4–2,0

Примітка. При нарізанні косозубих (гвинтових) коліс значення вибраних вертикальних подач потрібно домножити на  $\cos\beta$ , де  $\beta$  – кут нахилу зуба.

По передавальному відношенню, розрахованому за формулою (2.4), підбираються змінні колеса  $A_4$ ,  $B_4$  з набору, що додається. В цей набір входять колеса з наступними кількостями зубів: 28, 32, 43, 48, 53, 64, 68. Змінні колеса  $A_4$  і  $B_4$  при відомому значенні вертикальної подачі можливо підібрати по таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Змінні колеса гітари ланцюга подачі

Подача ( $S_B$ ) заготовки, мм/об	Змінні колеса гітари ланцюга подачі ( $A_4/B_4$ )
0,6	28/68
1,0	32/64
1,7	43/53
2,0	48/48
2,5	53/43
4,0	64/32

### 2.3.3.4 Розрахунок налагодження ланцюга диференціала

Кінематичний ланцюг диференціалу наведено на рисунку 2.9

Ланцюг диференціала взагалі призначений для нарізання косозубих (гвинтових) коліс. На основі розрахункових переміщень (частота обертання ходового гвинта вертикальних подач – один додатковий оберт заготовки) складається рівняння кінематичного балансу ланцюга:



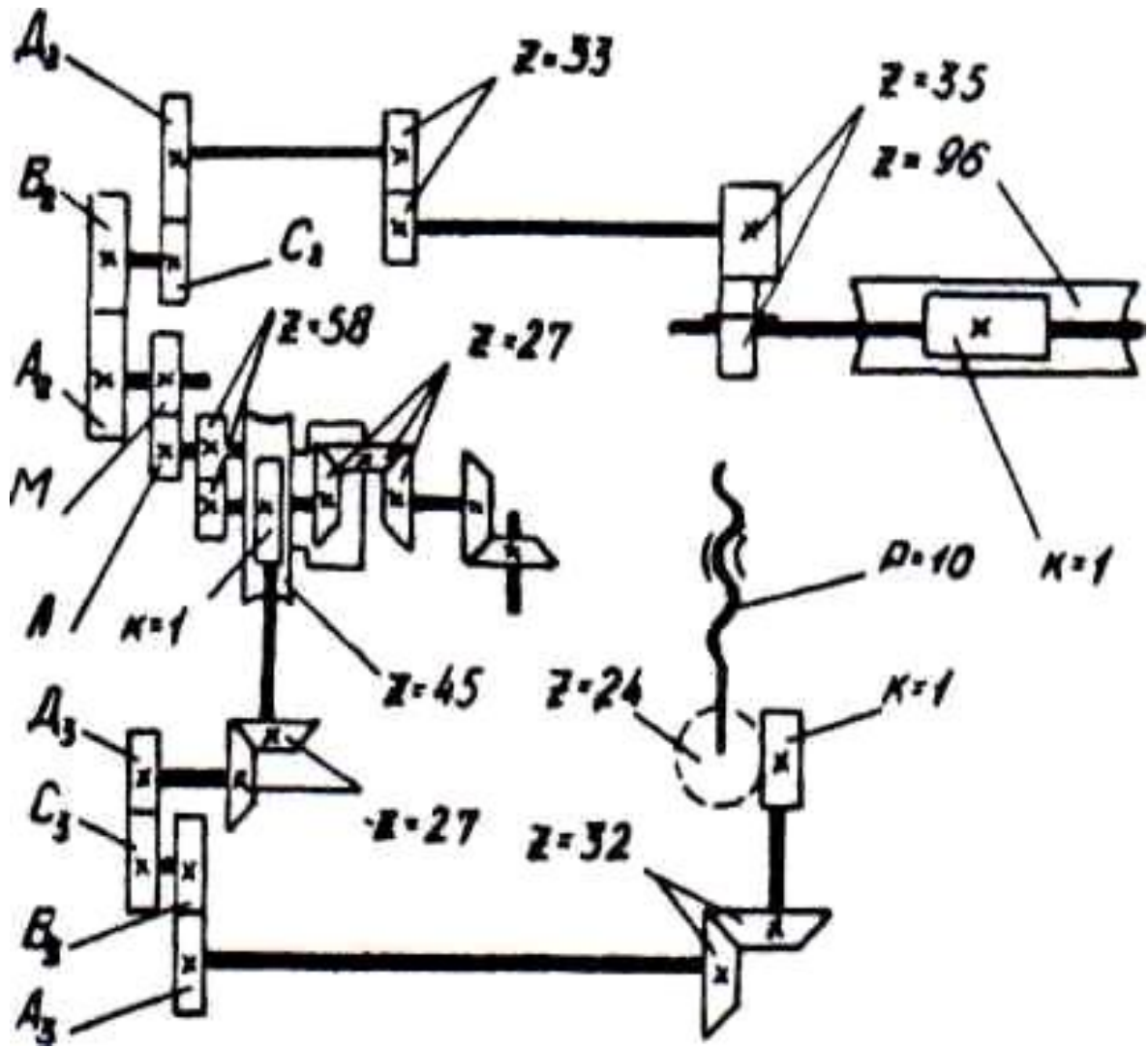


Рисунок 2.9 – Кінематична схема ланцюга диференціала

$$\frac{T}{p} \cdot i = \pm 1$$

додатковий оберт заготовки, або детальніше:

$$\frac{T}{10} \cdot \frac{24}{1} \cdot \frac{33}{22} \cdot \frac{A_3}{B_3} \cdot \frac{C_3}{D_3} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{1}{45} \cdot i_{\Sigma} = 1 \text{ додатковий оберт заготовки}$$

де  $T$  – крок гвинтової лінії колеса, що нарізається, мм:

$$T = \frac{\pi \cdot m_n \cdot z}{\sin \beta}$$

$p$  – крок ходового гвинта вертикальних подач, мм;

$m_n$  – нормальний модуль колеса, що нарізається, мм;

$z$  – кількість зубів колеса, що нарізається, мм;  
 $\beta$  – кут напряду зуба колеса, що нарізається, град.

$$\frac{A_2 \cdot C_2}{B_2 \cdot D_2} = \frac{24 \cdot K \cdot M}{z \cdot L}$$

– передавальне відношення гітари ланцюга поділу, з якого одержується формула налагодження:

$$\frac{A_3 \cdot C_3}{B_3 \cdot D_3} = \frac{7,95775 \cdot \sin \beta}{m_n \cdot K}, \quad (2.5)$$

де  $K$  – кількість заходів черв'ячної фрези.

По передавальному відношенню, розрахованому за формулою (2.5) з точністю до шостого знака, підбирається кількість зубів змінних коліс  $A_3$ ,  $B_3$ ,  $C_3$ ,  $D_3$ .

При цьому потрібно максимально використовувати змінні колеса з набору, що додається до верстата (дивись розділ 2.4.2).

Вибрані зубчасті колеса повинні задовольняти умові зачеплення:

$$A_3 + B_3 > C_3 + 15; C_3 + D_3 > B_3 + 15.$$

### 2.3.3.5 Розрахунок довжини ходу вертикальної подачі

Довжина ходу робочої подачі (рисунок 2.10) розраховується за формулою:

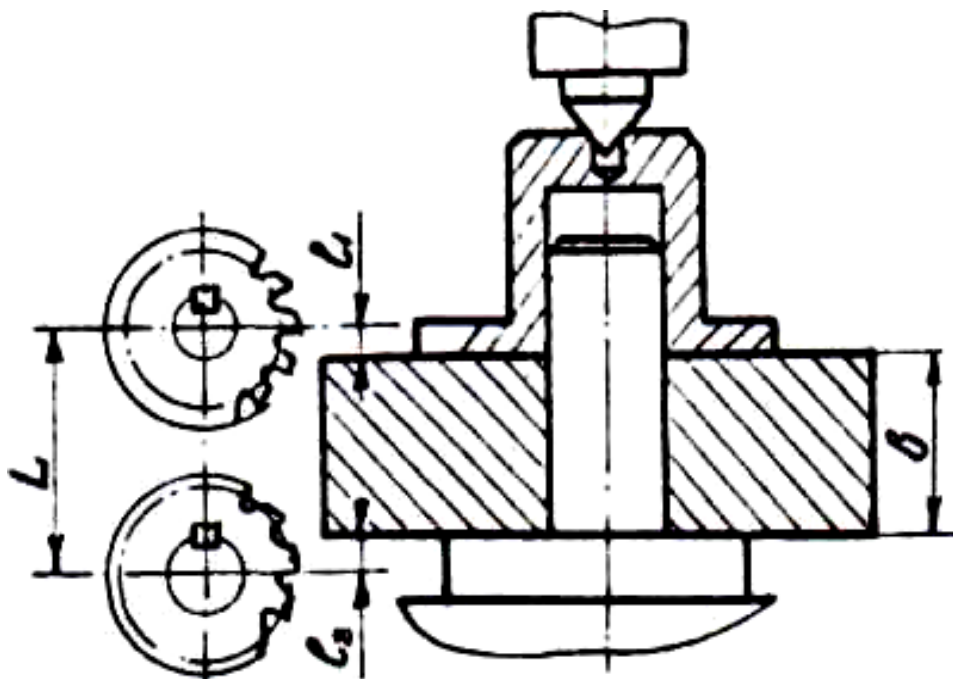


Рисунок 2.10 – Схема установки довжини вертикальної подачі

$$L = b + l_1 + l_2, \quad (2.6)$$

де  $b$  – довжина нарізаного зуба, мм;

$l_1$  – довжина врізання, мм;

$l_2$  – довжина перебігу.

Довжини врізання і перебігу вибираються за таблицею 2.4.

Таблиця 2.4 – Довжина врізання та перебігу

Кут нахилу зубів колеса, град	Модуль, мм	1	2	3	4	5	6	8	10
		Діаметр фрези, мм							
	Число зубів колеса	64	70	90	100	112	126	140	160
	а) Врізання $l_1$ , мм								
0	–	11	16	24	29	33	36	47	56
15	40	11	19	27	34	39	46	57	67
	80	12	22	30	38	45	53	66	81
	120	13	23	32	40	48	56	70	88
	б) Перебіг $l_2$ , мм								
15	-	4	5	5	6	6	7	8	9
30	-	5	6	8	9	11	15	18	21

### 2.3.3.6 Розрахунок заглиблення фрези

Заглиблення фрези, яке дорівнює висоті зуба, розраховується за формулою:

$$h = 2,25 m_n \quad (2.7)$$

де  $h$  – висота зуба, мм;


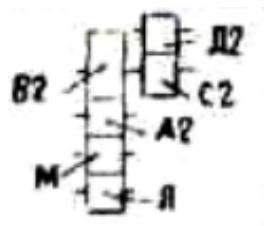
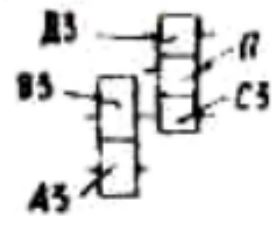

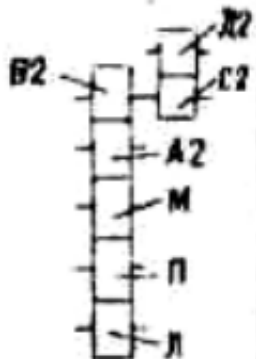
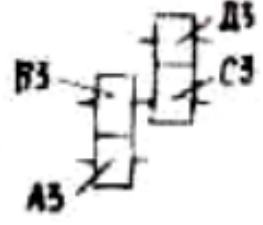

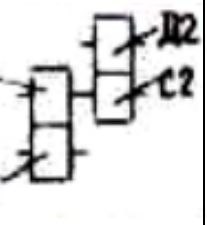
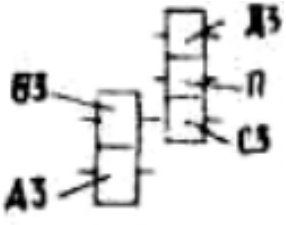

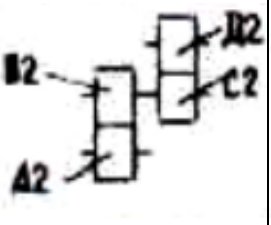
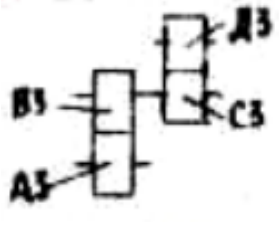
$m_n$  – модуль нормальний.

### 2.3.3.7 Розрахунок кута повороту фрезерного супорту

Кут повороту фрезерного супорту залежить від кута підйому і напрямку витків черв'ячної фрези, а також від кута нахилу і напрямку зуба нарізаного

колеса. При цьому можуть бути різні варіанти налагодження змінних коліс ланцюга поділу і диференціала (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 – Розрахунок кута повороту фрезерного супорту

Напрямок гвинтових ліній зубців	Фрези	Напрямок обертання заготовки та фрези. Кут встановлення фрези	Змінні гітари ланцюгу поділу	Змінні колеса гітари ланцюга диференціалу
Праве	Право-ходова			
	Ліво-ходова			
Ліве	Право-ходова			
	Ліво-ходова			

### 2.3.4 Складання карти налагодження зубофрезерного верстата 5К324А

Карта налагодження верстата складається на основі розрахунків, виконаних в розділі 2.3.3. Карта налагодження (таблиця 2.6) вміщує необхідну інформацію, яка застосовується при налагодженні верстата, а також є зразком протоколу, що заповнюється студентом при оформленні звіту по виконаній лабораторній роботі.

Таблиця 2.6 – Карта налагодження верстата моделі 5К324А

Кут повороту	Число зубів змінних коліс гітар			
	Ланцюг головного руху	Ланцюг подач	Ланцюг поділу	Ланцюг диференціала
Ескіз встановлення супорту	Ескіз відповідних гітар			
Положення перемикача циклів при встановленні упорів				
Положення перемикачів напрямку обертання фрези і подачі				
Довжина ходу робочої подачі	Забезпечується встановленням упорів, що закріплені на ділильному столі			
Заглиблення фрези	Забезпечується встановленням упорів, що закріплені на ділильному столі			
Кнопки, що застосовуються при встановленні довжини ходу вертикальної подачі і заглиблення фрези				

### 2.3.5 Налагодження верстата моделі 5К324А

Налагодження верстата виконується в певній послідовності, пояснюється текстом, ілюструється малюнками. На рисунку 2.11 показане встановлення змінних коліс гітари ланцюга головного руху.

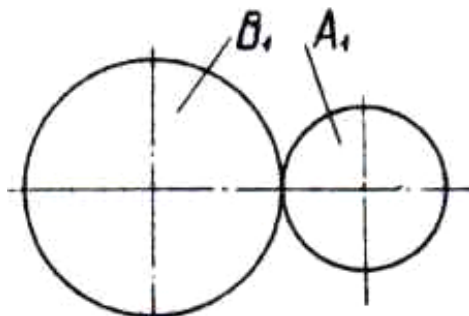


Рисунок 2.11 – Схема встановлення змінних коліс гітари ланцюга головного руху

Встановлення змінних коліс гітари ланцюга поділу і диференціала показано на рисунку 2.12.

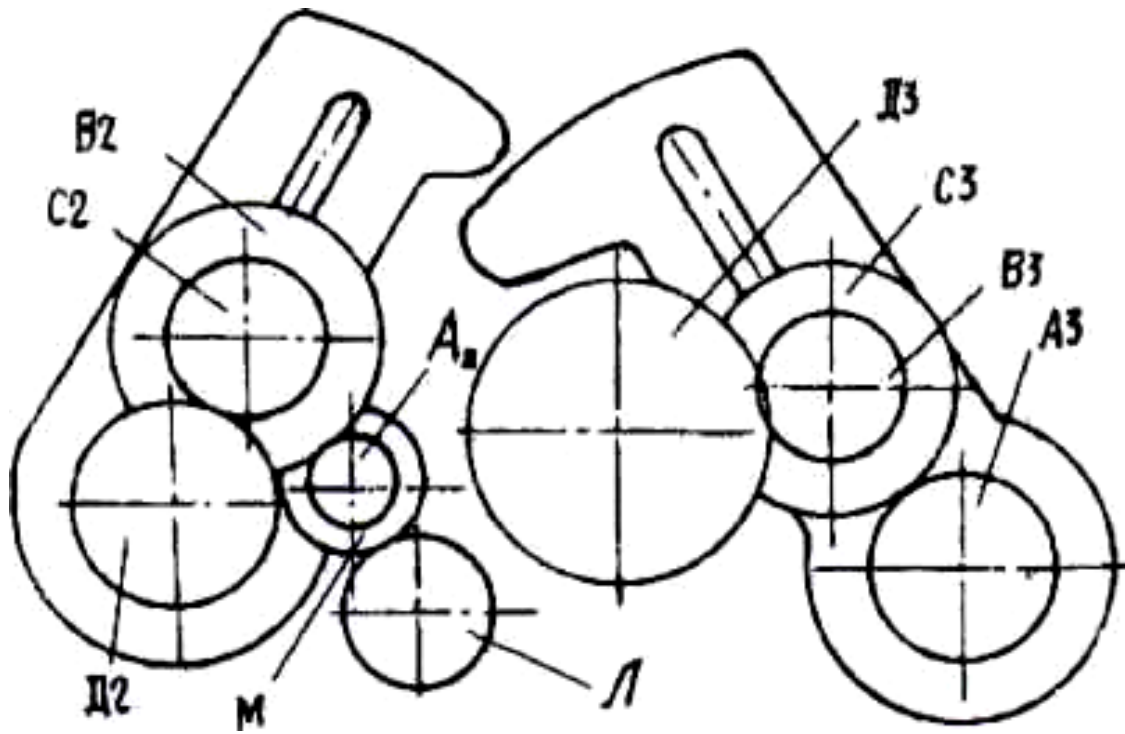
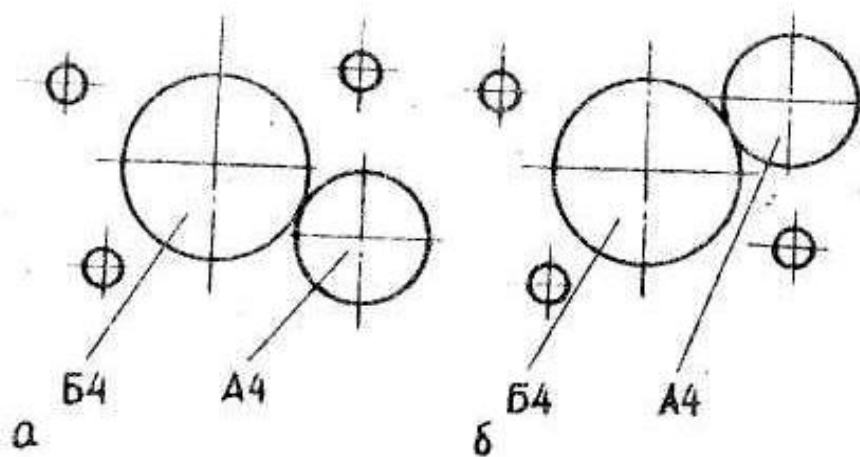


Рисунок 2.12 – Схема установки змінних коліс гітари ланцюга поділу та диференціалу

Установка змінних коліс гітари ланцюга подач показана на рисунку 2.13.



а) для правої фрези; б) для лівої фрези

Рисунок 2.13 – Схема встановлення змінних коліс гітари ланцюга подач

На рисунку 2.14. показано встановлення черв'ячної фрези. За допомогою установочних кілець 7 черв'ячна фреза 8 встановлюється на оправку 1 з контролем по центру шукачу 6. Після цього встановлюється кронштейн 2, який закріплюється на напрямних супорту притискними планками і болтами 4 і 5. Основне положення фрези фіксується гайкою 3.



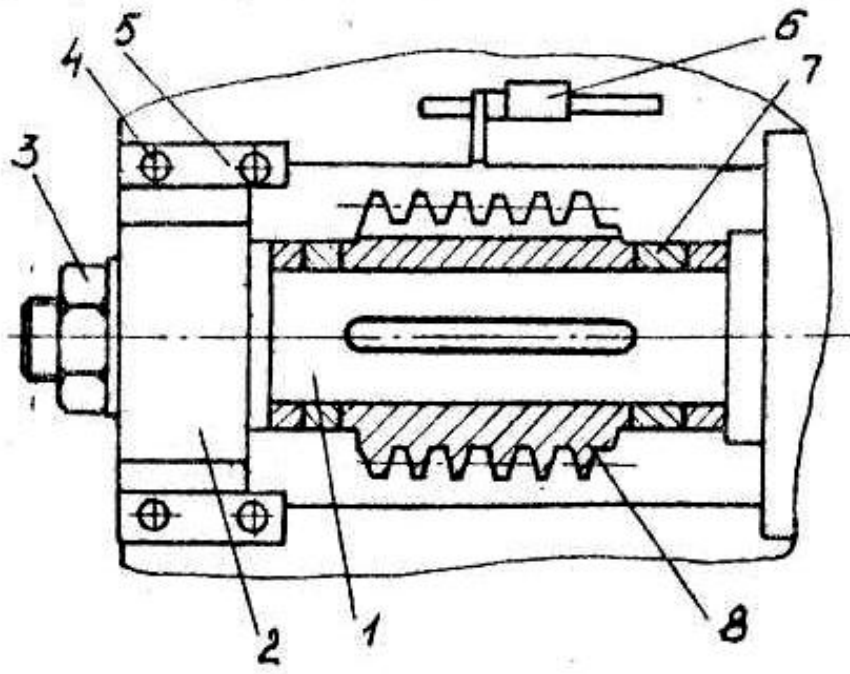


Рисунок 2.14 – Схема встановлення черв'ячної фрези

Поворот фрезерного супорту на розрахунковий кут вказано на рисунку 2.15.

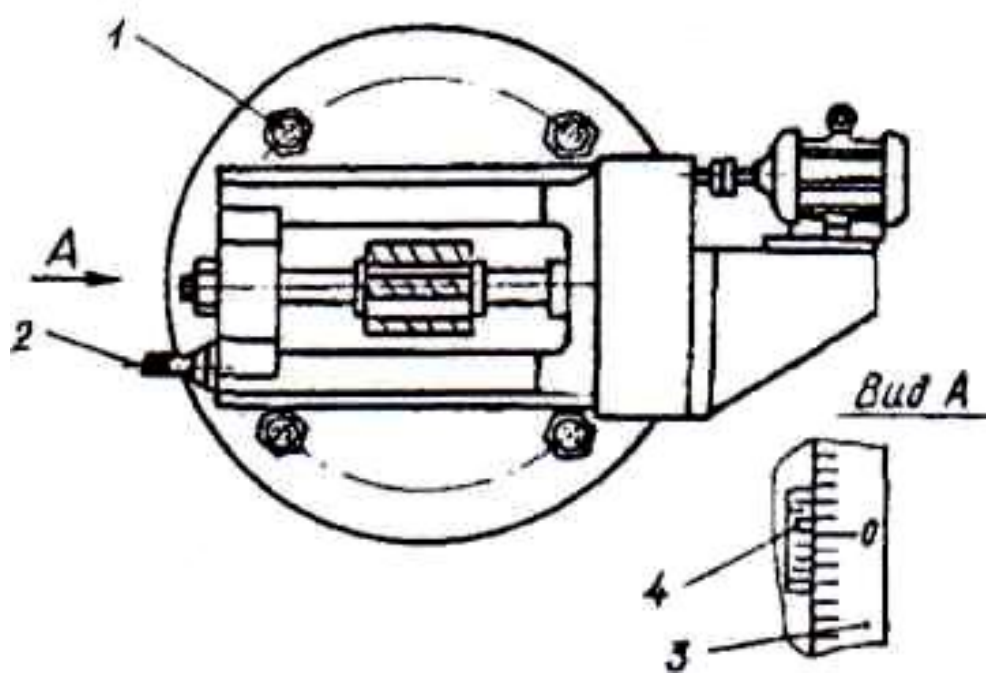


Рисунок 2.15 – Схема встановлення фрезерного супорту на розрахований кут

Для повороту фрезерного супорту на розрахунковий кут потрібно відвернути на півоберту гайку 1 і, обертаючи рукоятку 2, встановити по шкалі 3 супорт в потрібне положення.

Встановлення і закріплення заготовки показано на рисунку 2.16.

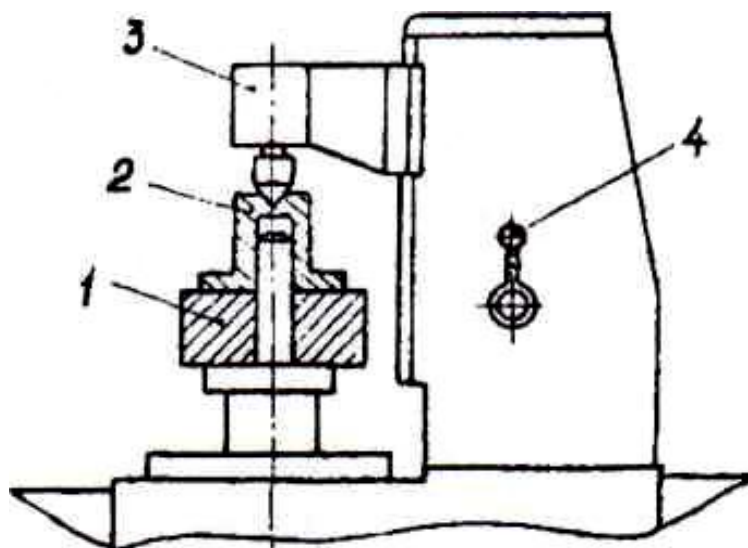


Рисунок 2.16 – Схема встановлення та закріплення заготовки

Заготовка 1 встановлюється на оправку, піджимається центром, що обертається, контрпідтримки 3 через перехідну втулку 2. Переміщення контрпідтримки забезпечується поворотом у відповідне положення рукоятки 4. При цьому попередньо потрібно ввімкнути лінійний вмикач, розмішений на боковій стороні електрошафи, і гідропривід кнопкою 10 на пульті керування (рисунок 2.2).

Встановлення упорів, що обмежують радіальну подачу ділильного столу і довжину ходу вертикальної подачі супорту виконується по карті налагодження. При цьому перемикач циклів потрібно повернути в положення I (рисунок 2.2). Кнопками 13 і 14 фрезерувальний супорт встановлюється так, щоб центр фрези розміщувався напроти середини вінця заготовки. Встановлення упорів, обмежуючих радіальну подачу ділильного столу (рисунок 2.17), виконується в такій послідовності:

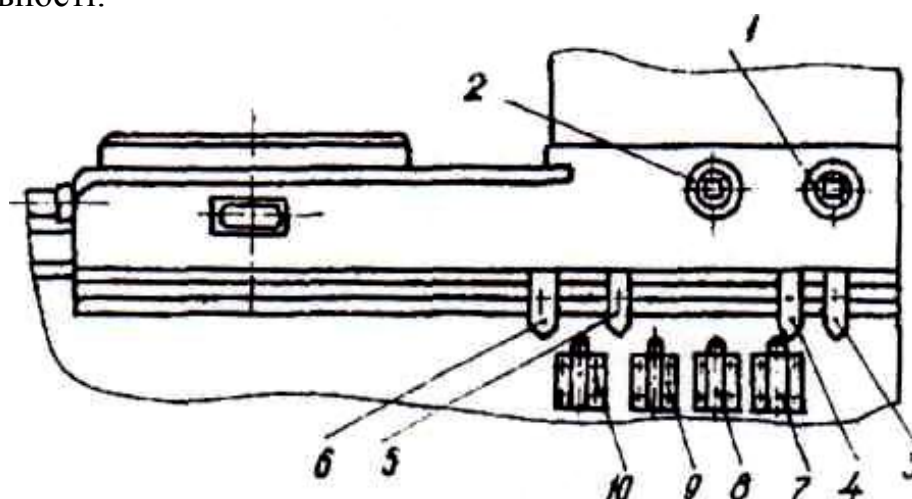


Рисунок 2.17 – Схема встановлення упорів, що обмежують переміщення ділильного столу



1) Відвести змонтований всередині столу рухомий упор, обертаючи квадрат 1 за допомогою рукоятки за годинниковою стрілкою.

2) Підвести ділильний стіл на прискореній подачі так, щоб між заготовкою і зубами черв'ячної фрези був зазор, що дорівнює приблизно 2 ... 3 мм.

3) Вручну за допомогою рукоятки 2 підвести заготовку до торкання з фрезою, що обертається.

4) Підвести рухомий упор щільно з натягом до нерухомого, обертаючи рукоятку 1 проти годинникової стрілки.

5) Встановити упор 5, обмежуючи величину прискореного відводу заготовки вправо так, щоб між заготовкою і фрезою був зазор неменше 50 мм.

6) Обертаючи рукоятку 2 за годинниковою стрілкою, відвести заготовку від фрези на 1,5 мм і встановити упор 4 так, щоб вимкнути кінцевий вимикач 8.

7) Обертаючи рукоятку 1 за годинниковою стрілкою, відвести рухомий упор по лімбу з ціною поділки 0,02 мм на величину глибини фрезерування. Упори 3 і 6, встановлені на заводі, і є аварійними, що обмежують переміщення ділильного столу вправо і вліво.

Встановлення упорів обмежуючих довжину ходу фрезерувального супорту, виконується за схемою, яка наведена на рисунку 2.18.

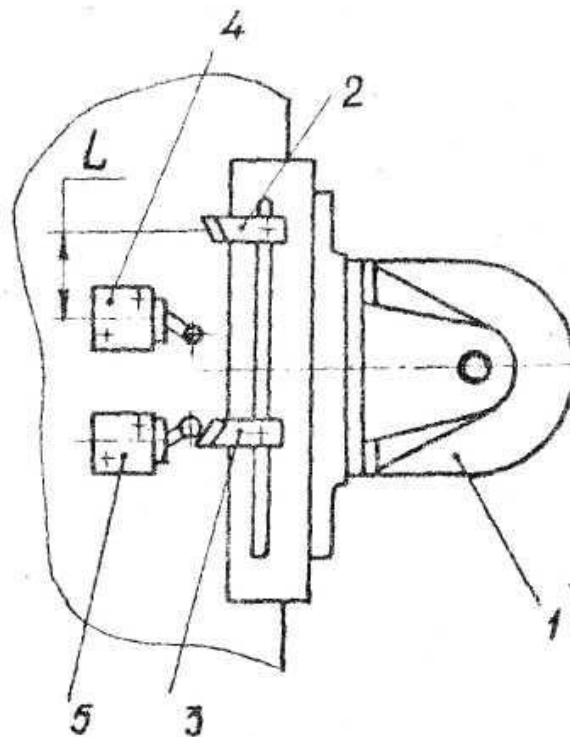


Рисунок 2.18 – Схема встановлення упорів, що обмежують довжину ходу фрезерного супорту

При цьому фрезерний супорт 1 переміщується кнопками 15, 16 пульту керування так, щоб центр фрези був вище верхнього торця вінця заготовки на величину врізання  $l_1$ . Упор 2 повинен бути встановлений і закріплений на

відстані 1 від кінцевого вимикача 4, а упор 3 повинен бути встановлений і закріплений в положенні, що забезпечує вимикання кінцевого вимикача.

### **2.3.6 Пуск верстата**

Пуск верстата після налагодження виконується в такій послідовності:

- 1) Перемикач циклів на пульті керування встановлюється в положення П.
- 2) Вимикається кнопка вмикання циклу 12. При вмиканні циклової кнопки необхідно:
  - а) швидко підвести стіл з заготовкою до інструменту, ввімкнути в роботу ланцюг ділення;
  - б) в кінці ходу повільно підвести стіл з заготовкою на робочій подачі на загальну глибину фрезерування;
  - в) ввімкнути вертикальну робочу подачу, ввімкнувши ланцюг диференціалу;
  - г) після нарізування зубів по всій ширині вінця заготовки швидко відвести стіл і фрезерний супорт в початкове положення.

### **2.4 Порядок виконання роботи**

Лабораторна робота виконається в такій послідовності:

- 1) Вивчається безпосередньо на робочому місці під керівництвом навчального майстра розділ 2.1, 2.2, 2.3 даних методичних вказівок.
- 2) На основі початкових даних, які наведені в додатку Б – таблиця Б1, розраховується налагодження і складається карта налагодження (розділ 2.3.4).
- 3) Виконується налагодження і пуск верстату (розділ 2.3.5).
- 4) Вимірюється довжина спільної нормалі, кут підйому гвинтової лінії зуба і робляться висновки про точність налагодження верстату.
- 5) Оформляється звіт.

### **2.5 Зміст звіту**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

- 1) Мета роботи.
- 2) Призначення верстата.
- 3) Основні частини та органи керування верстата (з рисунками 2.1 та 2.2).
- 4) Розрахунки кінематичних ланцюгів (з рисунками 2.4 – 2.9).
- 5) Розрахунки довжини ходу, заглиблення фрези та кута повороту фрезерного супорту.
- 6) Карта налагодження (дивись таблицю 2.6).
- 7) Висновки по роботі.

## **3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**

### **РОЗРАХУНОК НАСТРОЮВАНЬ І НАЛАГОДЖУВАННЯ ЗУБОСТРУГАЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 5П23БП ДЛЯ ОБРОБКИ ПРЯМОЗУБИХ КОНІЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

#### **3.1 Мета роботи**

Метою роботи є вивчення конструктивних особливостей зубостругального напівавтомата 5П23БП, вивчення кінематичної і гідравлічної схем верстата, а також отримання практичних знань до розрахунку налагоджень верстата на обробку прямозубих конічних коліс.

#### **3.2 Обладнання, пристрої, інструменти**

При виконанні лабораторної роботи необхідна наявність зубостругального верстата моделі 5П23БП та необхідного набору зубчастих коліс.

#### **3.3 Теоретичні відомості**

##### **3.3.1 Скорочений опис напівавтомата**

Гідрофікований зубостругальний напівавтомат (рисунок 3.1) працює за методом обкату і застосовується для нарізання прямозубих конічних коліс з діаметром ділильного кола до 125 мм, модулем до 1,5 мм, кутом між осями конічної пари, що нарізується від 10 до 170 градусів.

На напівавтоматі відтворюється зчеплення нарізованого зубчастого колеса з уявним плоским виробляючим колесом. При цьому бічні поверхні одного з зубів плоского виробляючого колеса утворюються ріжучими кромками різців, що роблять зворотньо-поступальний рух. Таким чином, формування бічних поверхонь кожного з зубів, що нарізуються, відтворюється в результаті руху різців і обкатки в зчепленні плоского і колеса, що нарізується.

Зубостругальні різці закріплюються в різцетримачах супортів, встановлених на обкатній люльці IV. Обкатна люлька IV знаходиться на передній бабці V, яка кріпиться до лівої верхньої частини станини I. Виріб закріплюється на оправці, встановленій в шпинделі бабки III і затискається за допомогою гідравлічного патрону 3 при перемиканні рукоятки 4 в положення «виріб затиснутий». Положення виробу відносно різців визначається встановленням бабки виробу III під кутом конуса западин колеса і осьовим переміщенням по направляючому стола II. Відвід і підвід стола з закріпленою на ньому бабкою виробу по направляючому станини I відтворюється відповідним перемиканням рукоятки 4 в положення «стіл підведений» чи «стіл відведений».

Припуск на другий прохід при двопрхідному нарізанні зубчастого колеса встановлюється маховичком 7. В столі змонтовано механізм VII подачі на врізання, який має лімб, механізм комбінованого нарізання зубчастих коліс з

великим кутом ділильного конуса з лімбом та механізмом зміщення стола з вихідного положення вперед або назад з лімбом.

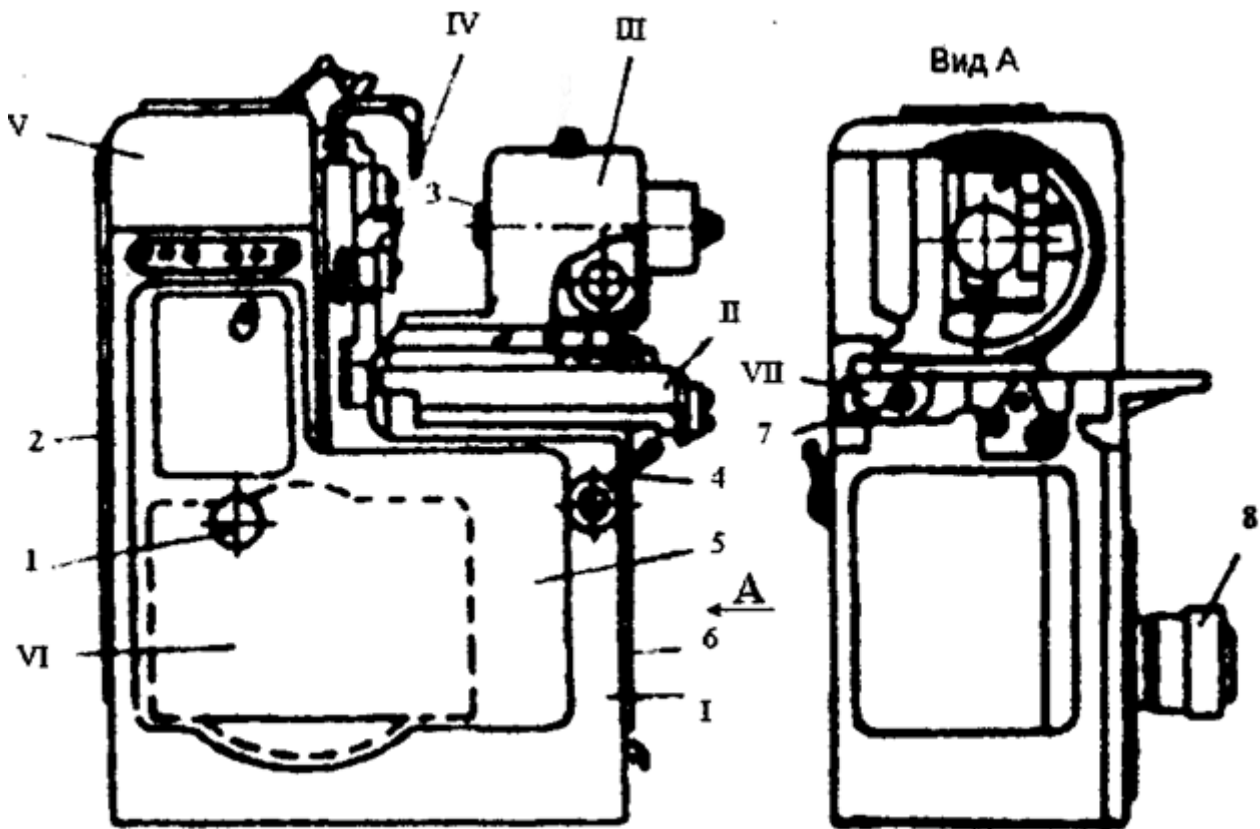


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд зубостругального напівавтомата моделі 5П23БП

На внутрішніх порожнинах станини I, закритих кришками 2, 5, 6 розміщені вузли настрювань ходу різців, швидкостей, подач, обкатки, а також вузли реверса обкатної люльки і розподільчого валу.

Основа станини служить гідробаком. В передній частині її розташована рукоятка керування відводом стола та затискання заготовки, а за кришкою VI розташовано реверсивний механізм та лічильник циклів 1. За кришкою 6 змонтовано механізм подачі і розподільчий вал з кулачками керування. Ззаду на станині закріплено електродвигуни 8 привода двигуна та гідравліки, поряд розташована шафа електроапаратури.

Кінематичний зв'язок вищезгаданих вузлів, а також їх зв'язок з елементами гідравлічного привода створюють можливість роботи верстата за циклом (рисунок 3.2).

При натисканні на кнопку «пуск» відбувається швидкий підвід столу з бабкою виробу і вмикається рух супортів, виробу і качання люльки. Два останні рухи складають обкатний рух, необхідний для створення евольвентного профілю зуба. По закінченні обкатки зуба виріб швидко відводиться від різців, а люлька починає повертатися на прискореному ході в зворотній бік. При цьому виріб продовжує обертатися в той же бік, що і при робочому ході. По закінченні повороту люльки цикл повторюється, причому, оскільки за час

зворотного ходу люльки виріб продовжував обертатися за годинниковою стрілкою, то до моменту початку наступного циклу буде пропущена відповідна кількість зубців колеса, що нарізується. Таким чином, при повторюванні циклу стільки разів, скільки зубців на колесі, що нарізується відбудеться нарізання усіх його зубів.

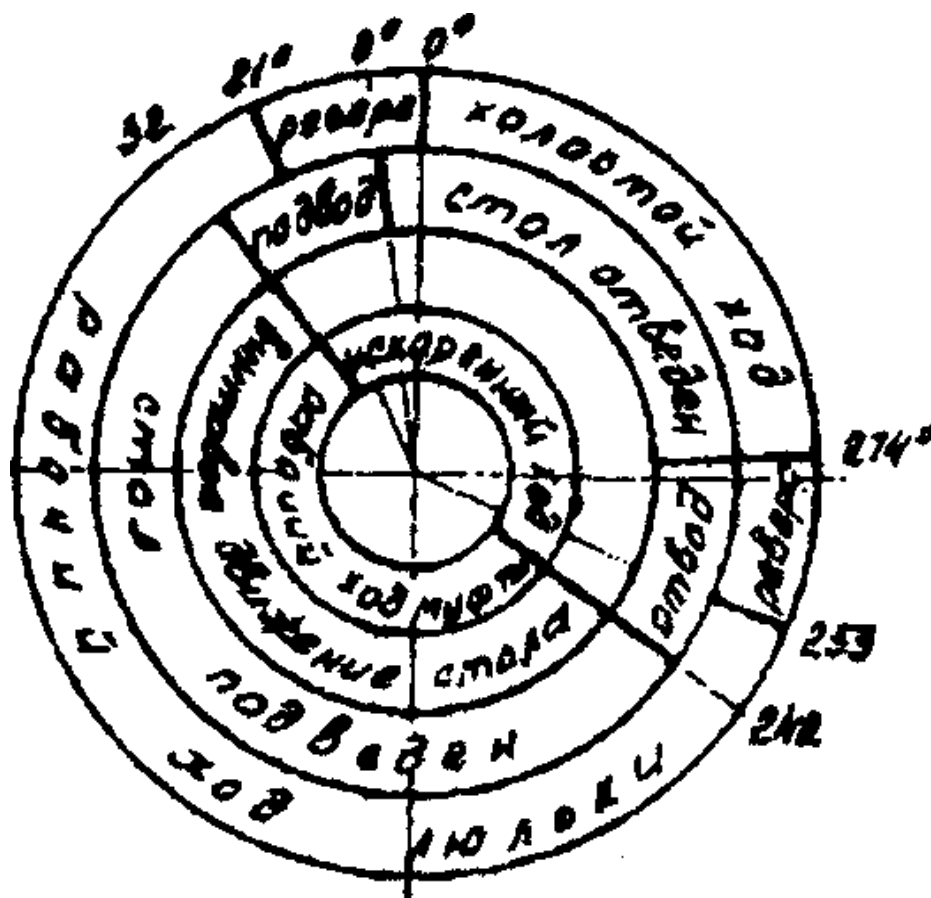


Рисунок 3.2 – Циклограма роботи напівавтомата

### 3.3.2 Кінематична схема напівавтомата

Кінематична схема (рисунок 3.3) напівавтомата 5П23БП при нарізанні конічних коліс забезпечує можливість зворотно-поступального руху різців, руху подачі, поділу і обкатки.

Послідовне вмикання підводу і відводу стола, муфти реверса, лічильника кількості оброблених зубців виконують кулачки, встановлені на розподільчому валу ХХІІ. Розподільчий вал за час обробки одного зуба, чи за цикл, робить один оберт. Кількість зубців, чи заходів зубчастих коліс і черв'яків в кінематичній схемі (рисунок 3.3) визначається по таблиці 3.1.

### 3.3.2.1 Ланцюг головного руху

Ланцюг головного руху зв'язує частоту обертання електродвигуна ( $N = 1,0$  кВт,  $n_1 = 930$  об/хв) з кількістю подвійних ходів зубостругальних різців і описується рівнянням кінематичного балансу (рисунок 3.3):

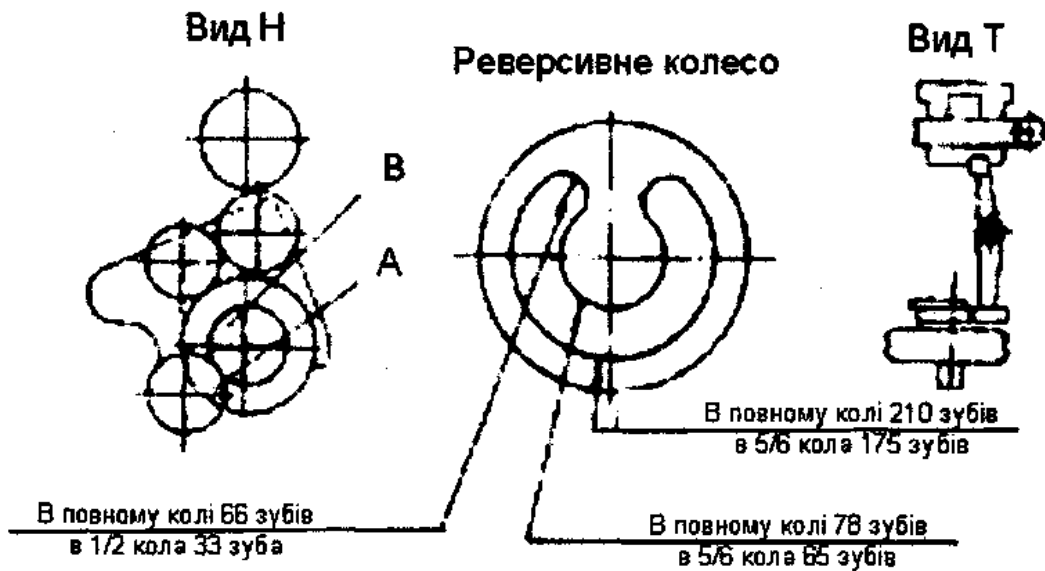
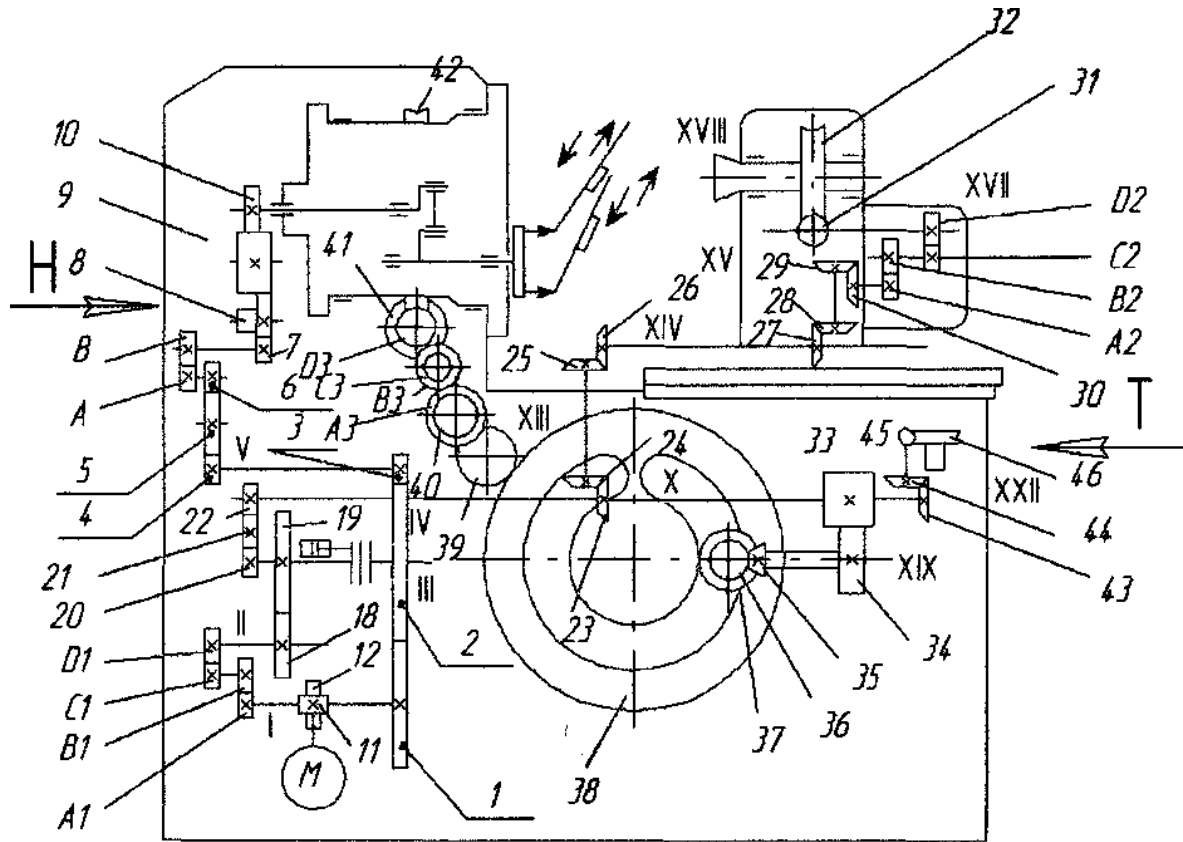


Рисунок 3.3 – Кінематична схема напівавтомата

Таблиця 3.1 – Кількість зубців чи заходів зубчастих коліс і черв'яків напівавтомата 5П23БП

№ по схемі	Кількість зубців чи заходів	№ по схемі	Кількість зубців чи заходів
1	35	27	20
2	65	28	20
3	30	29	20
4	23	30	20
5	52	31	1
6	36	32	120
7	37	33	24
8	44	34	60
9	44	35	16
10	62	36	32
11	21	37	34
12	25	38	315
18	35	39	110
19	65	40	34
20	31	41	2
21	71	42	72
22	61	43	19
23	19	44	19
24	19	45	1
25	19	46	40
26	19		

$$n_1 \cdot \frac{z_{11}}{z_{12}} \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_3} \cdot \frac{z_4}{z_5} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{z_7}{z_8} \cdot \frac{z_8}{z_9} \cdot \frac{z_9}{z_{10}} = n_p$$

або скорочено

$$n_1 \cdot \frac{z_{11}}{z_{12}} \cdot \frac{z_1}{z_3} \cdot \frac{z_4}{z_6} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{z_7}{z_{10}} = n_p$$

де  $n_p$  – кількість подвійних ходів різців за хвилину (визначається за нормативами режимів різання [14];

$n_1$  – хвилинна частота обертання двигуна.

Значення кількості зубців змінних шестерень ланцюга головного привода  $A, B$  визначаються за таблицею 3.2.

Таблиця 3.2 – Кількість зубців змінних шестерень механізму головного руху

$A$	$B$	Кількість подвійних ходів /хвилину
29	66	160
34	61	200
39	56	250
45	50	315
50	45	400
56	39	500
61	34	630
66	29	800

### 3.3.2.2 Ланцюг подач

Ланцюг подач (рисунок 3.3) узгоджує секундну частоту обертання електродвигуна і розподільчого валу за умовою, що розподільчий вал за цикл робить один оберт. Ланцюг описується рівнянням кінематичного балансу:

$$\frac{n_1}{60} \cdot t \cdot \frac{z_{11}}{z_{12}} \cdot \frac{A_1 \cdot C_1}{B_1 \cdot D_1} \cdot \frac{z_{18}}{z_{19}} \cdot \frac{z_{20}}{z_{21}} \cdot \frac{z_{21}}{z_{22}} \cdot \frac{z_{43}}{z_{44}} \cdot \frac{z_{45}}{z_{46}} = 1 \text{ об. розподільчого валу,}$$

або скорочено

$$\frac{n_1}{60} \cdot t \cdot \frac{z_{11}}{z_{12}} \cdot \frac{A_1 \cdot C_1}{B_1 \cdot D_1} \cdot \frac{z_{18}}{z_{19}} \cdot \frac{z_{20}}{z_{22}} \cdot \frac{z_{43}}{z_{44}} \cdot \frac{z_{45}}{z_{46}} = 1 \text{ об. розподільчого валу.}$$

З рівняння кінематичного балансу одержуємо формулу налагодження ланцюга подач:

$$\frac{A_1 \cdot C_1}{B_1 \cdot D_1} = \frac{6.6}{t} \quad (3.1)$$

де  $A_1, B_1, C_1, D_1$  – кількість зубів змінних шестерень гітари подач;

$t$  – час робочого ходу, с/зуб (визначається за нормативами режимів різання [14]. Кількість зубів  $A_1, B_1, C_1, D_1$  в залежності від  $t$  вибираються з таблиці 3.3.



Таблиця 3.3 – Кількість зубців змінних шестерень гітари подач

$A_1$	$B_1$	$C_1$	$D_1$	Час робочого ходу, с/зуб
86	54	76	64	3,5
86	54	64	76	4,9
62	78	76	64	7
64	76	62	78	9,9
61	79	54	86	13,6
50	90	54	86	18,9
46	94	47	93	26,7
40	100	43	97	37,2
31	109	43	97	52,4
24	116	40	100	79,8
24	116	31	109	112

### 3.3.2.3 Ланцюг поділу

Ділильного механізму як такого напівавтомат моделі 5П23БП не має. Ланцюгом поділу тут називають кінематичний ланцюг, що зв'язує частоту обертання шпинделя виробу і розподільчого валу за умови, що розподільчий вал за цикл робить один оберт. Ланцюг описується рівнянням кінематичного балансу (рисунок 3.3):

$$1 \cdot \frac{z_{46}}{z_{45}} \cdot \frac{z_{44}}{z_{43}} \cdot \frac{z_{23}}{z_{24}} \cdot \frac{z_{25}}{z_{26}} \cdot \frac{z_{27}}{z_{28}} \cdot \frac{z_{29}}{z_{30}} \cdot \frac{A_2 \cdot C_2}{B_2 \cdot D_2} \cdot \frac{z_{31}}{z_{32}} = \frac{z_i}{z}$$

З рівняння кінематичного балансу одержують формулу налагодження ланцюга поділу:

$$\frac{A_2 \cdot C_2}{B_2 \cdot D_2} = 3 \cdot \frac{z_i}{z} \quad (3.2)$$

де  $A_2, B_2, C_2, D_2$  – кількість зубів змінних шестерень гітари поділу;

$Z_i$  – кількість зубів заготовки, що пропускаються при поділі;

$z$  – кількість зубів заготовки, що нарізується.

Кількість зубів  $Z_i$ , при діленні вибирається за умови, щоб вона не мала загального множника з кількістю зубів колеса, що нарізується.

### 3.3.2.4 Ланцюг обкатки

Ланцюг обкатки узгоджує обертання заготовки і плоского інструментального колеса (рисунок 3.3) і описується рівнянням кінематичного балансу:

$$\frac{1}{z} \cdot \frac{z_{32}}{z_{31}} \cdot \frac{D_2 \cdot B_2}{C_2 \cdot A_2} \cdot \frac{z_{30}}{z_{29}} \cdot \frac{z_{28}}{z_{27}} \cdot \frac{z_{26}}{z_{25}} \cdot \frac{z_{24}}{z_{23}} \cdot \frac{z_{33}}{z_{34}} \cdot \frac{z_{35}}{z_{36}} \cdot \frac{z_{37}}{210} \cdot \frac{z_{38}}{z_{39}} \cdot \frac{z_{39}}{z_{40}} \cdot \frac{A_3 \cdot C_3}{B_3 \cdot D_3} \cdot \frac{z_{41}}{z_{42}} = \frac{1}{z_c}$$

З рівняння кінематичного балансу одержують формулу налагодження ланцюга обкатки:

$$\frac{A_3 \cdot C_3}{B_3 \cdot D_3} = 3 \cdot \frac{z}{z_c} \quad (3.3)$$

де  $A_3, B_3, C_3, D_3$  – кількість зубів змінних шестерень гітари обкатки;  
 $z_c$  – кількість зубів плоского виробляючого колеса.

Кількість зубів плоского виробляючого колеса визначається по формулі:

$$Z_c = \sqrt{Z_k + Z_{ш}}$$

де  $z_{ш}$  – кількість зубів шестерні;

$z_k$  – кількість зубів колеса, сполученого з шестернею.

Оригінальним в напівавтоматі є вхідний до ланцюга обкату вузол реверсування люльки з застосуванням складового зубчастого колеса. Контакт між зубцями шестерні  $z = 37$  та зубцями складового колеса  $z = 65$  і  $z = 175$  забезпечується фіксатором.

При зчепленні шестерні 37 з перехідними шестернями складового колеса ( $z = 33$ ) відбувається розфіксування вузла реверса і переміщення його разом з шестернями 34, 35, 36 і 37 праворуч чи ліворуч, відповідно забезпечується робочий чи холостий хід люльки.

### 3.3.3 Гідравлічна схема напівавтомата

Гідропривод призначений для здійснення підводу і відводу столу, закріплення виробу, включення муфти механізму прискореного ходу, включення в дію лічильника циклів. Надмір масла застосовується для охолодження ріжучого інструменту і змащення верстата.

Очистка масла здійснюється пластинчастими і войлочними фільтрами. Вловлювання дрібних металевих частин досягається магнітним сепаратором, встановленим в збірнику стружки.

Гідропривод працює за наступним циклом: затиск виробу, підвід столу, робочий хід столу, відвід столу, розтискання виробу.

Принципова гідравлічна схема верстата представлена на рисунку 3.4.

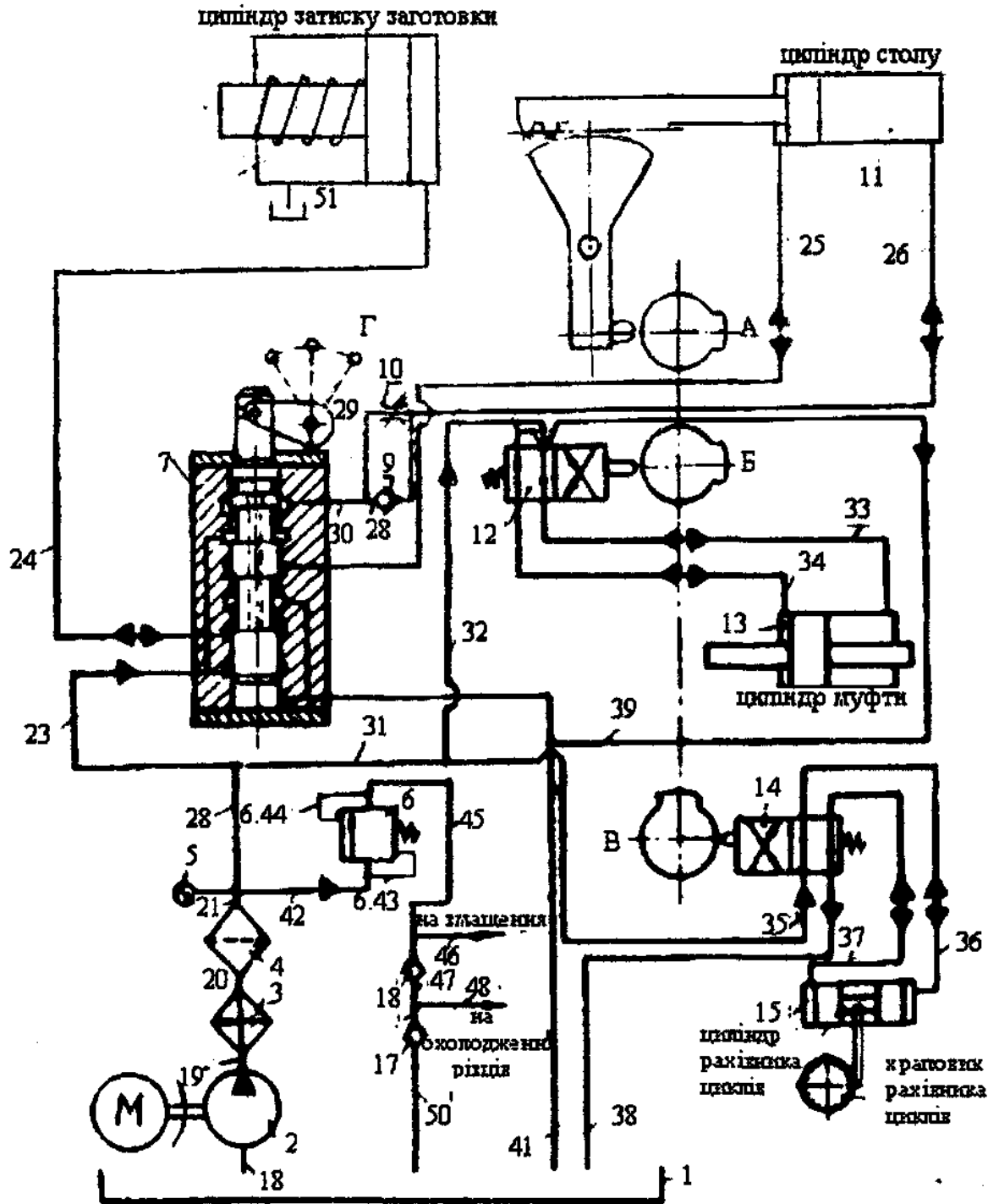


Рисунок 3.4 – Гідравлічна схема зубостругального напівавтомату 5П23БП

### **3.3.3.1 Затиск виробу**

Лопатевий насос 2 нагнітає масло до системи по трубах 18, 19 через охолоджувач 3 по трубі 20 через пластинчастий фільтр 4, по трубі 42 через напірний золотник 6 і трубах 22, 23 до золотника керування 7. При цьому золотник знаходиться в положенні «виріб віджато». Масло по трубі 24 надходить до поршневої порожнини циліндра затиску 8. Механізм затиску знаходиться в розтиснутому стані. Одночасно по трубі 25 масло нагнітається до штокової порожнини циліндра стола 11, утримуючи його в відведеному положенні.

Залишок масла через напірний золотник 6 надходить частково на змащення по трубі 46, а більша частина через запобіжний клапан до баку чи на охолодження інструменту по трубі 48.

Після встановлення виробу на оправку рукоятка золотника керування переводиться до положення «виріб затиснуто». При цьому масло з поршневої порожнини циліндра затиску по трубі 24 через золотник керування 7 і труби 40, 41 надходить до баку 1, дозволяючи пружині зробити затиск заготовки.

### **3.3.3.2 Підвід столу**

Після затиску виробу рукоятка золотника керування 7 переводиться в положення «стіл підведений». Масло при цьому по трубах 30, 29, 26 надходить до поршневої порожнини циліндра стола 11. Відбувається повільний підвід столу. Дроселем 10 встановлюється потрібна швидкість підводу. Стіл переміщується до жорсткого упору, притискаючи при цьому зубчастий сектор до кулачка А.

### **3.3.3.3 Робочий хід столу**

Коли стіл підведений натисканням кнопки, подається електрична команда на включення головного електродвигуна. Починає працювати розподільчий вал з кулачками А, Б, В. Один оберт розподільчого валу відповідає обробці одного зубця.

Підчас робочого ходу чотирьохходовий золотник 12 ввімкнений, і масло від насосу 2 по трубах 32, 33 попадає до циліндра муфти 13, притискає поршень ліворуч, що відповідає швидкості робочого ходу. По закінченні робочого ходу кулачок А через зубчастий сектор відводить стіл.

Надмір масла з поршневої порожнини витискується до баку 1. Одночасно кулачок Б вмикає чотирьохходовий золотник 13. Масло від насосу 1, надходячи до циліндра муфти 13 по трубах 32, 34, переміщує поршень праворуч, що відповідає прискореному холостому ходу.

### **3.3.3.4 Відвід столу**

При переведенні рукоятки в положення «стіл відведений» масло через золотник керування 7 і трубу 25 попадає до штокової порожнини циліндра

столу 2. Відбувається повільний відвід столу, масло з поршневої порожнини через зворотній клапан 9, дросель 10 і золотник керування 7 зливається до баку 1.

### 3.3.3.5 Розтискання виробу

При переведенні рукоятки в положення «виріб відтиснуто» масло через золотник керування 7 і трубу 24 надходить до циліндра затискання 8. Пружина під тиском масла стискається і відбувається відтиск виробу.

### 3.3.3.6 Відлік кількості оброблених зубів

Гідравлічна схема верстата забезпечує можливість відліку кількості оброблених зубців конічного колеса.

Після кожного циклу кулачок Б, встановлений на розподільчому валу, вмикає золотник 14 і масло від насосу по трубах 35, 37 надходить до лівої порожнини циліндра 15, пересовуючи поршень праворуч. При цьому повертається храпове колесо лічильника циклів, відраховуючи кожний оброблений зуб. Після обробки заданої кількості циклів лічильник вимикає верстат.

### 3.3.4 Розрахунок налагодження напівавтомата

Розрахунок налагоджень напівавтомата 5П23БП проводиться на основі інформації, яка міститься в кресленні оброблюваного колеса. Послідовність розрахунку визначається розрахунковою таблицею.

В якості прикладу наводиться розрахунок налагоджень на обробку конкретного конічного колеса (таблиця 3.4 та рисунок 3.5).

Модуль	$m$	15
Число зубь	$z$	40
Тип зуба	-	прямий
Исходный контур	-	ГОСТ 13754-58
Коеф. смещения	$x$	0,34
Угол делит. контура	$\varphi$	$163^{\circ}26'$
Угол конуса впади	$\varphi_i$	$59^{\circ}29'$
Ст. точности по	ГОСТ 1758-56	8-B
Угол конусности зуба	$\delta_x$	$3698'$
Толщина зуба по хорде	$S_x$	$198_{-0,04}$
Высота зуба до хорды	$h_x$	10
Обознач. черт сопряж	шестерни	5П23БП-95-04

Таблиця 3.4 – Вхідні дані і розрахункові формули налагоджень

Основні параметри конічної пари (шестерні і колеса)							
$Z_{iu}$	20	$d_{iu}$	30 мм	$h$	3,3 мм	$\varphi_{eu}$	30°31'
$Z_k$	40	$d_k$	60 мм			$\varphi_{iu}$	24°22'
$m$	1,5 мм	$L$	30,54мм	$b$	8 мм	$\varphi_{ek}$	65°38'
$Z_c$	44,7214	$L_e$	34,54мм			$\varphi_{ik}$	59°29'
Розрахунок числа зубів, що пропускаються $Z_i$				9	$i_{ок} = \frac{3Z_{iu}}{Z_c} = 0.87207$	$\frac{51 \ 43}{47 \ 54}$	
1	$\theta_\varepsilon = \frac{1200}{Z_c}$		27°	10	$i_{дш} = \frac{3Z_{iu}}{Z_{iu}}$	$\frac{54}{40}$	
2	$\cos\theta_{iu} = \frac{\cos\varphi_{eu}}{\cos\varphi_{iu}}$	$\theta_k$	19°	11	$i_{дк} = \frac{3Z_{ik}}{Z_k}$	$\frac{39}{40}$	
3	$\cos\theta_k = \frac{\cos\varphi_{ek}}{\cos\varphi_{ik}}$	$\theta_k$	36°	Розрахунок перевірочних кутів і уточнення зуба			
4	$\theta_u = (2) + 0,5(1)$		33°	12	Лютька $G_L$	20°	
5	$\theta_k = (3) + 0,5(1)$ при $Y_k < 70^\circ$ $\theta_k = 0,8(3) + 0,6(1)$ при $Y_k > 70^\circ$		50°	13	Шестерня $G_L = 20^\circ * \frac{Z_c}{Z_{iu}}$	44°43'	
6	$Z_{iu} = \frac{\theta_u \cdot Z_c}{210} + 2$	Див. пояснення	9	14	Колесо $G_k = 20^\circ * \frac{Z_c}{Z_k}$	22°22'	
7	$Z_{iu} = \frac{\theta_u \cdot Z_c}{210} + 2$		13	15	$\Delta S_2 = 0,003L_e$	0,104	
Змінні шестерні обкатки і ділення				16	$\Delta S_3 = 0,0058tgaL_e$	0,07	
8	$i_{ou} = \frac{3Z_{iu}}{Z_c} = 0.60374$	$\frac{67 \ 41}{50 \ 91}$					

Продовження таблиці 3.4

Вибір різців і їх встановлення				Розрахунок корегування на кут люльки		
17	Модуль різців	15мм	21	$\Delta\theta_u = 0,5[(4) - (1)]$	3°	
18	Кут вхідного контуру	20°	22	$\Delta\theta_k = 0,6[(5) - (4)]$	12°	
19	Розрахунок налагодження механізму гвинтового обертання		Розрахунок кута конусності зуба колеса і шестерні			
	Вибір кулачка для комбінованого нарізування $\nu = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_k}$ колеса $\varepsilon_k$ округлити в більшу сторону і вибрати $N_K$					
	$\nu$	$N_K$				
	0,6	57	23	$\delta_{vui} = \frac{57,296(S/2 + h_{vui} + tg\alpha)}{L_e}$	3°06'	
	0,5	58				
20	$tg\sigma_k = \frac{0,2h+1}{30}$	$\sigma_k$	3°10'	24	$\delta_{vk} = \frac{57,296(S/2 + h_{vk} + tg\alpha)}{L_e}$	3°08'

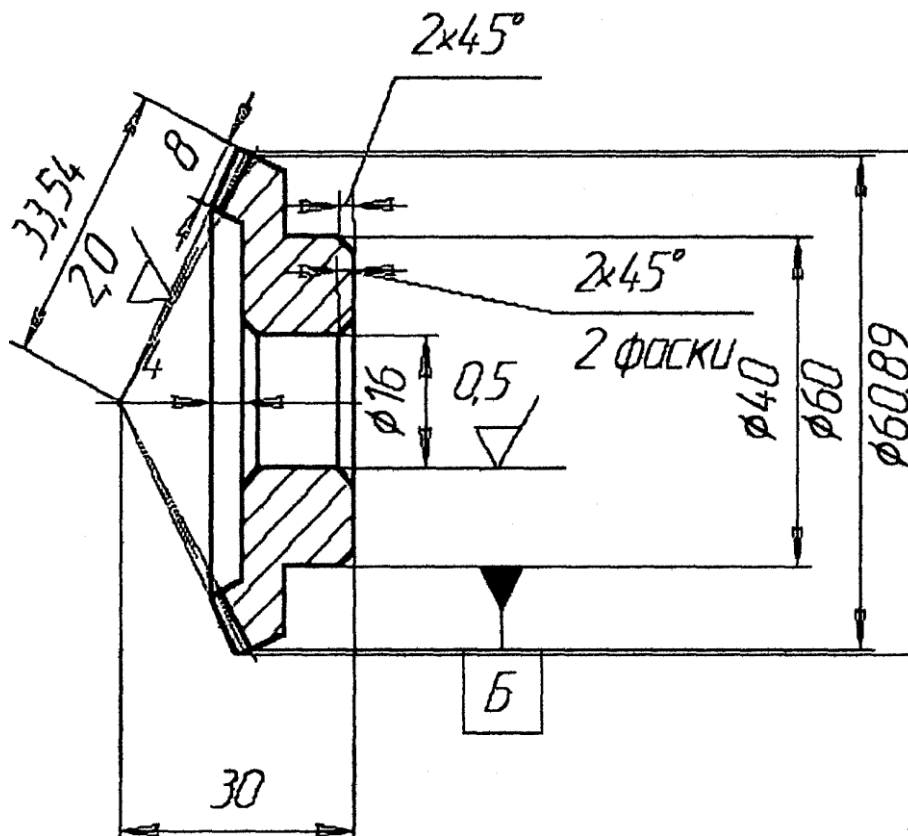


Рисунок 3.5 – Зубчасте колесо, що оброблюється

### 3.3.4.1 Термінологія і умовні позначення, прийняті в розрахунках

$z$  – кількість зубів плоского колеса, яке нарізується;

$z_i$  – кількість зубів, пропущених при діленні;

$z_c$  – кількість зубів плоского колеса;

$d$  – діаметр початкового кола;

$L_l$  – довжина твірної конуса;

$h$  – повна висота зуба;

$h_H$  – висота ніжки зуба;

$S$  – товщина зубця по початковому колу;

$\Delta S_2$  – зміна товщини зуба при зміні кута конусності зуба на  $10'$ ;

$\Delta S_3$  – зміна товщини зуба при зміні кута внутрішнього конуса на  $10'$ ;

$b$  – ширина зубчастого вінця;

$m$  – модуль;

$\varphi$  – кут початкового конуса;

$\varphi_l$  – кут зовнішнього конуса;

$\varphi_i$  – кут внутрішнього конуса;

$\theta$  – повний кут качання колиски;

$\theta_\varepsilon$  – кут качання колиски при обробці профілю;

$\theta'$  – кут качання вище нульової риски шкали установки люльки;

$\Delta\theta$  – поправка на кут качання люльки;

$G$  – перевірочний кут повороту колеса, що нарізається;

$G_l$  – перевірочний кут повороту колиски;

$\sigma$  – кут нахилу пазу гвинтового механізму врізання;

$\alpha$  – кут зчеплення;

$\delta_v$  – кут конусності зуба колеса, що нарізається;

$i_o$  – передаточне відношення змінних шестерень гітари обкатки;

$i_d$  – передаточне відношення змінних шестерень гітари ділення.

Позначення з індексом «ш» відносяться до шестерні, а з індексом «к» до колеса.

### 3.3.4.2 Пояснення до виконання розрахунків по таблиці 3.4

Результат розрахунків в пунктах 1 ... 5 рекомендовано округляти в більший бік до 1 градуса, а в пунктах 6, 7 до найближчого цілого значення, що не має загальних множників з кількістю зубців оброблюваного колеса.

В пунктах 8, 9 передаточне відношення змінних шестерень гітари обкатки вибирається приблизно при абсолютній помилці не більше 0,0001.

При підборі змінних шестерень бажано використовувати шестерні із наданого до верстату комплекту. До верстату завод-виробник надає шестерні з кількістю зубів 24, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 82, 83, 86, 89, 90, 91, 93, 94, 97, 100, 104, 109, 116.



Гітара обкатки забезпечує встановлення змінних шестерень за умовами, які наведені на рисунку 3.6.

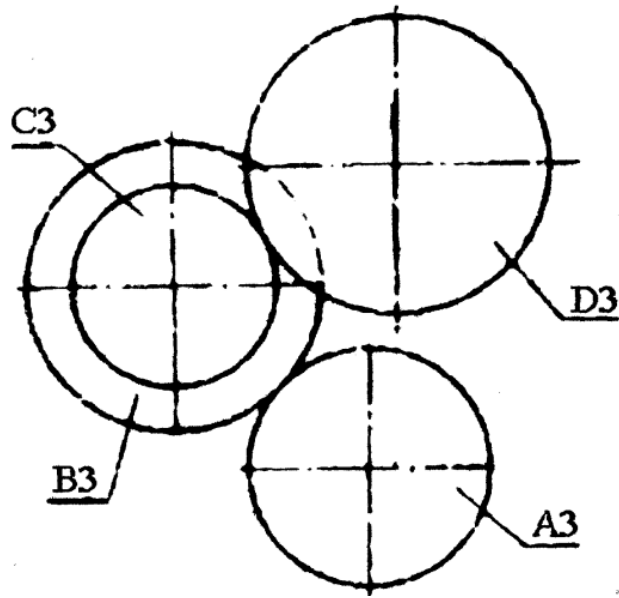


Рисунок 3.6 – Ескіз встановлення змінних шестерень гітари обкатки

$$D_{3\max} = 100, A_3 + B_{3\max} = 160, A_3 + B_{3\min} = 90,$$

$$C_3 + D_{3\max} = 170, C_3 + D_{3\min} = 100.$$

В пунктах 10, 11 змінні шестерні гітари поділу можна вибрати з таблиці 3.5. Формули наведені для тих випадків, коли потрібні змінні шестерні, задіяні на гітарі обкатки. Необхідно пам'ятати, що наближений підбір змінних шестерень гітари поділу неможливий.

Таблиця 3.5 – Змінні шестерні гітари руху

Z/Z <sub>i</sub>	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20			$\frac{42}{40}$		$\frac{54}{40}$		$\frac{66}{40}$		
21				$\frac{48}{42}$		$\frac{60}{42}$	$\frac{66}{42}$		
22			$\frac{42}{44}$		$\frac{54}{44}$				$\frac{39}{44} \frac{60}{30}$
23			$\frac{42}{46}$	$\frac{48}{46}$	$\frac{54}{46}$	$\frac{60}{46}$	$\frac{66}{46}$		
24			$\frac{42}{48}$				$\frac{66}{48}$		
25			$\frac{42}{50}$	$\frac{48}{50}$	$\frac{54}{50}$		$\frac{66}{50}$		

Продовження таблиці 3.5

Z/Z <sub>i</sub>	5	6	7	8	9	10	11	12	13
26			$\frac{42}{52}$		$\frac{54}{52}$		$\frac{66}{52}$		
27			$\frac{42}{54}$	$\frac{48}{54}$		$\frac{60}{54}$	$\frac{66}{54}$		
28					$\frac{54}{56}$		$\frac{66}{56}$		$\frac{39}{56}$ $\frac{80}{40}$
29			$\frac{42}{48}$	$\frac{48}{58}$	$\frac{54}{58}$	$\frac{60}{58}$	$\frac{66}{58}$	$\frac{36}{58}$ $\frac{80}{40}$	
30			$\frac{42}{60}$				$\frac{66}{60}$		$\frac{39}{30}$
31		$\frac{36}{62}$	$\frac{42}{62}$	$\frac{48}{62}$	$\frac{54}{62}$	$\frac{60}{62}$	$\frac{66}{62}$	$\frac{36}{31}$	
32			$\frac{42}{64}$		$\frac{54}{64}$		$\frac{66}{64}$		$\frac{39}{64}$ $\frac{80}{40}$
33			$\frac{42}{66}$	$\frac{48}{66}$		$\frac{30}{33}$			$\frac{39}{33}$
34			$\frac{42}{68}$		$\frac{54}{68}$		$\frac{33}{34}$		$\frac{39}{34}$
35		$\frac{36}{70}$		$\frac{48}{70}$	$\frac{54}{70}$		$\frac{66}{70}$	$\frac{36}{70}$ $\frac{80}{40}$	
36			$\frac{42}{72}$				$\frac{66}{72}$		$\frac{39}{36}$
37		$\frac{36}{74}$	$\frac{42}{74}$	$\frac{48}{74}$	$\frac{54}{74}$	$\frac{30}{37}$	$\frac{33}{37}$	$\frac{36}{37}$	$\frac{39}{37}$
38			$\frac{72}{76}$		$\frac{54}{76}$		$\frac{66}{76}$		$\frac{39}{76}$ $\frac{80}{40}$
39			$\frac{42}{78}$	$\frac{48}{78}$		$\frac{30}{39}$	$\frac{33}{39}$		
Z/Z <sub>i</sub>	5	6	7	8	9	10	11	12	13
40			$\frac{42}{80}$		$\frac{54}{80}$		$\frac{33}{40}$		$\frac{39}{80}$ $\frac{60}{30}$
41		$\frac{36}{82}$	$\frac{42}{82}$	$\frac{48}{82}$	$\frac{54}{82}$	$\frac{30}{41}$	$\frac{33}{41}$	$\frac{36}{41}$	$\frac{39}{41}$
42							$\frac{33}{42}$		$\frac{39}{42}$
43			$\frac{42}{86}$	$\frac{48}{86}$	$\frac{54}{86}$	$\frac{30}{43}$	$\frac{33}{43}$	$\frac{36}{43}$	$\frac{29}{43}$
44			$\frac{42}{43}$ $\frac{30}{60}$		$\frac{54}{44}$ $\frac{30}{60}$				$\frac{39}{44}$

Продовження таблиці 3.5

Z/Z <sub>i</sub>	5	6	7	8	9	10	11	12	13
45			$\frac{42}{90}$	$\frac{48}{90}$			$\frac{66}{90}$		$\frac{78}{90}$
46			$\frac{42\ 30}{46\ 60}$		$\frac{54\ 30}{46\ 60}$		$\frac{33}{46}$		
47		$\frac{36}{94}$	$\frac{42}{94}$	$\frac{48}{94}$	$\frac{54}{94}$	$\frac{40}{47}$	$\frac{33}{47}$		
48			$\frac{42\ 30}{48\ 60}$				$\frac{33}{48}$		$\frac{39}{48}$
49		$\frac{36\ 40}{70\ 56}$		$\frac{48\ 40}{70\ 56}$	$\frac{40\ 54}{56\ 70}$	$\frac{40\ 60}{56\ 70}$	$\frac{40\ 66}{56\ 70}$		
50			$\frac{42}{100}$		$\frac{54}{100}$		$\frac{33}{100}$		
51			$\frac{42\ 40}{68\ 60}$	$\frac{48\ 40}{68\ 60}$		$\frac{60\ 40}{68\ 40}$	$\frac{66\ 40}{68\ 60}$		
52			$\frac{42\ 30}{52\ 60}$		$\frac{54\ 30}{52\ 60}$		$\frac{66\ 30}{52\ 60}$		
53			$\frac{42\ 30}{53\ 60}$	$\frac{48\ 30}{33\ 60}$	$\frac{54\ 30}{53\ 60}$	$\frac{60\ 30}{53\ 60}$	$\frac{30\ 66}{53\ 60}$	$\frac{36}{53}$	
54			$\frac{42\ 30}{54\ 60}$				$\frac{33}{54}$		
55		$\frac{45\ 36}{66\ 75}$	$\frac{42\ 36}{66\ 60}$	$\frac{48\ 36}{66\ 60}$	$\frac{54\ 36}{66\ 60}$			$\frac{66\ 48}{44\ 60}$	
56					$\frac{54\ 30}{56\ 60}$		$\frac{33}{56}$		$\frac{39}{56}$
57			$\frac{30\ 56}{76\ 60}$	$\frac{40\ 60}{76\ 75}$		$\frac{40}{76}$	$\frac{44}{76}$		$\frac{52}{76}$
58			$\frac{30\ 42}{58\ 60}$		$\frac{30\ 54}{58\ 60}$		$\frac{33}{58}$		$\frac{39}{58}$
59		$\frac{30\ 36}{59\ 60}$	$\frac{30\ 42}{59\ 60}$	$\frac{30\ 48}{59\ 60}$	$\frac{30\ 54}{59\ 60}$	$\frac{30}{59}$	$\frac{33}{59}$	$\frac{36}{59}$	

В пунктах 23, 24 кут конусності зуба розраховується лише в тих випадках, коли він не вказаний на кресленнях коліс, що нарізуються.

Після виконання розрахунків в обсязі, передбаченому таблицею 3.4, заповнюється карта налагоджень, відповідно якій і буде налагоджено напівавтомат. В таблиці 3.6 наданий ключ до заповнення карти налагоджень. В кожену клітину карти налагоджень записується відповідне значення з розрахункової таблиці 3.4. Так, наприклад, запис «таблиця 3.4 – 20» розшифровується як величина, яку необхідно записати з пункту 20 таблиці 3.4.

Таблиця 3.6 – Дані для налагодження

Шестерня	Креслення №	Розрахував	
Колесо	Креслення №	Перевірив	
Основні дані пари, що нарізується		Шестерня	Колесо
1.	Модуль	За кресленням	
2.	Кількість зубів		
3.	Кут початкового профілю		
4.	Висота головки зуба		
5.	Повна висота зуба		
6.	Висота по зубоміру		
7.	Товщина по зубоміру		
Дані для настроювання верстату		Шестерня	Колесо
1.	Способи нарізання		
2.	Кількість проходів		
3.	Величина припуску на другий прохід		
4.	Характеристика різця	Таблиця 3.4-17	Таблиця 3.4-18
5.	Кут конусності зуба	Таблиця 3.4-23	Таблиця 3.4-24
6.	Поправка на кут коливання колиски	Таблиця 3.4-21	Таблиця 3.4-22
7.	Кількість зубів, що пропускаються при діленні	Таблиця 3.4-6	Таблиця 3.4-7
8.	Кут внутрішнього конусу	По кресленню	
9.	Осьове встановлення	Креслення, бурт оправки	
10.	№ кулачка	Таблиця 3.4-19	
11.	Гвинтовий механізм сегменту		Таблиця 3.4-20
12.	Напрямок	Правий	

Продовження таблиці 3.6

13.	Змінні шестерні	Гітара обкатки	Таблиця 3.4-8	Таблиця 3.4-9
14.		Гітара поділу	Таблиця 3.4 -10	Таблиця 3.3-11
15.		Гітара швидкості	Таблиця 3.2	
16.		Гітара подачі	Таблиця 3.3	
17.	Перевірочний кут обкату	Колиска	Таблиця 3.4-12	
18.		Виріб	Таблиця 3.4-13	Таблиця 3.4-14
19.	Зміна товщини зуба при зміні кута конусу впадин на 10 хвилин		Таблиця 3.4-16	
20.	Зміна товщини зуба при зміні кута конусності зуба на 10 хвилин		Таблиця 3.4-15	

### 3.3.5 Налагодження напівавтомата

Налагодження напівавтомата здійснюється на основі креслення деталі і налагоджувальної карти.

#### 3.3.5.1 Встановлення різців на кут конусності зуба

Для встановлення на кут зуба необхідно відтиснути гайки 3 (рисунок 3.7, а) і, повертаючи за квадрат 1, встановити необхідний кут по шкалі 2 і ноніусу. Після проведеного встановлення затягнути гайки.

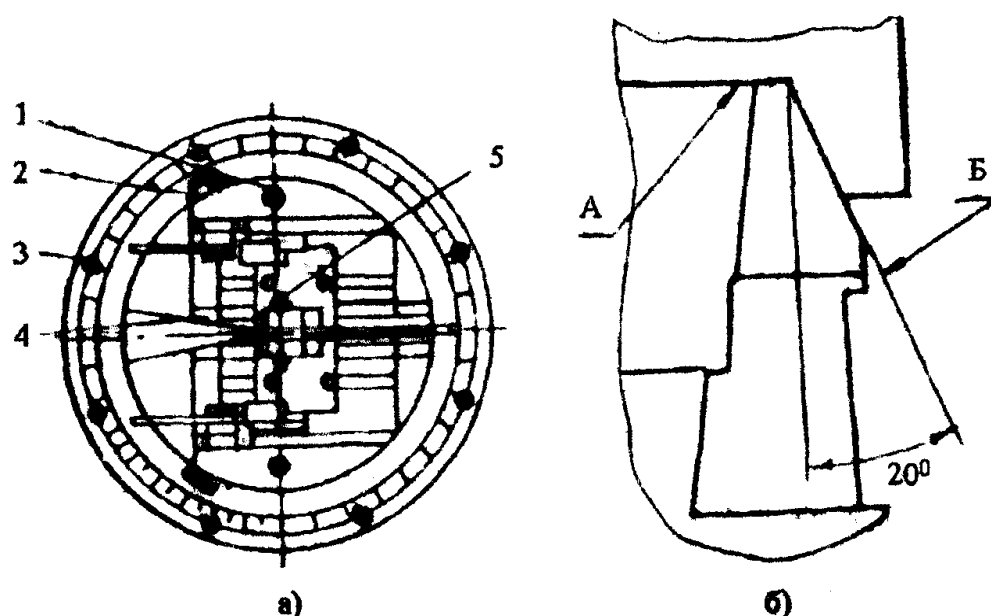


Рисунок 3.7 – Схема встановлення різців на кут зуба та по калібру

### 3.3.5.2 Встановлення різців за калібрами

Встановлення різців здійснюється за установочними калібрами, що забезпечують встановлення різців по довжині, висоті і куту зчеплення. На кронштейні калібру вигравіруваний номер верстата і напис «нижній» чи «верхній», визначаючи для якого різця призначений калібр.

Для встановлення верхнього різця необхідно взяти калібр з гравіруванням «верхній» і встановити його в паз верхнього супорта, підвести до ріжучих кромки різця. Різець повинен одночасно прилягати до площин А і Б, як показано на рисунок 3.7, б.

Перевірку прилягання ріжучої кромки і вершини різця до площини установочного калібру (А і Б) проводять на фарбу чи просвіт. Порядок встановлення нижнього різця аналогічний встановленню верхнього.

При встановленні довжини ходу різців слід мати на увазі, що хід різців повинен бути на 8 мм більше ширини вінця оброблюваної шестерні, причому з боку більшого модуля рекомендований вихід різця – 5 мм, а з боку меншого модуля – 3 мм.

Для встановлення довжини ходу різців необхідно відкрити дверці інструментальної бабки (рисунок 3.8), відвернути гайку 2, розчепити мілкозубу муфту 3, на якій є ділення, що відповідають довжинам ходів різців, повернути муфту на вибрану довжину ходу різців і затягнути гайку 2.

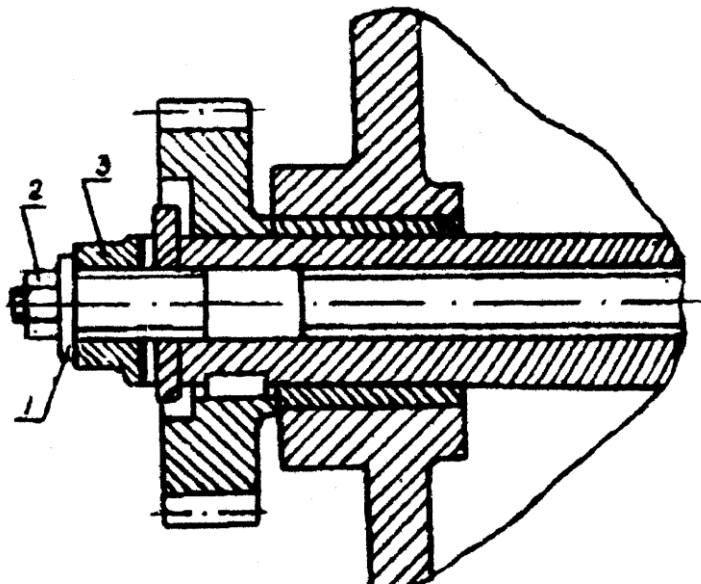


Рисунок 3.8 – Механізм зміни ходу різців

### 3.3.5.3 Встановлення двопрхідного механізму

Встановлення двопрхідного механізму проводиться рукояткою 7 на величину потрібного припуску (рисунок 3.1). Рекомендовані припуски на другий прохід при нарізанні шестерень з цілої заготовки:

для модуля  $m = 1,5$  припуск 0,4 мм;

для модуля  $m = 1$  припуск 0,3 мм;  
для модуля  $m = 0,8$  припуск 0,25 мм;  
для модуля  $m = 0,5$  припуск 0,2 мм.

### 3.3.5.4 Встановлення кута нахилу гвинтового механізму

Встановлення сегменту 1 здійснюється обертанням черв'яка 2 (рисунок 3.9)

Для настроювання механізму врізання необхідно відвести стіл, зупинити верстат і повернути лімба 3 до тих пір, доки він не покаже величину кута нахилу сегменту, вказану в карті налагодження. Правий гвинтовий рух встановлюється за годинниковою стрілкою. За один оберт лімба диск нахляється на кут 4 градуси.

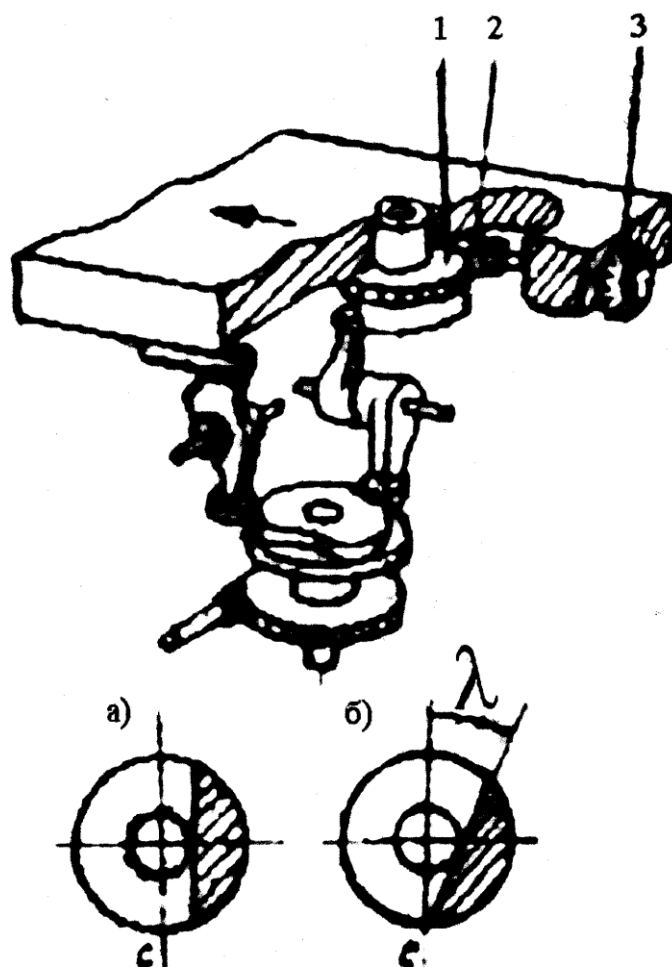


Рисунок 3.9 – Механізм підводу та відводу столу

### 3.3.5.5 Встановлення кута люльки

Відкрити кришку 2 (рисунок 3.1), зняти ведому шестерню гітари обкатки і надіти замість неї на вал спеціальну рукоятку. Обертати рукоятку до тих пір, поки показник на люльці не стане напроти 0 градусів на шкалі кільця стійки.

Надіти ведому шестерню гітари обкатки, слідкуючи за тим, щоб вали не обернулись більш, ніж необхідно для зчеплення шестерень.

### 3.3.5.6 Встановлення змінних шестерень

Згідно карти налагоджень встановити змінні шестерні гітари обкатки, поділу, подачі, швидкості різання.

### 3.3.5.7 Встановлення кута внутрішнього конусу

Для встановлення бабки виробу під кутом внутрішнього конусу колеса, що нарізається, слід звільнити гайки 1 (рисунок 3.10) поворотної плити. Повернути бабку виробу на кут, вказаний в карті налагоджень. Відлік кута проводиться по шкалі 1 ноніуса 2.

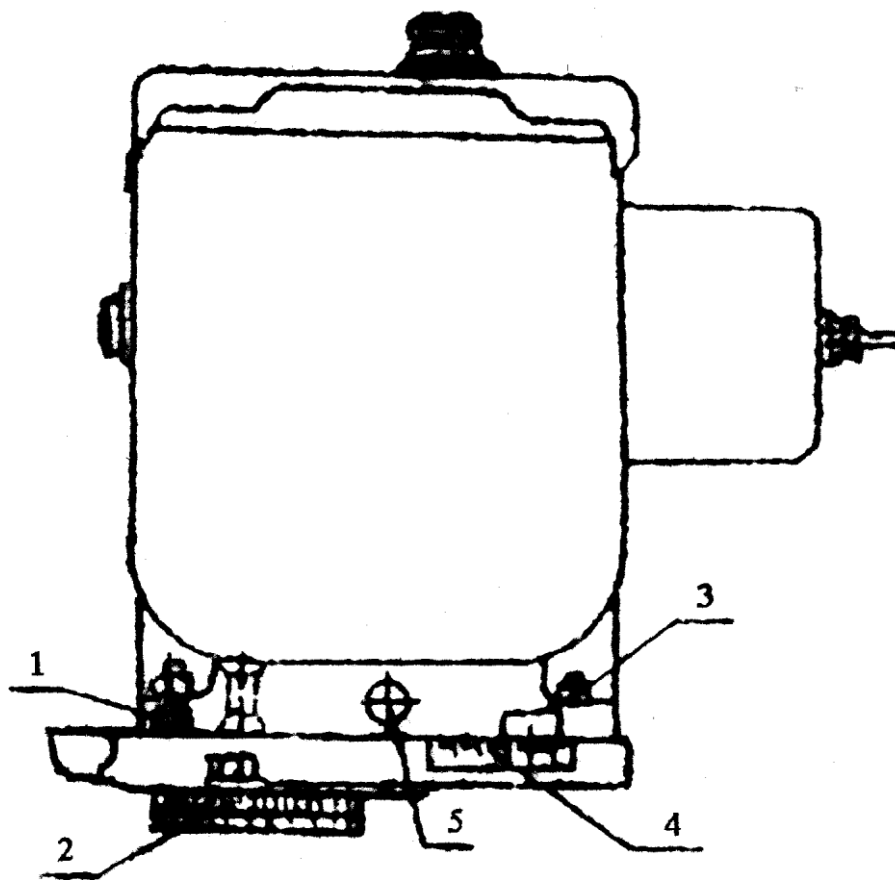


Рисунок 3.10 – Бабка виробу

### 3.3.5.8 Осьове встановлення

При осьовому встановленні потрібно з креслення деталі взяти розмір «А» та додати до нього розмір «В» (рисунок 3.11). Розмір «В» як правило клеймується на оправці.



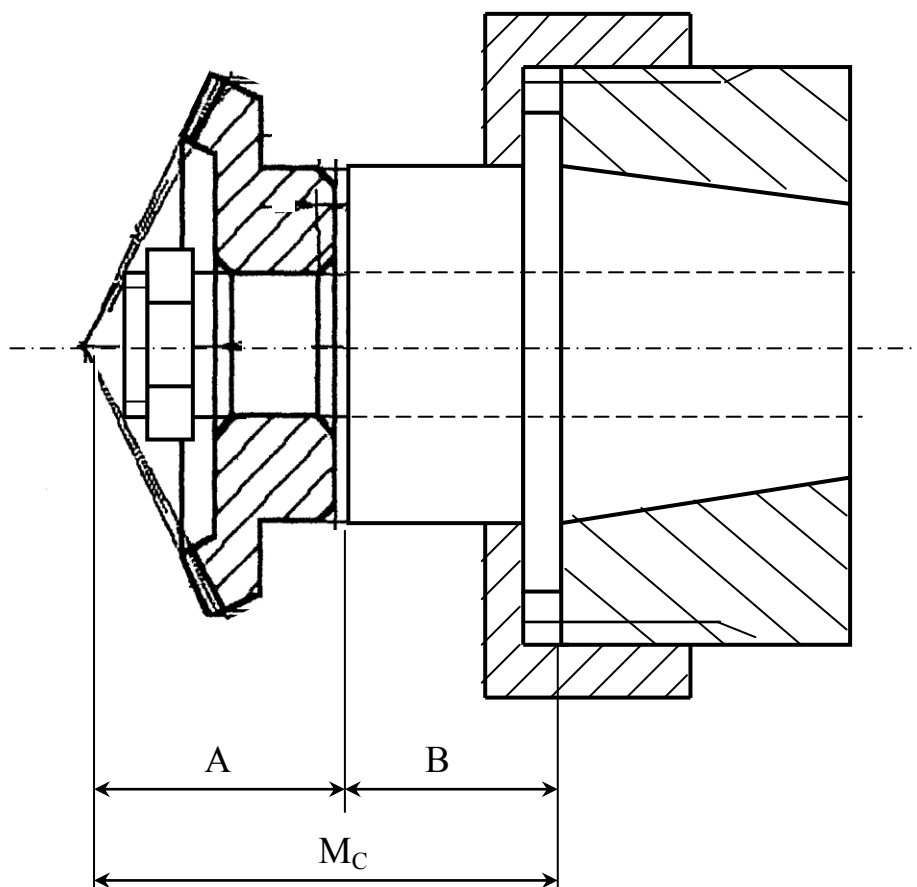


Рисунок 3.11 – Оправка

Отриманий розмір  $M_C$  потрібно встановити по шкалі 4 (рисунок 3.10), для чого вивільнити чотири гайки 3 та, обертаючи за вал 5, переміщувати бабку виробу.

### 3.3.5.9 Перевірка правильності набору змінних шестерень гітар поділу і обкатки

Повернути вручну спеціальним ключем валик X (рисунок 3.3) до положення, коли показник шкали обкатної люльки при робочому ході покаже яке-небудь ціле значення. Поставити ноніус шкали шпинделя бабки виробу на нуль. Повернути вручну обкатну люльку від відміченого положення на кут  $G_{л.}$ . Кут повороту шпинделя бабки виробу при цьому повинен дорівнювати  $G$ . В разі неспівпадання кута з розрахунковим, слід перевірити набір змінних шестерень поділу і обкатки.

## 3.4 Послідовність виконання роботи

- 1) Вивчити безпосередньо на робочому місці в лабораторії розділи 3.1–3.4.
- 2) Виконати розрахунки налагодження верстата відповідно з завданням (заповнити розрахункову таблицю).

- 3) Заповнити карту налагодження верстата.
- 4) Виконати налагодження верстата за картою налагодження.
- 5) Нарізати зуби конічної прямозубої шестерні.
- 6) Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.

### **3.5 Зміст звіту**

Звіт лабораторної роботи повинен відповідати стандарту підприємства та містити:

- 1) Назва роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Скорочений опис напівавтомата (з рисунком 3.1)
- 4) Кінематика верстата (рисунок 3.3 з скороченим описом всіх кінематичних ланцюгів).
- 5) Креслення колеса, яке буде обробляться (на форматі А4).
- 6) Початкові дані та результати розрахунків (таблиці 3.4 та 3.5).
- 7) Висновки по роботі.

## 4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

### ТОКАРНІ АВТОМАТИ ТА НАПІВАВТОМАТИ

#### 4.1 Мета роботи

Мета лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Ознайомитись з зовнішнім видом, призначенням та основними частинами токарних автоматів та напівавтоматів.
- 2) Вивчити призначення всіх кнопок та рукояток керування верстатів.
- 3) Вивчити призначення та дію всіх механізмів верстата.
- 4) Ознайомитись з налагодженням токарних автоматів та напівавтоматів на обробку конкретних деталей.
- 5) Вивчити токарний багатошпindelний напівавтомат моделі 1А240П-6 і отримати практичні навички по налагодженню токарних автоматів.
- 6) Вивчити токарно-револьверний верстат моделі 1К341.

#### 4.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати наступне:

- 1) Токарно-револьверний автомат моделі 1К341, токарний 6-шпindelний напівавтомат моделі 1А240П-6.
- 2) Комплекти змінних зубчастих коліс.
- 3) Комплекти ключів.
- 4) Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр.
- 5) Заготовки різних діаметрів (штучні та прутки).

#### 4.3 Теоретичні відомості

##### 4.3.1 Загальні відомості про токарні автомати та напівавтомати

Автоматом називають верстат, який багаторазово робить робочі та допоміжні (холості) рухи вузлів за циклом обробки деталі. Напівавтоматом називають верстат, що працює за автоматичним циклом, але частина допоміжних операцій виконується вручну. Токарні автомати та напівавтомати використовують для обробки деталей складної форми з прутка та штучних заготовок (рисунок 4.1). Обробку деталей на цих верстатах здійснюють декількома інструментами, які встановлюють на супортах та в спеціальних пристроях. Високої продуктивності токарних автоматів та напівавтоматів досягають завдяки автоматизації робочих та холостих ходів або їхньому сполученню. Але переналагодження автоматів та напівавтоматів при переході на обробку нової деталі пов'язані з витратою часу, тому їх застосовують у масовому, великосерійному та при добірці однотипних деталей у серійному виробництвах.

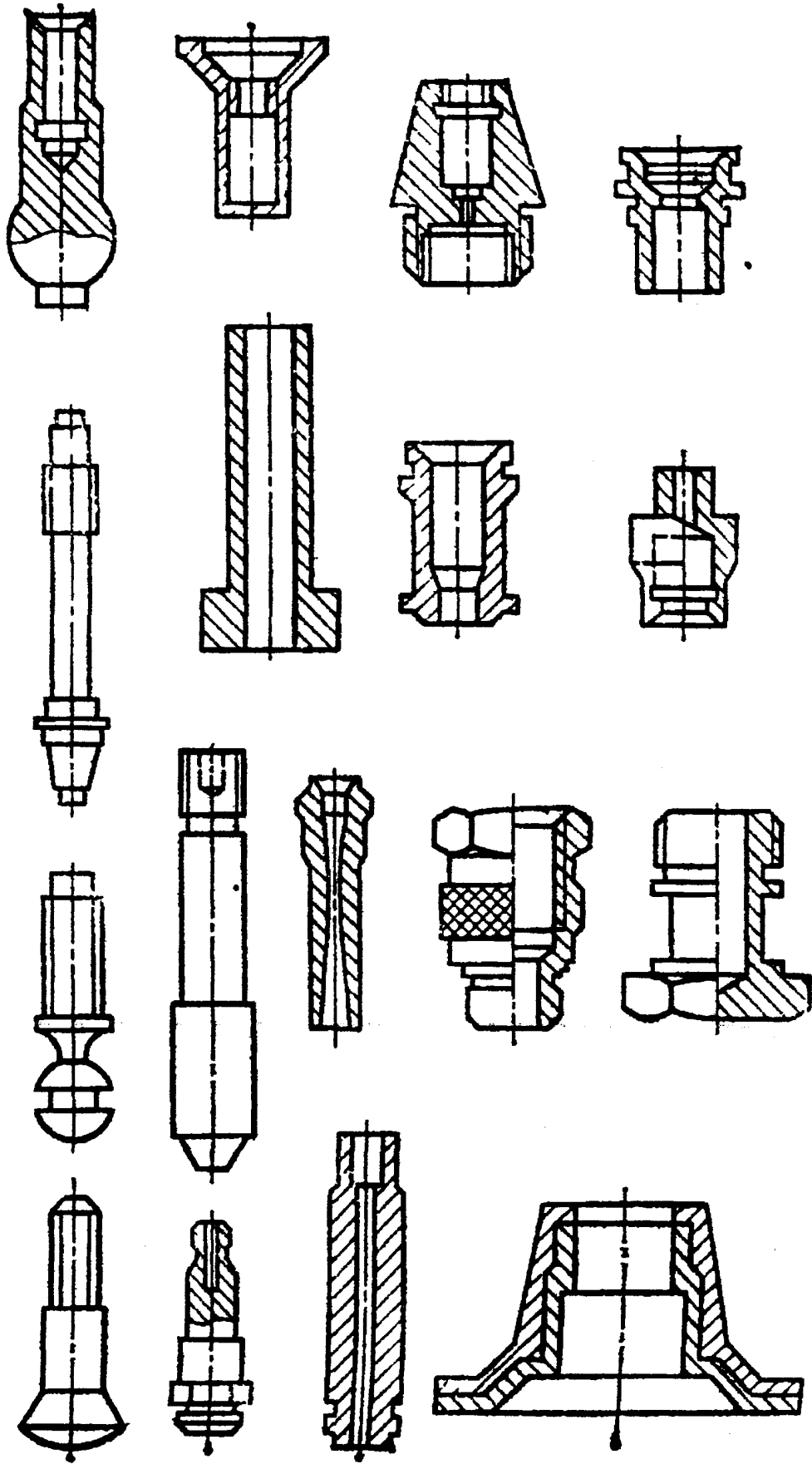


Рисунок 4.1 – Деталі, які оброблюються на автоматах та напівавтоматах

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

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

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

послідовна револьверна – обробка здійснюється послідовно рядом інструментів.

Застосовуються наступні найважливіші типи автоматичних токарних верстатів (рисунок 4.2):

А. Одношпиндельні автомати:

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

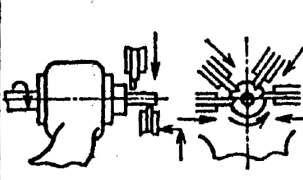
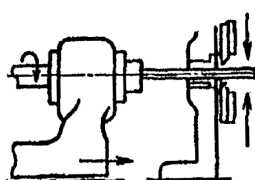
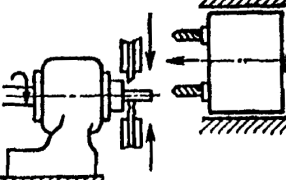
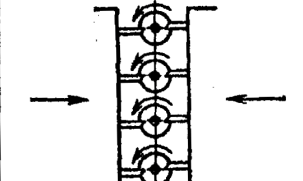
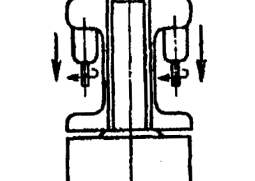
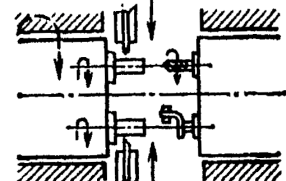
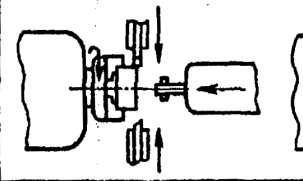
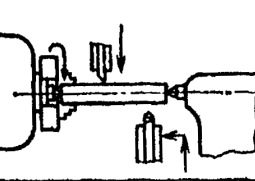
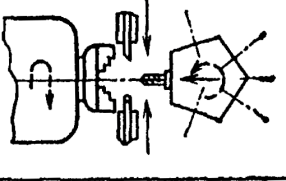

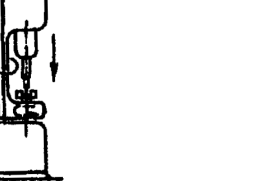
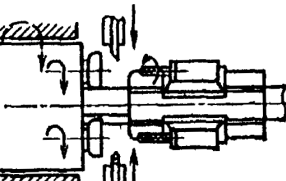
Тип верстата		Вид роботи		
		Фасонно-відрізні	Поздовжньо-фасонні	Послідовно-револьверні
Автомати	Одношпиндельні			
	Багатошпиндельні			
Напівавтомати	Одношпиндельні			
	Багатошпиндельні			

Рисунок 4.2 – Класифікація автоматів та напівавтоматів

**Б.** Одношпиндельні напівавтомати:

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

**В.** Багатошпиндельні пруткові автомати:

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

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

**Г.** Багатошпиндельні напівавтомати:

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

### 4.3.2 Токарно-револьверний автомат моделі 1К341

#### 4.3.2.1 Кінематична схема верстата. Основні механізми і рухи верстата

Кінематична схема верстата наведена на рисунку 4.3.

З лівого боку станини на передньому стояку встановлений шпиндельний блок 2 із шістьма шпинделями ХХІІ. Праворуч розташований задній стояк, який з'єднаний з переднім стояком траверсою і утворює жорстку раму. Всередині рами розташовані затискні патрони для оброблюваного матеріала, поперечні і поздовжній супорт 27 для встановлення на них різноманітних інструментів і пристроїв. Кожна позиція шпинделів обслуговується поздовжнім та поперечним супортами. Дві верхні позиції можуть оснащуватись додатковими пристроями, що мають незалежну подачу. В п'яти позиціях поздовжнього супорта можуть бути встановлені пристрої для свердел, розверток, різьбових плашок та ін.

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

#### *Аналіз кінематичної схеми автомата*

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

$$1450 \frac{230}{330} \frac{48}{57} \frac{a}{b} \frac{c}{d} \frac{48}{36} = n_{um} \quad (4.1)$$

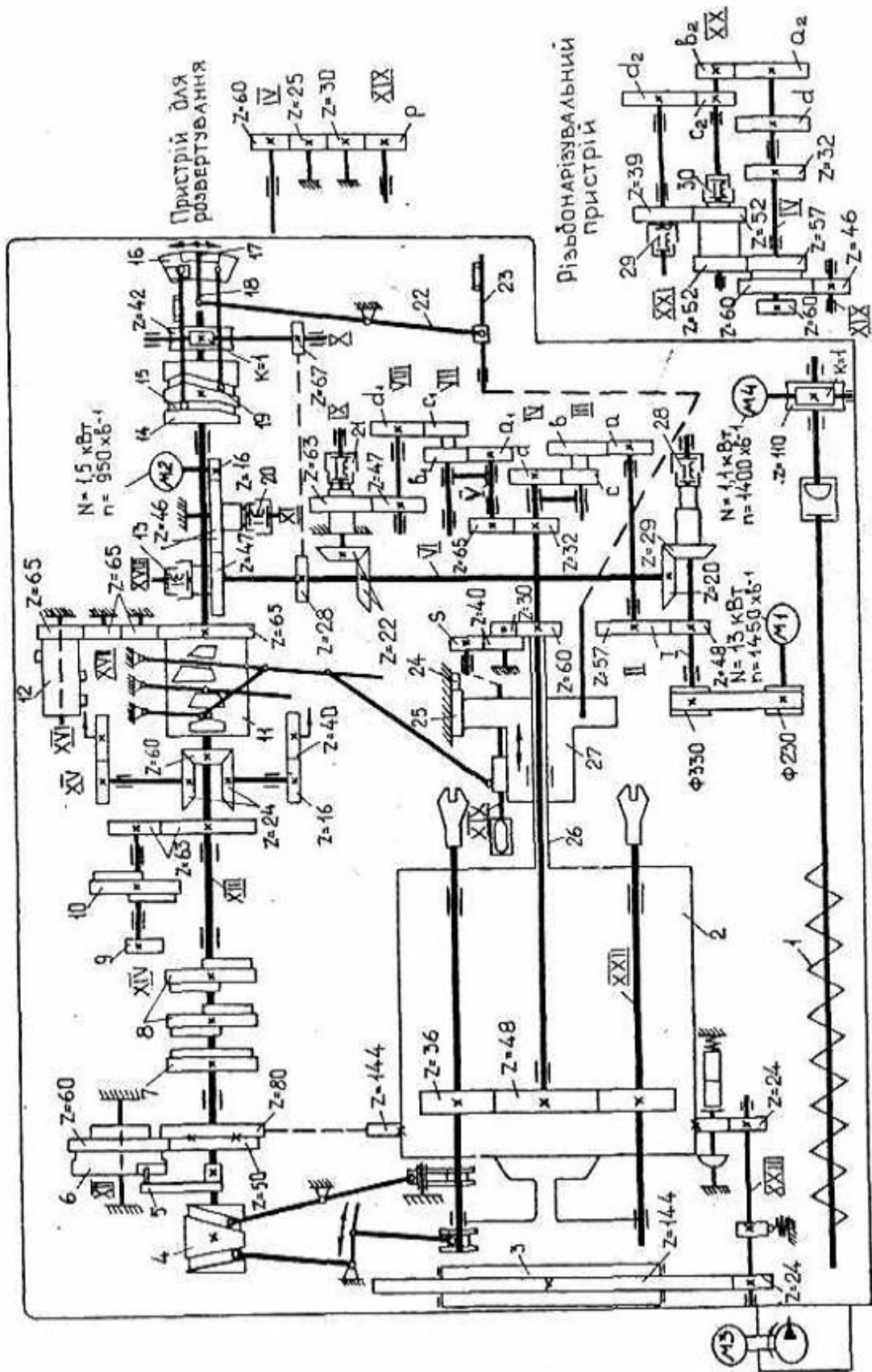


Рисунок 4.3 – Кінематична схема горизонтального шестишпиндельного автомата ІК341

### Ланцюги обертання розподільного вала:

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

Рівняння кінематичного балансу:

$$1450 \frac{230}{330} \frac{48}{57} \frac{a}{b} \frac{c}{d} \frac{32}{65} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{47}{63} \frac{22}{22} \frac{28}{67} \frac{1}{42} = n_{p.v.роб.} \quad (4.2)$$

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

Рівняння кінематичного балансу:

$$1450 \frac{230}{330} \frac{29}{20} \frac{28}{67} \frac{1}{42} = n_{p.v.нероб.} \quad (4.3)$$

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

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$950 \frac{16}{46} \frac{46}{47} \frac{28}{67} \frac{1}{42} = n_{p.v.налаг.} \quad (4.4)$$

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

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

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

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

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

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



переставляється при налагодженні куліси і закріплюється в положенні, яке відповідає потрібному робочому ходу супорта.

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

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

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

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ун} = \frac{36}{48} \frac{60}{30} \frac{40}{S} = n_{св.}, \quad (4.5)$$

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

Звідси

$$n_{св.} = \frac{60}{S} n_{ун.} \quad (4.6)$$

Відносна частота обертання заготовки і свердлильного шпинделя

$$n_{від.} = n_{ун.} + n_{св.} = n_{ун.} + \frac{60}{S} n_{ун.} = n_{ун.} \left( 1 + \frac{60}{S} \right) \quad (4.7)$$

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

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ун} = \frac{36}{48} \frac{60}{25} \frac{25}{30} \frac{30}{p} = n_{роз.}, \quad (4.8)$$

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

Звідси

$$n_{роз.} = 45 n_{ун.} / p \quad (4.9)$$

Відносна частота обертання заготовки і шпинделя розвертки:

$$n_{від.} = n_{ун.} - n_{роз.} = n_{ун.} - \frac{45}{p} n_{ун.} = n_{ун.} \left( 1 - \frac{45}{p} \right) \quad (4.10)$$

**Пристрій для нарізування різьби.** Різьбонарізні операції виконуються головками, що самі відкриваються, або з використанням методу обгону, що

допомагає обійтись без реверсування шпинделя заготовки. Суть методу полягає в тому, що заготовка і інструмент обертаються в один бік, але відносна швидкість їх обертання різна: швидкість обертання заготовки постійна, а інструмента – змінюється. При нарізуванні різьби інструмент обертається повільніше від заготовки і остання буде вгвинчуватись в інструмент. При вигвинчуванні інструмента різьбонарізний шпиндель обертається швидше за обертання заготовки.

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

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ум} \frac{36}{48} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \frac{39}{52} \frac{52}{57} \frac{60}{46} = n_{нар}. \quad (4.11)$$

Звідси формула настроювання

$$\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{n_{нар.}}{n_{ум.} \cdot 0,67}, \quad (4.12)$$

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

Відносна частота обертання заготовки і різьбонарізного інструмента:

$$n_{від.} = n_{ум.} - n_{нар.} = n_{ум.} - n_{ум.} \cdot 0,67 \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = n_{ум.} \left( 1 - 0,67 \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \right) \quad (4.13)$$

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

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ум} \frac{36}{48} \frac{a_2}{b_2} \frac{52}{57} \frac{60}{46} = n_{виг.} \quad (4.14)$$

Звідси 
$$n_{виг.} = 0,895 \frac{a_2}{b_2} n_{ум.}, \quad (4.15)$$

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

$$n_{від.} = n_{ум.} - n_{виг.} = n_{ум.} - n_{ум.} \cdot 0,895 \frac{a_2}{b_2} = n_{ум.} \left( 1 - 0,895 \frac{a_2}{b_2} \right). \quad (4.16)$$

Передавальне відношення змінних зубчастих коліс підбирають так, щоб  $0,895 \frac{a_2}{b_2} > 1$ . Отже, відносну частоту обертання отримуємо зі знаком

мінус. При цьому різьбонарізний шпindel обертається швидше ніж шпindel з деталлю, на якій нарізана різьба, що і необхідно для вигвинчування інструмента.

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

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

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

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

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

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

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

### **4.3.3 Горизонтальний 6-шпindelний токарний напівавтомат моделі 1А240П-6**

#### **4.3.3.1 Призначення верстата**

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

На верстаті можуть виконуватись обточування, свердління, розвертання, нарізання різьб та інші операції. В п'яти робочих позиціях одночасно обробляються п'ять заготовок, які розташовані в патронах шпindelів.

Шпindelний барабан періодично повертається на кут шістдесят градусів та кожний зі шпindelів з розташованою в ньому заготовкою переходить в

наступну позицію обробки. Зняття готової деталі відбувається в позиції 6 – завантажувальній, після чого встановлюється нова заготовка.

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

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

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

Налагодження частот обертання шпинделя верстата, інструментальних шпинделів й привода подач здійснюється змінними шестернями. Затиск деталі – гідромеханічний.

#### **4.3.3.2 Основні частини та органи керування верстата**

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

Основним вузлом верстата (рисунок 4.4) є шпиндельний блок 1, у якому змонтовані шпинделі 2 із заготовками 3. Шпиндельний блок може періодично повертатися, і шпинделі будуть при цьому займати визначене положення. Кожному положенню шпинделів відповідає номер позиції. Наприклад, положення шпинделя, який знаходиться ліворуч внизу – I позиція, праворуч внизу – II позиції і т.д. Кожному положенню шпинделя відповідає визначена операція технологічного процесу виготовлення даної деталі. Таким чином, кожен шпиндель внаслідок періодичного повороту блоку послідовно займає I, II, III та IV позиції.

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

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

Припустимо, що нам необхідно виготовити деталь, показану на рисунку 4.4, праворуч. Процес обробки відбувається в такій послідовності. У I позиції пруток подається до упора та затискається, а потім різцем поперечного супорта прорізається канавка. Після цього відбувається поворот блоку, і шпиндель із

заготовкою попадає в II позицію, де різцем другого поперечного супорта обробляється зовнішня поверхня. Знову поворот блоку, і деталь опиняється в III позиції, там свердлом, яке встановлене у поздовжньому супорті, свердлиться отвір. В IV позиції, куди заготовка попадає після чергового повороту блоку, відбувається відрізка готової деталі. Механізм фіксації блоку повинний працювати точно, щоб осі шпинделів у кожній позиції займали строго визначене положення.

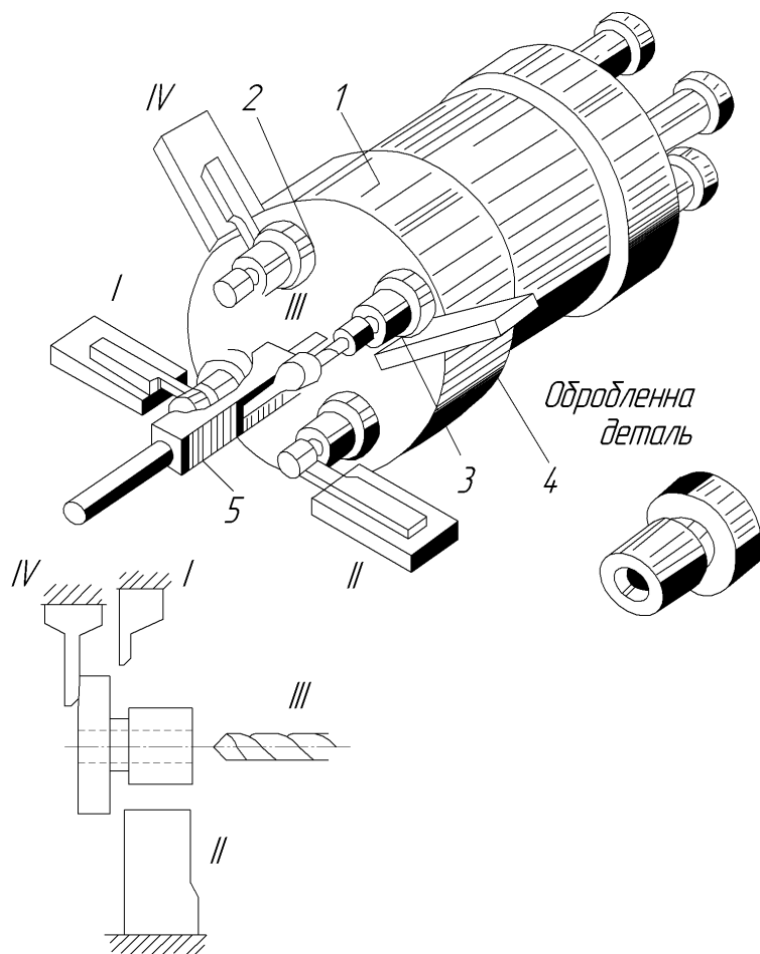


Рисунок 4.4 – Схема обробки деталі на багатшпиндельному напівавтоматі

Основні частини верстата (рисунок 4.5):

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

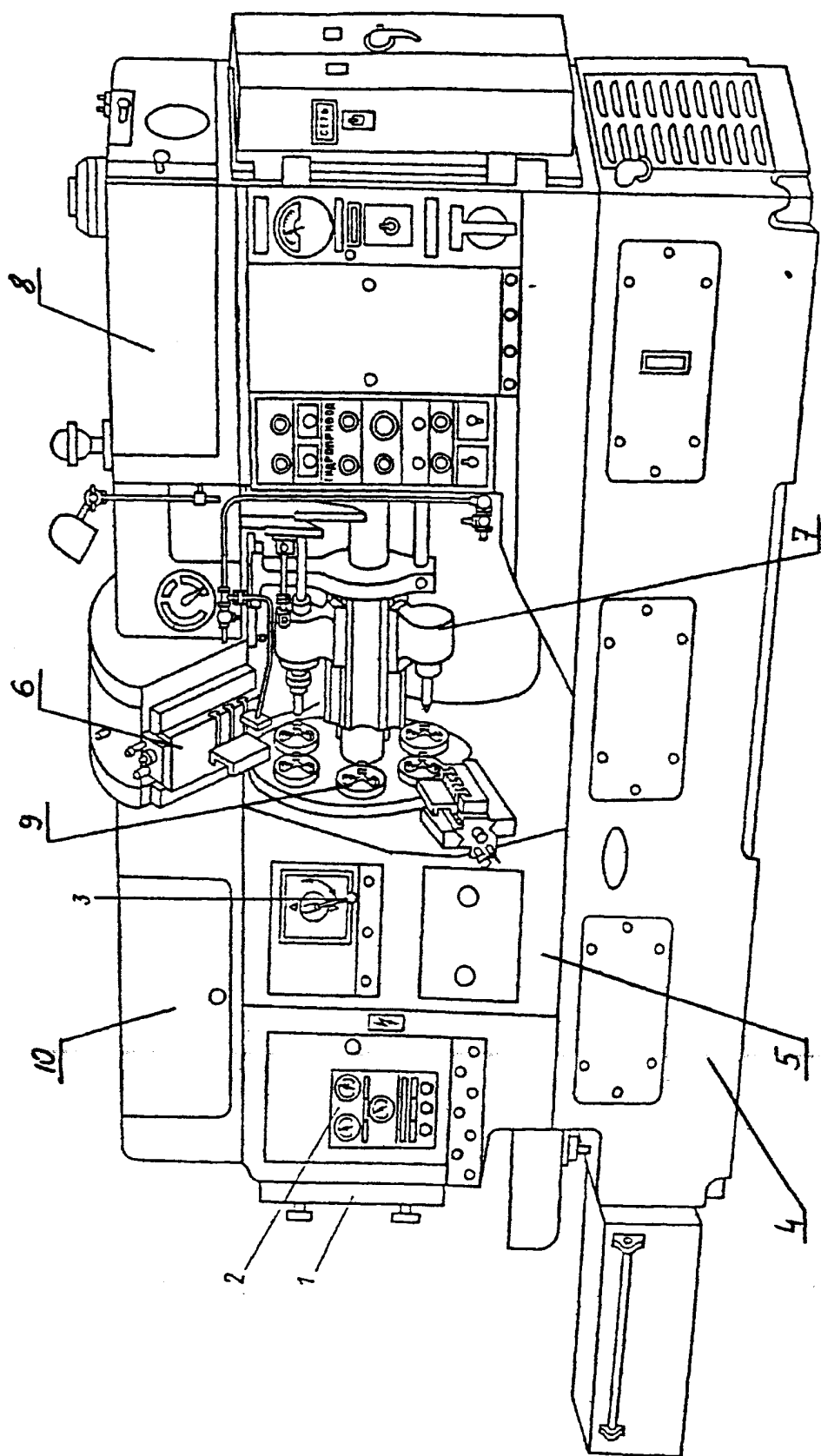


Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд горизонтального 6-шпindelного напівавтомата моделі 1А240П-6

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

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

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

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

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

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

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

Зліва від верстата знаходиться ящик зі стружкою.

#### 4.3.3.3 Технічна характеристика верстата

Найбільший діаметр заготовки:

над поздовжнім супортом, мм ..... 130

над поперечним супортом, мм ..... 150

Найбільша довжина обробки, мм ..... 160

Хід поздовжнього супорту:

загальний, мм ..... 180

робочий, мм ..... 0 – 160

Хід поперечних супортів:

підхід, мм ..... 30

1; 2; 3 позицій робочий, мм ..... 0 – 40

підхід, мм ..... 30

4; 5 позицій робочий, мм ..... 0 – 65

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

#### 4.3.3.4 Спрощена схема

Спрощена кінематична схема наведена на рисунку 4.6.

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

$$N_{ун} = 1450 \cdot \frac{230}{330} \cdot 0,98 \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{B}{Г} \cdot \frac{45}{40}. \quad (4.17)$$

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

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

$$N_{ц.р.в.} = 1450 \cdot \frac{230}{330} \cdot \frac{31}{28} \cdot (4ЭМ) \cdot \frac{28}{67} \cdot \frac{1}{42}. \quad (4.18)$$

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



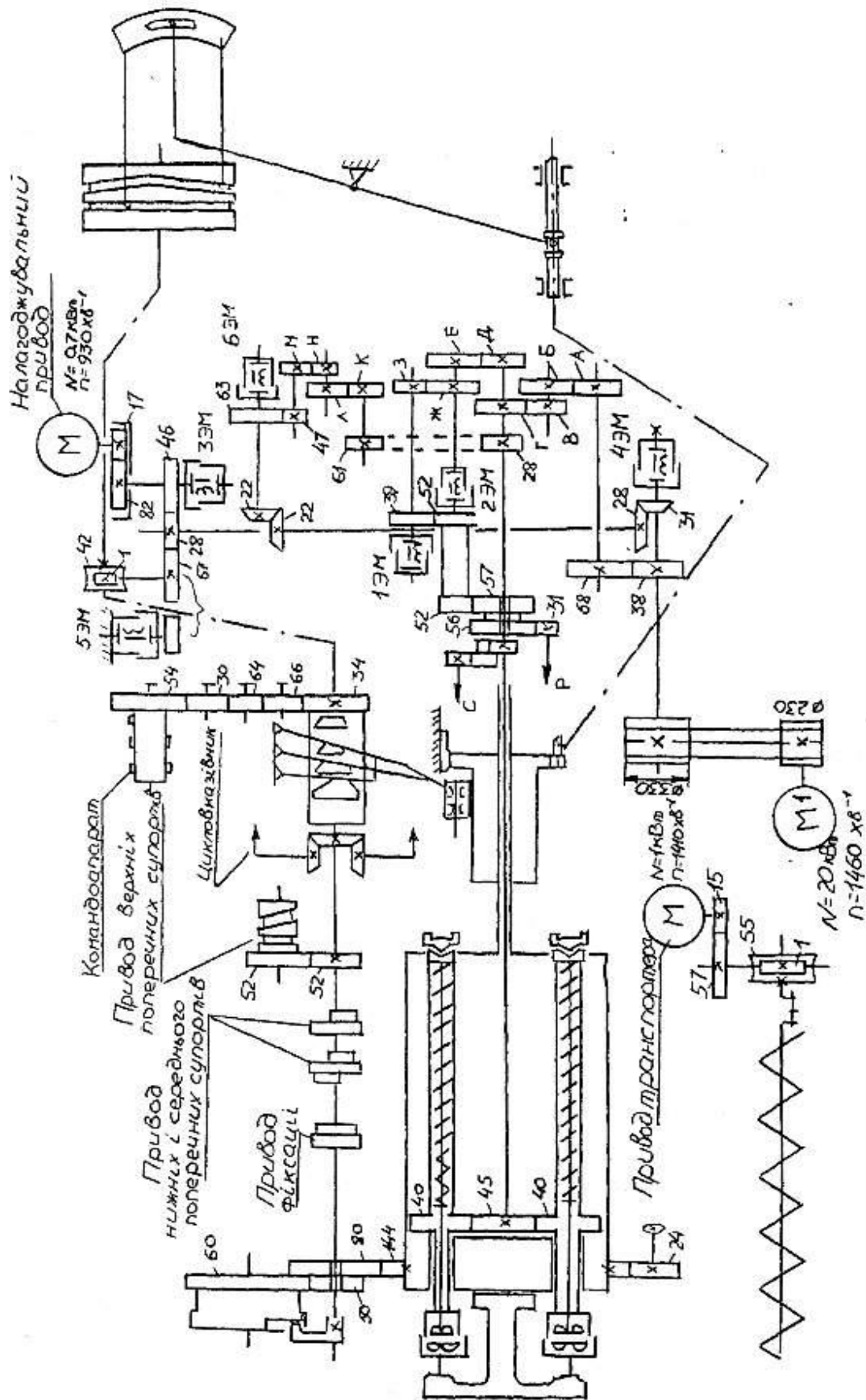


Рисунок 4.6 – Кінематична схема багатопшндельного напівавтомата

#### 4.4 Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу виконують в такій послідовності:

- 1) Вивчити будову та органи керування верстата.
- 2) Ознайомитись з налагодженням верстатів на обробку заданої деталі.
- 3) Накреслюються ескізи деталі і заготовки

Ескіз деталі.

Ескіз заготовки.

Матеріал деталі СЧ 15-32.

- 4) Складається план обробки деталі по позиціях

I .....  
 II .....  
 III .....  
 IV .....  
 V .....  
 VI .....

- 5) Заповнюється карта налагодження верстата в такій послідовності

Приклад карти налагодження наведено в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Карта налагодження

		Колеса						
		<u>А В</u> Б Г			<u>К Н</u> Л М			
Кут		Робочого ходу – 145°. Допоміжних ходів – 215°.						
Час		Робочого ходу $t =$						
		Допоміжних ходів = 2,56 с.						
Продуктивність		Циклу $T =$						
		Теоретична						
		Фактична						
Ескіз переходу	Назва супорту	Назва переходу	Довжина обробки, мм	Швидкість різання, м/хв.	Кількість обертів шпинделя на переході, об/хв.	Подача, мм/об.	Потрібна кількість обертів на переході, об.	Хід супорта, мм.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Довжина обробки визначається як сума довжини оброблюваної поверхні і величини врзання і перебігу [14 с. 373...379].

Подача ріжучих інструментів для кожного переходу визначається з [14 с. 39, 40] в залежності від оброблюваного матеріалу ріжучого інструмента і заданої шорсткості обробки. При цьому в випадку наявності багатоінструментальної обробки, подача також, як і швидкість різання, буде визначатись лімітуючим інструментом, тобто інструментом, який допускає найменші величини подачі і швидкості різання.

Швидкість різання для кожного переходу визначається з [14 с. 44...65] в залежності від оброблюваного матеріалу, ріжучого інструмента, глибини різання і подачі. В зв'язку з тим, що частота обертання шпинделів на всіх позиціях однакова, при розрахунку карти налагодження і розрахунку змінних зубчастих коліс А/Б\*В/Г (приводу головного руху) необхідно визначити лімітуючу частоту обертання шпинделя верстата (крім переходів, зв'язаних з різьбонарізанням, розвертуванням і свердлінням, які мають індивідуальний привод від інструментальних шпинделів).

Частота обертання шпинделя на кожному переході:

$$n_{\text{шт}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{різ}}}{\pi \cdot D}, \quad (4.19)$$

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

$D$  – діаметр обробки деталі на завданому переході.

Змінні шестерні коробки швидкостей А, Б, В, Г підбираються по таблиці 4.2 в залежності від найменшої кількості обертів (без переходів з інструментальними шпинделями).

Таблиця 4.2 – Дані для настроювання

Змінні шестерні		Частота обертання шпинделя, об/хв.	Змінні шестерні подачі			Кількість обертів шпинделя на 145° повороту розподільчого валу, об
А:Б	В:Г		Н:М	К	Л	
1	2	3	4	5	6	7
54:30	49:35	1610	27:57	26	58	675
49:35	52:32	1450		28	56	605
47:37	52:32	1310		30	54	545
45:39	49:35	1140		33	51	468
45:39	52:35	1030		35	49	423
39:45	49:32	900		37	47	384

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
39:45	49:35	780	27:57	40	44	332
37:47	49:35	705		42	42	302
35:49	49:35	640		44	40	274
37:47	45:39	580		47	37	238
28:56	52:32	520		49	35	216
32:52	45:39	455		51	33	196
39:45	35:49	395		54	30	168
37:47	35:49	360		56	28	151
32:52	37:47	310	57:27	58	26	135
32:52	35:49	280		60	24	121
37:47	28:56	250		62	22	107
35:49	28:56	228		35	49	95
32:52	28:56	196		37	47	86
37:47	22:62	178		40	44	75
35:49	22:62	163		42	42	68
32:52	22:62	140		44	40	62
30:64	22:62	126		47	37	53
28:56	22:62	112		49	35	48
26:58	22:62	101		51	33	44
24:60	22:62	91		54	30	37
22:62	22:62	80		56	28	34
				58	26	30
			60	24	27	
			62	22	24	

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

$$n_{\text{номр}(145)} = \frac{L}{S}, \quad (4.20)$$

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

$S$  – подача на даному переході.

З отриманих розрахунком (на всіх переходах) значень вибирається найбільше. По таблиці 4.2 уточнюють найближче з більших  $n_{145}$ , а також знаходять відповідні змінні зубчасті колеса приводу ЦРВ К, Л, Н і М.

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

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

Таким чином, щоб на кожному переході отримати потрібну подачу:

$$L_i = n_{145} \cdot S_i, \quad (4.21)$$

де  $L_i$  – довжина ходу супорта на даному переході;

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

$S_i$  – подача на даному переході.

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

$$Q_{теор} = \frac{3600}{T}, \quad (4.22)$$

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

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

Час циклу дорівнює:

$$T = t_{роб.} + t_{доп.}, \quad (4.23)$$

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

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

Час робочого ходу дорівнює:

$$t_{роб.} = 60 \frac{n_{145}}{n_{шп.}}, \quad (4.24)$$

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

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

#### 6) Виконується технологічне налагодження верстата по еталонній деталі

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

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

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

8) Контролюються виготовлені деталі

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

#### **4.5 Зміст звіту**

Звіт з лабораторної роботи повинен мати наступні розділи:

- 1) Назва лабораторної роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Обладнання, пристрої, інструменти.
- 4) Теоретичні відомості.
- 5) Ескізи деталі і заготовки.
- 6) Розрахунки кінематичних ланцюгів.
- 7) План і карта налагодження верстата.
- 8) Висновки про точність настроювання.

## 5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

### РЕМОНТ НАПРЯМНИХ ДЕТАЛЕЙ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ТА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТІВ

#### 5.1 Мета роботи

Мета лабораторної роботи полягає в наступному:

- 1) Закріплення та поглиблене вивчення лекційного матеріалу.
- 2) Надбання практичних навичок у визначенні послідовності операцій, виборі способів вимірювання, що виконуються при ремонті напрямних станин, кареток супортів, полозків, столів металорізальних верстатів.

#### 5.2 Теоретичні відомості

##### 5.2.1 Обґрунтування необхідності ремонту

Металорізальні верстати є найбільш цінною складовою основних виробничих фондів. У процесі функціонування основні виробничі фонди втрачають свою споживчу вартість під дією матеріального та морального зносу. Фізична природа основних фондів металорізальних верстатів обумовлює нерівномірність зносу окремих їх елементів (таблиця 5.1). Менші значення зносів – при чистовій обробці сталі, більші значення при обдиранні сталі і чавуна.

Неоднакова довговічність того самого верстата визначає необхідність часткового його відновлення в процесі експлуатації, тобто необхідність ремонту. Щоб відмовитися від проведення ремонту, необхідно було б обмежити термін служби верстата періодом рівним довговічності найменш довговічної деталі. У цьому випадку витрати суспільної праці матеріалізовані в інших більш довговічних деталях машин, залишилися б невикористаними, що спричинило б за собою величезні втрати для народного господарства.

Тільки завдяки проведенню ремонтів значний обсяг минулої праці, який упередметнений в недоамортизованій частині металорізальних верстатів, продовжує функціонувати у виробничому процесі. Саме в цьому полягає об'єктивна необхідність ремонту.

##### 5.2.2 Види зносів

У практиці експлуатації машин і устаткування зустрічаються різноманітні випадки руйнування деталей, які можна класифікувати по видах у такий спосіб:

- а) деформація і злами;
- б) механічний знос;
- в) ерозійно – кавітаційні ушкодження;
- г) корозійні ушкодження;
- д) корозійно – механічні ушкодження.

Таблиця 5.1 – Знос елементів деталей металорізальних верстатів на протязі року при двозмінній роботі

Найменування елементів деталей	Марка матеріалу	Твердість відповідних місць	Знос мм/рік
Різьба ходових гайок	БрОЦС4-4-17		0,6 – 1,8
Різьба ходових гвинтів	Сталь 40Х	HB207 – 229	0,15 – 0,45
Бічна поверхня зубів шестірень у зоні ділильного циліндра	Сталь 40Х	HRC48 – 52	0,01 – 0,045
Торці зубів блоків шестірень, що переключаються	Сталь 40Х	HRC48 – 52	0,4 – 0,6
Шліцові з'єднання	Сталь 45	HB207 – 229 HRC26 – 28 HRC42 – 48	0,01 – 0,02 0,007 – 0,014 0,005 – 0,01
Напрямні станин	С421-40	HRC42 – 48	0,03 – 0,12 0,015 – 0,06
Напрямні кареток	С421-40		0,045 – 0,18

При ремонті напрямних станин, кареток супортів, полозків столів металорізальних верстатів спостерігається переважно два види зносів: механічний знос і деформація (короблення).

Механічний знос виявляється в результаті взаємодії третьових пар. У залежності від природи третьових тіл і умов їхньої взаємодії розрізняють знос при стиранні металевих пар, при терті кочення чи ковзання й абразивний знос.

Тертя класифікують також за характером змащення, розрізняючи при цьому три види:

- а) рідке тертя;
- б) тертя при неповному чи недосконалому змащенні;
- в) тверде (сухе) тертя.

Напрямні вищевказаних деталей переважно взаємодіють в умовах неповного чи недосконалого змащення й інтенсивність їх зносу зростає зі зменшенням товщини граничного масляного шару.

Деформація (короблення) виникає при збільшенні напруження у матеріалі деталей від навантажень, створених силами різання; від триваючого процесу



старіння; від наклепу окремих ділянок деталей. Так, наприклад, при ремонті напрямних станин токарно–гвинторізних, поздовжньо – стругальних, поздовжньо – фрезерних верстатів спостерігається, так звана, звернутість – відносний поворот торців станини.

### **5.2.3 Типізація технологічних процесів ремонту**

В даний час при створенні металорізальних верстатів широко використовується уніфікація й агрегування.

Уніфікація – використання в різних верстатах однакових деталей і вузлів, створення уніфікованих гамм верстатів.

Агрегування є подальшим розвитком уніфікації і зводиться до того, що верстати збираються зі стандартних вузлів – агрегатів.

Уніфікація й агрегування у верстатобудуванні забезпечує велику можливість проведення класифікації деталей, що ремонтуються за такими ознаками:

- а) за формою основних поверхонь, які ремонтуються;
- б) по взаємному розташуванню цих поверхонь;
- в) по загальному розташуванню поверхонь деталей, які ремонтуються і не ремонтуються (за конфігурацією).

Сукупність деталей, що характеризуються цими ознаками, А.П. Соколовський називає класом. Таким чином, при ремонті можемо мати клас станин токарно-гвинторізних верстатів, клас кареток супортів, клас поперечних полозків, клас станин консольно-фрезерних верстатів, клас столів і т.д., що характеризуються спільністю технологічних задач розв'язуваних в умовах визначеної конфігурації деталей.

Під спільністю технологічних задач розуміється спільність застосовуваного верстатного устаткування, спільність застосовуваних переналагоджуваних пристосувань, ріжучого і вимірювального інструмента. Усе це забезпечує можливість виконання ремонту кожного класу деталей за типовими технологічними процесами. Можлива кількість варіантів типових технологічних процесів визначається габаритами деталей, які ремонтуються, твердістю направляючих, величиною зносу.

### **5.2.4 Методи і способи ремонту**

Існує два методи ремонту деталей: відновлення до ремонтних розмірів і відновлення до номінальних (первісних) розмірів. Напрямні металорізальних верстатів відновлюються до вільних ремонтних розмірів із забезпеченням вихідної шорсткості, точності складальних розмірів, точності взаємного розташування напрямних у просторі відповідно до норм, приведених в паспорті верстата.

Способи ремонту напрямних вибираються в залежності від габаритів деталей, від твердості напрямних, від величини зносу. Напрямні станин важких унікальних верстатів ремонтуються на місці, без зриву з фундаменту з

застосуванням переносних шліфувальних чи фрезерувальних установок. Деталі легких і середніх верстатів з напрямними, загартованими до HRC 42 – 48 ремонтують тільки шліфуванням на спеціальних шліфувальних верстатах або на поздовжньо-стругальних, оснащених спеціальними шліфувальними головками. При ремонті легких і середніх верстатів з незагартованими напрямними спосіб ремонту призначається в залежності від величини зносу. При зносі напрямних до 0,2 мм їх ремонтують шабруванням, при зносі до 0,5 мм – шліфуванням, а при зносі більш 0,5 – чистовим струганням або фрезеруванням з наступним шліфуванням чи шабруванням.

В даний час для ремонту напрямних переміщуваних вузлів широко використовують тонкошарові наклеюємі клеями на основі епоксидних смол накладки з пластмас і сплавів кольорових металів. Накладки є дуже зручними компенсаторами зносу. Вони дозволяють економічно відновлювати вихідне взаємне розташування вузлів верстатів, порушене в результаті зносу.

### **5.2.5 Способи базування**

При ремонті напрямних поверхонь деталей металорізальних верстатів часто виникають труднощі при виборі базування у зв'язку з тим, що можливість використання заводських настановних баз виключається. Такі труднощі виникають особливо часто при ремонті напрямних шабруванням. У таких випадках орієнтуються не на заводські настановні, а на допоміжні бази і від них ведуть обробку і контроль зношених поверхонь. Як бази використовують робочі поверхні, зношені при експлуатації частково чи незначно, чи такі поверхні які взагалі не зношуються, але при виготовленні обробляються на одній установці з робочими поверхнями.

У деяких випадках за бази приймають матеріалізовані осі – контрольні оправки встановлювані в шпинделях чи в опорних отворах замість ходових гвинтів, валів. Наявність баз ще не забезпечує необхідних умов для відновлення зношених напрямних: бази варто зачистити від забоїн, пришабрувати по них напрямні контрольних містків чи пристосувань.

Незалежно від обраного способу ремонту, правильне призначення настановних і вимірювальних баз при ремонті станин, кареток, супортів, полозків, столів у значній мірі визначає точність верстатів, які ремонтуються в цілому.

## **5.3 Інструменти для виконання роботи**

### **5.3.1 Токарно-гвинторізний верстат**

Знос напрямних не перевищує 0,2 мм і усувається шабруванням.

Точність і шорсткість відновлених напрямних повинні відповідати технологічним умовам заводу – виготовлювача, а саме:

а) не прямолінійність, не площинність, взаємна непаралельність і не перпендикулярність повинні бути не більш 0,02 мм на довжині поверхонь;

б) кількість відбитків фарби повинно бути не менше 10 на площі 25×25 мм.

Комплекти застосовуваного при виконанні лабораторної роботи ріжучого, вимірювального, допоміжного інструмента і пристосувань приведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Комплекти інструментів і пристроїв, які застосовуються при виконанні лабораторної роботи

Найменування	Позначення
Різальний інструмент	Шабери: УП-5172А, УР-98Б, П5302, Э5302
Вимірювальний інструмент	Рівень брусковий 200-0,05 ГОСТ 9392-75 Набір щупів № 1 кл. ГОСТ 882-64 Набір № 2 -42-1 ГОСТ 9038-73 Індикатор важільно – зубчатий ИРБ ГОСТ 5584-75 Індикатор ИЧ 0,2 кл. ГОСТ 577-68 Мікрометр МК 50-75 ГОСТ 6507-78 Мікрометр МК 0-25 ГОСТ 6507-78 Комплект роликів Косинець УЛ-0-60 ГОСТ 3749-77 Лінійка ШМ-1-1000 ГОСТ 8026-75 Лінійка УТ-0-630 ГОСТ 8026-75 Плита Ш-0-400×400 ГОСТ 10905-75 Кутомір оптичний ГОСТ 11197-70
Допоміжний інструмент:	Штатив ШМ-П ГОСТ 10197-70 Штатив спеціальний
Пристрої:	
Місток для перевірки паралельності напрямних станини	МП-1
Місток для перевірки паралельності напрямних супорта	МП-2
Місток для перевірки перпендикулярності напрямних супорта	МП-3
Пристосування для виміру товщини накладок каретки	УП-1

Виконувані перевірки точності напрямних пояснюються рисунками, де схематично показані контрольні пристосування, вимірювальний, допоміжний інструмент, елементи деталі, яка ремонтується та яка з нею спрягається. Поверхні профілю деталі, які перевіряються, виділені суцільними основними лініями і позначені прописними літерами алфавіту. Однойменні поверхні двох деталей, що сполучаються, позначені тими самими прописними літерами, що відрізняються цифровою індексацією. Наприклад, якщо одна з поверхонь станини позначена літерою «В», то однойменна поверхня супорта, яка спрягається з нею позначається «В<sub>1</sub>».

### 5.3.2. Вертикально-фрезерний верстат

Комплекти, які застосовують при виконанні лабораторної роботи ріжучого, вимірювального, допоміжного інструмента і пристосувань приведені в таблиці 5.3.

*Таблиця 5.3* – Комплект інструментів і пристроїв, які застосовують при виконанні лабораторної роботи

Найменування	Позначення
1	2
Різальний інструмент	Шабери : УП-5172А, УР-98Б, П5302, Э5302
Вимірювальний інструмент	Набір щупів № 1 кл. ГОСТ 882-64 Індикатор ИЧ 0,2 кл.0 ГОСТ 577-68 Мікрометр МК 300-400 ГОСТ 6507-78 Мікрометр МК125-150 ГОСТ 6507-78 Мікрометр МК25-50 ГОСТ 6507-78 Мікрометр МК225-250 Комплект роликів Косинець УЛ-0-60 ГОСТ 3749-77 Лінійка ШМ-1-630 ГОСТ 8026-75 Лінійка ШМ-1-1000 ГОСТ 8026-75 Плита Ш-0-1000× 630 ГОСТ 10905-75 Плита Ш-0-630× 400 ГОСТ 10905-75
Допоміжний інструмент	Штатив Ш-1 ГОСТ 10197-70 Штатив Ш-ПВ ГОСТ 10197-70 Штатив спеціальний
Пристрої	
Місток для перевірки направляючих поперечних ползків і консолі	МП-3

## 5.4 Порядок виконання роботи

### 5.4.1 Токарно-гвинторізний верстат

Виконання лабораторної роботи здійснюється в такій послідовності:

1) Вивчення методичних вказівок і рекомендованої літератури.  
2) Вивчення будови і принципу дії застосовуваних пристосувань, ріжучого, вимірювального, допоміжного інструмента.

3) Вибір послідовності ремонту деталей. У першу чергу ремонтують напрямні станини, тому що вона є базовою деталлю, на якій монтується всі інші вузли. Черговість ремонту інших деталей визначається послідовністю складання верстата.

4) Виконання вимірів напрямних кожної з деталей, що ремонтуються у послідовності, яка обумовлена таблицями 5.4-5.9. У таблицях використовується типова послідовність переходів:

- а) вибір зачищення від забоїв базових напрямних;
- б) шабрування напрямних містка по базових напрямних;
- в) визначення величини зносу робочих напрямних;
- г) перевірка звернутості (тільки для станин);
- д) ремонт напрямних з перевіркою точності і шорсткості.

Таблиця 5.4 – Ремонт напрямних станини токарно-гвинторізного верстата

№ переходу	№ рисунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	2	3	4	5
1	5.1	Зачистити базові поверхні Д, Е, Ж від забоїв	Шабер УП-5172А, П5302 Лінійка ШМ-1-1000 ГОСТ 8026-75 Тампон Фарба	Лінійкою на фарбу
2	5.2	Перевірити звернутість напрямних	Місток МП-1 Рівень брусковий 200-0, 05 ГОСТ 9392-75.	Переміщенням містка з рівнем по базовим напрямним Д, Е, Ж
3	5.3	Визначити величину зносу напрямних А, В, Г, З, К	Лінійка ШМ-1-1000 ГОСТ 8026-75 Набір щупів № 1 кл.1 ГОСТ 882-64	

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5
4	5.4, 5.5, 5.6	Шабрувати напрямні А, В, Г, З, К	Місток МП-1 Штатив ШМ-11 ГОСТ 10197-75 Індикатор ІЧ 0,2 кл.0 ГОСТ 577-68 Мікрометр МК 0-25 ГОСТ6507-75 Шаблон Кутомір оптичний ГОСТ 11197-70	Індикатором, мікрометром, шаблоном, кутоміром, лінійкою на фарбу Непаралельність напрямних А, В, Г, З, К – не більше 0,02 мм на довжині станини Кількість відбитків фарби – 10-15 на площі 25×25 мм

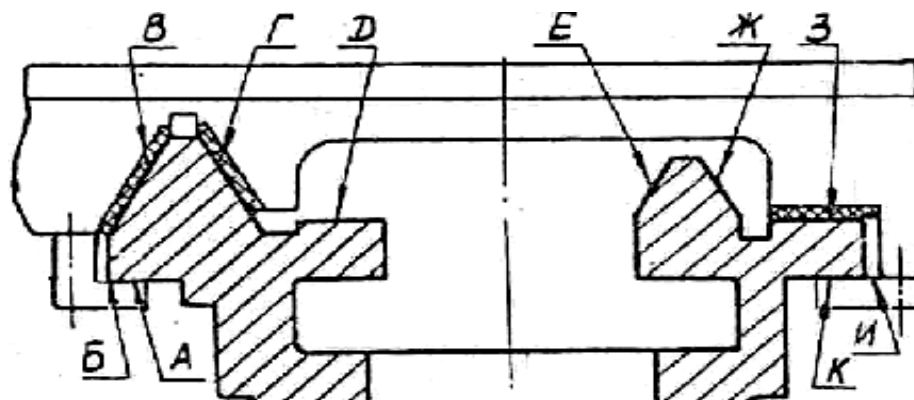
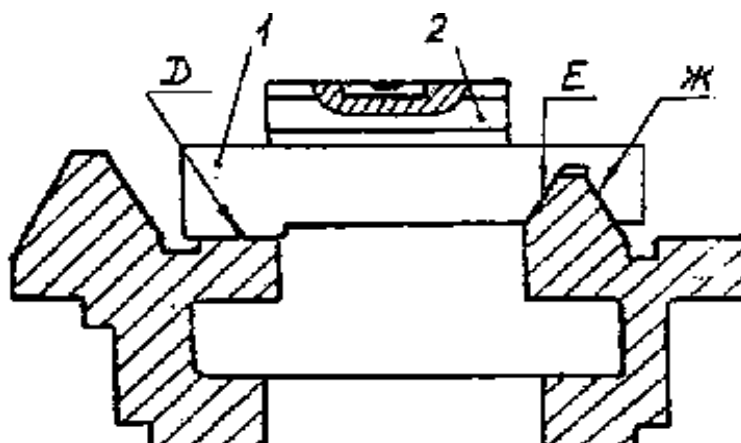
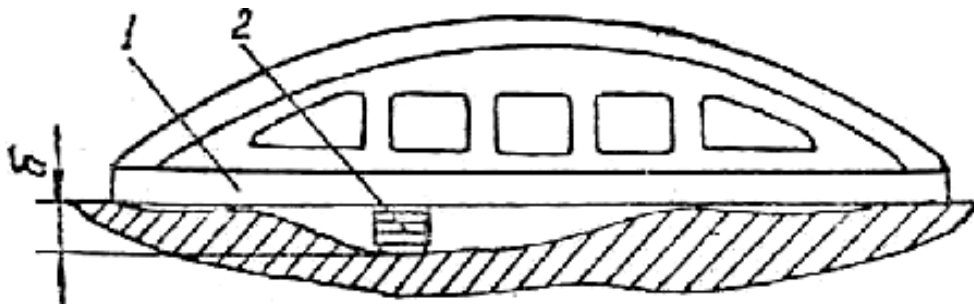


Рисунок 5.1 – Профіль напрямних станини

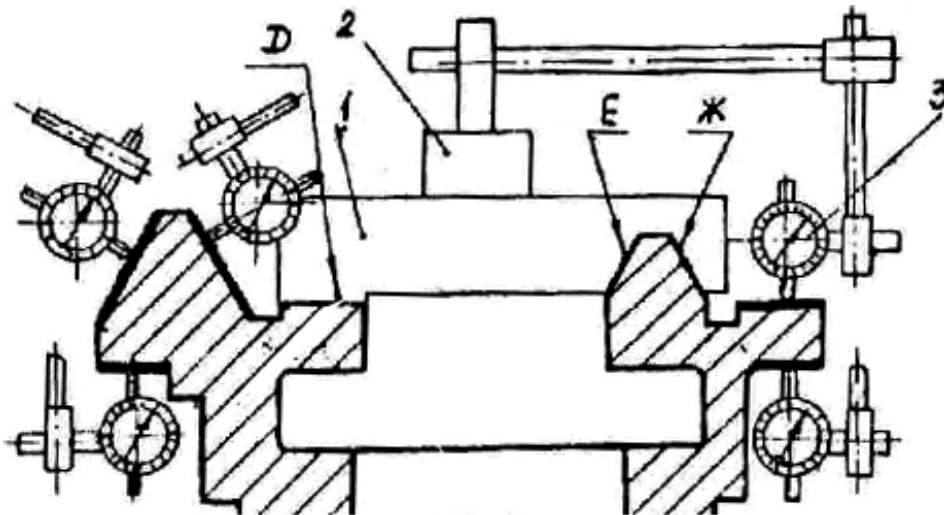


1 – місток МП-1 (основа задньої бабки), 2 – рівень брусковий 200-0,05  
ГОСТ 9392

Рисунок 5.2 – Схема звернутості напрямних станини



1 – лінійка ШМ-1-1000 ГОСТ 8026-75; 2 – набір щупів №1 кл.1 ГОСТ 882-64  
Рисунок 5.3 – Схема перевірки зносу напрямних



1 – місток МП-1; 2 – штатив ШМ-11 ГОСТ 10197-75; 3 – індикатор ІЧ 0,2 кл.0  
ГОСТ 577-68

Рисунок 5.4 – Схема перевірки паралельності напрямних станини

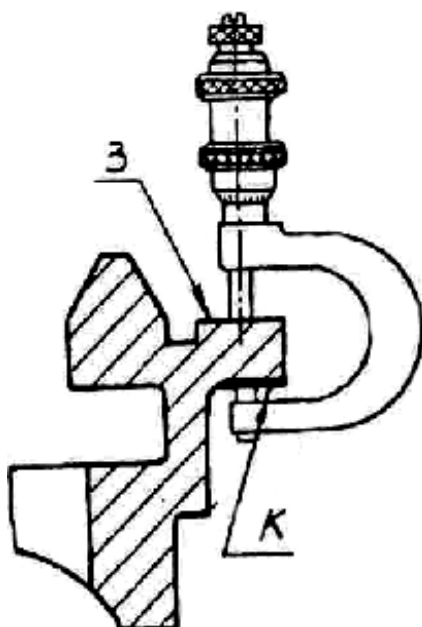


Рисунок 5.5 – Схема перевірки паралельності плоских напрямних мікрометром

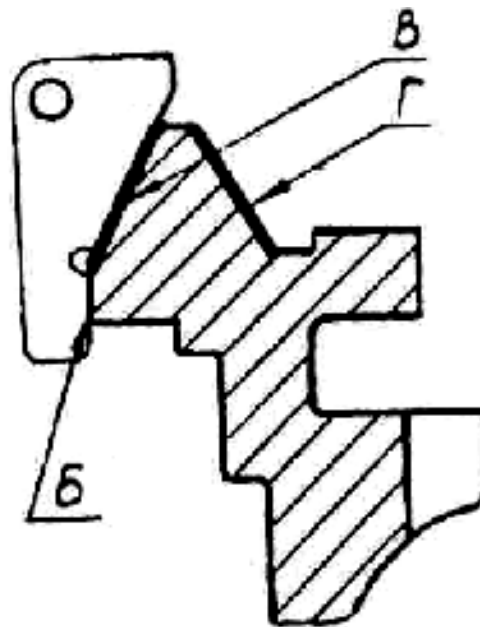


Рисунок 5.6 – Схема перевірки кутового профілю напрямних станини шаблоном

Таблиця 5.5 – Ремонт напрямних полозків супорта токарно-гвинторізного верстата

№ пере-ходу	№ ри-сунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	5.7	Зачистити базові поверхні Н <sub>1</sub> , У, Т від забоїн	Шабер УП-5172А, П5302 Плита Ш-0-400х400 ГОСТ10905-75 Тампон Фарба	Плитою на фарбу
2	5.7	Зачистити клинову поверхню Р <sub>1</sub> від забоїн	Лінійка УТ-0-630 ГОСТ 8026-75	Лінійкою на фарбу
3	5.7	Шабрувати поверхні Л <sub>1</sub> , С <sub>1</sub>	Плита Ш-0-400х400 ГОСТ10905-75 Мікрометр МК 0-25 ГОСТ 6507-78	Мікрометром, плитою на фарбу. Непаралельність поверхонь С <sub>1</sub> , Л <sub>1</sub> відносно Н <sub>1</sub> не більше 0,02 мм на довжині поверхонь
4	5.8	Шабрувати поверхню М <sub>1</sub>	Лінійка УТ-0-630 ГОСТ 8026-75 Мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-78 Ролики	Мікрометром і роликами, лінійкою на фарбу. Непаралельність поверхні М <sub>1</sub> відносно Т – не більше 0,02 мм на довжині поверхні Кількість відбитків фарби (перехід 3, 4) – 10 - 15 на площі 25×25 мм



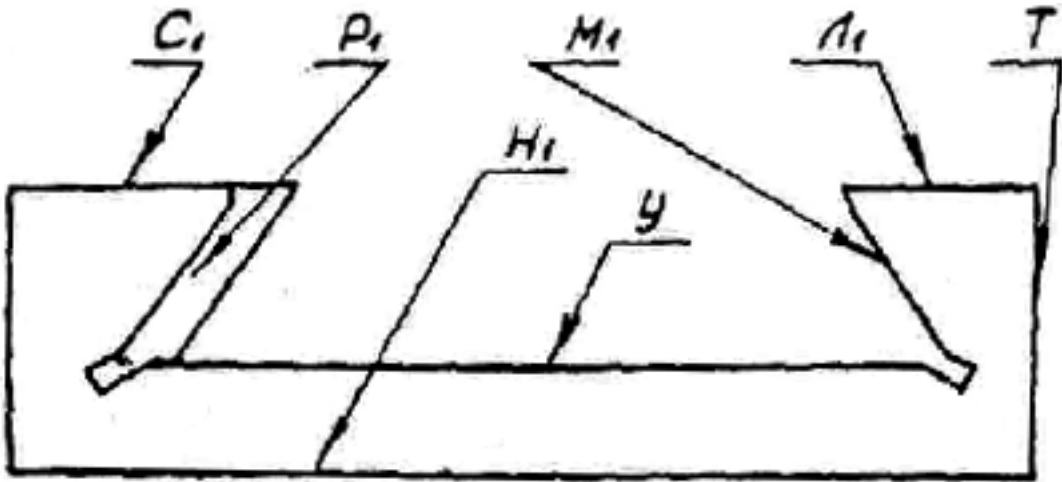
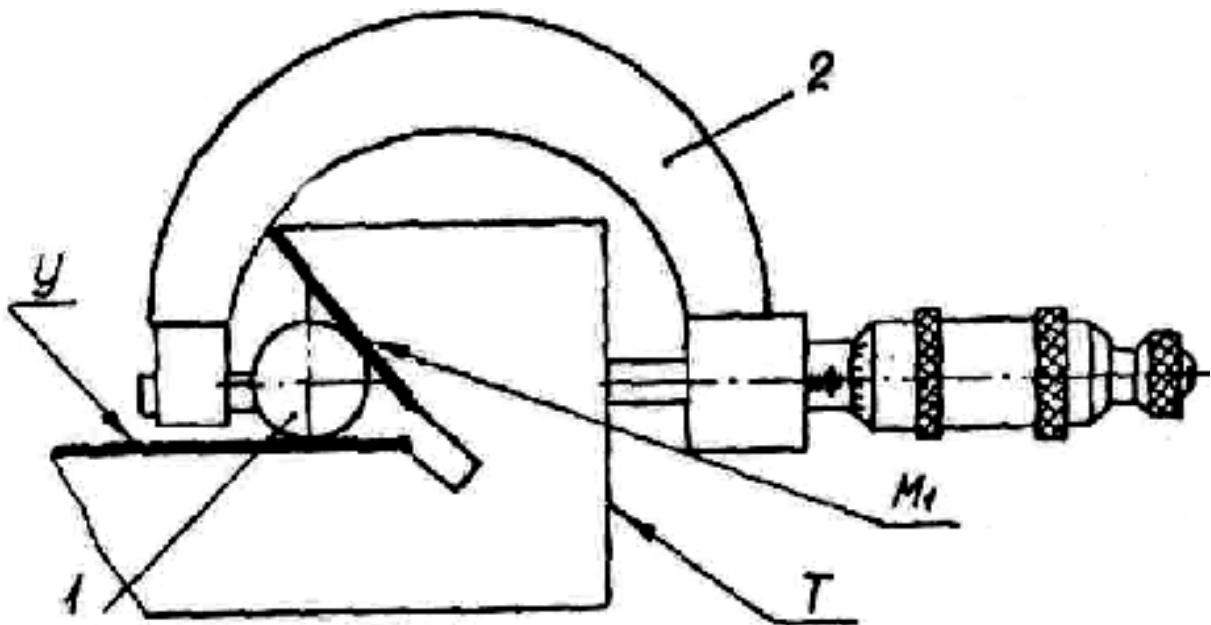


Рисунок 5.7 – Профіль напрямних полозків супорта

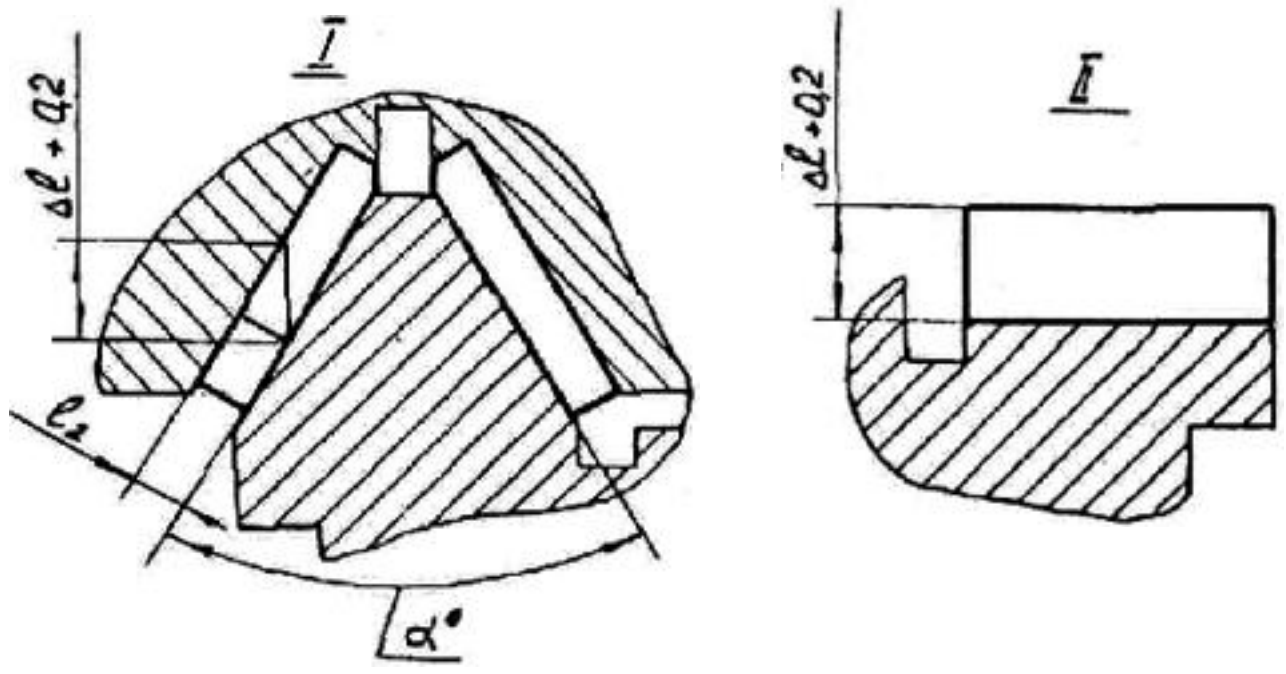
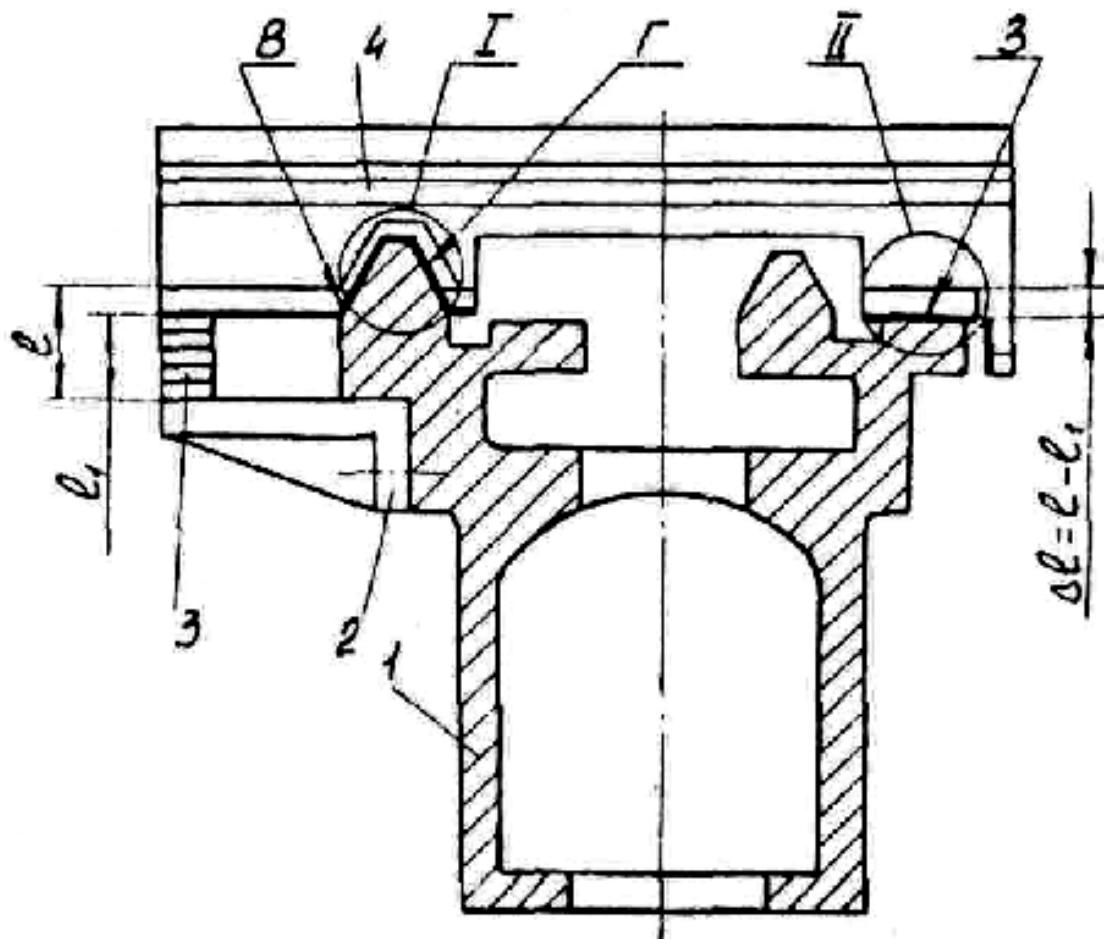


1 – ролик; 2 – мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-78

Рисунок 5.8 – Схема перевірки паралельності кутової напрямної полозків супорта

Таблиця 5.6 – Ремонт напрямних каретки супорта токарно-гвинторізного верстата шляхом установки накладок

№ переходу	№ рисунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	5.9	Шабрувати напрямні по напрямним станини В, Г, З	Шабер УП-5172А, П5302	По напрямним станини кількість відбитків фарби – 4-5 на площі 25×25 мм
2	5.9	Визначити товщину накладок В <sub>1</sub> , Г <sub>1</sub> , З <sub>1</sub> за формулами: $\Delta l = (l - l_1) + 0,2 \text{ мм}$ $l_2 = \Delta l \sin \frac{\alpha}{2^0}$ l – вихідний розмір; l <sub>1</sub> – фактичний; 0,2мм – припуск на обробку після наклеювання	Набір № 2-42-1 ГОСТ 9038-73 Пристрій УП-1	
3	5.9	Знежирити зклеювані поверхні, нанести на них шар клею ЭД-5	Шпатель Тампон Ацетон	Візуально, щупом і легким простукуванням молотком
4	5.9	Наклеїти накладки і злегка притерти для видалення повітряних бульбашок		Непроклеєні ділянки не допускаються
5	5.9	Встановити каретку на напрямні станини і утримувати протягом 24 годин	Набір щупів №1 кл.1 ГОСТ 882-64	



1 – станина; 2 – прилад УП-1; 3 – набір кінцевих мір; 4 – каретка супорта  
 Рисунок 5.9 – Схема установки накладок на напрямні каретки супорта

Таблиця 5.7– Ремонт напрямних каретки супорта токарно-гвинторізного верстата

№ пере- ходу	№ ри- сунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	5.10, 5.11	Зачистити базові поверхні Н, П від забоїн	Шабер УП-5172А, П5302 Плита Ш-0- 400х400 ГОСТ10905-75 Тампон Фарба	Плитою на фарбу
2	5.11, 5.12	Шабрувати напрямні Л, С	Місток (полозки супорта) Індикатор ІЧ 0,2 кл.0 ГОСТ 577-68 Штатив ШМ-11 ГОСТ 10197-70	Індикатором, містком на фарбу Непаралельність поверхонь С, Л відносно Н – не більше 0,02 мм на довжині пове- рхонь
3	5.13, 5.14	Шабрувати напрямні М,Р	Місток МП-2 Індикатор ІЧ 0,2 кл.0 ГОСТ 577-68 Лінійка УТ-0-630 ГОСТ8026-75 Мікрометр МК 50- 75 ГОСТ 6507-78 Комплект роликів Штатив спеціальний	Індикатором, лі- нійкою на фарбу Непаралельність поверхонь М, Р відносно вісі не більше 0,02 мм на довжині поверхонь Для 2 і 3 переходів кількість відбитків фарби – 10-15 на площі 25×25 мм

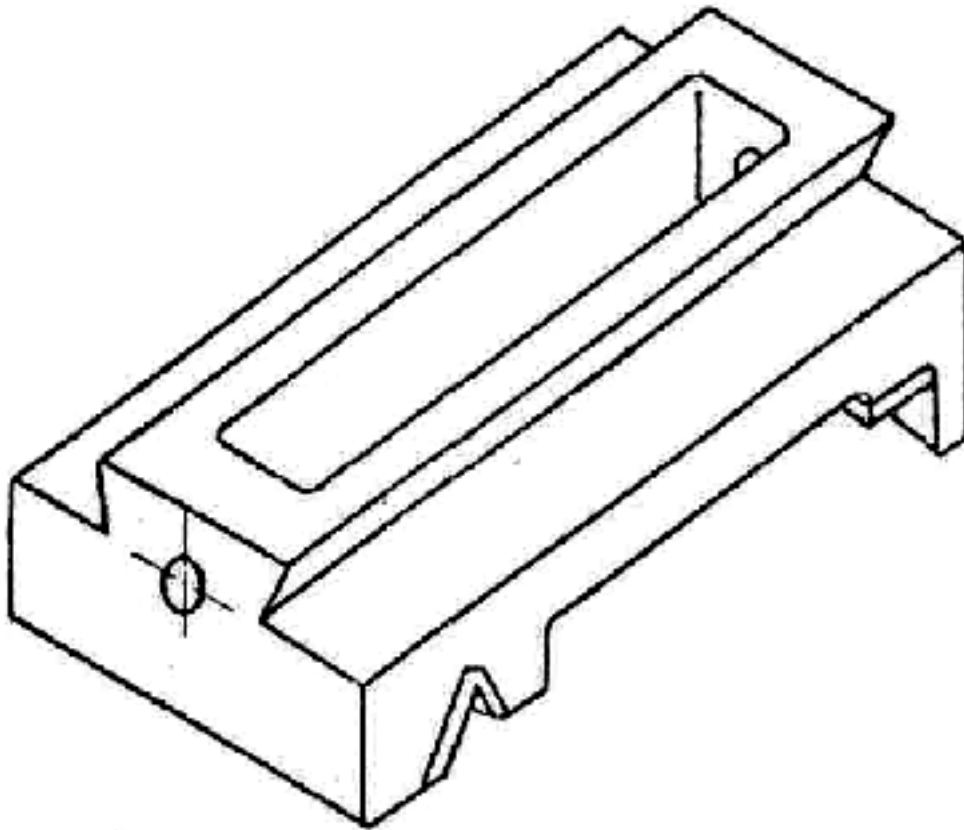


Рисунок 5.10 – Аксонометрія каретки супорта

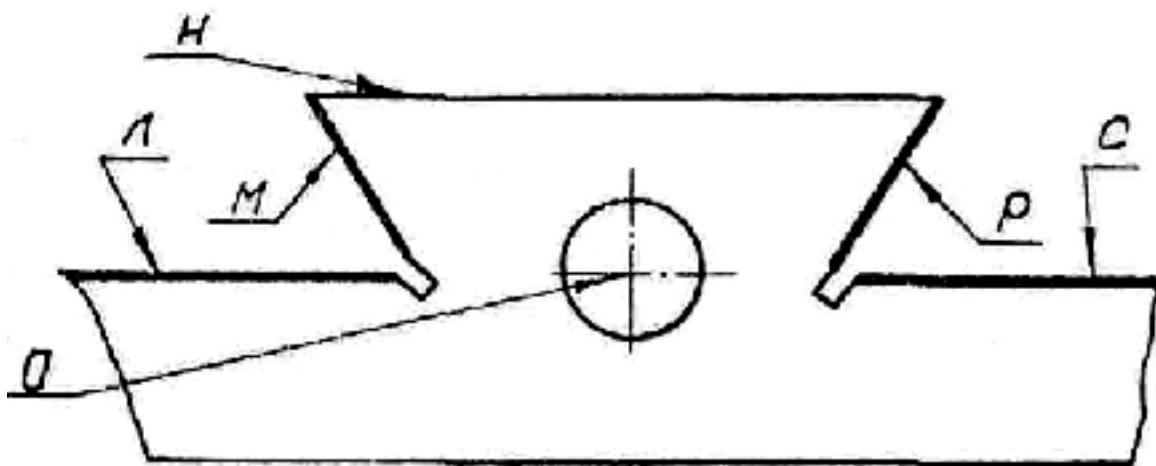
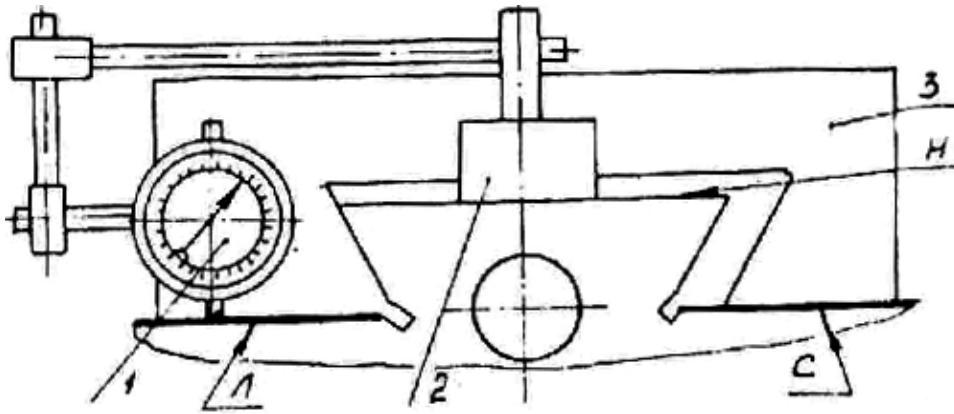
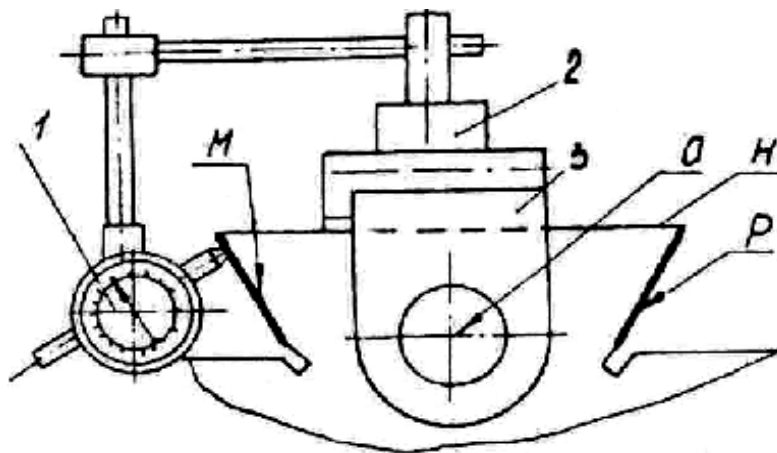


Рисунок 5.11 – Профіль напрямних каретки супорта, що спряжені з напрямними поперечних полозків



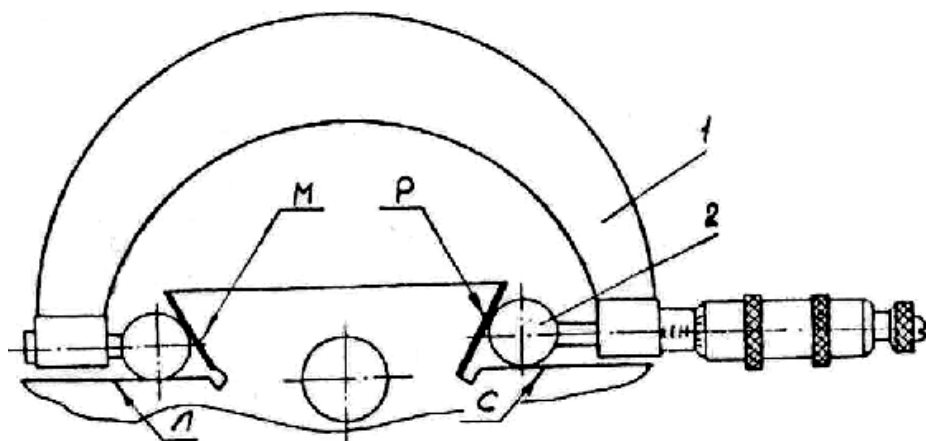
1 – індикатор; 2 – штатив; 3 – полозки супорта

Рисунок 5.12 – Схема перевірки паралельності плоских напрямних каретки



1 – індикатор; 2 – штатив; 3 – місток МП-2

Рисунок 5.13 – Схема перевірки паралельності кутових напрямних каретки



1 – мікрометр; 2 – ролик

Рисунок 5.14 – Схема перевірки паралельності кутових напрямних каретки

Таблиця 5.8 – Ремонт напрямних каретки супорта токарно-гвинторізного верстата

№ переходу	№ рисунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	5.15, 5.16, 5.17	Шабрувати напрямні В <sub>1</sub> , Г <sub>1</sub> , З <sub>1</sub> по напрямним станини	Шабер УП-5172А, П5302 Індикатор ІЧ 0,2 кл.0 ГОСТ 577-68 Штатив ШМ-11 ГОСТ 10197-70 Тампон Фарба Пристрій МП-3 Пристрій УП-1	Неперпендикулярність поверхонь М і В, Г, непаралельність поверхонь И, З не більше 0,02 мм на довжині поверхонь Витримати розмір = 50±0,03 Кількість відбитків фарби на поверхнях В <sub>1</sub> , Г <sub>1</sub> , З <sub>1</sub> – 10-15 на площі 25×25 мм

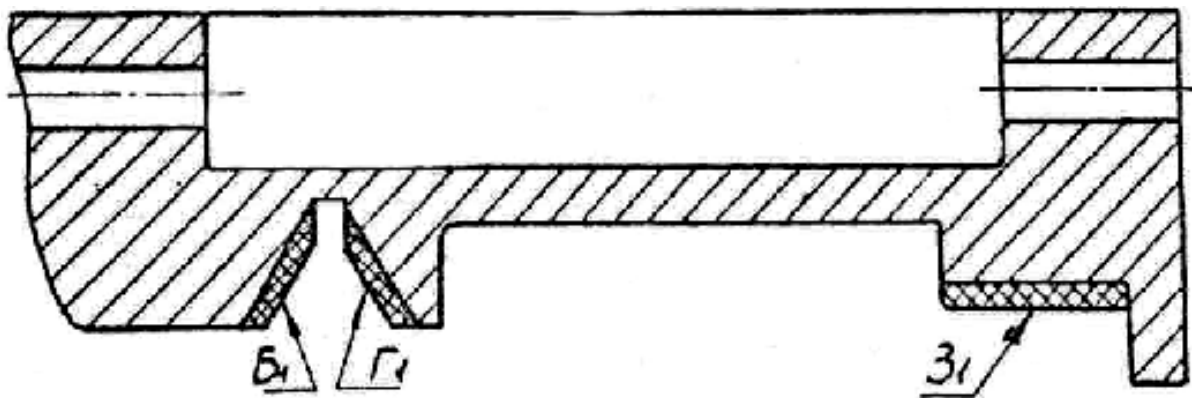
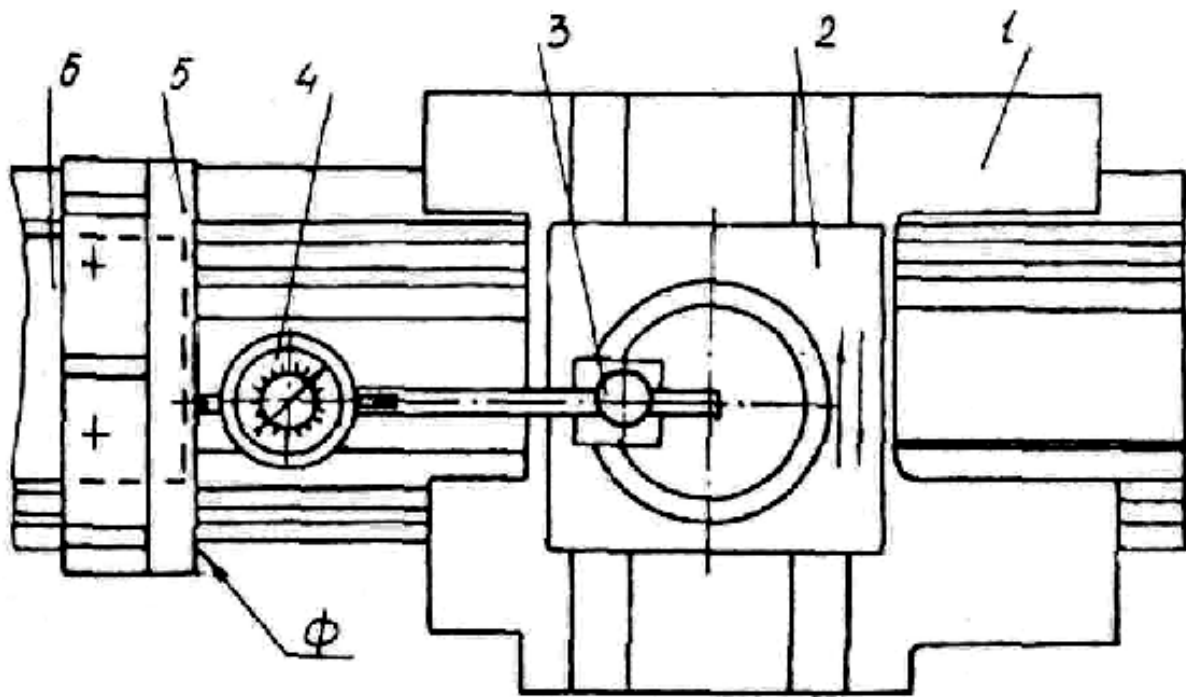


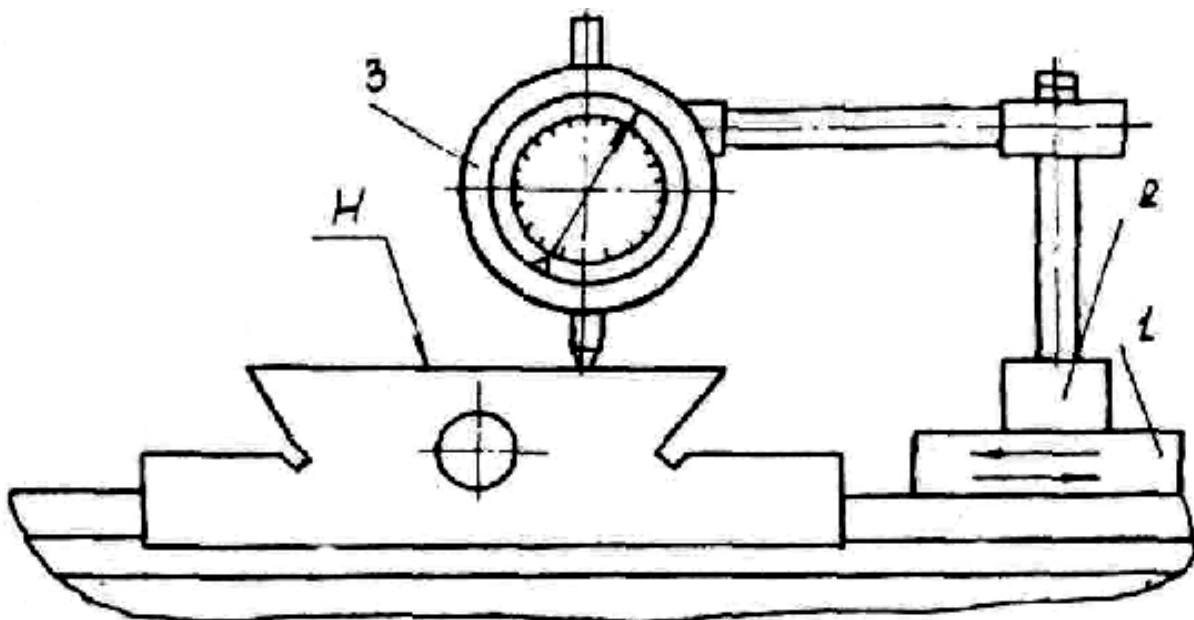
Рисунок 5.15 – Профіль напрямних каретки супорта, що спряжені з напрямними станини





1 – каретка супорта; 2 – полозки; 3 – штатив ШМ-11 ГОСТ 10197-70; індикатор ІЧ 0,2 кл.0 ГОСТ 577-68; 4 – пристрій УП-1

Рисунок 5.16 – Схема перевірки взаємної перпендикулярності напрямних каретки супорта і напрямних станини



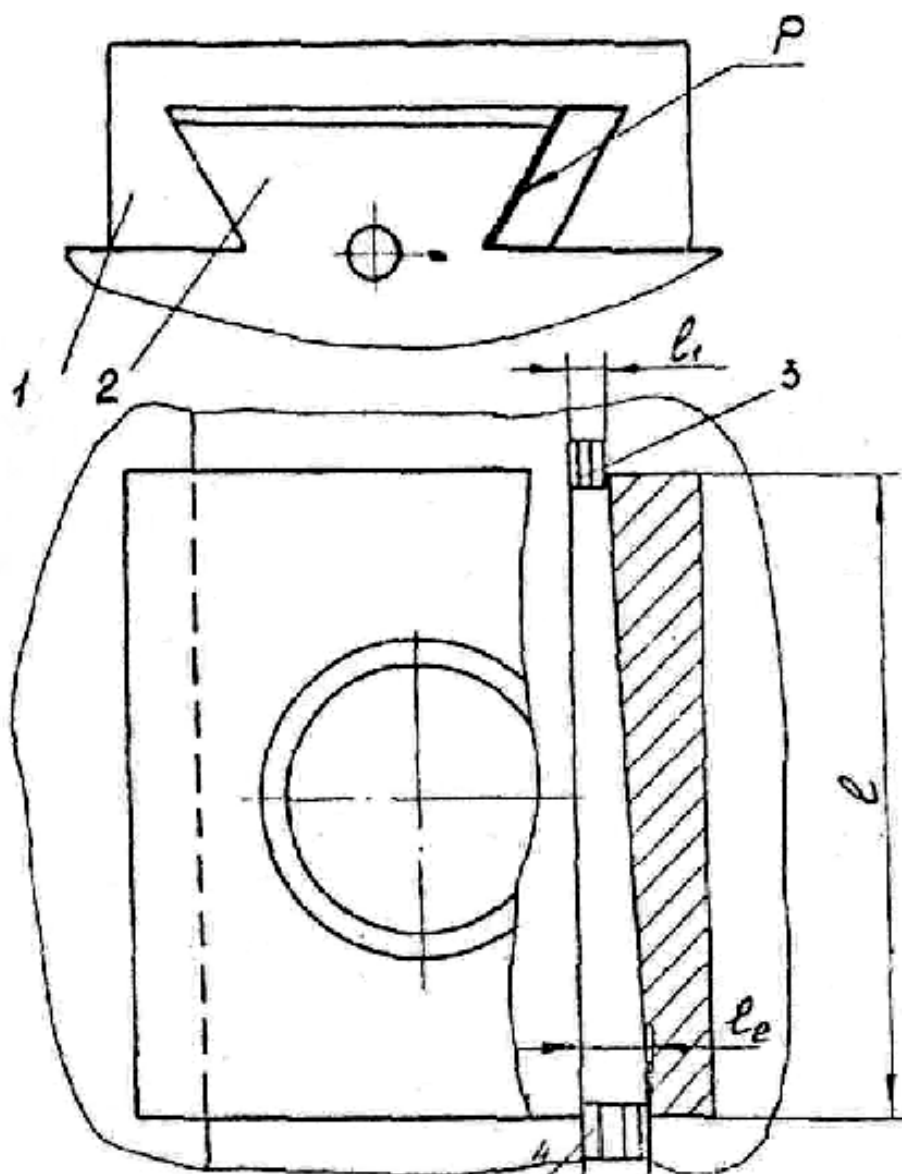
1 – місток МП-1; 2 – штатив ШМ-11 ГОСТ 10197-70; 3 – індикатор ІЧ 0,2 кл.0 ГОСТ 577-68

Рисунок 5.17 – Схема перевірки паралельності напрямних каретки супорта і напрямних станини



Таблиця 5.9 – Ремонт клина токарно-гвинторізного верстата

№ пере- ходу	№ ри- сунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	5.18	Пришабрувати клин по місцю	Шабер УП- 5172А, П5302	Кількість відбитків фарби – не менш ніж 10 на площі 25×25 мм



1 – ползки супорта; 2 – каретка супорта; 3 – блок кінцевих мір;  
4 – блок кінцевих мір

Рисунок 5.18 – Схема визначення розмірів клина

## 5.4.2 Вертикально-фрезерний верстат

Послідовність виконання аналогічна вказаній у п. 5.4.1 і відповідає порядку нижче приведених таблиць, які є зразками протоколів звіту.

Кожна деталь, що ремонтується ілюструється пояснювальними схемами перевірок, які утримують інформацію, що використовується для виконання ескізів профілю напрямних і для заповнення четвертої і п'ятої граfi протоколів звіту.

Ескізи профілю виконуються олівцем з виділенням поверхонь, що ремонтуються основними лініями і позначенням їх прописними літерами алфавіту. Текстову частину потрібно записати до відповідної граfi таблиць 5.10-5.14. В заключній частині звіту потрібно дати відповіді на контрольні запитання.

Таблиця 5.10 – Ремонт напрямних станини консольного вертикально фрезерного верстата

№ пере- ходу	№ ри- сунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	2	3	4	5

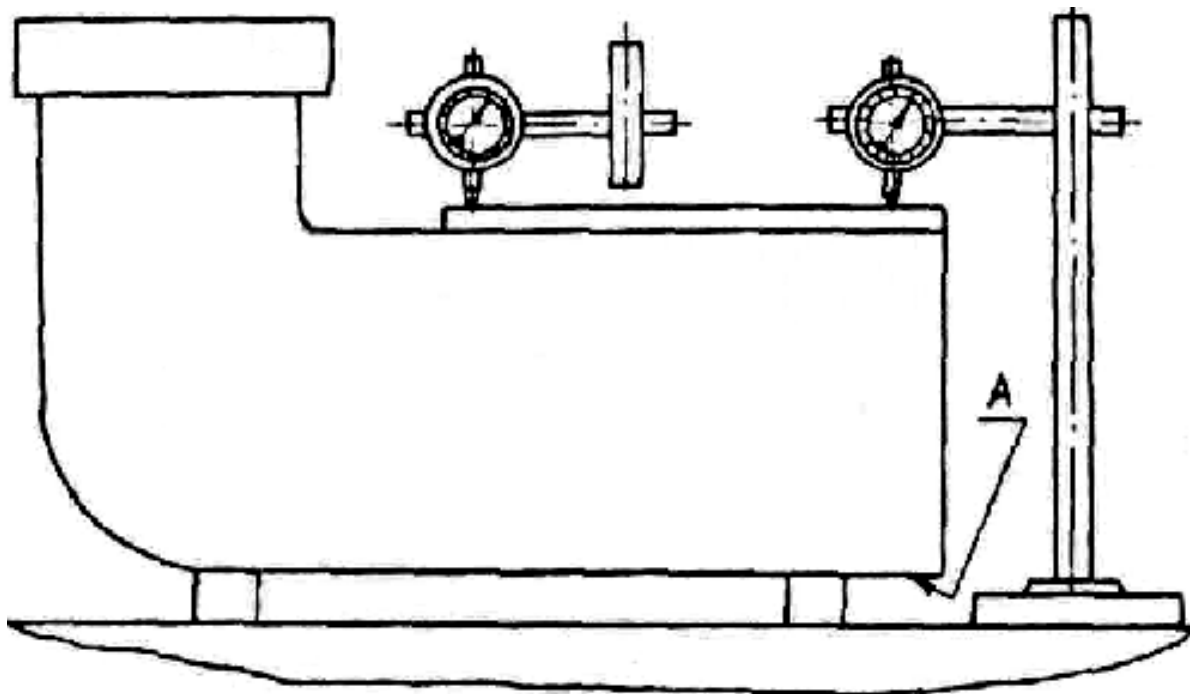


Рисунок 5.19 – Схема встановлення станини з вивіркою по незношеним ділянкам напрямних

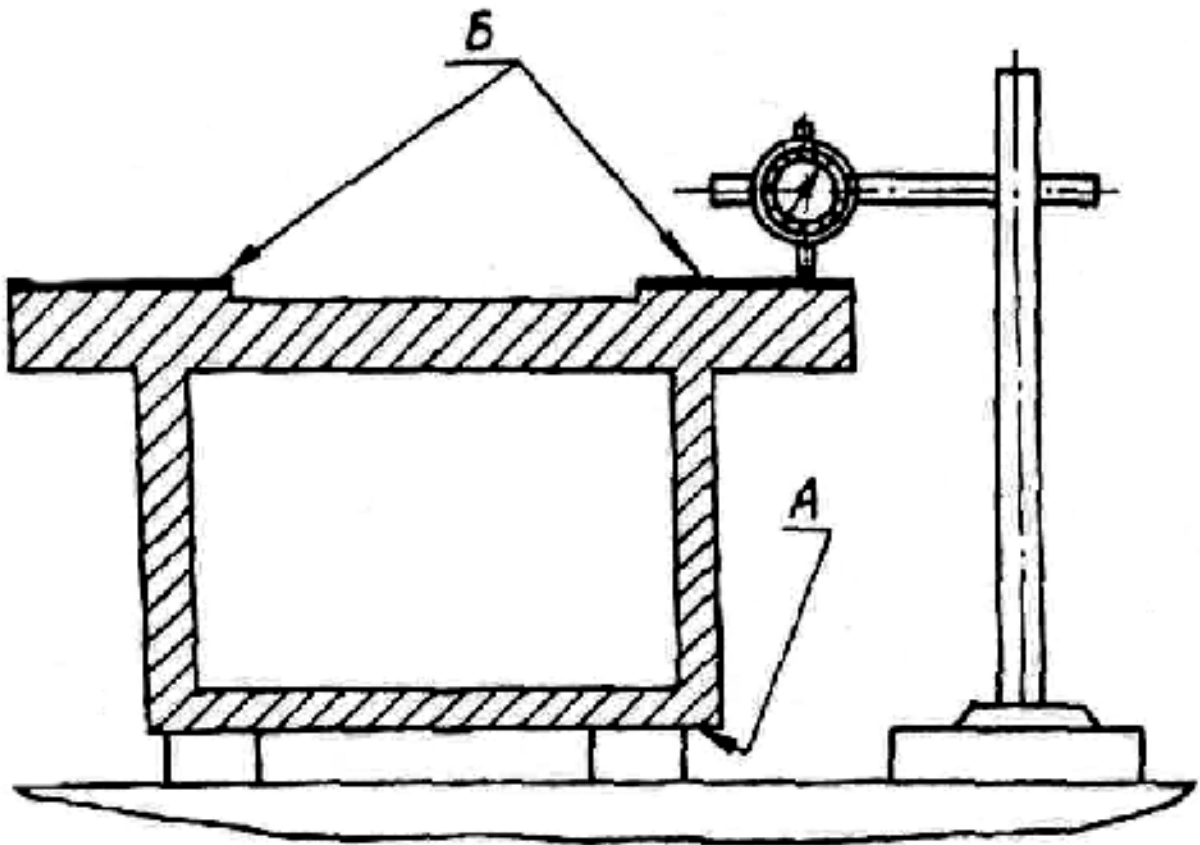


Рисунок 5.20 – Схема перевірки паралельності напрямних станини

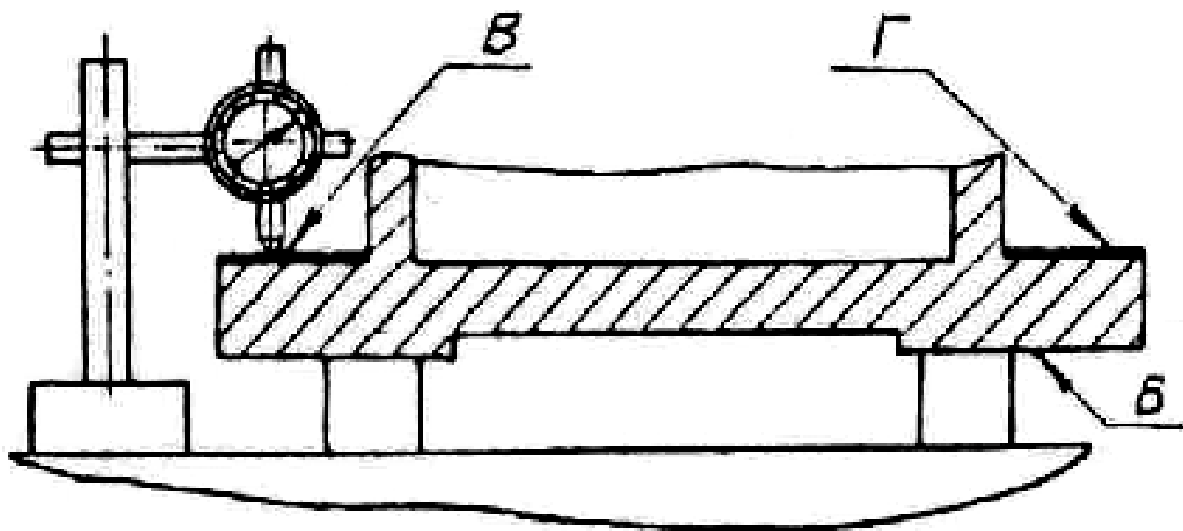


Рисунок 5.21 – Схема перевірки паралельності напрямних станини

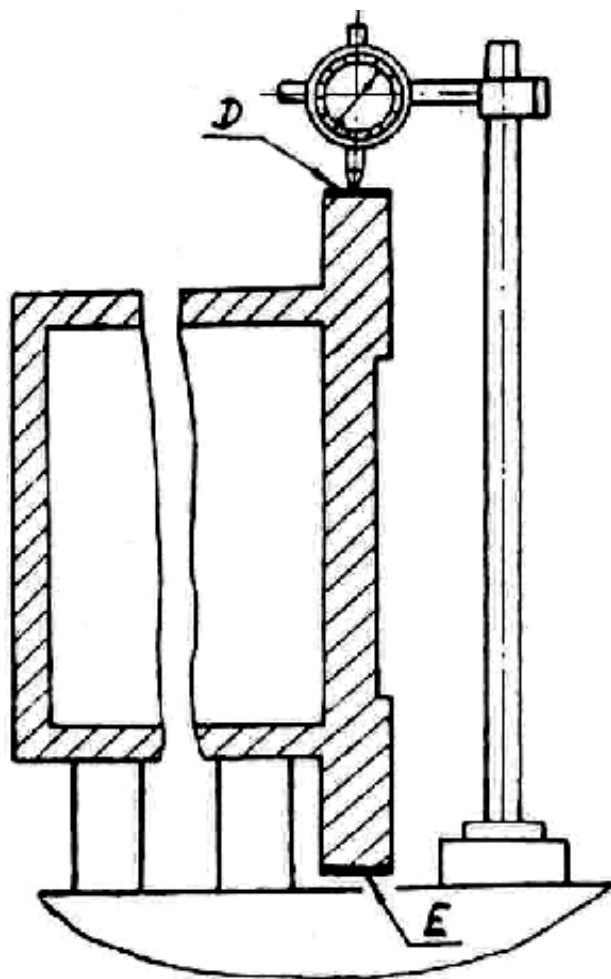


Рисунок 5.22 – Схема перевірки паралельності напрямних станини

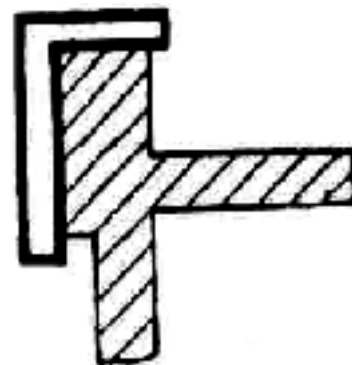


Рисунок 5.23 – Схема перевірки перпендикулярності напрямних станини

Таблиця 5.11 – Ремонт напрямних консолі вертикально-фрезерного верстата

№ пере- ходу	№ ри- сунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	2	3	4	5

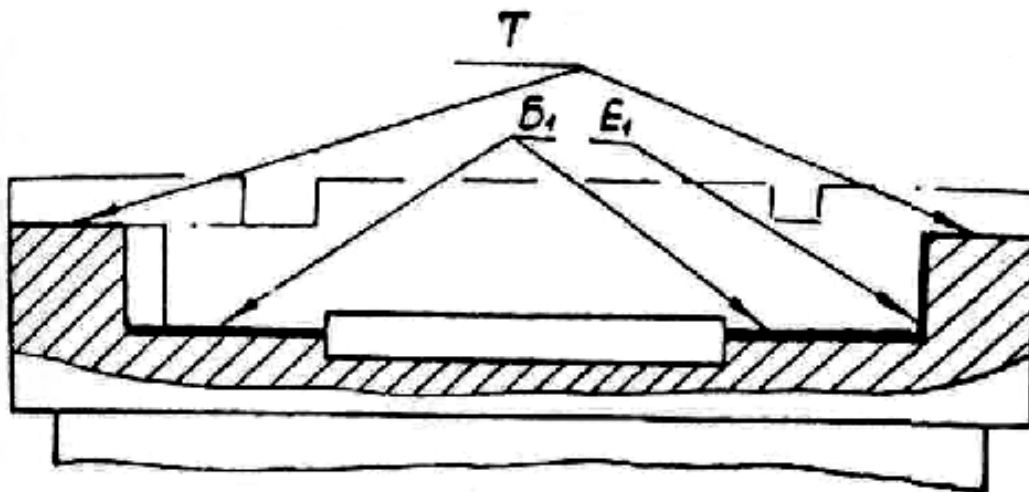


Рисунок 5.24 – Профіль напрямних консолі, які спрягаються з напрямними станини

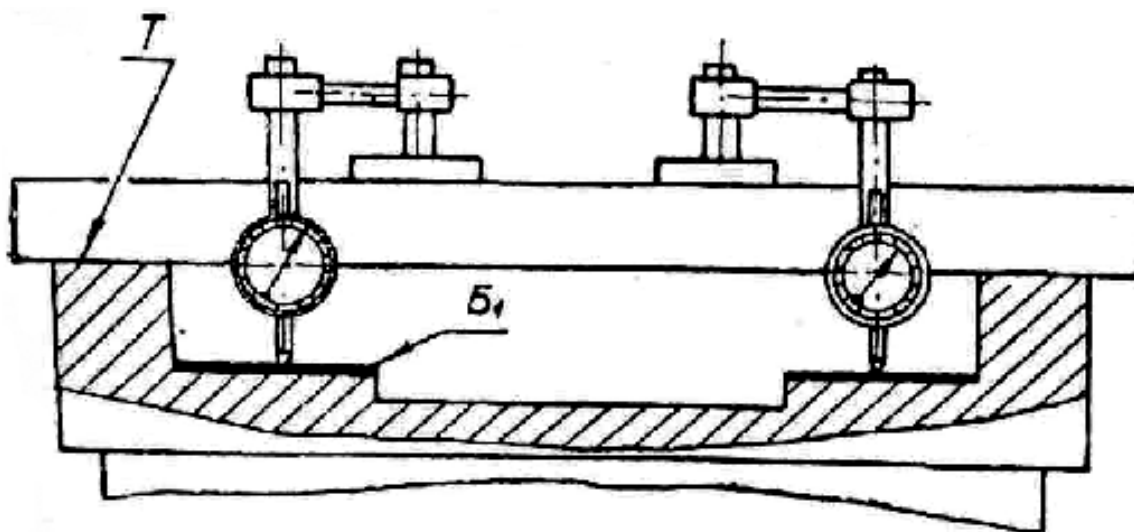


Рисунок 5.25 – Схема перевірки паралельності напрямних консолі, які спрягаються з напрямними станини

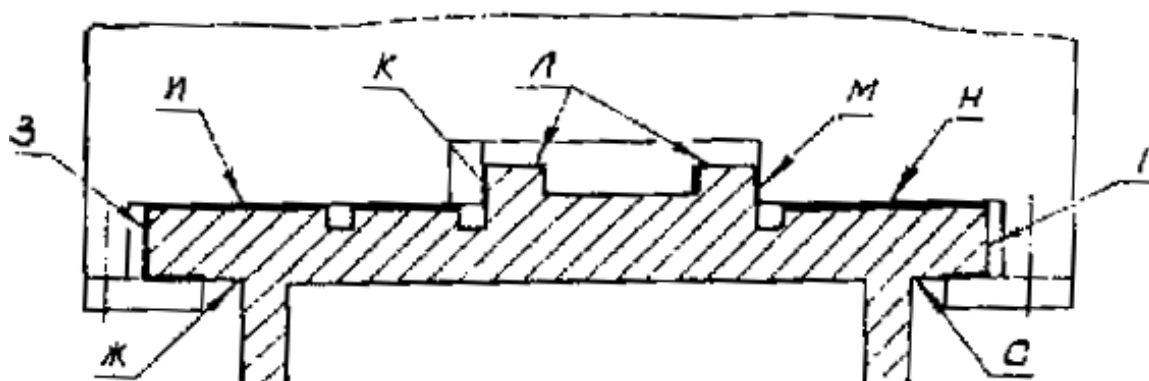


Рисунок 5.26 – Профіль напрямних консолі, які спрягаються з напрямними полозків

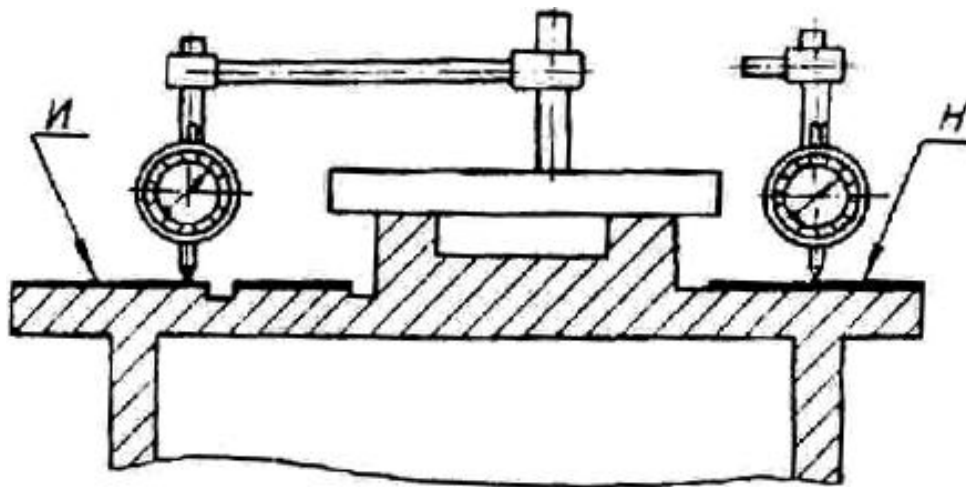


Рисунок 5.27 – Схема перевірки паралельності напрямних консолі, які спрягаються з напрямними полозків

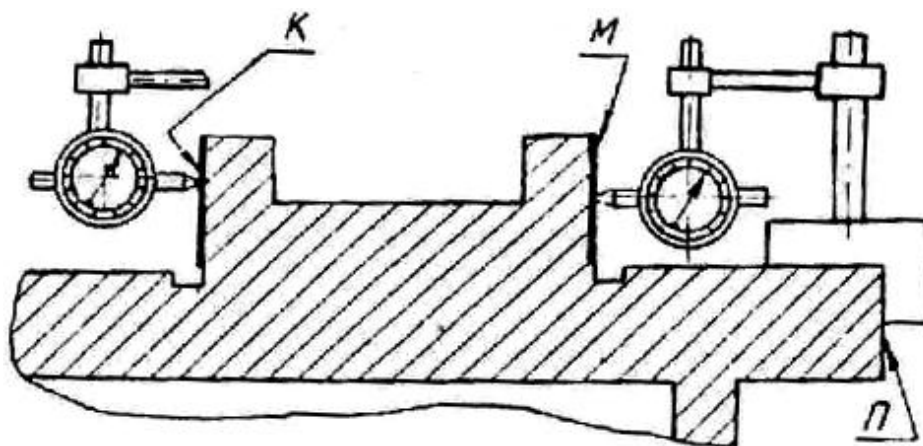


Рисунок 5.28 – Схема перевірки паралельності напрямних консолі, що спряжені з напрямними полозків

Таблиця 5.12 – Ремонт полозків вертикально-фрезерного верстата

№ пере- ходу	№ ри- сунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	2	3	4	5

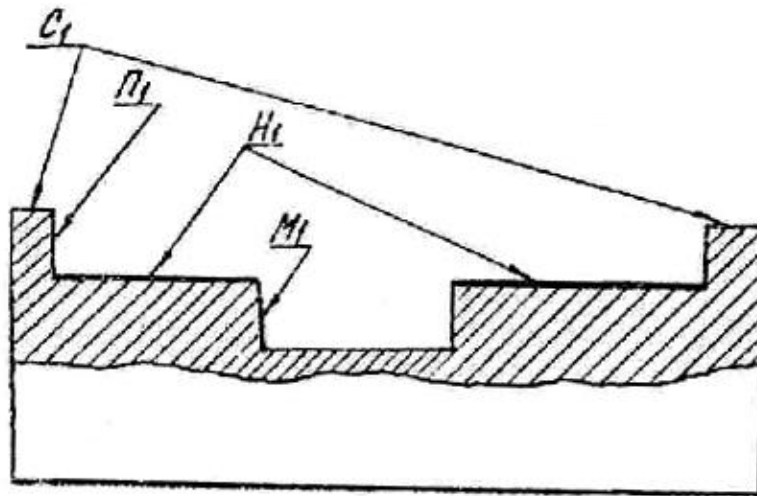


Рисунок 5.29 – Профіль напрямних позоків, які спрягаються з напрямними консолі

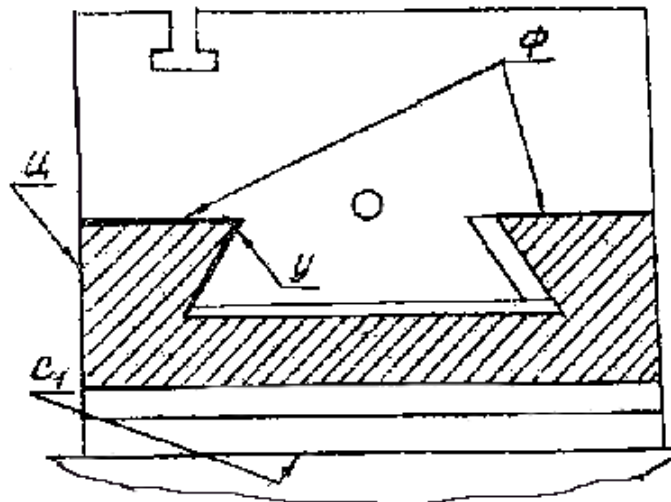


Рисунок 5.30 – Профіль напрямних позоків, які спрягаються з напрямними стола

Таблиця 5.13 – Ремонт стола вертикально-фрезерного верстата

№ пере- ходу	№ ри- сунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	2	3	4	5



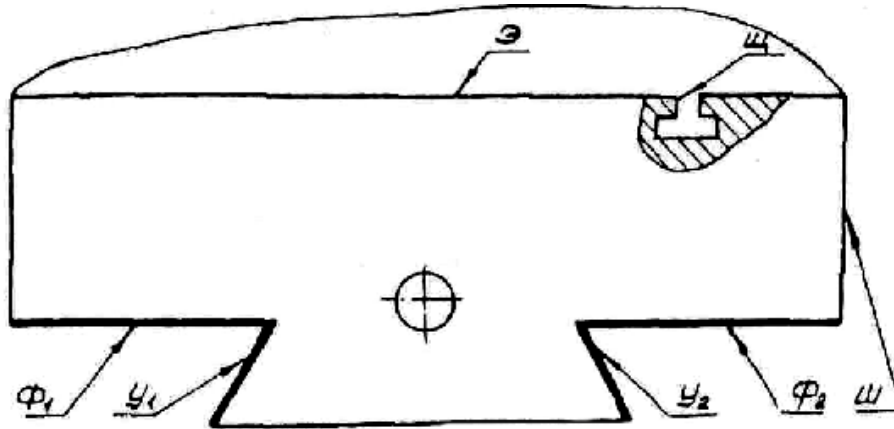


Рисунок 5.13 – Профіль напрямних стола

### 5.5 Контрольні запитання

- 1 Який з розглянутих верстатів вважається найбільш складним в ремонті і чому?
- 2 Яка з розглянутих деталей вважається найбільш складною в ремонті і чому?
- 3 Який із відомих способів ремонту напрямних забезпечує найбільшу продуктивність?
- 4 Який із відомих способів ремонту напрямних забезпечує найбільшу точність, оптимальну шорсткість і чому?
- 5 Які поверхні слід використовувати в якості баз при усуненні зносу напрямних станин токарно-гвинторізного і вертикально-фрезерного верстата шліфуванням?
- 6 Які поверхні можна використовувати в якості баз при шабруванні напрямних стола вертикально-фрезерного верстата?

### 5.6 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

- 1) Назва лабораторної роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Теоретичні відомості.
- 4) Послідовність виконання роботи (таблиці, рисунки, та результати вимірів).
- 5) Висновки по роботі.



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Голофтеев С. А. Лабораторный практикум по курсу «Металлорежущие станки»: Учебное пособие для техникумов – М.: Высш. шк., 1991. – 240 с.
2. Зубострогальный полуавтомат для нарезания конических колес с прямыми зубьями модели 5П23БП. Руководство по эксплуатации, инструкция по расчету и нарезанию. Саратов, ЦБТИ, 1963. – 60 с.
3. Кедринский В.Н., Писмак К.М. Станки для нарезания конических колес. М.: Машгиз, 1968. – 535 с.
4. Коллегаев Р.Н. и др. Эффективность работы ремонтной службы предприятия и объединения. К., Техніка, 1976. – 160 с.
5. Костин А.И., Поляков Д.И. Специализированный ремонт металлорежущих станков. М., Машиностроение, 1978. – 152 с.
6. Лоскутов В.В., Ничков А.Г. Зубообрабатывающие станки. М.: Машиностроение, 1978. – 192 с.
7. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
8. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні оброблюючі системи» для студентів за напрямом підготовки 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / Укл.: Пасов Г.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2002. – 50 с.
9. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Металообробне обладнання» для студентів за напрямом підготовки 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / Укл.: Пасов Г.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2002. – 58 с.
10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Металообробне обладнання» та «Металорізальне обладнання». Частина 1. Для студентів за напрямом підготовки 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / Укл.: Пасов Г.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2003. – 92 с.
11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Металообробне обладнання» та «Металорізальне обладнання». Частина 2. Для студентів за напрямом підготовки 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / Укл.: Пасов Г.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2003. – 83 с.
12. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Металообробне обладнання» та «Металорізальне обладнання». Для студентів за напрямом підготовки 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / Укл.: Пасов Г.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2003. – 34 с.
13. Металообробне обладнання. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів за напрямом підготовки 6.050502 «Інженерна механіка». Частина 2. / Укл.: Пасов Г.В., Чуприна В.М. – Чернігів: ЧДТУ, 2010. – 99 с.
14. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках, ч. 1 и ч. 2, М.: Машиностроение, 1974. – 406 с.
15. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Технология ремонта металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1970. – 320 с.

16. Проников А.С. Расчет и конструирование металлорежущих станков. М., 1967. – 431 с.
17. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1986. – 250 с.
18. Самсонов В.Г. Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Металлорежущие станки» раздел «Ремонт и эксплуатация металлорежущих станков». Киев: КПИ, 1981. – 31 с.
19. Сандаков М.В. Таблицы для подбора шестерен. Справочник. М.: Машиностроение, 1982. – 559 с.
20. Справочник механика машиностроительного завода, том.2. Под редакцией инж. Борисова Ю.С. и канд. техн. наук Носкина Р.А. М., Машиностроение, 1971. – 623 с.
21. Хренов Л.С. Восьмизначные таблицы тригонометрических функций. М.: Наука, 1973. – 476 с.
22. Шавлюга Н.І. Розрахунок і приклади налагодження зубофрезерних і зубодовбальних верстатів. М.: Машгиз, 1962. – 320 с.

Таблиця А1 – Варіанти завдань до лабораторної роботи №1

№ Варіанту	Модуль нарізаємих зубів $m_k$	Діаметр фрези $D_f$	Модульна фреза $Z_f$	Ширина колеса $B$	Кількість нарізаємих зубів $Z$	Кут нахилу зубців $\beta$	Оброблює- мий матері- ал
1	2	3	4	5	6	7	8
1	6	100	11	15	16	16	СЧ15-32
2	6	100	11	10	17	16	Сталь 45
3	6	100	11	20	18	16	Сталь 40Х
4	6	100	11	25	19	16	СЧ15-32
5	6	100	11	30	20	16	Сталь 45
6	6	100	11	50	21	16	Сталь 40Х
7	6	100	11	15	22	16	СЧ15-32
8	6	100	11	12	23	16	Сталь 45
9	6	100	11	10	24	16	Сталь 40Х
10	6	100	11	20	25	16	СЧ15-32
11	6	100	11	15	16	15	Сталь 45
12	6	100	11	10	17	15	Сталь 40Х
13	6	100	11	20	18	15	Сталь 40Х
14	6	100	11	25	19	15	СЧ15-32
15	6	100	11	30	20	15	Сталь 45
16	6	100	11	50	21	15	Сталь 40Х
17	6	100	11	15	22	15	СЧ15-32
18	6	100	11	12	23	15	Сталь 45
19	6	100	11	10	24	15	Сталь 40Х
20	6	100	11	20	25	15	СЧ15-32
21	6	100	11	15	16	14	Сталь 45
22	6	100	11	10	17	14	Сталь 40Х
23	6	100	11	20	18	14	СЧ15-32
24	6	100	11	25	19	14	Сталь 45
25	6	100	11	30	20	14	Сталь 40Х
26	6	100	11	50	21	14	СЧ15-32
27	6	100	11	15	22	14	Сталь 45
28	6	100	11	12	23	14	Сталь 40Х
29	6	100	11	10	24	14	СЧ15-32
30	6	100	11	20	25	14	Сталь 45

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8
31	6	100	11	15	16	13	Сталь 40Х
32	6	100	11	10	17	13	СЧ15-32
33	6	100	11	20	18	13	Сталь 45
34	6	100	11	25	19	13	Сталь 40Х
35	6	100	11	30	20	13	СЧ15-32
36	6	100	11	50	21	13	Сталь 45
37	6	100	11	15	22	13	Сталь 40Х
38	6	100	11	12	23	13	СЧ15-32
39	6	100	11	10	24	13	Сталь 45
40	6	100	11	20	25	13	Сталь 40Х
41	6	100	11	15	16	12	СЧ15-32
42	6	100	11	10	17	12	Сталь 45
43	6	100	11	20	18	12	Сталь 45
44	6	100	11	25	19	12	Сталь 40Х
45	6	100	11	30	20	12	СЧ15-32
46	6	100	11	50	21	12	Сталь 45
47	6	100	11	15	22	12	Сталь 40Х
48	6	100	11	12	23	12	СЧ15-32
49	6	100	11	10	24	12	Сталь 45
50	6	100	11	20	25	12	Сталь 40Х
51	6	100	11	15	16	11	СЧ15-32
52	6	100	11	10	17	11	Сталь 45
53	6	100	11	20	18	11	Сталь 45
54	6	100	11	25	19	11	Сталь 40Х
55	6	100	11	30	20	11	СЧ15-32
56	6	100	11	50	21	11	Сталь 45
57	6	100	11	15	22	11	Сталь 40Х
58	6	100	11	12	23	11	СЧ15-32
59	6	100	11	10	24	11	Сталь 45
60	6	100	11	20	25	11	Сталь 40Х

Розрахунок настроювань і налагоджування зубофрезерного верстата моделі 5К324А для обробки циліндричних зубчастих коліс

Завдання:

Інструмент – фреза з характеристиками:

- діаметр фрези – 68 мм;
- модуль  $m = 2$ ;
- напрямок гвинтової лінії фрези – правий;
- матеріал фрези – Р18 (Р6М5);
- кількість заходів – 1;
- кут нахилу  $\beta_1 = 1^\circ 48'$  .

Необхідно обробити зубчасте колесо з характеристиками:

Таблиця Б1 – Варіанти завдань до лабораторної роботи №2

Варіант	Кут нахилу зубів	Кількість зубів	Ширина вінця	Матеріал	Напрямок зубів	Якість обробки
1	2	3	4	5	6	7
1	10,491739	52	20	Чавун СЧ15-32	Правий	Чорний прохід
2	11,095334	63	21	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)		
3	11,196673	53	22	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)		
4	11,250592	55	23	Чавун СЧ15-32		
5	11,409130	72	24	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)		
6	11,829588	69	25	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)		
7	11,830845	77	26	Чавун СЧ15-32		
8	12,034762	51	27	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)		
9	12,169753	58	28	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)		
10	12,236238	57	29	Чавун СЧ15-32		
11	12,349276	55	30	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)		
12	12,456908	62	31	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)		
13	12,596371	54	32	Чавун СЧ15-32		
14	12,678249	69	33	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)		
15	12,825757	56	34	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)		
16	13,125316	66	35	Чавун СЧ15-32	Лівий	
17	13,253699	75	36	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)		
18	12,323610	80	37	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)		
19	13,069818	81	38	Чавун СЧ15-32		
20	13,352061	74	39	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)		
21	13,673731	82	40	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)		
22	13,796193	79	41	Чавун СЧ15-32		
23	13,850245	83	42	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)		

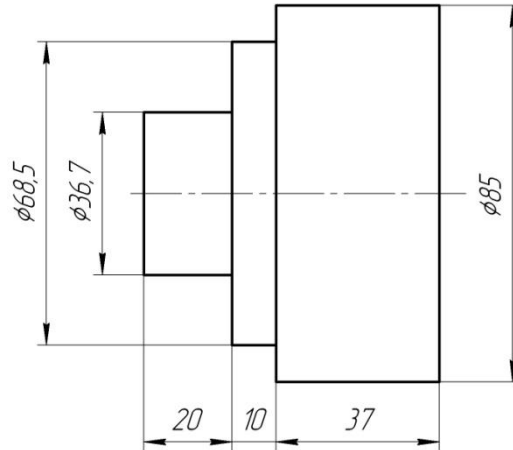
Продовження таблиці Б1

1	2	3	4	5	6	7	
24	14,238761	85	43	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)		Чистовий прохід	
25	14,245233	50	44	Чавун СЧ15-32			
26	14,268394	63	45	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
27	14,289643	56	46	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
28	14,307642	72	47	Чавун СЧ15-32			
29	14,340975	86	48	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
30	14,365762	68	49	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			Правий
31	14,388969	61	20	Чавун СЧ15-32			
32	14,405234	71	21	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
33	14,427752	59	22	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
34	14,521067	62	23	Чавун СЧ15-32			
35	14,556070	86	24	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
36	14,778466	84	25	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
37	14,801249	64	26	Чавун СЧ15-32			
38	14,908385	87	27	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
39	14,957801	73	28	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)	Лівий		
40	15,078009	78	29	Чавун СЧ15-32			
41	15,081793	67	30	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
42	15,197351	59	31	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
43	15,267924	64	32	Чавун СЧ15-32			
44	15,296347	53	33	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
45	15,348604	82	34	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
46	15,416987	67	35	Чавун СЧ15-32			
47	15,464494	76	36	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
48	15,661596	60	37	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
49	15,682423	65	38	Чавун СЧ15-32			
50	15,821058	88	39	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
51	15,857655	70	40	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
52	15,925683	56	41	Чавун СЧ15-32			
53	16,138967	68	42	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
54	16,152675	89	43	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
55	16,238958	54	44	Чавун СЧ15-32			
56	16,263975	84	45	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
57	16,397652	59	46	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			
58	16,432468	67	47	Чавун СЧ15-32			
59	16,756014	59	48	Сталь ( $\sigma_B < 60$ кг/мм)			
60	16,896110	67	49	Сталь ( $\sigma_B > 60$ кг/мм)			

Додаток В

Налагодження токарного багатопиндельного напівавтомата моделі 1А240П-6

Завдання:  
 Настроїти верстат на задану деталь.  
 Заготовка



Деталь

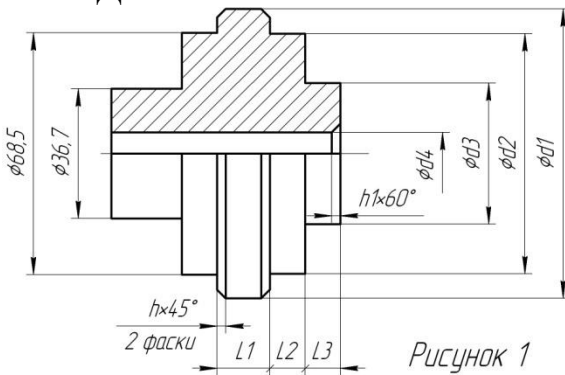


Рисунок 1

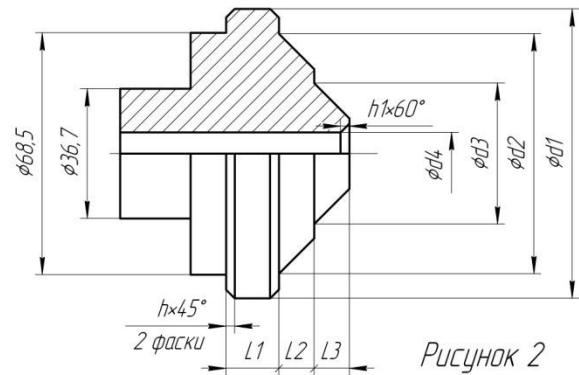


Рисунок 2

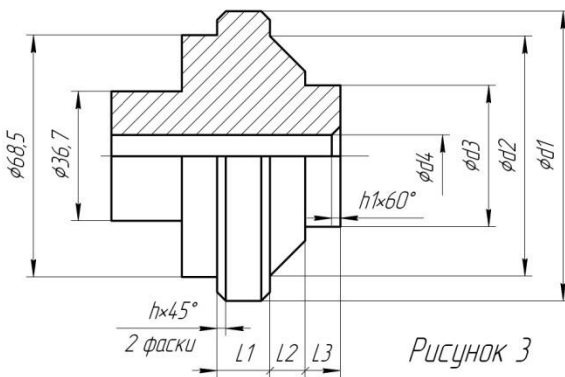


Рисунок 3

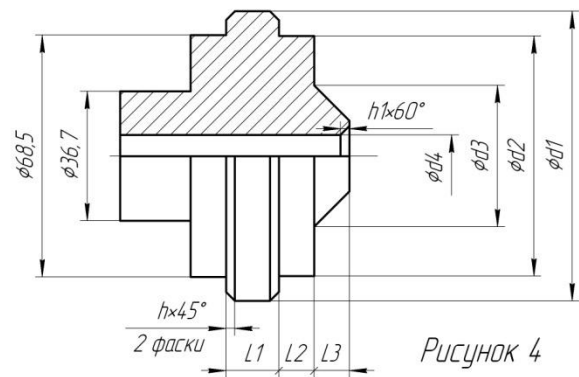


Рисунок 4

Таблиця В1 – Варіанти завдань до лабораторної роботи №4

Варіант	Рисунок	d1	d2	d3	d4	L1	L2	L3	h	h1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	84	68	40	6	15	10	10	2	1,5
2	2									
3	3									
4	4									
5	1	83,5	70	38	15	20	8	6	1,5	2
6	2									
7	3									
8	4									
9	1	83	73	42	14	17	9	8	1	1
10	2									
11	3									
12	4									
13	1	82,5	65	43	18	22	6	6	1,5	2
14	2									
15	3									
16	4									
17	1	82	72	45	16	16	10	9	1	1
18	2									
19	3									
20	4									
21	1	84	67	55	20	22	5	5	2	2
22	2									
23	3									
24	4									
25	1	83,5	69	45	12	17	8	10	1,5	0,5
26	2									
27	3									
28	4									
29	1	83	71	52	20	17	8	9	2	2
30	2									
31	3									
32	4									
33	1	82,5	75	50	16	18	10	6	1,5	1
34	2									
35	3									
36	4									
37	1	82	76	58	22	14	8	7	1	2
38	2									
39	3									
40	4									



Продовження таблиці В1

Варіант	Рисунок	d1	d2	d3	d4	L1	L2	L3	h	h1
41	1	84	74	56	10	16	9	6	1,5	2
42	2									
43	3									
44	4									
45	1	83,5	77	54	18	19	10	10	1	1,5
46	2									
47	3									
48	4									
49	1	83	63	44	12	21	8	7	1,5	2
50	2									
51	3									
52	4									
53	1	82,5	64	46	6	18	7	9	1	1
54	2									
55	3									
56	4									
57	1	82	66	48	14	20	9	8	2	1
58	2									
59	3									
60	4									

## Зміст

	Стор.
ВСТУП.....	3
1 Лабораторна робота № 1. Нарізання зубчастих коліс на універсально-фрезерному верстаті .....	4
1.1 Мета роботи .....	4
1.2 Обладнання, прилади, інструменти .....	4
1.3 Теоретичні відомості .....	4
1.3.1 Будова ділильних головок .....	4
1.3.1.1 Ділильна головка (ДГ) безпосереднього поділу .....	4
1.3.1.2 Ділильні головки простого поділу .....	4
1.3.1.3 Універсальні ділильні головки .....	5
1.3.1.4 Оптичні ділильні головки .....	9
1.3.1.5 Багатошпindelні ділильні головки .....	10
1.3.1.6 Приладдя до ділильних головок .....	10
1.3.2 Методи поділу на ділильних головках .....	11
1.3.2.1 Метод безпосереднього поділу .....	11
1.3.2.2 Метод простого поділу .....	12
1.3.2.3 Метод диференційного ділення .....	13
1.3.2.4 Налагодження ділильної головки для фрезерування гвинтових поверхонь .....	15
1.3.2.5 Розрахунок передаточного відношення та кількості зубів змінних коліс .....	15
1.3.2.6 Поділ заготовки на нерівні частини .....	16
1.3.3 Технічні характеристики верстата .....	17
1.3.4 Налагоджування універсально-фрезерувального верстата та ділильної головки на фрезерування гвинтових канавок .....	18
1.3.5 Вибір режимів різання .....	19
1.4 Порядок виконання роботи .....	21
1.5 Зміст звіту .....	21
2 Лабораторна робота № 2. Розрахунок настроювань та налагодження зубофрезерного верстата моделі 5К324А для обробки циліндричних зубчастих коліс .....	22
2.1 Мета роботи .....	22
2.2 Обладнання, пристрої, інструменти .....	22
2.3 Теоретичні відомості .....	22
2.3.1 Призначення зубофрезерного верстата моделі 5К324А .....	22
2.3.2 Скорочений опис конструкції верстата моделі 5К324А .....	22
2.3.2.1 Основні вузли верстата .....	22
2.3.2.2 Органи керування .....	23
2.3.2.3 Гідравлічна система верстату .....	25
2.3.2.4 Кінематична схема верстат .....	26
2.3.3 Розрахунок налагодження зубофрезерного верстат моделі 5К324 .....	27
2.3.3.1 Розрахунок налагодження ланцюга головного руху .....	27

2.3.3.2 Розрахунок налагодження ланцюга поділу .....	29
2.3.3.3 Розрахунок ланцюга вертикальних подач .....	31
2.3.3.4 Розрахунок налагодження ланцюга диференціалу .....	32
2.3.3.5 Розрахунок довжини ходу вертикальної подачі .....	34
2.3.3.6 Розрахунок заглиблення фрези .....	35
2.3.3.7 Розрахунок кута повороту фрезерного супорта .....	35
2.3.4 Складання карти налагодження зубофрезерного верстата 5К324А .....	36
2.3.5 Налагодження верстата моделі 5К324А .....	37
2.3.6 Пуск верстата .....	42
2.4 Порядок виконання роботи .....	42
2.5 Зміст звіту .....	42
<b>3 Лабораторна робота № 3. Розрахунок настроювань і налагодження зубостругального верстата моделі 5П23БП для обробки прямозубих конічних зубчастих коліс .....</b>	<b>43</b>
3.1 Мета роботи .....	43
3.2 Обладнання, пристрої, інструменти .....	43
3.3 Теоретичні відомості .....	43
3.3.1 Скорочений опис напівавтомата .....	43
3.3.2 Кінематична схема напівавтомата .....	45
3.3.2.1 Ланцюг головного руху .....	46
3.3.2.2 Ланцюг подач .....	48
3.3.2.3 Ланцюг ділення .....	49
3.3.2.4 Ланцюг обкатки .....	50
3.3.3 Гідравлічна схема напівавтомата .....	50
3.3.3.1 Затиск виробу .....	52
3.3.3.2 Підвід столу .....	52
3.3.3.3 Робочий хід столу .....	52
3.3.3.4 Відвід столу .....	52
3.3.3.5 Розтискання виробу .....	53
3.3.3.6 Відлік кількості оброблених зубів .....	53
3.3.4 Розрахунок налагоджуваних установок напівавтомата .....	53
3.3.4.1 Термінологія і умовні позначення, прийняті в розрахунках .....	55
3.3.4.2 Пояснення до виконання розрахунків по таблиці 3.4 .....	56
3.3.5 Налагодження напівавтомата .....	61
3.3.5.1 Встановлення різців на кут конусності зуба .....	61
3.3.5.2 Встановлення різців за калібрами .....	62
3.3.5.3 Встановлення двопрхідного механізму .....	62
3.3.5.4 Встановлення кута нахилу гвинтового механізму .....	63
3.3.5.5 Встановлення кута люльки .....	63
3.3.5.6 Встановлення змінних шестерень .....	64
3.3.5.7 Встановлення кута внутрішнього конуса .....	64
3.3.5.8 Осьове встановлення .....	65
3.3.5.9 Перевірка правильності набору змінних шестерень	

гітар ділення і обкатка .....	65
3.4 Порядок виконання роботи .....	65
3.5 Зміст звіту .....	66
4 Лабораторна робота № 4. Токарні автомати та напівавтомати .....	67
4.1 Мета роботи .....	67
4.2 Обладнання, пристрої, інструменти.....	67
4.3 Теоретичні відомості .....	67
4.3.1 Загальні відомості про токарні автомати та напівавтомати .....	67
4.3.2 Токарно-револьверний автомат моделі 1К341 .....	70
4.3.2.1 Кінематична схема верстата. Основні механізми і рухи верстата .....	70
4.3.3 Горизонтальний 6-шпindelний токарний напівавтомат моделі 1А240П-6 .....	75
4.3.3.1 Призначення верстата.....	75
4.3.3.2 Основні частини та органи керування верстата .....	76
4.3.3.3 Технічна характеристика верстата	
4.3.3.4 Спрощена схема .....	80
4.4 Порядок виконання роботи .....	81
4.5 Зміст звіту .....	86
5 Лабораторна робота № 5. Ремонт напрямних деталей токарно- револьверного та вертикально-фрезерного верстата.....	67
5.1 Мета роботи .....	87
5.2 Теоретичні відомості .....	87
5.2.1 Обґрунтування необхідності ремонту .....	87
5.2.2 Види зносів .....	87
5.2.3 Типізація технологічних процесів ремонту .....	89
5.2.4 Методи і способи ремонту .....	89
5.2.5 Способи базування.....	90
5.3 Інструменти для виконання роботи .....	90
5.3.1 Токарно-гвинторізний верстат.....	90
5.3.2 Вертикально-фрезерний верстат .....	92
5.4 Порядок виконання роботи .....	93
5.4.1 Токарно-гвинторізний верстат.....	93
5.4.2 Вертикально-фрезерний верстат .....	106
5.5 Контрольні запитання.....	112
5.6 Зміст звіту .....	112
Рекомендована література .....	113
Додатки.....	115
Додаток А.....	115
Додаток Б .....	117
Додаток В .....	119