

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівська політехніка»

Металообробне обладнання

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для здобувачів вищої освіти
спеціальності 133 Галузеве машинобудування
першого (бакалаврського) рівня

Затверджено
на засіданні кафедри
автомобільного
транспорту та
галузевого
машинобудування
Протокол № 1
від 21.01.2024

Чернігів 2024

Металообробне обладнання. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти спеціальності 133 Галузеве машинобудування першого (бакалаврського) рівня / Укл.: Сіра Н.М., Кологойда А.В., Пасов Г.В. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – 121 с.

Укладачі:

Сіра Наталія Миколаївна, к.т.н., доцент
кафедри автомобільного транспорту та
галузевого машинобудування;

Кологойда Антоніна Вікторівна, , к.т.н.,
доцент кафедри автомобільного
транспорту та галузевого машинобудування;

Пасов Геннадій Володимирович, к.т.н.,
доцент кафедри автомобільного транспорту
та галузевого машинобудування.

Відповідальний за випуск:

Кальченко В.І., д.т.н., професор, завідувач
кафедри автомобільного транспорту та
галузевого машинобудування

Рецензент:

Кужельний Я.В., к.т.н.,
доцент кафедри автомобільного
транспорту та галузевого машинобудування
НУ «Чернігівська політехніка»

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

НАРІЗАННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

НА УНІВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОМУ ВЕРСТАТІ

1.1 Мета роботи

Ознайомитись з одним з поширених методів нарізання зубчастих коліс. Набути практичних навичок по налагодженню горизонтально-фрезерного верстата та ділильної головки для різних засобів поділу.

1.2 Обладнання, прилади, інструменти

Горизонтально-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 Ділильна головка (ДГ) безпосереднього поділу

ДГ безпосереднього поділу виконуються з горизонтальним та вертикальним розташуванням шпинделя. У корпусі 5 головки (рис. 1.1) обертається шпиндель, на правому кінці якого закріплено повідковий патрон 6 та вславлено центр 7.

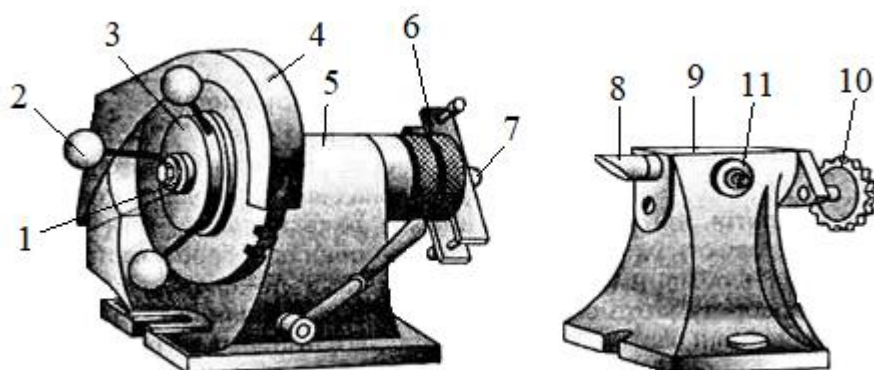


Рисунок 1.1 – Ділильна головка безпосереднього ділення

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 оберт 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 здійснюється регулювання зазорів у підшипниках шпинделя. Поворот шпинделя здійснюється рукояткою 2 та фіксується диском 3. Кожух 4 захищає головку від стружки та бруду. Задня бабка 9 підтримує інший кінець заготовки. Центр 8 може переміщуватися у поздовжньому напрямку маховиком 10 і закріплюється гвинтом 11 у необхідній позиції.

1.3.1.2 Ділильні головки простого поділу

Зазвичай у ділильних головках простого поділу черв'ячне колесо має 40 зубів, а черв'як – однозахідний. Отже, щоб шпиндель головки зробив один оберт, рукоятці (черв'яку) треба надати 40 обертів, для одержання половини оберту – 20 обертів. Число обертів рукоятки, необхідне для повороту шпинделя ділильної головки на один оберт, називається характеристикою ділильної головки та позначається буквою N . Число обертів n рукоятки головки, необхідне для одержання поділу фрезерованої заготовки на z частин: $n = N/z$.

В УДГ даного типу (рис. 1.2) підрахунок виконується по нерухомому ділильному диску 5, а ділення виконується рукояткою 1, зв'язаною з шпинделем 2 через черв'ячну передачу.

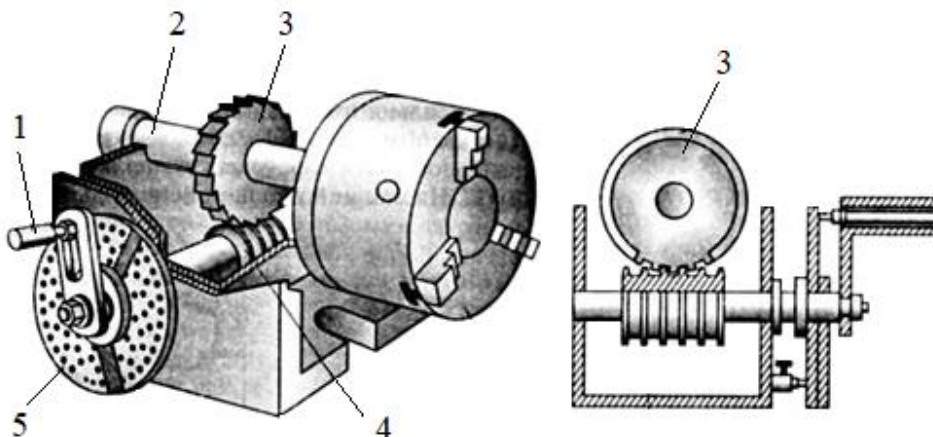


Рисунок 1.2 – Ділильна головка простого поділу

Черв'як 4 однозахідний, а черв'ячне колесо 3 має 40 зубів. Щоб шпindelь головки зробив повний оберт, рукоятці (черв'яку) надається 40 обертів. Кількість обертів рукоятки, необхідна для повороту шпинделя на один оберт – характеристика ділильної головки N . Кількість обертів n рукоятки, необхідна для поділу оброблюваної деталі на Z частин, визначається за формулою:

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

1.3.1.3 Універсальні ділильні головки

За допомогою універсальних ділильних головок можна періодично повертати заготовку навколо її осі на задане число поділок (рівні та нерівні частини); установлювати вісь деталей, які оброблюють, під заданим кутом до горизонтальної площини; безперервно обертати заготовку у процесі фрезерування гвинтових канавок, проводити розмітку заготовок.

Технічні характеристики УДГ наведено у таблиці 1.1.

Корпус 4 універсальної ділильної головки (рис. 1.3) установлено на основі 10 з стяжними дугами 3. Послабивши гайки, можна повертати корпус на кут, що визначається за шкалою 5.

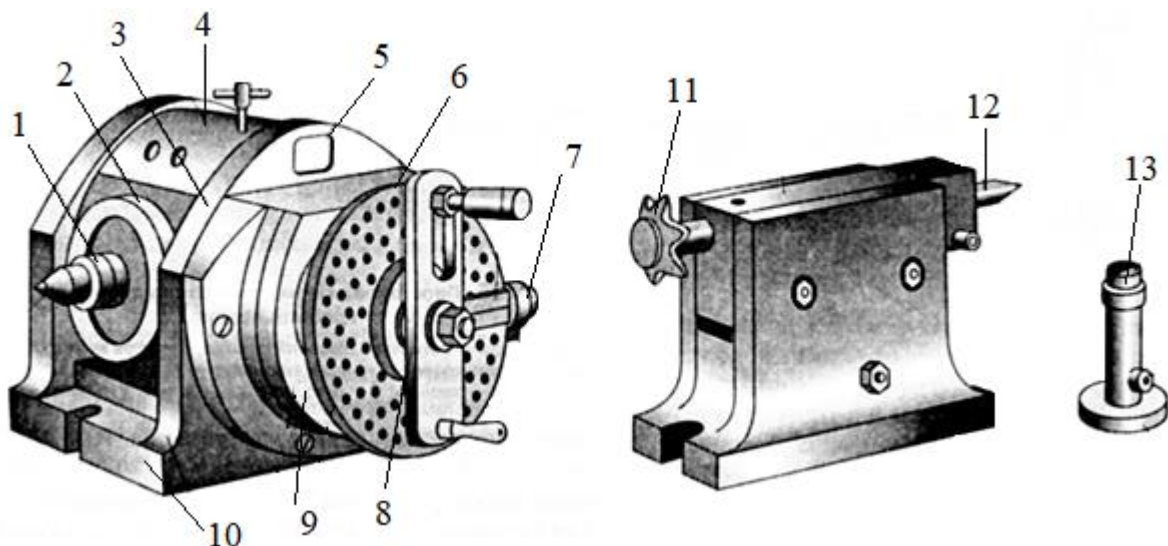


Рисунок 1.3 – Універсальна ділильна головка

У корпусі розміщено шпindel, кінці якого розточені на конус Морзе. На одному з них установлюється центр 1 чи трикулачковий патрон, а на другому – оправа диференціального ділення. На бортику шпindelа розміщено лімб 2 безпосереднього поділу. У середній частині шпindelа розміщено черв'ячне колесо, яке обертається від черв'яка, розміщеного у ексцентричній втулці, завдяки обертанню якої можна увести у зачеплення черв'як або вивести його. До ділильного диску пружиною притиснутий розсувний сектор 8, складений з лінійок 6 та зачепленого гвинта. Механічний привод від верстата здійснюється через вал 7, змонтованого у підшипниках ковзання та розміщеного у втулці кришки 9. На кінці валу розміщено конічне зубчасте колесо, яке знаходиться у зачепленні з конічним колесом, яке насаджено на вал 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 площах 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.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики УДГ

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 A	на боці B	
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.І

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
	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
	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
	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
	2							560				
7036-0066	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
	2							560				

1.3.1.4 Оптичні ділильні головки

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

На рисунку 1.4 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 надається обертання від черв'яка 8, який зв'язаний з маховиком 1. Черв'ячне колесо і шпindel можуть бути закріплені у потрібному положенні рукояткою 2.

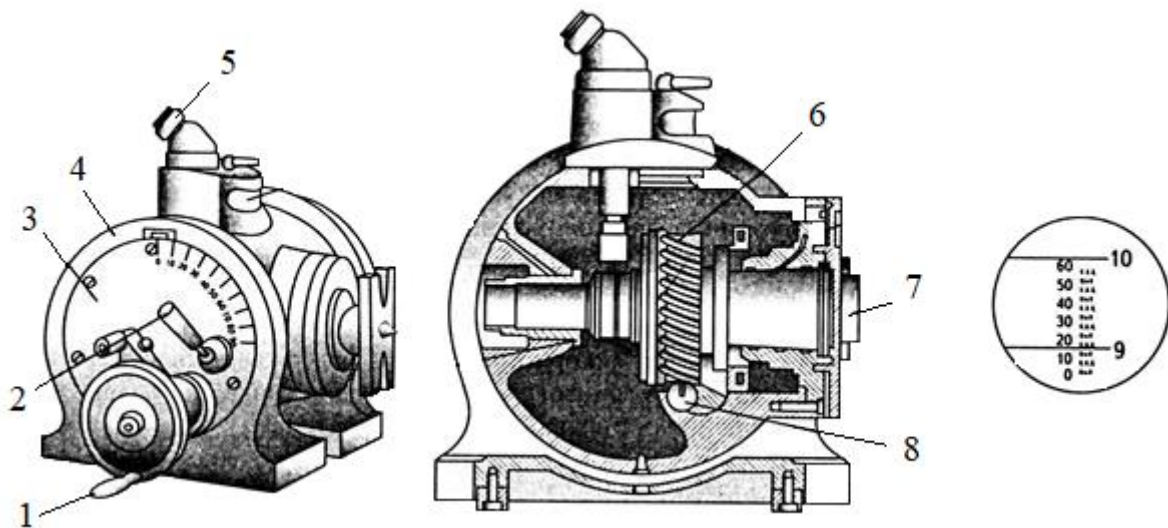


Рисунок 1.4 – Оптична ділильна головка

Черв'як та колесо служать тільки для повороту шпинделя, їх похибки не впливають на точність роботи головки. Один кінець валка з черв'яком сидить в ексцентричній втулці, що дозволяє опускати валик разом з черв'яком униз та, вивівши із зачеплення 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 (рис. 1.4), поділена на 60 частин с ціною поділки 1'.

Поворот шпинделя головки на потрібну величину здійснюється маховиком 1. Кут повороту шпинделя визначається, як і при безпосередньому поділі.

Коли задано крок поділок, виміряний по колу визначеного діаметра, то кут повороту:

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

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

При використанні головки треба враховувати, що кути послідовних поворотів підсумовуються. Тому потрібно попередньо скласти повну таблицю кутів для всіх поворотів шпинделя головки. Так, при поділі на $Z = 51$ таблиця повинна мати 50 рядків:

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

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

$$3 = 21^{\circ}10'36'' \text{ тощо.}$$

1.3.1.5 Багатошпindelьні ділильні головки

Великі партії заготовок доцільно обробляти на багатошпindelьних ДГ. Існують двох-, трьох- та чотирьохшпindelьні ділильні головки для безпосереднього поділу та головки більш складні для фрезерування гвинтових канавок, конічних зубчастих тощо. Синхронний поворот шпинделів створюється за допомогою однієї рукоятки. Закріплення усіх шпинделів у робочому положенні також здійснюється однією рукояткою. Однією рукояткою закріплюють і всі пінолі задньої бабки. Шпинделі можуть мати горизонтальне або вертикальне розташування (рис. 1.5).

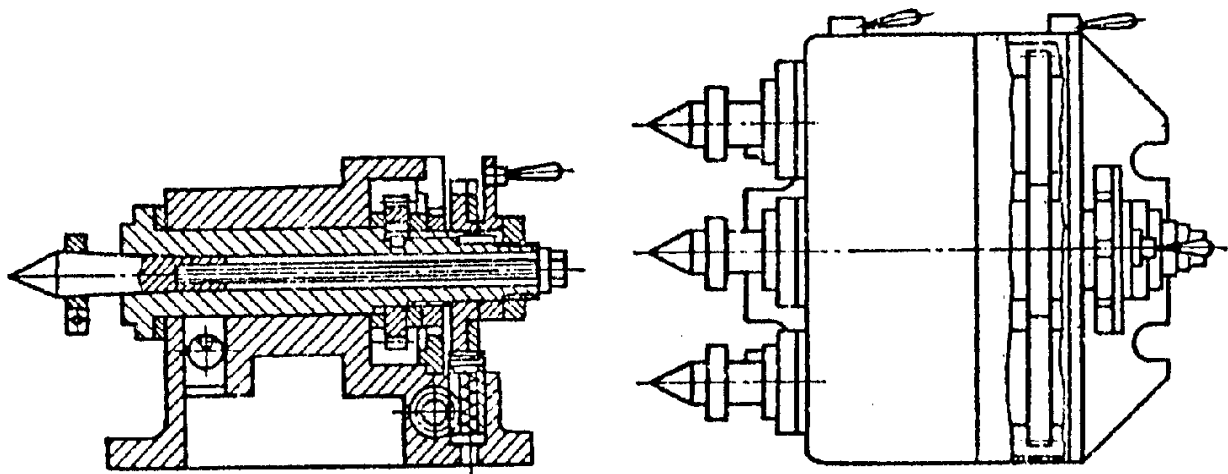


Рисунок 1.5 – Багатошпindelьна ділильна головка

1.3.1.6 Приладдя до ділильних головок

Для установлення і закріплення заготовок у ДГ та передачі їм обертально-го руху використовують шпindelні валики, оправки, трикулачкові патрони, поводки.

При обробці нежорстких заготовок використовуються люнети.

1.3.2 Методи поділу на ділильних головках

1.3.2.1 Метод безпосереднього поділу

При безпосередньому поділі черв'як головки має бути виведений із зачеплення з черв'ячним колесом.

Поворот оброблюваної заготовки здійснюється обертанням шпинделя.

Підрахунок кута повороту ведеться за кутовою шкалою з ціною поділки 1° та конусу або при допомозі отворів на зворотній стороні лобового ділильного диска.

Кут повороту шпинделя при поділі заготовки на Z частин визначається за формулою: $\alpha = 360/Z$.

Кількість отворів n вибраного ділильного кола, які пропускають при повороті шпинделя головки, визначається за формулою:

$$n = N/Z, \quad (1.3)$$

де N – кількість отворів ділильного кола.

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

Якщо задано кут β між межами оброблюваних поверхонь, то кут повороту шпинделя після оброблення першої поверхні визначається за формулою:

$$\alpha = 180^\circ - \beta. \quad (1.4)$$

1.3.2.2 Метод простого поділу

При цьому методі черв'як K уводиться у зачеплення з черв'ячним колесом N (рис. 1.6).

Шпиндель 5 обертається рукояткою 2 з фіксатором 1. На диску 3 є концентричні кола з отворами, навпроти яких при налаштуванні встановлюється фіксатор. Поворот рукоятки передається через циліндричні зубчасті колеса $z_1 - z_2$ з передавальним відношенням $i = 1$ та черв'ячну пару K та N з $i = 1:40$.

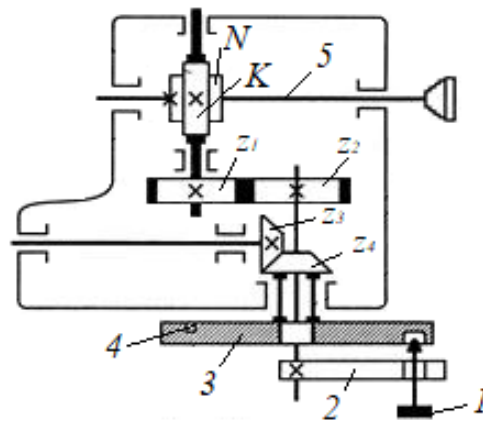


Рисунок 1.6 – Кінематична схема УДГ (метод простого поділу)

Рівняння кінематичного ланцюга руху шпинделя має вид:

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

або

$$n = 40/Z, \quad (1.5)$$

де n – кількість обертів рукоятки.

Якщо потрібно поділити коло на Z рівних частин, то після фрезерування кожної поверхні потрібно повернути шпиндель 5 разом із заготовкою на $1/Z$ оберту, а рукоятку 2 – на $Z/40$ оберту. Це можна записати таким чином:

$$40/Z = A + a/b = A + m_a/m_b, \quad (1.6)$$

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 число отворів на якому-небудь колі ділильного диску 3 (дивись таблицю 1.2). Тоді m_a буде виражати число поділок лімба, на яке повинна бути пове-

рнута рукоятка 2 додатково до A повних обертів. Рукоятку обертають за годинною стрілкою.

Таблиця 1.2 – Кількість отворів на ділильному диску

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

Приклад. Підібрати отвори на ділильному диску при $Z = 35$.

Розв'язання: 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 заготовки робимо один повний оберт шпинделя рукояткою та переміщення заціпки на 7 кроків на колі з 49 поділками.

Для зручності відліку проміжків між отворами ділильного диска служить розсувний сектор (рис. 1.7), який складається з двох лінійок 1 та 3.

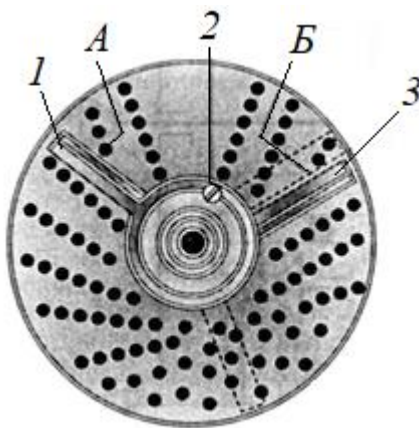


Рисунок 1.7 – Ділильний диск з концентричними колами

Лінійки установлюють так, щоб між ними була кількість проміжків m_a . Для установки сектора у робочу позицію треба увести стержень фіксатора в одне з отворів вибраного ділильного кола, наприклад в отвір А (рис. 1.7). Розкрутивши гвинт 2, який з'єднує лінійку 1 та 3 сектора, підводять лінійку 1 до стержня фіксатора. Відрахувавши кількість кіл ряду, лінійку 3 підводять до останнього

отвору Б та закріплюють сектор гвинтом 2.

Після обробки поверхні деталі у даному положенні фіксатора потрібно повернути рукоятку головки за годинною стрілкою, увести стержень фіксатора у отвір Б та повернути лінійку 1 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.

1.3.2.3 Метод диференційного поділу

Використовується у тому разі, коли через обмежену кількість концентричних кіл не можна отримати необхідного повороту заготовки засобом простого поділу. Відміна диференційного поділу від інших полягає у тому, що відлік повороту рукоятки 2 (рис. 1.8) здійснюється по ділильному диску 3.

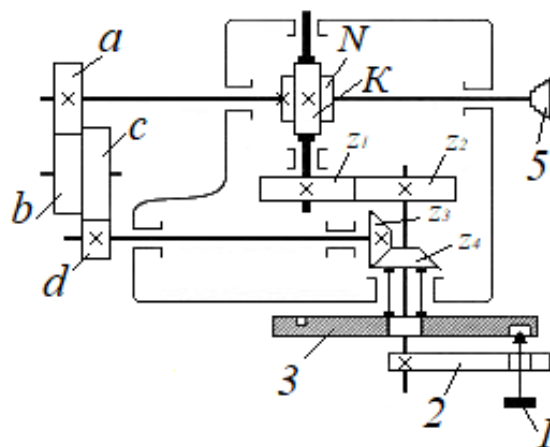


Рисунок 1.8 – Кінематична схема УДГ (метод диференційного поділу)

Ділильний диск через конічну зубчасту пару $Z_4 - Z_3$ та гітару змінних зубчастих коліс $d - c - b - a$ зв'язаний із 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 N та черв'ячне колесо K буде передано шпинделю 5, а від нього через гітару змінних коліс, конічну пару – ділильному диску 3. Передавальне відношення конічних зубчастих коліс $Z_4 - Z_3$ та циліндричних зубчастих коліс $Z_1 - Z_2$ дорівнює одиниці.

Оскільки обертання шпинделя відбувається у 40 разів повільніше, ніж обертання рукоятки, то і ділильний диск буде обертатися повільніше. Налагодження головки на диференційний поділ відповідає:

$$i = (40/X)(X - Z), \quad (1.7)$$

де X – допоміжна на кількість поділок;

Z – необхідна кількість поділок.

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

До ДГ додаються зубчасті колеса з числом зубів 25, 30, 35, 40, 50, 55, 70, 60, 65, 80, 85, 90, 100.

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

Розв'язання: приймаємо найближче значення $X = 120$.

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

Підбираємо зубчасті колеса за однією з схем так, щоб

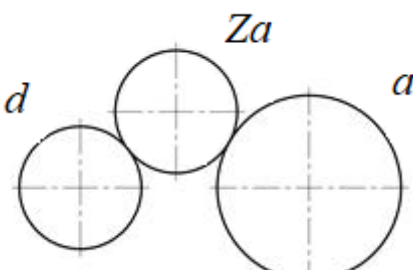
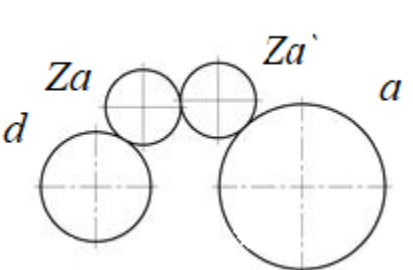
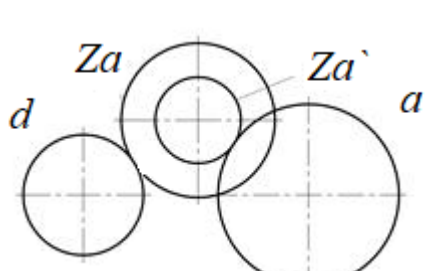
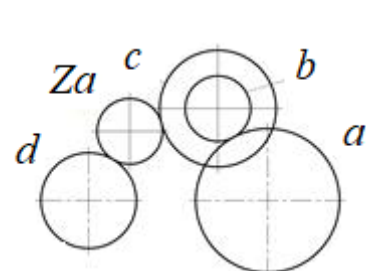
$$i = Z_1 \cdot Z_3 / Z_2 \cdot Z_4 = (100 \cdot 40) / (50 \cdot 80) = 1.$$

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

Отже, необхідно взяти коло з 30-ма отворами, при кожному повороті рукоятки пропускати 10 проміжків. Напрямок обертання бокового ділильного диска залежить від прийнятого числа X .

При додатному значенні передавального відношення, коли $i > 0$ ($X > Z$), напрям обертання диска повинен співпадати з напрямом обертання рукоятки. При від'ємному, коли $i < 0$ ($X < Z$) обертання диска буде здійснюватиметься назустріч обертання рукоятки. У залежності від прийнятого числа поділок та необхідного напрямку обертання ділильного диска налаштування гітари змінних зубчастих коліс може здійснюватися за чотирма схеми (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Кількість проміжних зубчатих коліс в гитарі ділильної головки при диференційному поділі

Кількість пар змінних зубчастих коліс	$i > 0 (X > Z)$	$i < 0 (X < Z)$
Одна пара	<p style="text-align: center;">Одне проміжне колесо</p>  <p style="text-align: center;">Za</p> <p style="text-align: center;">d a</p> <p style="text-align: center;">Za – проміжне зубчасте колесо з довільно вибраною кількістю зубів</p>	<p style="text-align: center;">Два проміжних колеса</p>  <p style="text-align: center;">Za Za' a</p> <p style="text-align: center;">d</p> <p style="text-align: center;">Za, Za' – проміжні зубчасті колеса з довільно вибраною кількістю зубів</p>
Дві пари	<p style="text-align: center;">Без проміжних коліс</p>  <p style="text-align: center;">Za Za' a</p> <p style="text-align: center;">d</p> <p style="text-align: center;">Za' – проміжне зубчасте колесо з довільно вибраною кількістю зубів</p>	<p style="text-align: center;">Одне проміжне колесо</p>  <p style="text-align: center;">Za c b a</p> <p style="text-align: center;">d</p>

1.3.2.4 Налагодження ділильної головки для фрезерування гвинтових поверхонь

Кут нахилу гвинтової канавки ω визначається за формулою:

$$\operatorname{tg} \omega = \pi \cdot D / H, \quad (1.8)$$

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 $\omega_1 = 90 - \omega$ (рис. 1.9).

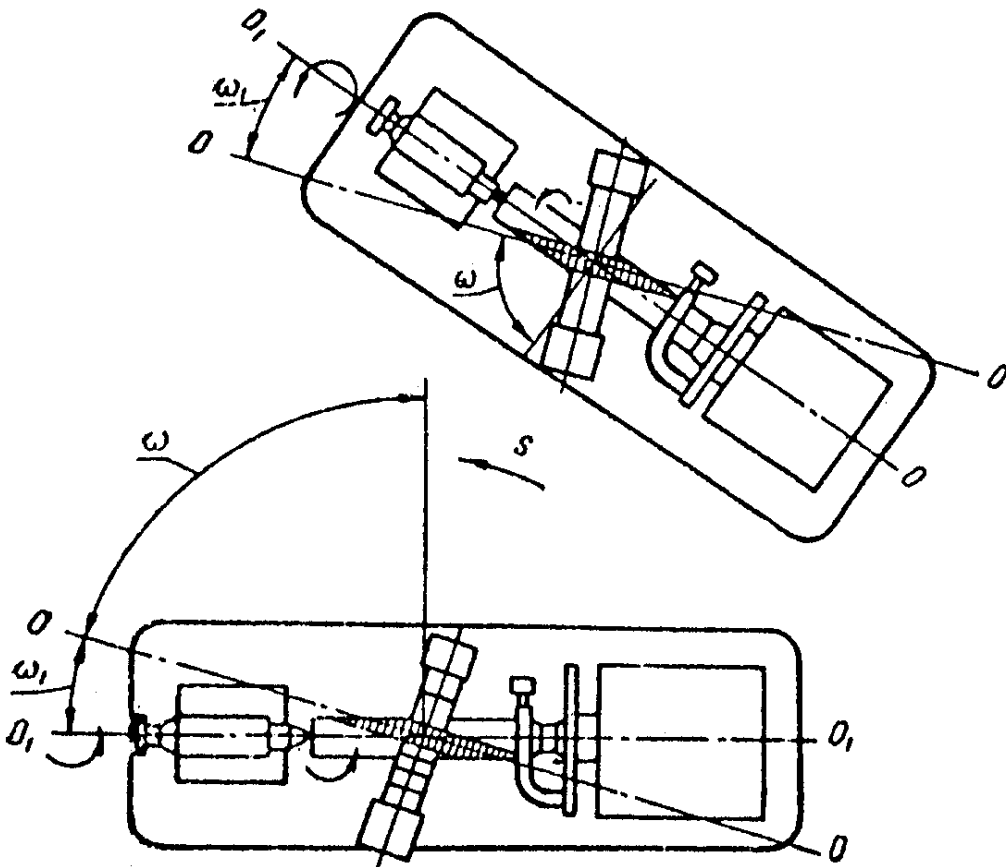


Рисунок 1.9 – Схема повороту стола при фрезеруванні гвинтових канавок

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

1.3.2.5 Розрахунок передавального 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 передавальному відношенні змінних коліс, яке дорівнює одиниці, за один оберт гвинта поздовжньої подачі стіл переміститься на відстань, що дорівнює кроку різьби гвинта, а шпиндель ділильної головки з заготовкою поверта-

ється на $1/40$ оберту. Для повного оберту 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:

$$A = P \cdot N. \quad (1.9)$$

Передавальне відношення змінних зубчатих коліс гітари:

$$i_{зм} = A/H = a/b \cdot c/d,$$

або

$$i_{зм} = 40 \cdot t/H = a/b \cdot c/d, \quad (1.10)$$

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

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

Розв'язання: за формулою (1.10)

$$i_{зм} = a/b \cdot c/d = A/H = 250/300 = 24/30.$$

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

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

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 необхідну кількість отворів на колі ділильного диску і заздалегідь складають розрахункову таблицю.

Приклад. Необхідно фрезерувати стружкові канавки у кінцевій фрезі з центральними кутами 85° , 90° та 95° .

Розв'язання: для повороту заготовки на 360° рукоятку заготовки з характеристикою 40 необхідно повернути на 40 обертів, а для повороту на 1° – на $40/360 = 1/9 = 6/54$. Отже, для повороту на 1° необхідно на головку установити диск з 54 отворами на колі та повертати рукоятку на 6 проміжків між отворами. Далі складається таблиця чисел обертів рукоятки для повороту заготовки фрези

на вказані центральні кути:

$$85^\circ - 85.6/54 = 9 + 24/54;$$

$$90^\circ - 90.6/54 = 10;$$

$$95^\circ - 95.6/54 = 10 + 30/54 \text{ тощо.}$$

1.3.3 Технічні характеристики 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 стола, 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,
- обертальний рух заготовки, кінематично пов'язаний із поздовжньою подачею стола.

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

Схема налагоджування універсально-фрезерного верстата та ділильної головки на обробку гвинтового зуба наведена на рисунку 1.10: 1 – заготовка; 2 – оправка; 3 – стіл верстата; 4 – шпиндель ділильної головки; 5 – проміжний валик; 6 – ділильний диск; 7 – фіксатор; 8 – рукоятка; a, b, c, d – змінні зубчасті колеса; α та β – відповідно кут підйому гвинтової канавки, яка фрезерується, до торця заготовки та кут нахилу канавки до осі заготовки відповідно; D – діаметр заготовки; $T_{\text{ГК}}$ – крок гвинтової канавки, яка фрезерується; $P_{\text{ХЗ}}$ – крок ходового гвинта верстата.

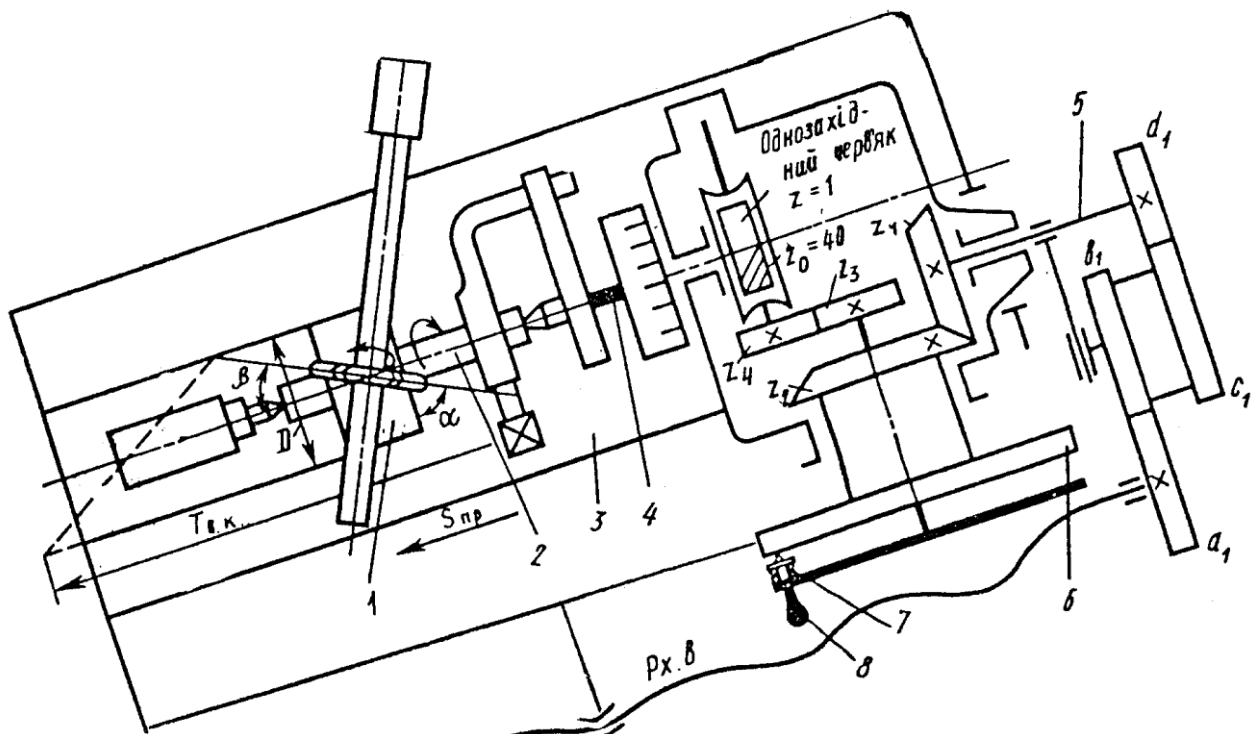


Рисунок 1.10 – Схеми налагоджування універсально-фрезерного верстата та ділильної головки для фрезерування гвинтових канавок

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 підпружинений фіксатор 7, який знаходиться 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 закріпленій 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 $T_{гк}$, заготовка робить один повний оберт. Розраховані переміщення кінцевих ланок запишуться так: $T_{гк} \rightarrow 1$ оберт заготовки P_{xz} .

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

$$\frac{T_{гк}}{P_{xz}} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{1}{40} = 1 \text{ оберт} \cdot \text{заготовки}, \text{ де } \frac{z_3}{z_4} = 1.$$

Формула налагоджування гітари змінних зубчастих коліс отримає вигляд:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40 \cdot P_{xz}}{T_{гк}} \quad (1.11)$$

де $P_{xz} = 6$ мм – для верстата моделі 6P82.

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

$$T_{зк} = \frac{\pi \cdot D_{зовн}}{tg \beta}, \quad (1.12)$$

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

β – кут нахилу гвинтової канавки до осі заготовки.

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

$$T_{зк} = \frac{\pi \cdot m_n \cdot z}{\sin \beta}, \quad (1.13)$$

де m_n – модуль зубчастого колеса у нормальному перерізі, мм;

z – кількість зубів колеса, яке фрезерується.

При фрезеруванні гвинтових канавок стіл верстата з заготовкою повинен бути повернутий навколо вертикальної осі на кут нахилу β – для правих канавок – проти годинникової стрілки, для лівих канавок – за годинниковою стрілкою, а у гітару змінних зубчастих коліс повинна бути встановлена допоміжна паразитна шестерня.

Оскільки по контуру заготовки треба фрезерувати Z рівномірно розташованих гвинтових канавок, то після обробки кожної чергової канавки заготовку обертають на $1:Z$ частину кола та обробляють наступну канавку.

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

1.3.5 Вибір режимів різання

Глибину різання вибирають у залежності від необхідної чистоти поверхні та точності обробки зубів. Оскільки нарізані даним методом шестерні не можуть бути високої точності, то їх нарізання здійснюється за один прохід. Отже, глибину різання приймемо рівною глибині западини. Подачу та швидкість різання вибирають по таблицям 1.4, 1.5.

Таблиця 1.4 – Рекомендовані подачі

Діаметр фрези D, мм	Кількість зубів фрези	Ширина фасонної поверхні B, 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) Налагодити верстат та ділильну головку на обробку заданої деталі.
- 4) Обробити деталь.
- 5) Перевірити отриманні результатів 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 (початкові дані, розрахунки, режими різання).
- 7) Висновки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2
РОЗРАХУНОК НАСТРОЮВАНЬ І НАЛАГОДЖУВАННЯ
ЗУБОФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 5К324А ДЛЯ ОБРОБКИ
ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

2.1 Мета роботи

Вивчення конструктивних особливостей зубофрезерного верстата моделі 5К324А, вивчення кінематичної та гідравлічної схем, а також отримання навиків 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 (рис. 2.1) призначений для нарізання прямих гвинтових зубів циліндричних коліс зовнішнього зчеплення, шліцьових валів, а також для нарізання черв'ячних зубчастих коліс із застосуванням радіальної подачі в умовах середньосерійного та великосерійного виробництва. Нарізання циліндричних зубчастих коліс, шліцьових валів здійснюється *методом обкатки* черв'ячної фрези і оброблюваної заготовки.

При нарізанні зубів у 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 забезпечується наявністю окремого двигуна і пульта керування.



Рисунок 2.1– Зубофрезерний верстат моделі 5К324А

2.3.2 Скорочений опис конструкції верстата моделі 5К324А

2.3.2.1 Основні вузли верстата

Верстат складається з наступних основних вузлів (рис. 2.2): 1 – гідропривод; 2 – станина; 3 – коробка розподілу рухів; 4 – панель керування; 9 – супортна стійка; 10 – каретка супорту; 11 – супорт; 12 – контрпідтримка; 16 – стіл; 19 – коробка подач.

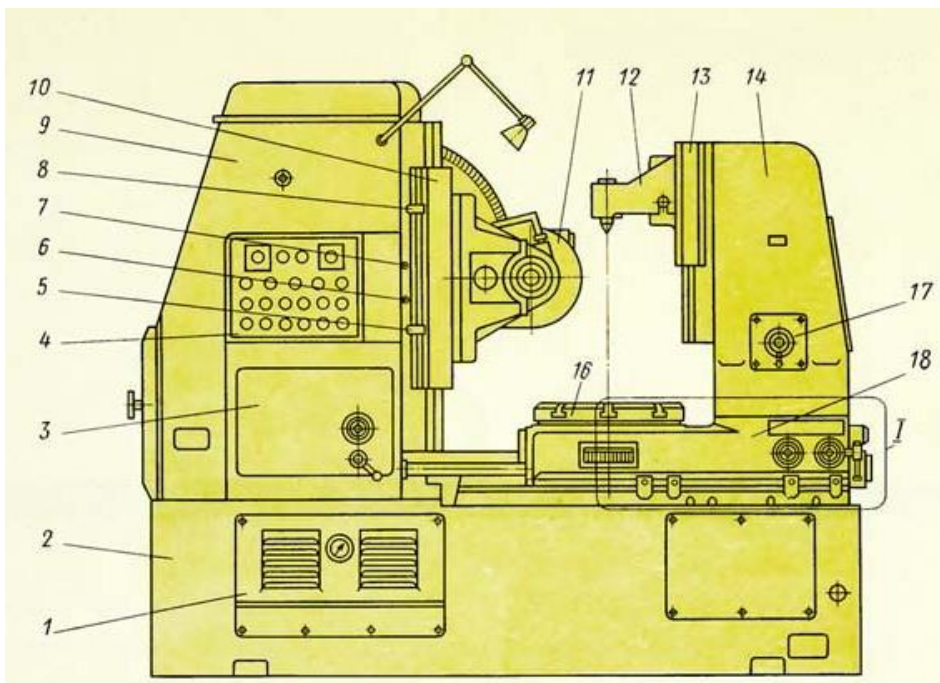


Рисунок 2.2 – Загальний вид зубофрезерного верстата моделі 5К324А

2.3.2.2 Гідравлічна система верстату

Гідравлічна схема гідроприводу верстата приведена на рисунку 2.3.

Гідросистема у верстаті виконує наступні 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 привід шнекового транспортеру для прибирання стружки.

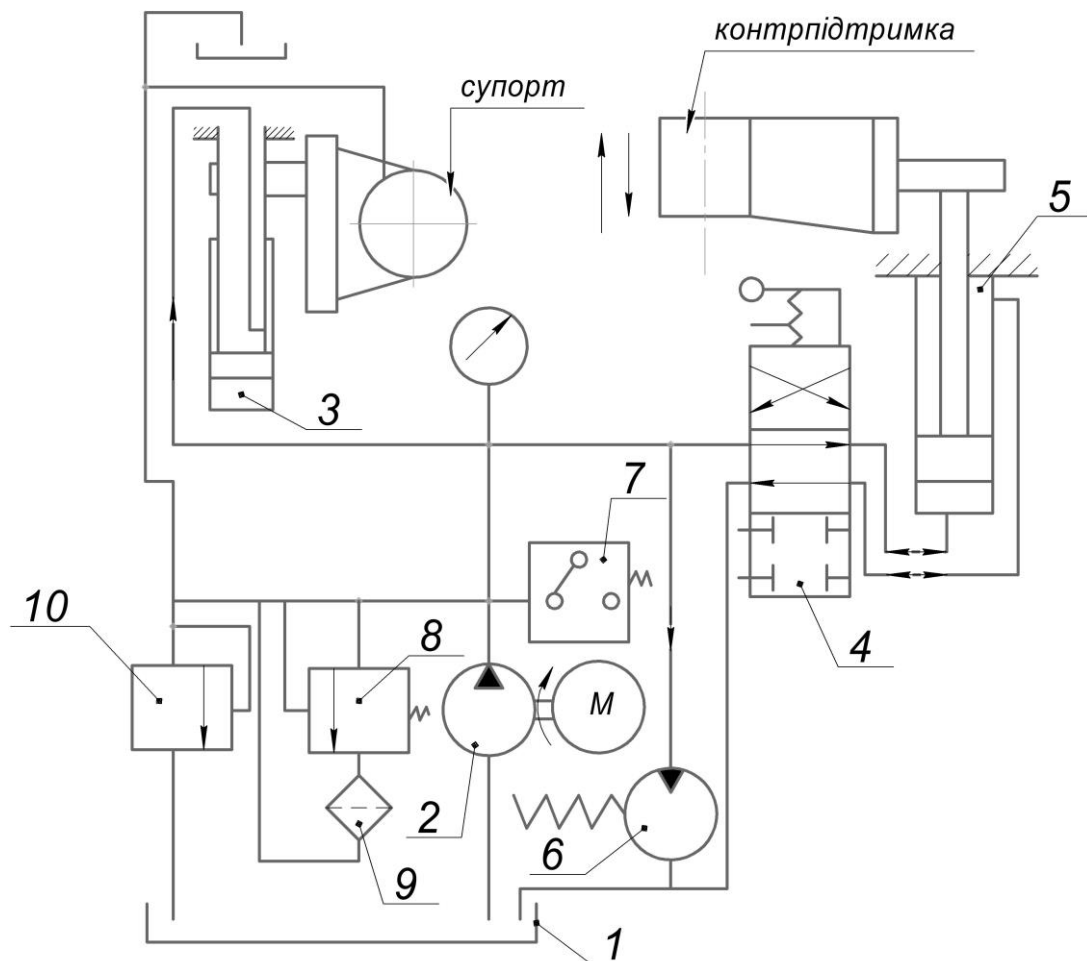


Рисунок 2.3 – Гідравлічна схема верстата моделі 5K324А:

- 1 – маслобак; 2 – насос; 3 – гідравлічна противага; 4 – розподільник;
- 5 – гідроциліндр для переміщення кронштейну контрпідтримки;
- 6 – гідродвигун приводу шнекового транспортеру; 7 – реле тиску;
- 8 – клапан переливний; 9 – фільтр; 10 – клапан переливний

2.3.2.3 Кінематична схема верстата

Кінематика верстату (рис. 2.4) забезпечує можливість виконання п'яти формоутворюючих рухів і ряду допоміжних, необхідних при підведенні і відведенні заготовки і інструменту. Формоутворюючі рухи виконуються наступними кінематичними ланцюгами:

- ланцюг головного руху, що зв'язує електродвигун М1 з інструментом;
- ланцюг ділення, що зв'язує заготовку і інструмент;
- ланцюг подач, що зв'язує заготовку і гвинт вертикальних або радіальних подач;
- 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.

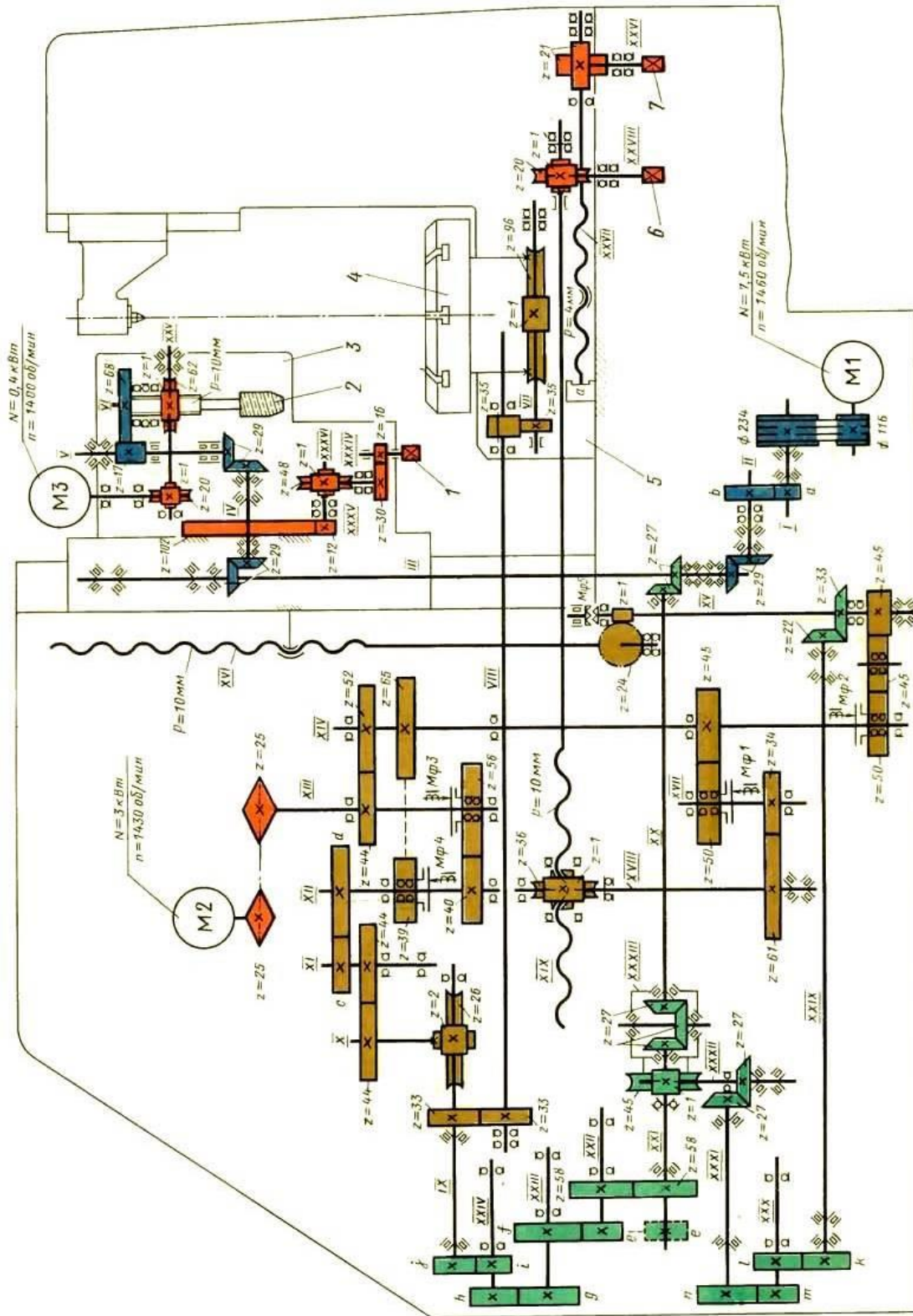


Рисунок 2.4 – Кінематична схема верстату моделі 5К324А

2.3.3.1 Розрахунок налагодження ланцюга головного руху

Ланцюг головного руху представлено на рисунку 2.5.

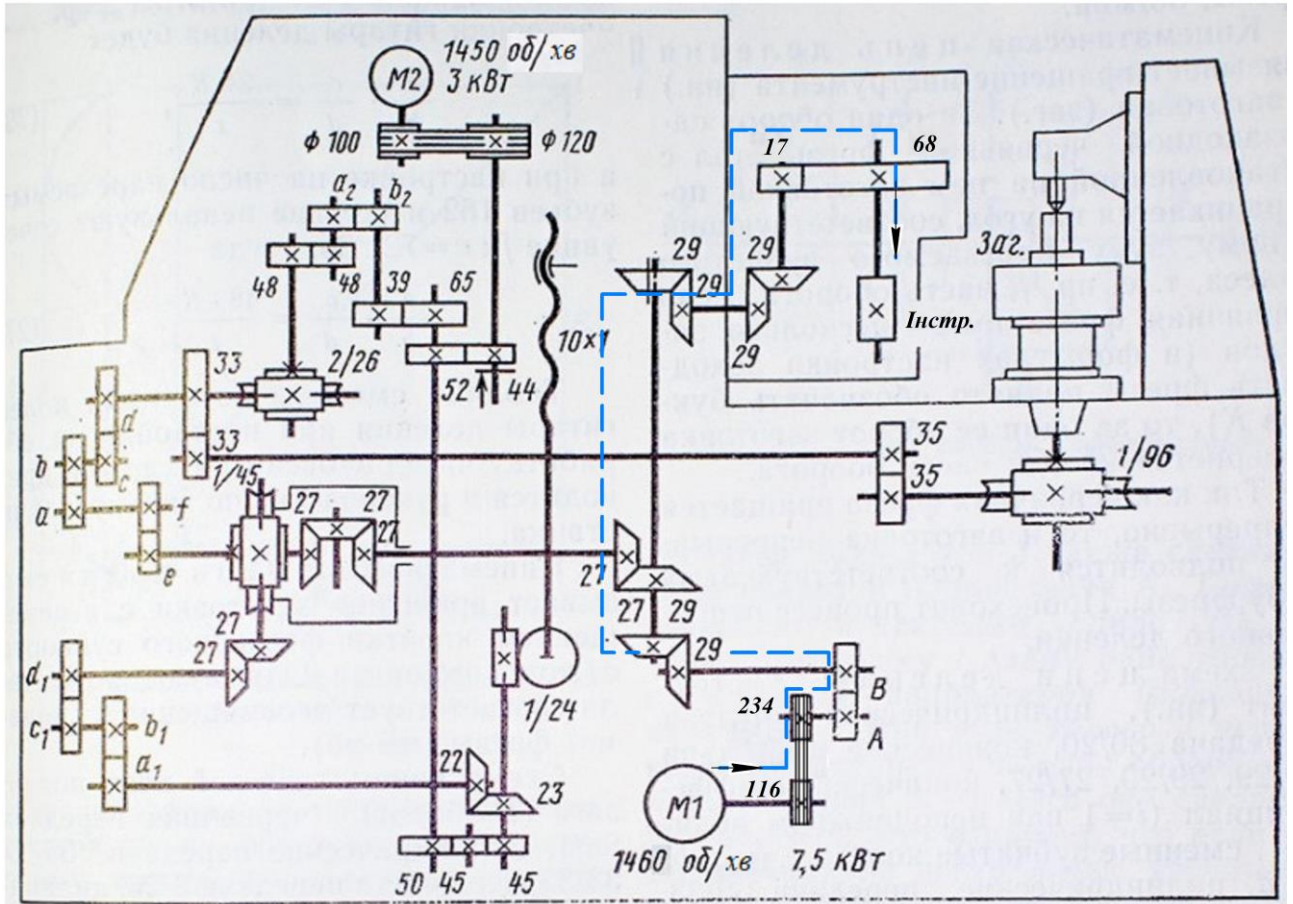


Рисунок 2.5 – Кінематична схема ланцюга головного руху

Кінцева мета розрахунку – одержання формули налагодження ланцюга головного руху, визначення передавального відношення і вибір кількості зубів змінних коліс A, B . На основі розрахункових переміщень частоти обертання n_ϕ черв'ячної фрези від валу електродвигуна n_δ складається рівняння кінематичного балансу ланцюга головного руху $n_\phi = n_\delta$:

$$n_\phi = 1460 \cdot \frac{116}{234} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{17}{68}$$

звідки формула налагодження:

$$\frac{A}{B} = \frac{n_\phi}{181}. \quad (2.1)$$

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, вибирається з нормативів режимів різання або з таблиці 2.1, м/хв;

D_{ϕ} – 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 ($\sigma_s < 60$ кг/мм)	25-28	30-35
Сталь ($\sigma_s > 60$ кг/мм)	20-25	29-30

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

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

При відомому діаметрі черв'ячної фрези D_{ϕ} і швидкості різання V кількість зубів змінних коліс A і B визначається по номограмі (рис. 2.6).

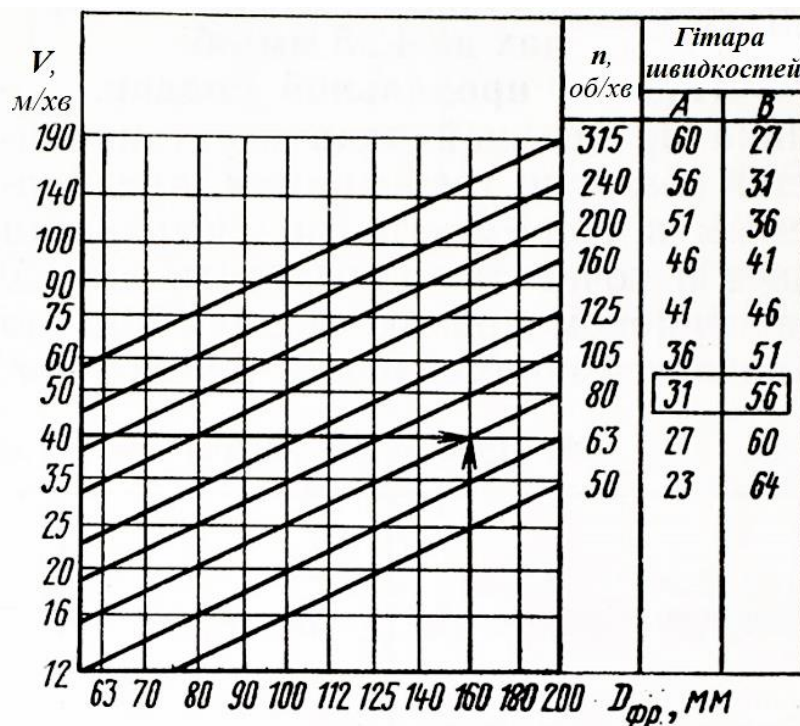


Рисунок 2.6 – Номограма швидкостей

На номограмі стрілками вказано визначення кількості зубів змінних коліс a і b для випадку, коли швидкість різання дорівнює 40 м/хв, а діаметр черв'ячної фрези – 160 мм ($A = 31, B = 56$).

2.3.3.2 Розрахунок налагодження ланцюга поділу

Ланцюг поділу представлено на рисунку 2.7.

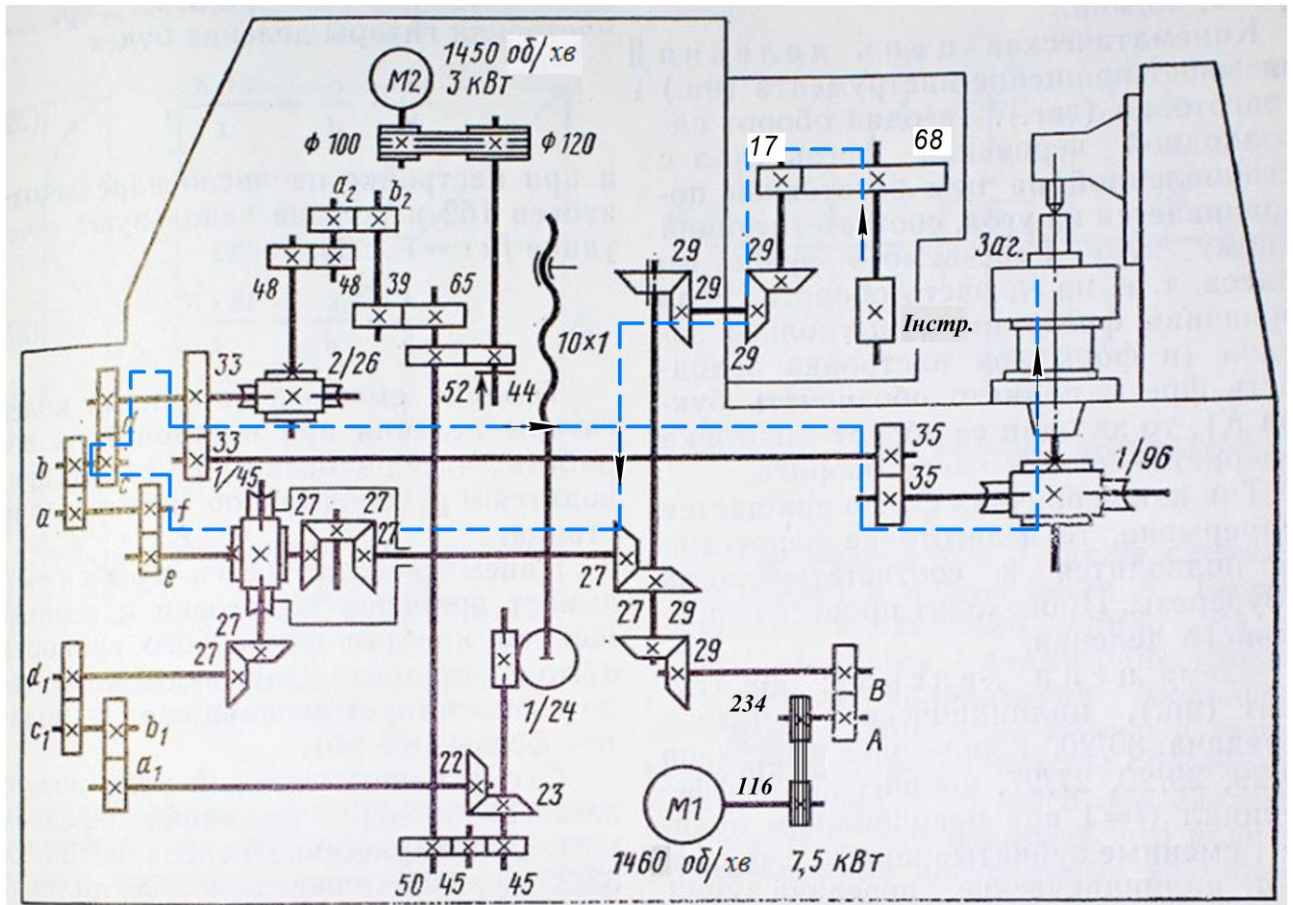


Рисунок 2.7 – Кінематична схема ланцюга поділу

На основі розрахункових переміщень (1 оберт фрези → K/Z обертів заготовки) складається рівняння кінематичного балансу ланцюга поділу:

$$1 \text{ _оберт_ фрези} = \frac{68}{17} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{27}{27} \cdot i_D \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{1}{96} = \frac{K}{Z},$$

з якого одержується формула налагодження:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{1}{96} = \frac{24 \cdot K}{Z} \cdot \frac{f}{e}, \quad (2.3)$$

де i_D – передавальне відношення диференціалу;

K – кількість заходів черв'ячної фрези;

Z – кількість зубів заготовки, що обробляється;

e, f – змінні шестерні, призначені для розширення діапазону регулювання і налагодження по двом варіантам у залежності від кількості зубів заготовки,

що обробляється (при $Z < 161 \frac{e}{f} = \frac{54}{54}$; при $Z > 161 \frac{e}{f} = \frac{36}{72}$).

По передавальному відношенню, розрахованому за формулою (2.3), підбирається кількість зубів змінних коліс гітари ділення ($a; b; c; d$) з набору, що додається. В цей набір входять колеса з наступними кількостями зубів: **24, 25 (2шт.), 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:

$$a + b > c + 15, c + d > b + 15.$$

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.

Вертикальна подача забезпечує задану 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:

$$S_B = 1 \text{ оберт заготовки} \cdot i \cdot p,$$

де p – крок гвинта вертикальних подач, мм.

$$S_B = 1 \text{ оберт заготовки} \cdot \frac{96}{1} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{39}{65} \cdot \frac{50}{45} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{1}{24} \cdot 10$$

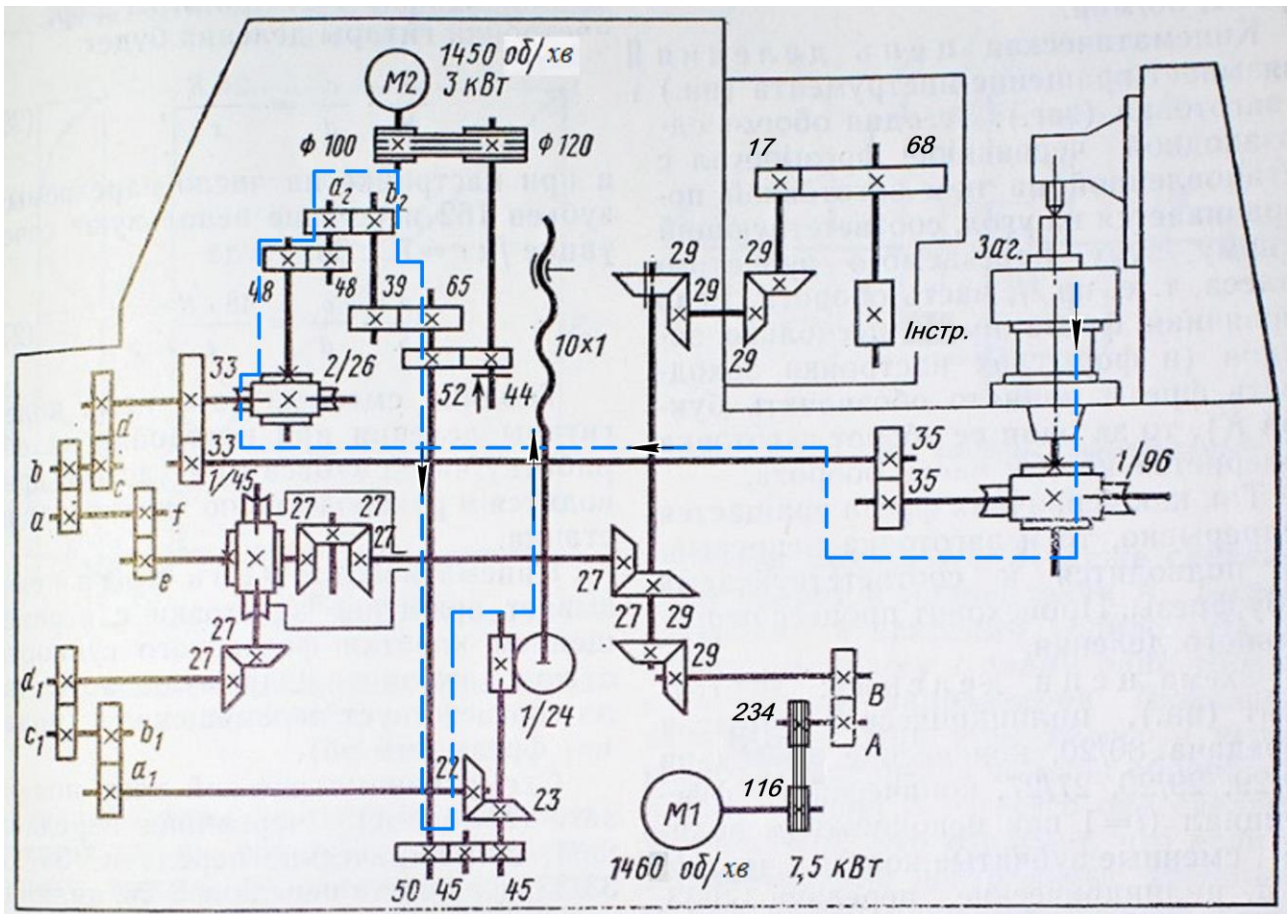


Рисунок 2.8 – Кінематична схема ланцюга вертикальних подач

Отже, формула налагодження:

$$\frac{a_2}{b_2} = \frac{S_B}{2}, \quad (2.4)$$

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 β – кут нахилу зуба.

Ланцюг диференціала 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:

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

Додатковий оберт заготовки:

$$\frac{T}{10} \cdot \frac{24}{1} \cdot \frac{23}{22} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{1}{45} \cdot i_{\Sigma} = 1 \text{ додатковий оберт заготовки}$$

де T – крок гвинтової лінії колеса, що нарізується, мм.

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

де p – крок ходового гвинта вертикальних подач, мм;

m_n – нормальний модуль колеса, що нарізується, мм;

z – число зубів колеса, що нарізується, мм;

β – кут напряду зуба колеса, що нарізається, °.

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24 \cdot K}{z} \cdot \frac{f}{e} \text{ – передавальне відношення гітари ланцюга поділу.}$$

Отже, формула налагодження:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{7,95775 \cdot \sin \beta}{m_n \cdot K}, \quad (2.5)$$

де K – число заходів черв'ячної фрези.

По передавальному відношенню, розрахованому за формулою (2.5) з точністю до шостого знака, підбирається число зубів змінних коліс a_1, b_1, c_1, d_1 .

При цьому потрібно максимально використовувати змінні колеса з набору, що додається до верстата (дивись розділ 2.3.3.2).

Вибрані зубчасті колеса повинні задовольняти умові зачеплення:

$$a_1 + b_1 > c_1 + 15, c_1 + d_1 > b_1 + 15.$$

2.3.3.5 Розрахунок довжини ходу вертикальної подачі

Довжина ходу робочої подачі (рис. 2.10) розраховується за формулою:

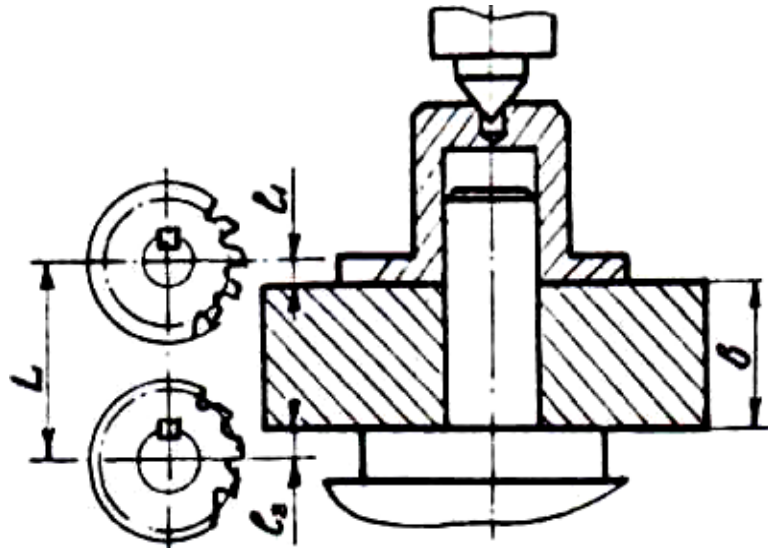


Рисунок 2.10 – Схема установки довжини вертикальної подачі

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

де b – довжина нарізованого зуба, мм;

l_1 – довжина врізання, мм;

l_2 – довжина перебігу.

Довжини врізання і перебігу вибираються по таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Довжина врізання та перебігу

Кут нахилу зубів колеса, °	Модуль, мм	1	2	3	4	5	6	8	10
	Число зубів колеса	Діаметр фрези, мм							
		64	70	90	100	112	126	140	160
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
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.

2.3.4 Складання карти налагодження зубофрезерного верстата 5К324А

Карта налагодження верстата складається на основі розрахунків, виконаних у розділі 2.3.3.

Карта налагодження (таблиця 2.5) вміщує необхідну інформацію, яка застосовується при налагодженні верстата.

Таблиця 2.6 – Карта налагодження верстату моделі 5К324А

Кут повороту	Число зубів змінних коліс гітар			
	Ланцюг головного руху	Ланцюг подач	Ланцюг ділення	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 Налаштування верстата моделі 5К324А

Налаштування верстата виконується в певній послідовності, пояснюється текстом, ілюструється рисунками. На рис. 2.11 показано встановлення змінних коліс гітари ланцюга головного приводу.

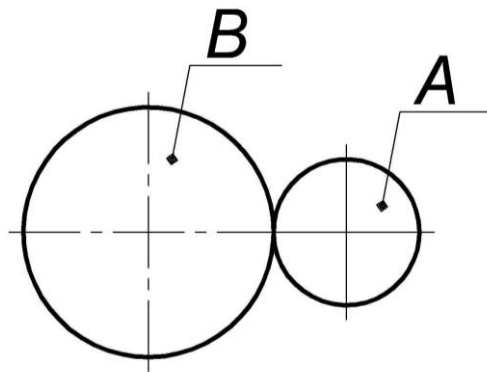


Рисунок 2.11 – Схема установки змінних коліс гітари ланцюга головного руху

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

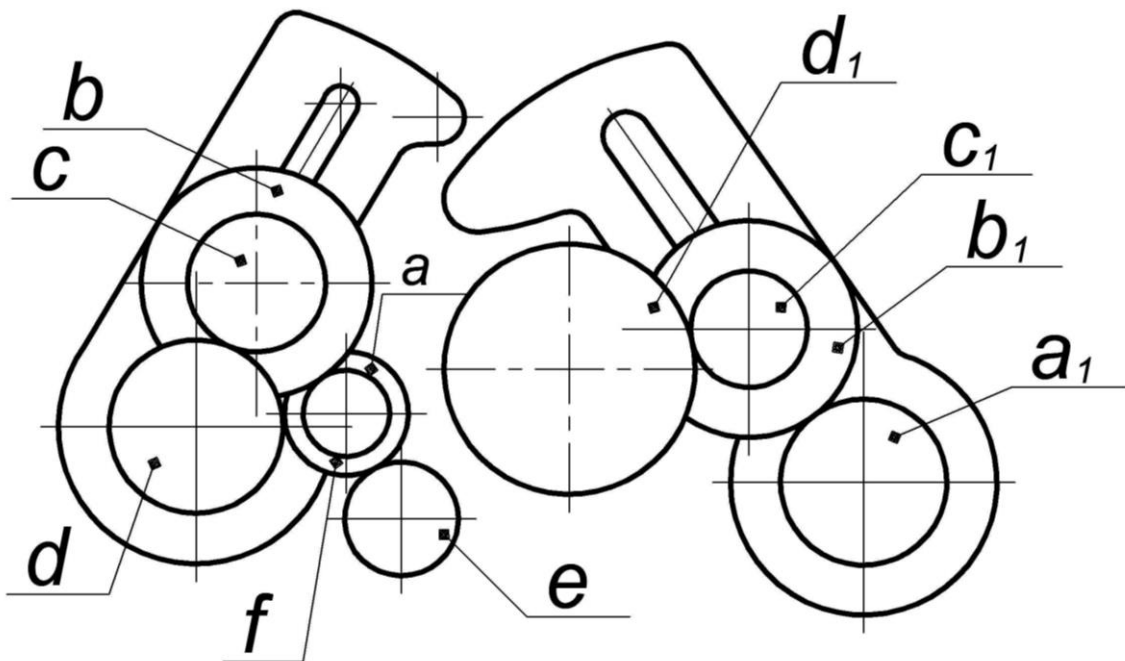
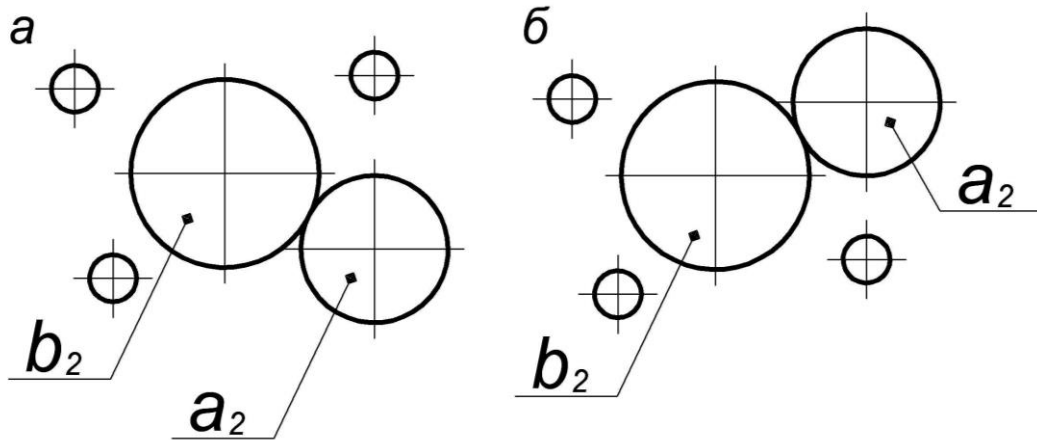


Рисунок 2.12 – Схема установки змінних коліс гітари ланцюга поділу та диференціалу

Установка змінних коліс гітари ланцюга подач показана на рисунку 2.13.



а) для правої фрези; б) для лівої фрези

Рисунок 2.13 – Схема установки 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 центрушукачу 6. Після цього встановлюється кронштейн 2, який закріплюється на направляючих супорту притискними планками і болтами 4 і 5. Основне положення фрези фіксується гайкою 3.

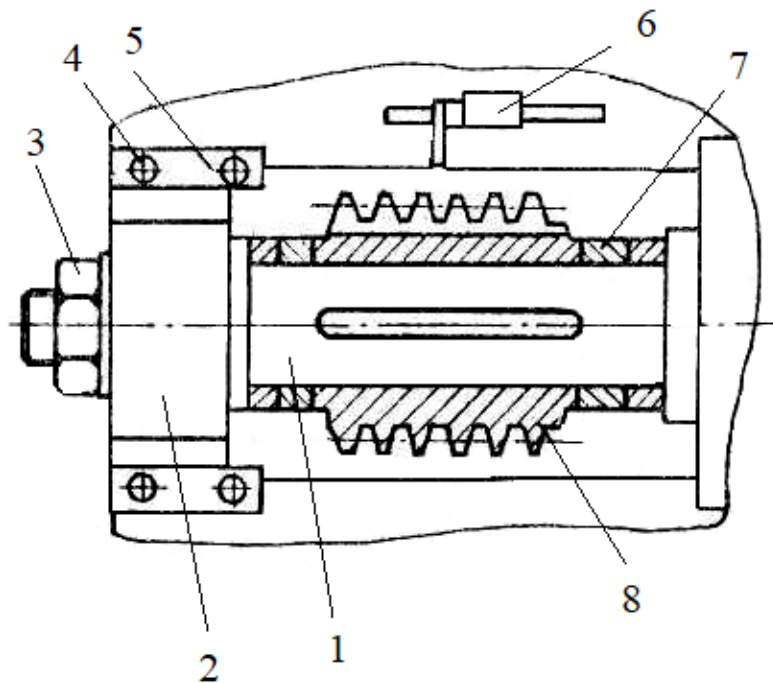


Рисунок 2.14 – Схема установки черв'ячної фрези

Поворот фрезерного супорту на розрахунковий кут вказано на рисунку 2.15.

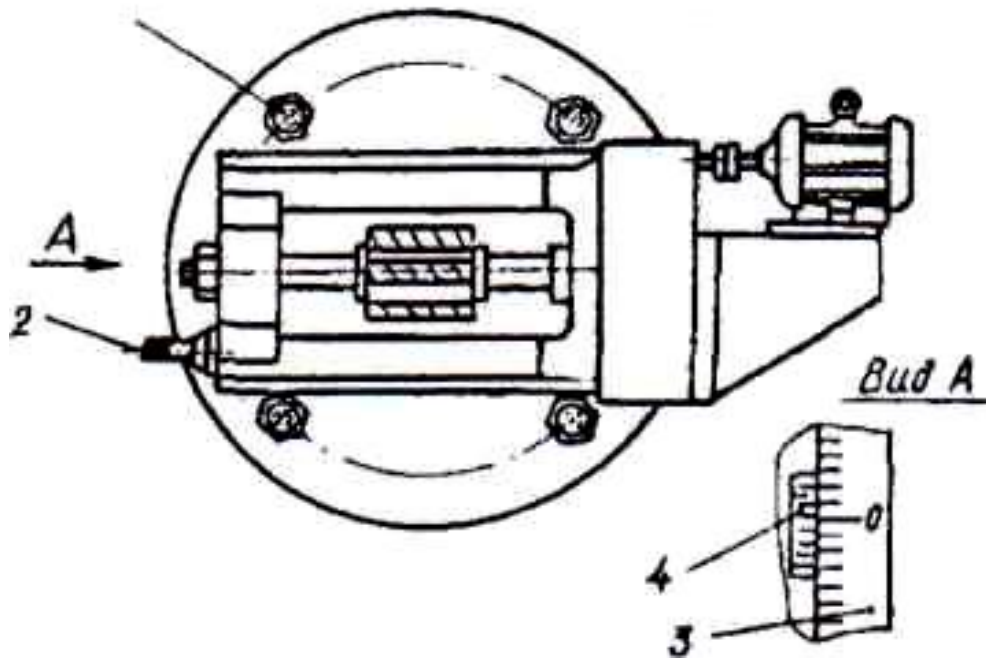


Рисунок 2.15 – Схема установки фрезерного супорту на розрахований кут

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

Встановлення і закріплення заготовки показано на рисунку 2.16.

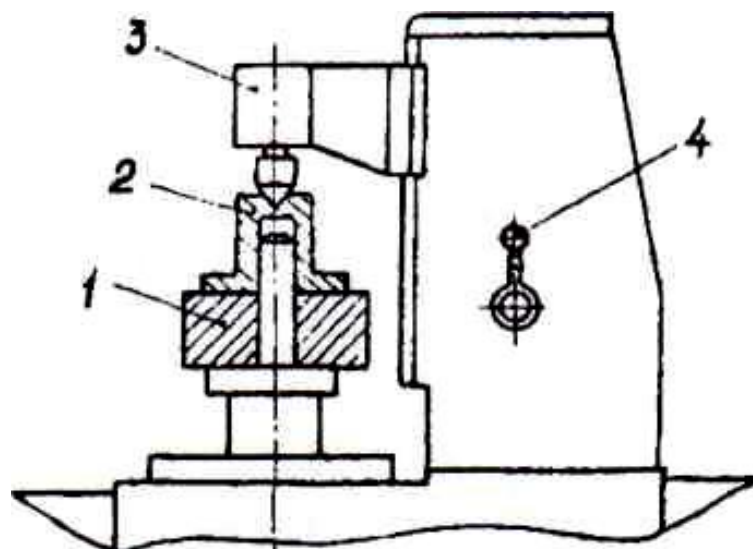


Рисунок 2.16 – Схема установки та закріплення заготовки

Заготовка 1 встановлюється на оправку, піджимається центром, що обертається, контрпідтримкою 3 через перехідну втулку 2. Переміщення контрпідтримки забезпечується поворотом у відповідне положення рукоятки 4. При цьому попередньо необхідно увімкнути лінійний вмикач, розмішений на боковій стороні електрошафи, і гідропривід кнопкою на пульті керування.

2.4 Порядок виконання роботи

1. Вивчити безпосередньо на робочому місці під керівництвом викладача конструкцію верстата та систему налагоджень верстата на обробку зубчастих коліс.
2. На основі початкових даних розрахувати налагодження верстату та скласти карту налагодження (дивись розділ 2.3.3).
3. Виконати налагодження і здійснити пуск верстату.
4. Виміряти довжину спільної нормалі, кут підйому гвинтової лінії зуба і зробити висновки про точність налагодження верстату.
5. Оформити звіт.

2.5 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити наступні розділи:

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

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3
РОЗРАХУНОК НАСТРОЮВАНЬ І НАЛАГОДЖУВАННЯ
ЗУБОСТРУГАЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 5П23БП
ДЛЯ ОБРОБКИ ПРЯМОЗУБИХ КОНІЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

3.1 Мета роботи

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

3.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Зубостругальний верстат моделі 5П23БП, набір зубчастих коліс.

3.3 Теоретичні відомості

3.3.1 Скорочений опис напівавтомата

Гідрофікований зубостругальний напівавтомат (рис. 3.1) працює за методом обкатки 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° .

На напівавтоматі відтворюється зчеплення нарізованого зубчастого колеса з уявним плоским колесом. При цьому бічні поверхні одного з зубів плоского колеса утворюються різальними кромками різців, що здійснюють зворотно-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 13. Виріб закріплюється на оправці, встановленій в шпинделі бабки 14 і затискається за допомогою гідравлічного патрону при перемиканні рукоятки 25 у положення “виріб затиснутий”. Положення виробу ві-

дносно різців визначається встановленням бабки виробу 14 під кутом конуса западин колеса і осьовим переміщенням по напрямним столу 24. Відвід і підвід столу з закріпленою на ньому бабкою виробу по напрямним станини 1 відтворюється відповідним перемиканням рукоятки 25 в положення “стіл підведений” чи “стіл відведений”.

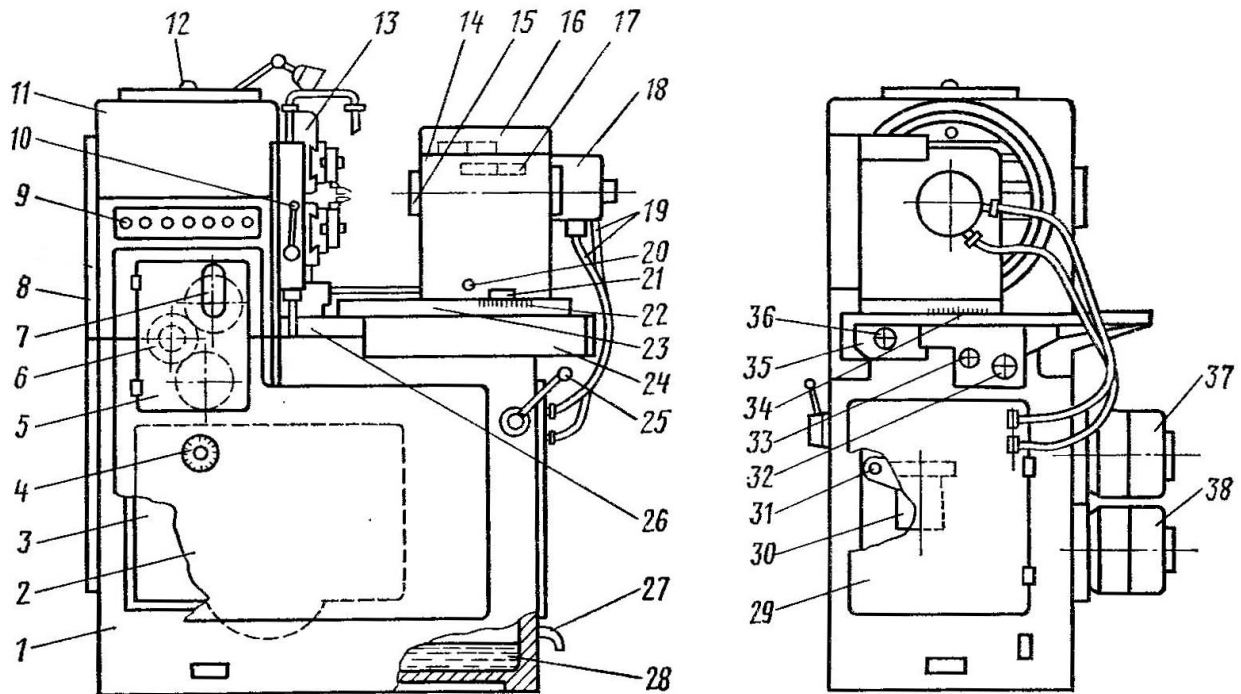


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд зубострогального напівавтомата моделі

5П23БП:

1 – станина; 2, 16 – кришки; 3 – реверсивний механізм; 4 – лічильник циклів; 5 – дверцята; 6 – гітара обкатки; 7 – отвір для ключа-ручки повороту люльки; 8 – дверцята гітари частоти качання різців; 9 – пульт керування; 10 – кран охолодження; 11 – передня бабка; 12 – показник змащування; 13 – люлька; 14 – бабка виробу; 15 – шпиндель виробу; 17 – гітара поділу; 18 – гідрозатиск; 19 – шланги; 20 – вал-шестерня осьового пересування бабки виробу; 21 – ноніус монтажної дистанції; 22 – шкала монтажної дистанції; 23 – поворотна плита; 24 – стіл; 25 – ручка керування столом та затиском заготовки; 26 – напрямні; 27 – введення електроенергії; 28 – резервуар мастила; 29 – дверцята; 30 – механізм подачі столу; 31 – чотиригранний кінець вала черв'яка циклового барабану; 32 – лімб механізму комбінованого нарезання; 33 – лімб зміщення столу; 34 – ноніус кута повороту бабки виробу; 35 – механізм подачі столу на врізання; 36 – лімб подачі столу на врізання; 37 – електродвигун приводу кінематики верстату; 38 – електродвигун гідравліки

Припуск на другий прохід при двопрхідному нарізанні зубчастого колеса встановлюється за допомогою лімбу 36.

На внутрішніх порожнинах станини 1, закритих кришкою 2, дверцятами 8 та 29, розміщені вузли налагоджень ходу різців, швидкостей, подач, обкатки, а також вузли реверса обкатної люльки і розподільного валу.

Кінематичний зв'язок вищезгаданих вузлів, а також їх зв'язок з елементами гідравлічного приводу створюють можливість роботи верстата за циклом.

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.

3.3.2 Кінематична схема напівавтомата

Кінематична схема (рис. 3.2) напівавтомата 5П23БП при нарізанні конічних коліс забезпечує можливість зворотно-поступального руху різців, руху подачі, поділу та обкатки.

Послідовне вмикання підведення і відведення столу, муфти реверсу, лічильника кількості оброблених зубців виконують кулачки, встановлені на розподільному валу РВ. Розподільний вал за час обробки одного зуба (або за цикл) здійснює один оберт. Кількість зубців, чи заходів зубчастих коліс і черв'яків у кінематичній схемі визначається по таблиці 3.1.

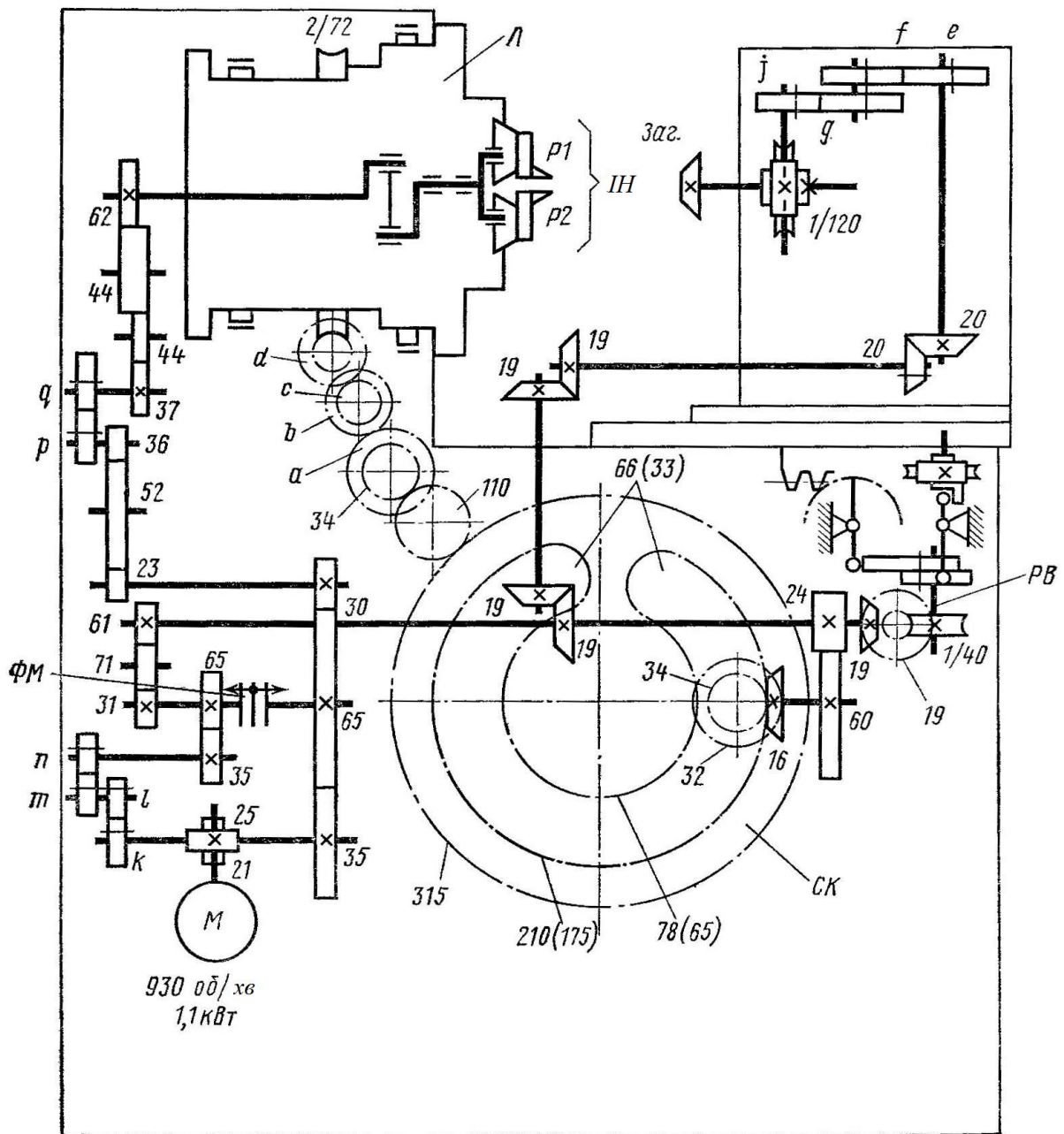


Рисунок 3.2 – Кінематична схема напівавтомата 5П23БП

Таблиця 3.1 – Кількість зубців чи заходів зубчастих коліс і черв'яків напі-
вавтомата 5П23БП

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

3.3.2.1 Ланцюг головного руху

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

$$n_1 \cdot \frac{21}{25} \cdot \frac{35}{65} \cdot \frac{65}{30} \cdot \frac{23}{52} \cdot \frac{52}{36} \cdot \frac{p}{q} \cdot \frac{37}{44} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{44}{62} = n_p,$$

або скорочено

$$n_1 \cdot \frac{21}{25} \cdot \frac{35}{30} \cdot \frac{23}{36} \cdot \frac{p}{q} \cdot \frac{37}{62} = n_p,$$

де n_p – кількість подвійних ходів різців за хвилину (визначається за нормативами режимів різання);

n_1 – хвилинна частота обертання двигуна.

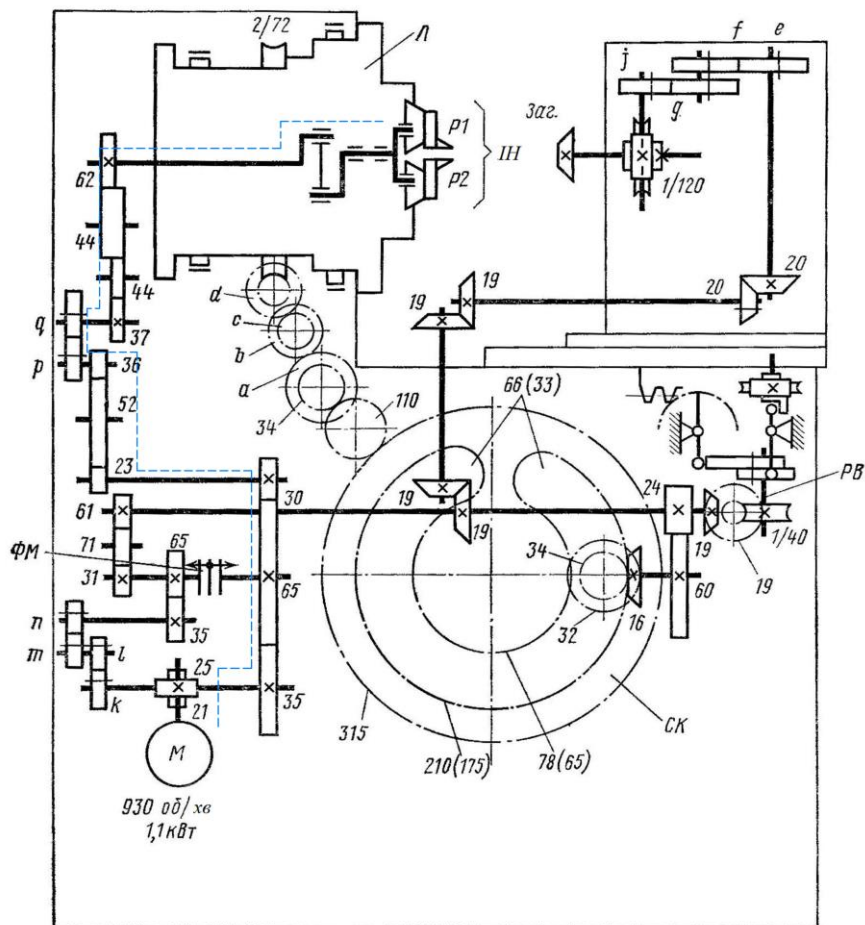


Рисунок 3.3 – Ланцюг головного руху напівавтомата 5П23БП

Значення кількості зубців змінних шестерень ланцюга головного привода p , q визначаються по таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Кількість зубців змінних шестерень механізму головного руху

p	q	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 (рис. 3.4) узгоджує секундну частоту обертання електродвигуна і розподільного валу при умові, що розподільний вал за цикл робить один оберт.

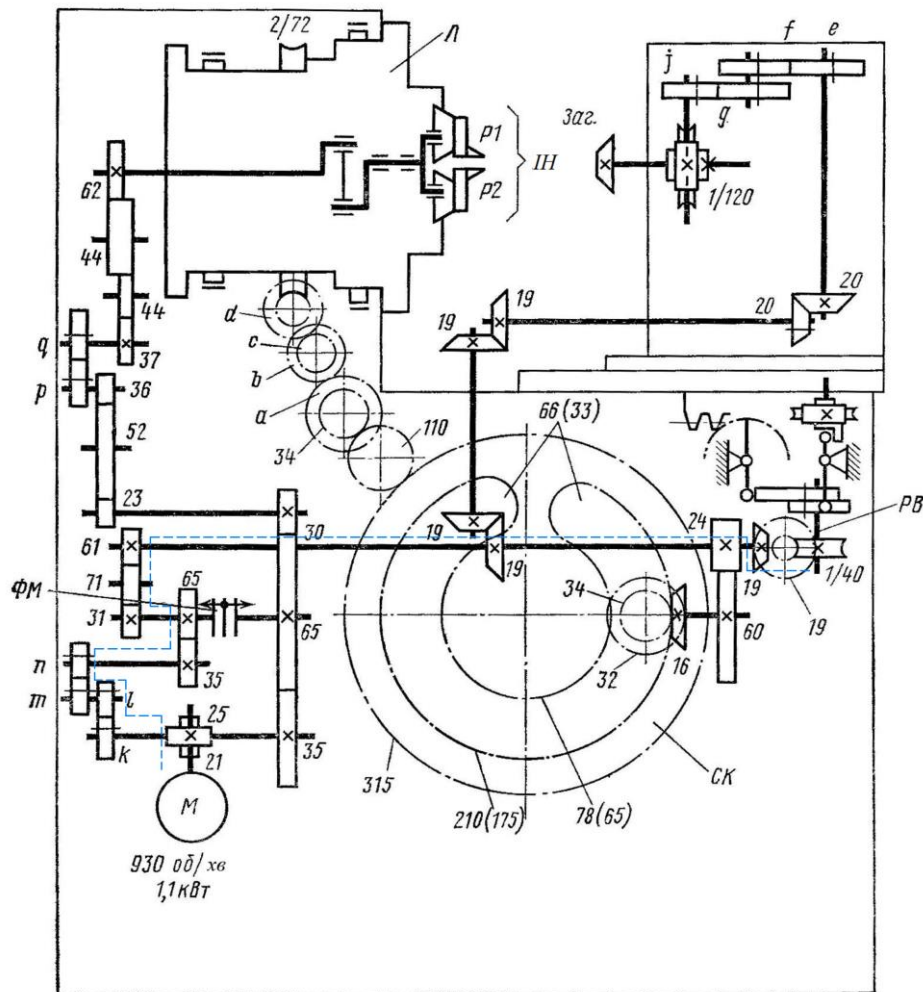


Рисунок 3.4 – Ланцюг подач напівавтомата 5П23БП

Ланцюг описується рівнянням кінематичного балансу:

$$\frac{n_1}{60} \cdot t \cdot \frac{21}{25} \cdot \frac{k}{l} \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{35}{65} \cdot \frac{31}{71} \cdot \frac{71}{61} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{19}{40} = 1 \text{ оберт розподільного валу,}$$

або скорочено

$$\frac{n_1}{60} \cdot t \cdot \frac{21}{25} \cdot \frac{k}{l} \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{35}{65} \cdot \frac{31}{61} \cdot \frac{19}{40} = 1 \text{ оберт розподільного валу.}$$

З рівняння кінематичного балансу одержуємо формулу налагодження ланцюга подач:

$$\frac{k}{l} \cdot \frac{m}{n} = \frac{6,6}{t}, \quad (3.1)$$

де k, l, m, n – кількість зубів змінних шестерень гітари подач;

t – час робочого ходу, с/зуб (визначається за нормативами режимів різання).

Кількість зубів k, l, m, n в залежності від t вибираються з таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Кількість зубців змінних шестерень гітари подач

k	l	m	n	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

Окремий ділительний механізму у напівавтоматі моделі 5П23БП відсутній. Ланцюгом поділу є кінематичний ланцюг, що зв'язує частоту обертання шпинделя виробу і розподільного валу при умові, що розподільний вал за цикл здійснює один оберт (рис. 3.5).

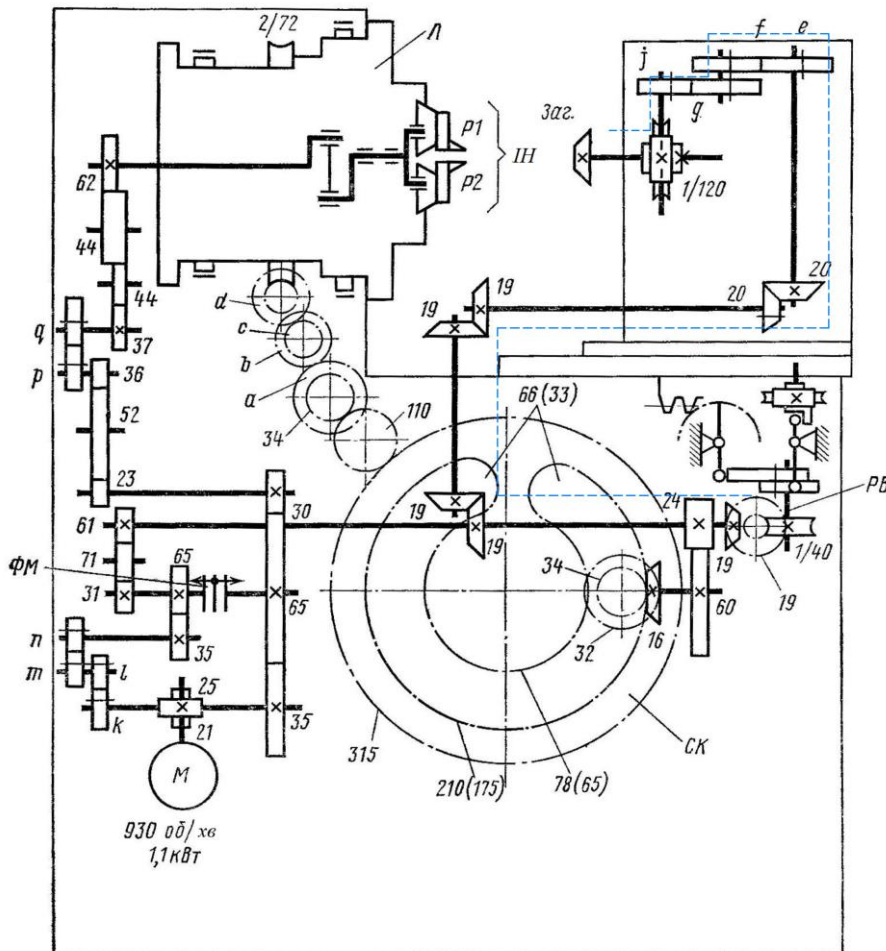


Рисунок 3.5 – Ланцюг поділу напівавтомата 5П23БП

Ланцюг поділу описується рівнянням кінематичного балансу (рис.3.5):

$$1 \cdot \frac{40}{19} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{j} \cdot \frac{Z}{120} = \frac{z_i}{z}$$

З рівняння кінематичного балансу одержують формулу налагодження ланцюга поділу:

$$\frac{e}{f} \cdot \frac{g}{j} = 3 \cdot \frac{z_i}{z}, \quad (3.2)$$

де e, f, g, j – кількість зубів змінних шестерень гітари ділення;

z_i – кількість зубів заготовки, що пропускаються при діленні;

z – кількість зубів заготовки, що нарізується.

Кількість зубів z_i при поділі вибирається такою, щоб 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 (рис. 3.6).

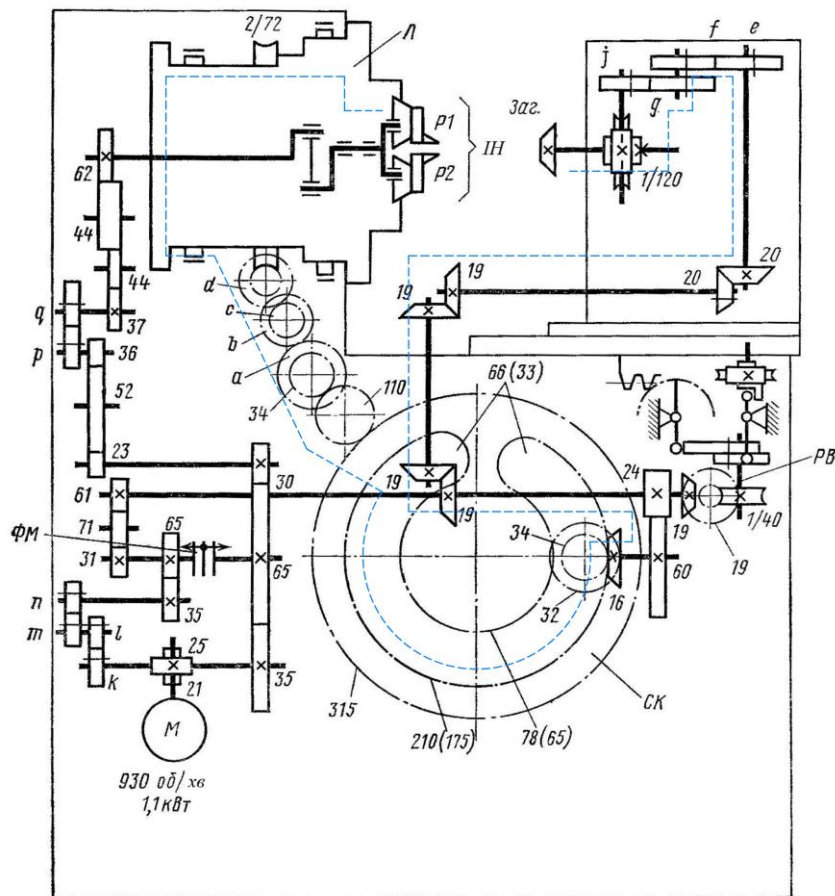


Рисунок 3.5 – Ланцюг обкатки напівавтомата 5П23БП

Ланцюг обкатки описується рівнянням кінематичного балансу:

$$\frac{1}{z} \cdot \frac{120}{Z} \cdot \frac{j}{g} \cdot \frac{f}{e} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{24}{60} \cdot \frac{16}{34} \cdot \frac{32}{210} \cdot \frac{315}{110} \cdot \frac{110}{34} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot i = \frac{1}{z_c}$$

З рівняння кінематичного балансу одержують формулу налагодження ланцюга обкату:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 3 \cdot \frac{z}{z_C}, \quad (3.3)$$

де a, b, c, d – кількість зубів змінних шестерень гітари обкату;

z_C – кількість зубів плоского колеса.

Кількість зубів плоского колеса визначається по формулі:

$$z_C = \sqrt{z_K + z_{III}},$$

де z_{III} – кількість зубів шестерні;

z_K – кількість зубів колеса, сполученого з шестернею.

Оригінальним у напівавтоматі є вхідний до ланцюга обкату вузол реверсування люльки з застосуванням складового зубчастого колеса. Контакт між зубцями шестерні $z = 32$ та зубцями складового колеса $z = 78(65)$ і $z = 210(175)$ забезпечується фіксатором.

При зчепленні шестерні $z = 32$ з перехідними шестернями складового колеса ($z = 33$) відбувається розфіксування вузла реверса і переміщення його разом з шестернями $z = 60, 16, 34, 32$ праворуч чи ліворуч, відповідно забезпечується робочий чи холостий хід люльки.

3.3.3 Гідравлічна схема напівавтомата

Гідропривід 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 верстату.

Очистка масла здійснюється пластинчастими і фільтрами з повсті. Вловлювання дрібних металевих частин досягається магнітним сепаратором, встановленим у збірнику стружки.

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

Принципова гідравлічна схема верстата представлена на рисунку 3.6.

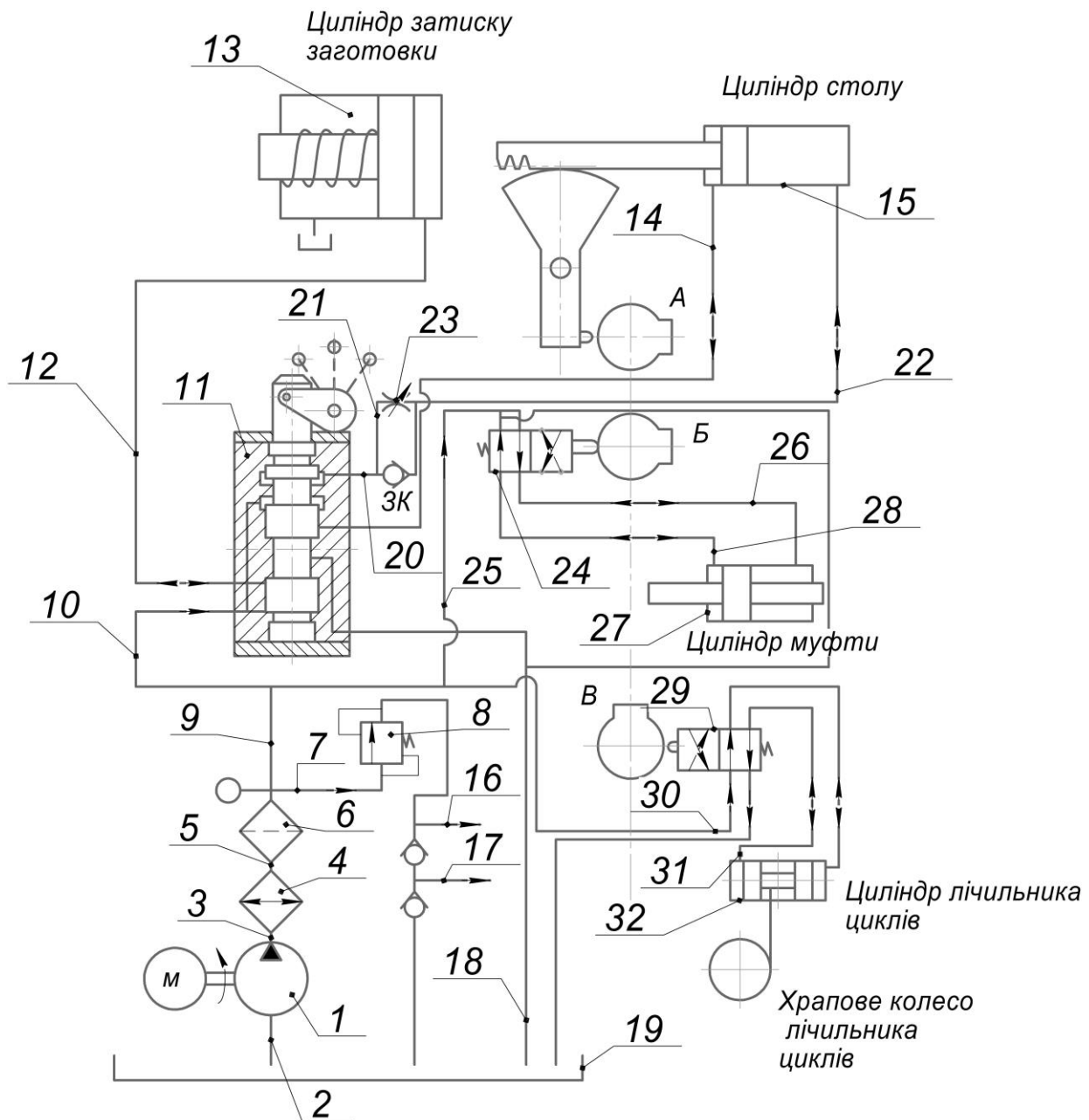


Рисунок 3.6 – Гідравлічна схема зубостругального напівавтомату 5П23БП

3.3.3.1 Затиск виробу

Лопатевий насос 1 нагнітає мастило до системи по трубах 2, 3 через охолоджувач 4 по трубі 5 через пластинчастий фільтр 6, по трубі 7 через напірний золотник 8 і трубах 9, 10 до золотника керування 11. При цьому золотник знаходиться в положенні “виріб віджато”. Мастило по трубі 12 надходить до поршневої порожнини циліндра затиску 13. Механізм затиску знаходиться в розтиснутому стані. Одночасно по трубі 14 мастило нагнітається до штокової порожнини циліндра столу 15, утримуючи його в відведеному положенні.

Залишок мастила через напірний золотник 8 надходить частково на змащення по трубопроводу 16, а більша частина через запобіжний клапан до баку чи на охолодження інструменту по трубопроводу 17.

Після встановлення виробу на оправку рукоятка золотника керування переводиться до положення “виріб затиснуто”. При цьому мастило з поршневої порожнини циліндра затиску по трубі 12 через золотник керування 11 і трубопровід 18 надходить до баку 19, дозволяючи пружині зробити затиск заготовки.

3.3.3.2 Підвід столу

Після затиску виробу рукоятка золотника керування 11 переводиться в положення “стіл підведений”. Мастило при цьому по трубах 20, 21, 22 надходить до поршневої порожнини циліндра столу 15. Відбувається повільний підвід столу. Дроселем 23 встановлюється необхідна 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 розподільний вал з кулачками А, Б, В. Один оберт розподільного валу відповідає обробці одного зубця.

Підчас робочого ходу чотирьохходовий золотник 24 увімкнений, і мастило від насосу 1 по трубопроводам 25, 26 попадає до циліндра муфти 17, притискає поршень ліворуч, що відповідає швидкості робочого ходу. По закінченню робочого ходу кулачок А через зубчастий сектор відводить стіл.

Надлишок мастила з поршневої порожнини надходить до баку 19. Одночасно кулачок Б вмикає чотирьохходовий золотник 24. Мастило від насосу 1, надходячи до циліндра муфти 27 по трубопроводам 25, 28, переміщує поршень праворуч, що відповідає прискореному холостому ходу.

3.3.3.4 Відвід столу

При переведенні рукоятки в положення “стіл відведений” мастило через золотник керування 11 і трубопровід 14 надходить до штокової порожнини циліндра столу 15. Відбувається повільний відвід столу, мастило з поршневої порожнини через зворотній клапан 3К, дросель 23 і золотник керування 11 зливається до баку 19.

3.3.3.5 Розтискання виробу

При переведенні рукоятки в положення “виріб відтиснуто” масло через золотник керування 11 і трубопровід 12 надходить до циліндра затискання 13. Пружина під тиском мастила стискається і відбувається розтискання виробу.

3.3.3.6 Відлік кількості оброблених зубів

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

Після кожного циклу кулачок В, встановлений на розподільному валу, вмикає золотник 20 і мастило від насосу по трубах 30, 31 надходить до лівої порожнини циліндра 32, переміщуючи поршень праворуч. При цьому повертається храпове колесо лічильника циклів, відраховуючи кожний оброблений зуб. Після обробки заданої кількості циклів лічильник вмикає верстат.

3.3.4 Розрахунок налагоджувальних напівавтомата

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

В якості прикладу наведемо розрахунок налагоджувальних установок на обробку конкретного конічного колеса (рис. 3.7 та таблиця 3.4).

Модуль	<i>m</i>	1,5
Кількість зубців	<i>z</i>	40
Тип зуба	-	прямий

Вихідний контур	-	-
Коеф. зміщення	x	0,34
Кут ділільн. контуру	φ	163°26'
Кут конусу впад.	φ_i	59°29'
Кут конусності зуба	δ_x	3°98'
Товщина зуба по хорді	S_x	1,98-0,04
Висота зуба до хорди	h_x	1,0

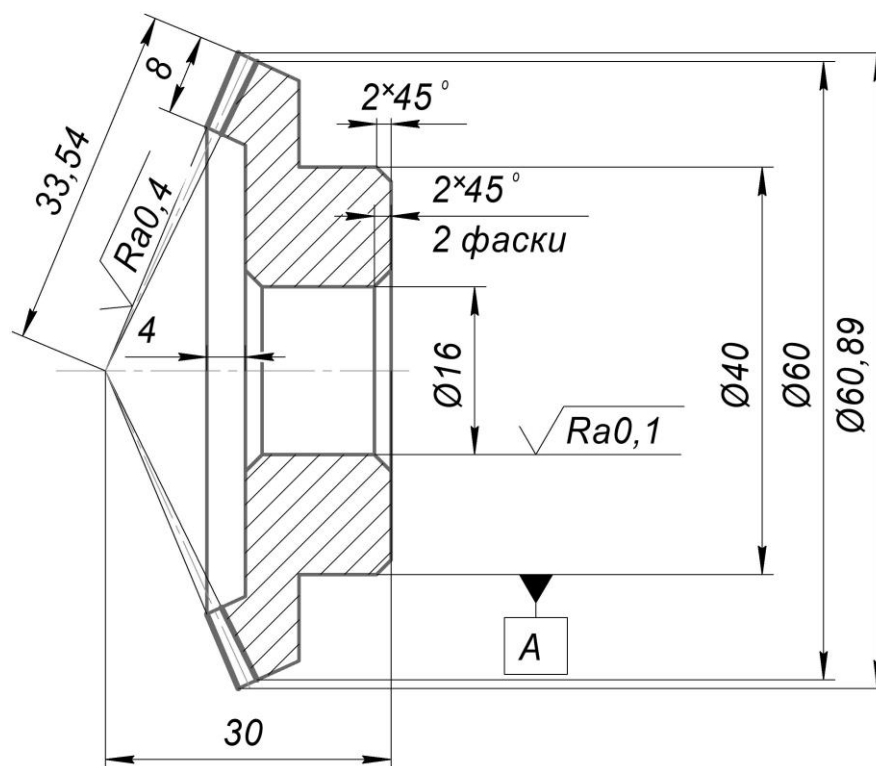


Рисунок 3.7 – Зубчасте колесо, що оброблюється

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	φ_{eu}	30°31'
Z_k	40	d_k	60 мм			φ_{iu}	24°22'
m	1,5 мм	L	30,54мм	b	8 мм	φ_{ek}	65°38'
Z_c	44,7214	L_e	34,54мм			φ_{ik}	59°29'
Розрахунок числа зубів, що пропускаються Z_i				9	$i_{ок} = \frac{3Z_{iu}}{Z_c} = 0.87207$	$\frac{51}{47} \frac{43}{54}$	
1	$\theta_\varepsilon = \frac{1200}{Z_c}$		27°	10	$i_{дш} = \frac{3Z_{iu}}{Z_u}$	$\frac{54}{40}$	
2	$\cos\theta_{iu} = \frac{\cos\varphi_{eu}}{\cos\varphi_{iu}}$	θ_k	19°	11	$i_{дк} = \frac{3Z_{ik}}{Z_k}$	$\frac{39}{40}$	
3	$\cos\theta_k = \frac{\cos\varphi_{ek}}{\cos\varphi_{ik}}$	θ_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 $G_L = 20^\circ * \frac{Z_c}{Z_u}$	44°43'	
6	$Z_{iu} = \frac{\theta_u \cdot Z_c}{210} + 2$	Див. пояснення	9	14	Колесо $G_k = 20 * \frac{Z_c}{Z_k}$	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	$\Delta S_3 = 0,0058 \operatorname{tg} \alpha L_e$	0,07	
8	$i_{ou} = \frac{3Z_{iu}}{Z_c} = 0.60374$	$\frac{67}{50} \frac{41}{91}$					

Продовження таблиці 3.4

Вибір різців і їх встановлення				Розрахунок корегування на кут люльки		
17	Модуль різців	15мм	21	$\Delta\theta_{ш} = 0,5[(4) - (1)]$	3°	
18	Кут вхідного контуру	20°	22	$\Delta\theta_{к} = 0,6[(5) - (4)]$	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 округлити в більшу сторону і вибрати N_K					
	ν	N_K	23	$\delta_{vш} = \frac{57,296(S/2 + h_{vш} + tg\alpha)}{L_e}$	3°06'	
	0,6	57				
	0,5	58				
20	$tg\sigma_k = \frac{0.2h+1}{30}$	σ_k	3°10'	24	$\delta_{vk} = \frac{57,296(S/2 + h_{vk} + tg\alpha)}{L_e}$	3°08'

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;

ΔS_2 – зміна товщини зуба при зміні кута конусності зуба на 10';

ΔS_3 – зміна товщини зуба при зміні кута внутрішнього конуса на 10';

b – ширина зубчастого вінця;

m – модуль;

φ – кут початкового конуса;

φ_l – кут зовнішнього конуса;

φ_i – кут внутрішнього конуса;

θ – повний кут качання колиски;

θ_ε – кут качання колиски при обробці профілю;

θ' – 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;

σ – кут нахилу пазу гвинтового механізму врізання;

α – кут зчеплення;

δ_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 передавальне 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 (рис. 3.8). При цьому

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

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

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

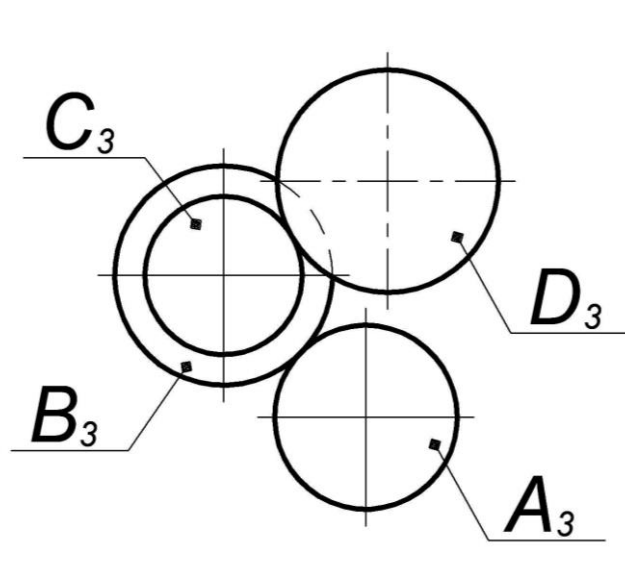


Рисунок 3.8 – Ескіз встановлення змінних шестерень гітари обкатки

У 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.

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

Після виконання розрахунків в обсязі, передбаченому таблицею 3.4, заповнюється карта налагоджень, відповідно до якої буде налагоджено напівавтомат.

У таблиці 3.6 наданий ключ до заповнення карти налагоджень. У кожному клітинку 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 3.5 – Змінні шестерні гітари руху

Z/Z_i	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			$\frac{42}{50}$	$\frac{48}{50}$	$\frac{54}{50}$		$\frac{66}{50}$		
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			$\frac{42}{78}$	$\frac{48}{78}$		$\frac{30}{39}$	$\frac{33}{39}$		

Продовження таблиці 3.5

Z/Z _i	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			$\frac{42}{43}$ $\frac{30}{60}$		$\frac{54}{44}$ $\frac{30}{60}$				$\frac{39}{44}$
45			$\frac{42}{90}$	$\frac{48}{90}$			$\frac{66}{90}$		$\frac{78}{90}$
46			$\frac{42}{46}$ $\frac{30}{60}$		$\frac{54}{46}$ $\frac{30}{60}$		$\frac{33}{46}$		
47		$\frac{36}{94}$	$\frac{42}{94}$	$\frac{48}{94}$	$\frac{54}{94}$	$\frac{40}{47}$	$\frac{33}{47}$		
48			$\frac{42}{48}$ $\frac{30}{60}$				$\frac{33}{48}$		$\frac{39}{48}$
49		$\frac{36}{70}$ $\frac{40}{56}$		$\frac{48}{70}$ $\frac{40}{56}$	$\frac{40}{56}$ $\frac{54}{70}$	$\frac{40}{56}$ $\frac{60}{70}$	$\frac{40}{56}$ $\frac{66}{70}$		
50			$\frac{42}{100}$		$\frac{54}{100}$		$\frac{33}{100}$		
51			$\frac{42}{68}$ $\frac{40}{60}$	$\frac{48}{68}$ $\frac{40}{60}$		$\frac{60}{68}$ $\frac{40}{60}$	$\frac{66}{68}$ $\frac{40}{60}$		
52			$\frac{42}{52}$ $\frac{30}{60}$		$\frac{54}{52}$ $\frac{30}{60}$		$\frac{66}{52}$ $\frac{30}{60}$		
53			$\frac{42}{53}$ $\frac{30}{60}$	$\frac{48}{33}$ $\frac{30}{60}$	$\frac{54}{53}$ $\frac{30}{60}$	$\frac{60}{53}$ $\frac{30}{60}$	$\frac{30}{53}$ $\frac{66}{60}$	$\frac{36}{53}$	
54			$\frac{42}{54}$ $\frac{30}{60}$				$\frac{33}{54}$		
55		$\frac{45}{66}$ $\frac{36}{75}$	$\frac{42}{66}$ $\frac{36}{60}$	$\frac{48}{66}$ $\frac{36}{60}$	$\frac{54}{66}$ $\frac{36}{60}$			$\frac{66}{44}$ $\frac{48}{60}$	
56					$\frac{54}{56}$ $\frac{30}{60}$		$\frac{33}{56}$		$\frac{39}{56}$
57			$\frac{30}{76}$ $\frac{56}{60}$	$\frac{40}{76}$ $\frac{60}{75}$		$\frac{40}{76}$	$\frac{44}{76}$		$\frac{52}{76}$
58			$\frac{30}{58}$ $\frac{42}{60}$		$\frac{30}{58}$ $\frac{54}{60}$		$\frac{33}{58}$		$\frac{39}{58}$
59		$\frac{30}{59}$ $\frac{36}{60}$	$\frac{30}{59}$ $\frac{42}{60}$	$\frac{30}{59}$ $\frac{48}{60}$	$\frac{30}{59}$ $\frac{54}{60}$	$\frac{30}{59}$	$\frac{33}{59}$	$\frac{36}{59}$	

Таблиця 3.6 – Дані для налагодження

Шестерня		Креслення №	Розрахував	
Колесо		Креслення №	Перевірив	
Основні дані пари, що нарізується			Шестерня	Колесо
1.	Модуль		По кресленню	
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 коліски		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, борт оправки	
10.	№ кулачка		Таблиця 3.4-19	
11.	Гвинтовий механізм сегменту			Таблиця 3.4-20
12.	Напрямок		Правий	
13.	Змінні шестерні	Гітара обкатки	Таблиця 3.4-8	Таблиця 3.4-9
14.		Гітара ділення	Таблиця 3.4 -10	Таблиця 3.3-11
15.		Гітара швидкості	Таблиця 3.2	
16.		Гітара подачі	Таблиця 3.3	
17.	Перевірочний кут обкату	Коліска	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	

3.4 Послідовність виконання роботи

1. Безпосередньо у лабораторії ознайомитись з конструкцією та налагодженням верстата.
2. Виконати розрахунки налагодження верстата відповідно до завдання (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

- 1) Назва роботи.
- 2) Мета роботи.
- 3) Скорочений опис напівавтомата (з рисунком 3.1)
- 4) Кінематика верстата (рисунок 3.2 зі скороченим описом всіх кінематичних ланцюгів).
- 5) Креслення колеса, яке буде оброблятися.
- 6) Початкові дані та результати розрахунків (таблиці 3.4 та 3.5).
- 7) Висновки по роботі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ТОКАРНІ АВТОМАТИ ТА НАПІВАВТОМАТИ

4.1 Мета роботи

Ознайомитись із зовнішнім видом, будовою, принципом дії, призначенням, основними частинами токарних автоматів та напівавтоматів, а також їх налагодженням на обробку конкретних деталей. Вивчити будову, принцип дії токарного багатошпindelного напівавтомату моделі 1Б240-6 і отримати практичні навички по налагодженню токарних автоматів.

4.2 Обладнання, пристрої, інструменти

Токарний шестишпindelний напівавтомат моделі 1Б240-6, комплекти змінних зубчастих коліс, комплекти ключів, вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр, заготовки різних діаметрів.

4.3 Теоретичні відомості

4.3.1 Загальні відомості про токарні автомати та напівавтомати

Автомат – верстат, який багаторазово здійснює робочі та допоміжні (холості) рухи вузлів за циклом обробки деталі.

Напівавтомат – 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 (рис. 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 об'єднанню.

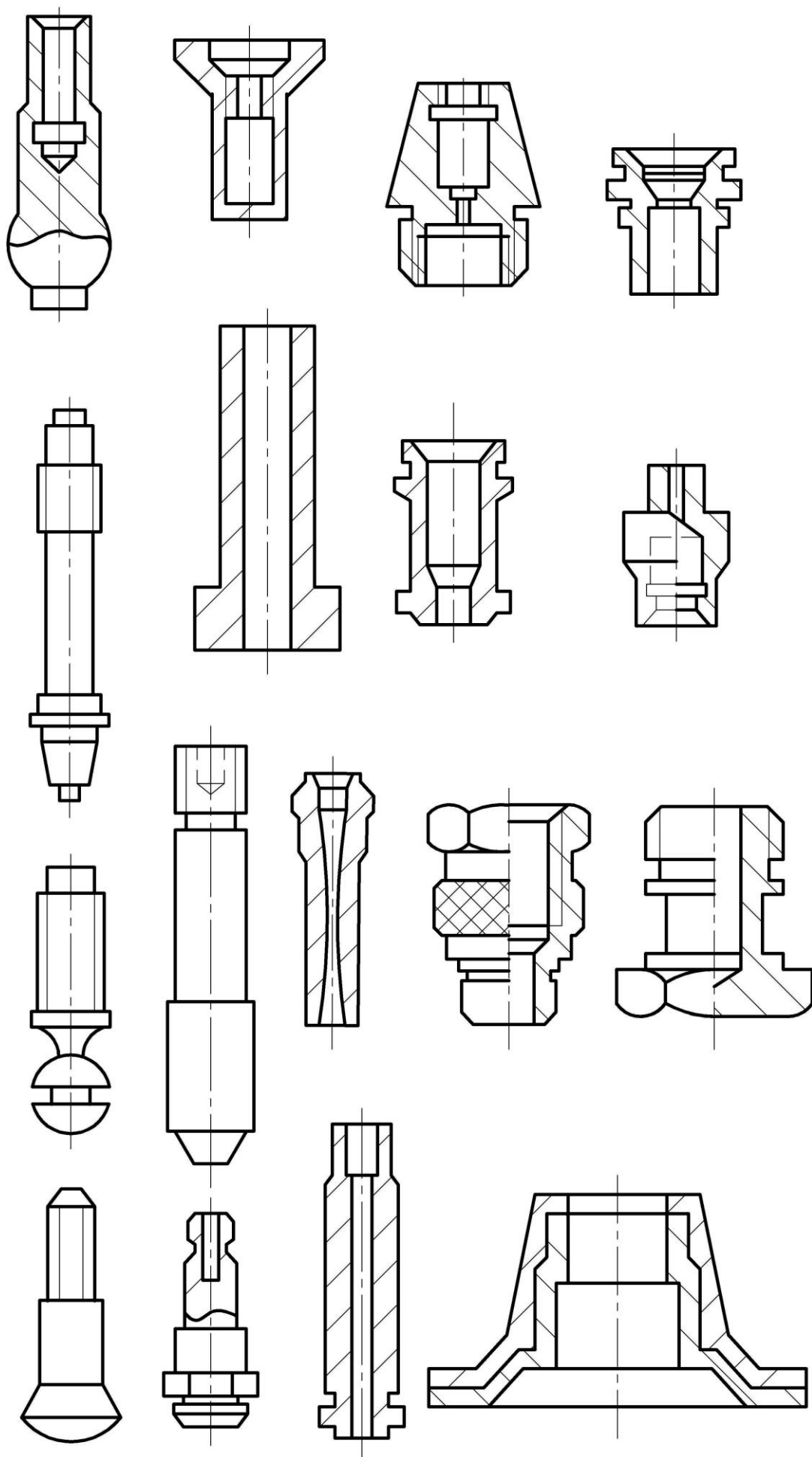


Рисунок 4.1 – Деталі, які оброблюються на автоматах та напівавтоматах

Але переналагодження автоматів та напівавтоматів при переході на обробку нової деталі пов'язані з витратою часу, тому їх застосовують у масовому, великосерійному та при добірці однотипних деталей у серійному виробництвах.

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

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

✓ фасонно-поздовжня – робота здійснюється одним або декількома різцями, які переміщуються в напрямку, перпендикулярному до осі виробу, оброблювана заготовка, крім обертального руху, здійснює ще і поступальне або при нерухомому положенні в осьовому напрямку, інструмент здійснює поступальний подовжній рух;

✓ послідовна револьверна – обробка здійснюється послідовно рядом інструментів.

Застосовуються наступні типи автоматичних токарних верстатів (рис. 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.

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.

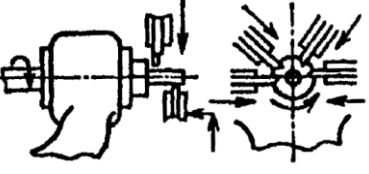
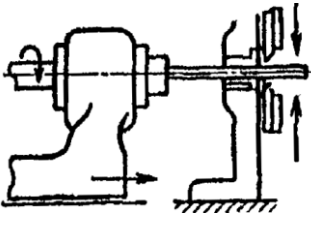
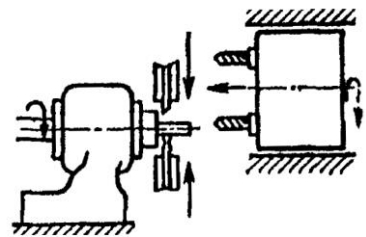
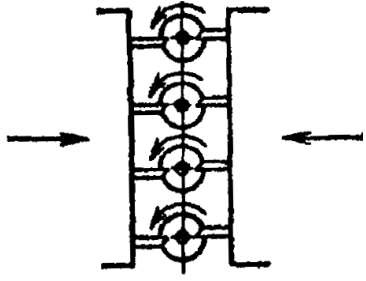
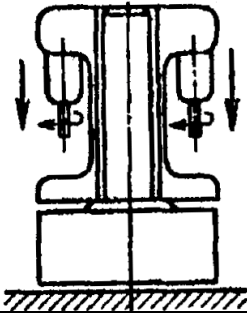
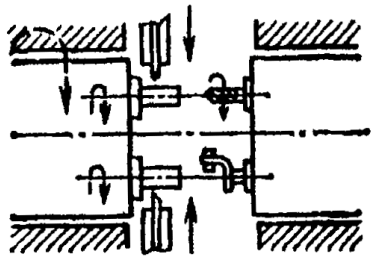
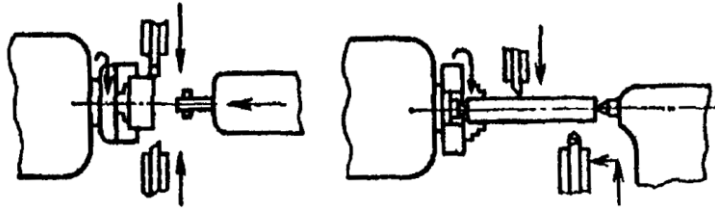
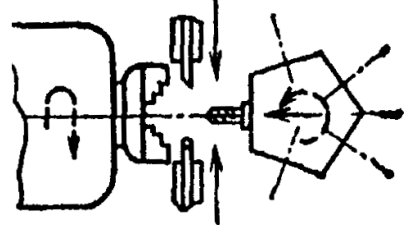
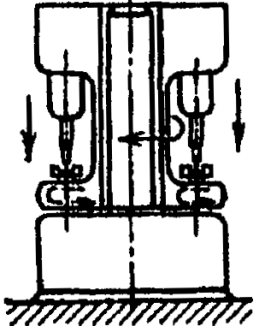
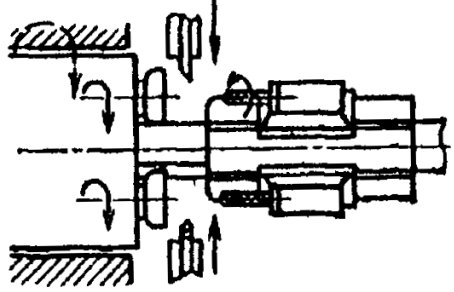
Тип верстата		Вид роботи		
		Фасонно-відрізні	Поздовжньо-фасонні	Послідовно-револьверні
Автомати	Одношпиндельні			
	Багатошпиндельні			
Напівавтомати	Одношпиндельні			
	Багатошпиндельні			

Рисунок 4.2 – Класифікація автоматів та напівавтоматів

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 Горизонтальний шестишпindelний токарний напiвавтомат моделi 1Б240-6

4.3.2.1 Призначення верстата

Горизонтальний шестишпindelний токарний напiвавтомат моделi 1Б240 -6 призначений для виготовлення деталей iз штучних заготовок (поковок, штамповок, вiдливкiв прокату) в умовах масового, багатосерiйного та серiйного виробництва iз чавуна, рiзних марок сталей та кольорових металiв.



Рисунок 4.3 – Горизонтальний шестишпindelний токарний напiвавтомат моделi 1Б240-6

На верстатi можна виконувати, зокрема, наступнi види робiт: центрування, чорнове, чистове та фасонне обточування, пiдрiзання, зняття фасок, проточку канавок, свердлiння, зенкерування, розгортування, нарiзання внутрiшнiх та зовнiшнiх рiзей, вiдрiзання. Також можна виконувати операцiї без зняття стружки: накатка рифлень, рiзей, збiльшення дiаметрiв отворiв тощо, а з використанням копiювального пристрою можна також обточувати конiчнi поверхнi.

У п'яти робочих позицiях одночасно обробляються п'ять заготовок, якi ро-

зташовані в патронах шпинделів. Шпиндельний барабан періодично повертається на кут 60° та кожний зі шпинделів з розташованою в ньому заготовкою переходить у наступну позицію обробки. Зняття готової деталі відбувається в позиції VI – завантажувальній, після чого встановлюється нова заготовка.

Кожна з 5-ти робочих позицій обслуговується окремим поперечним супортом. Поздовжній супорт одночасно обслуговує всі 6 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 тощо) з незалежною від робочих шпинделів швидкістю обертання.

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

Налагоджування кількості обертів та подач здійснюються змінними шестернями.

Затиск деталей – гідравлічний.

4.3.2.2 Основні частини та органи керування верстата

Відмінною рисою багатошпиндельних автоматів та напівавтоматів є наявність декількох одночасно працюючих шпинделів з оброблюваними на них деталями. Розрізняють дві групи верстатів:

- з паралельною обробкою деталі – коли на всіх шпинделях здійснюються однакові операції; ці верстати є розвитком декількох одношпиндельних автоматів або напівавтоматів, які з'єднані у єдиний агрегат.

- з послідовною обробкою деталі – коли кожен шпиндель з виробом послідовно займає ряд положень (позицій), у яких здійснюються різні операції відповідно до прийнятого технологічного процесу.

Основним вузлом багатошпиндельного верстата є шпиндельний блок 1 (рис. 4.4, а), 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 позиція. Кожному положенню шпинделя відповідає визначена операція технологічного процесу виготовлення даної деталі. Таким чином, кожен шпиндель у результаті періодичного повороту блоку послідовно займає I, II, III та IV позиції.

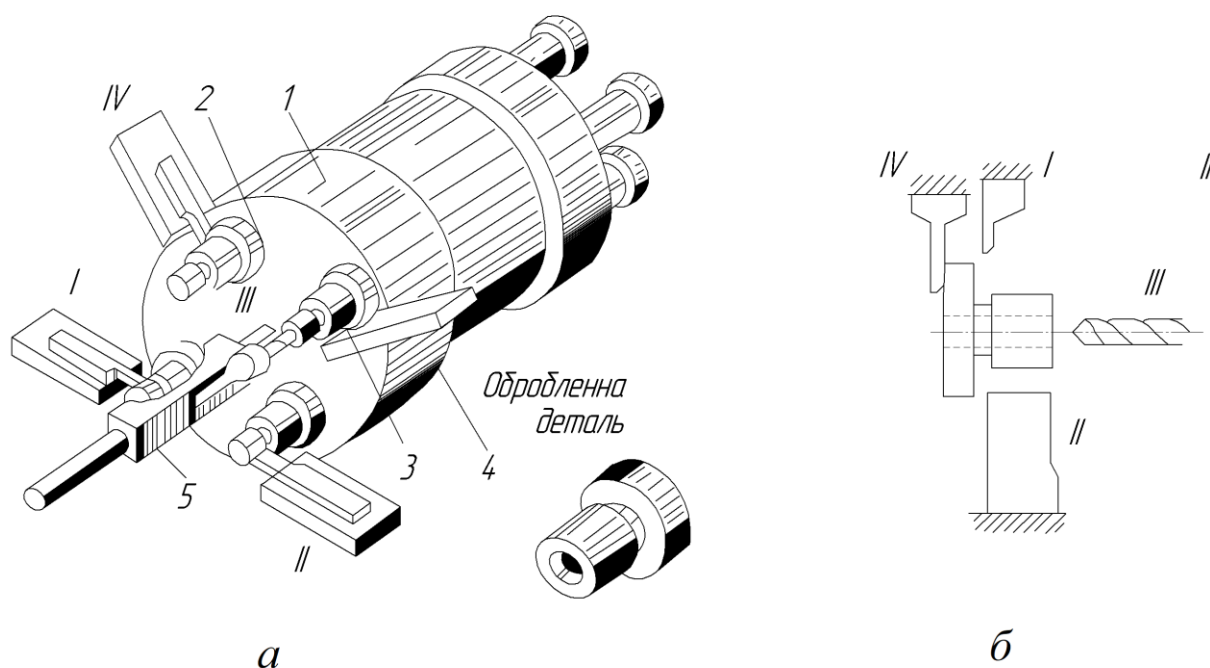


Рисунок 4.4 – Схема обробки деталі на багатошпиндельному напівавтоматі

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

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

Припустимо, що необхідно виготовити деталь, показану на рисунку 4.4, б. Процес обробки здійснюється у наступній послідовності. У I позиції пруток подається до упору 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 оброблюється

зовнішня поверхня. Знову поворот блоку, і деталь опиняється в III позиції, де свердлом, яке встановлене у поздовжньому супорті, просвердлюється отвір. У IV позиції, куди заготовка попадає після чергового повороту блоку, відбувається відрізка готової деталі.

Механізм фіксації блоку повинен працювати точно, щоб осі шпинделів у кожній позиції займали строго визначене положення.

Структурна схема шестишпиндельного токарного верстата 1Б240-6 приведена на рисунку 4.5: i_{Vw} , $n_{wп}$ – гітара налаштування на частоту обертання шпинделя та частота обертання шпинделя; i_{PB} – гітара налаштування частоти обертання розподільного валу; i_{Vi} , n_{in} – відповідно гітара налаштування частоти обертання та частота обертання інструментального шпинделя; S_{non} – поперечна подача; S_n – повздовжня подача.

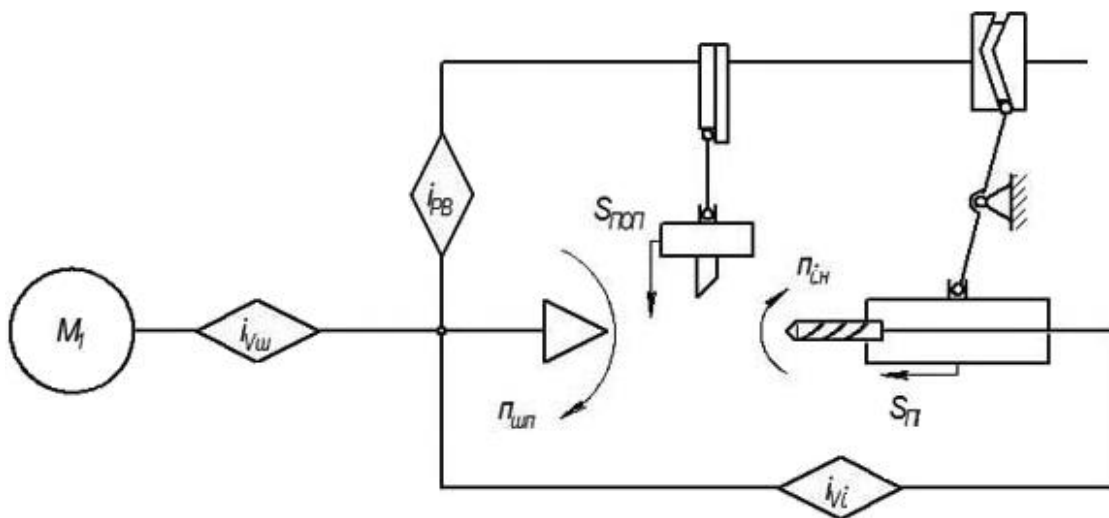


Рисунок 4.5 – Структурна схема шестишпиндельного верстата 1Б240-6

Основні частини шестишпиндельного напівавтомата моделі 1Б240-6 приведені на рисунку 4.4. У шпиндельному блоці передньої бабки 1 розташовані концентрично шість шпинделів 8. Блок у відповідні моменти повертається на 1/2 оберту. Проти кожного шпинделя встановлені супорти з закріпленими інструментами.

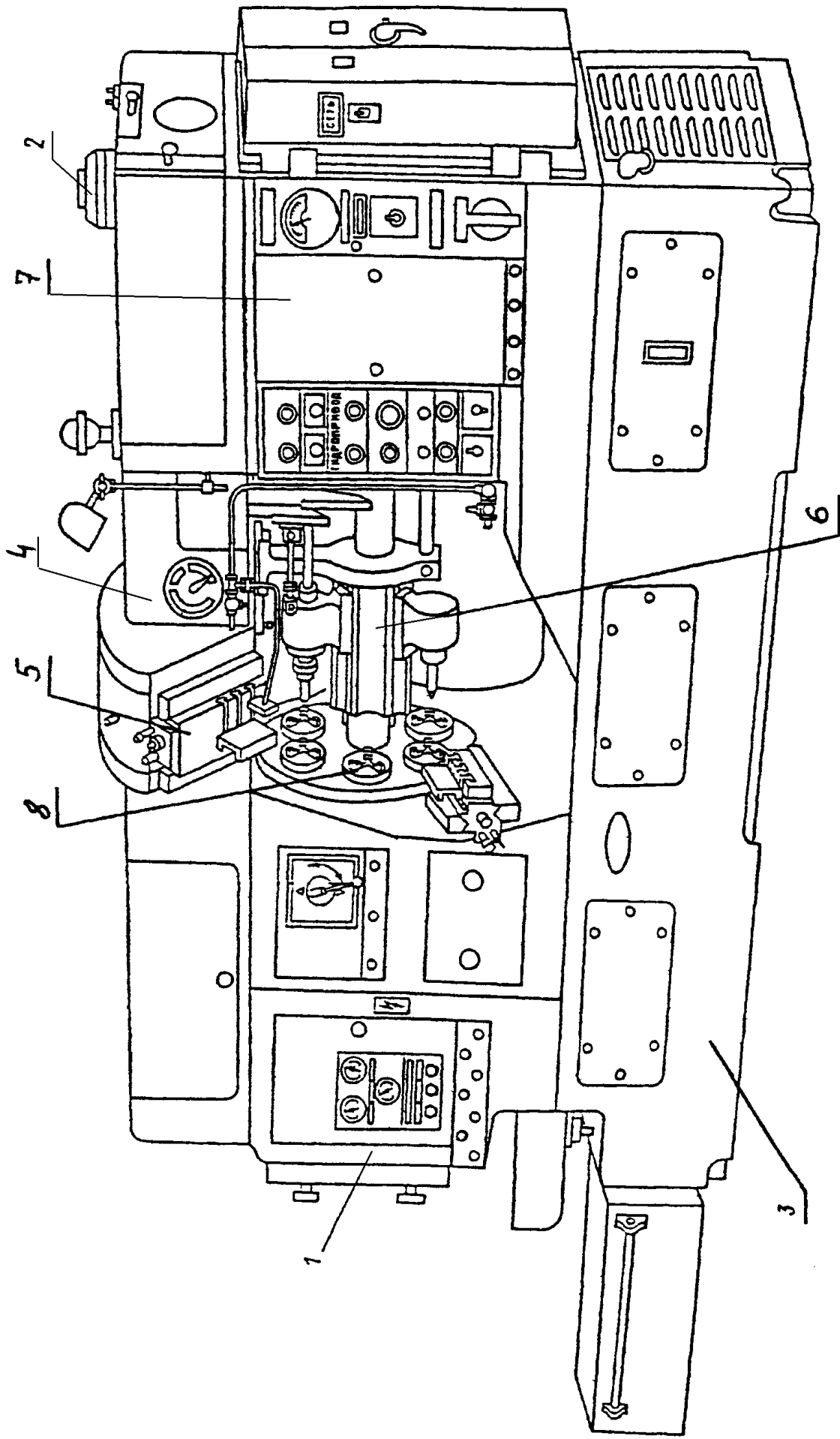


Рисунок 4.6 – Зовнішній вигляд шестициліндрового напівавтомата моделі 1B240-6

На даних автоматах є шість поперечних супортів 5 та один поздовжній 6. Прутки або заготовки, закріплені в патроні, переміщуються разом зі шпинделем при поворотах шпиндельного блоку, займають чергову робочу позицію і послідовно обробляються. З лівої сторони бабки 1 проти однієї робочої позиції шпинделя розташовується механізм подачі та затиску матеріалу. Передня бабка із протилежною коробкою передач 7 монтується на станині 3. Розподільний вал знаходиться на верху верстата на траверсі 4. Для приводу обертання розподільного валу при налагодженні встановлений електродвигун 2.

Основні базові деталі верстата: станина, шпиндельний блок, траверса, коробка швидкостей забезпечують міцність конструкції.

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

У шпиндельному блоці знаходиться шпиндельний барабан, механізми повороту, фіксації та підйому барабану, приводи нижніх та середніх супортів, приводи упорів супортів, гідравлічна панель.

Траверса несе на собі розподільний вал, апарат керування, два верхні поперечні супорти.

Коробка швидкостей включає в себе привод головного руху, приводи робочого, швидкого та налагоджувального обертання розподільного валу, пристрою для різенарізання, швидкого свердління, розвертання.

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

Зліва від верстата знаходиться ємність зі стружкою.

4.3.2.3 Технічна характеристика верстата

Найбільший діаметр заготовки:

над поздовжнім супортом, мм	130
над поперечним супортом, мм	150
Найбільша довжина обробки, мм	160

Хід поздовжнього супорту:	
загальний, мм	180
робочий, мм	0 – 160
Хід поперечних супортів:	
підхід, мм	30
1; 2; 3 позицій робочий, мм	0 – 40
підхід, мм	30
4; 5 позицій робочий, мм	0 – 65
Незалежна подача державок, що ковзають в позиціях	3; 4; 5; 6
Швидке свердління та розвертання в позиціях	2; 3; 4; 5; 6
Нарізання різьби в позиціях	3; 4; 5; 6
Швидкості обертання шпинделя, об/хв.	80 – 1610
Час холостого ходу, сек.	2,56
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	20
Кількість шпинделів	6
Діаметр кола розбивки шпинделів, мм	320
Кількість поздовжніх супортів	1
Кількість поперечних супортів	5
Вага верстата, кг	8500

4.3.2.4 Кінематична схема верстата

Кінематична схема верстата наведена на рисунку 4.7.

Ланцюг головного руху. Рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання вала електродвигуна M (1450 об/хв) і шпинделів ($n_M \rightarrow n_{un}$). Від головного електродвигуна M рух передається через клинопасову передачу приводному валу I , а далі через шестерні $z = 48$, $z = 57$ та змінні шестерні a , b , c , d – центральному валу, на лівому кінці якого знаходиться центральна приводна шестерня $z = 48$, зачеплена із шестернями $z = 36$, які встановлені на шпинделях.

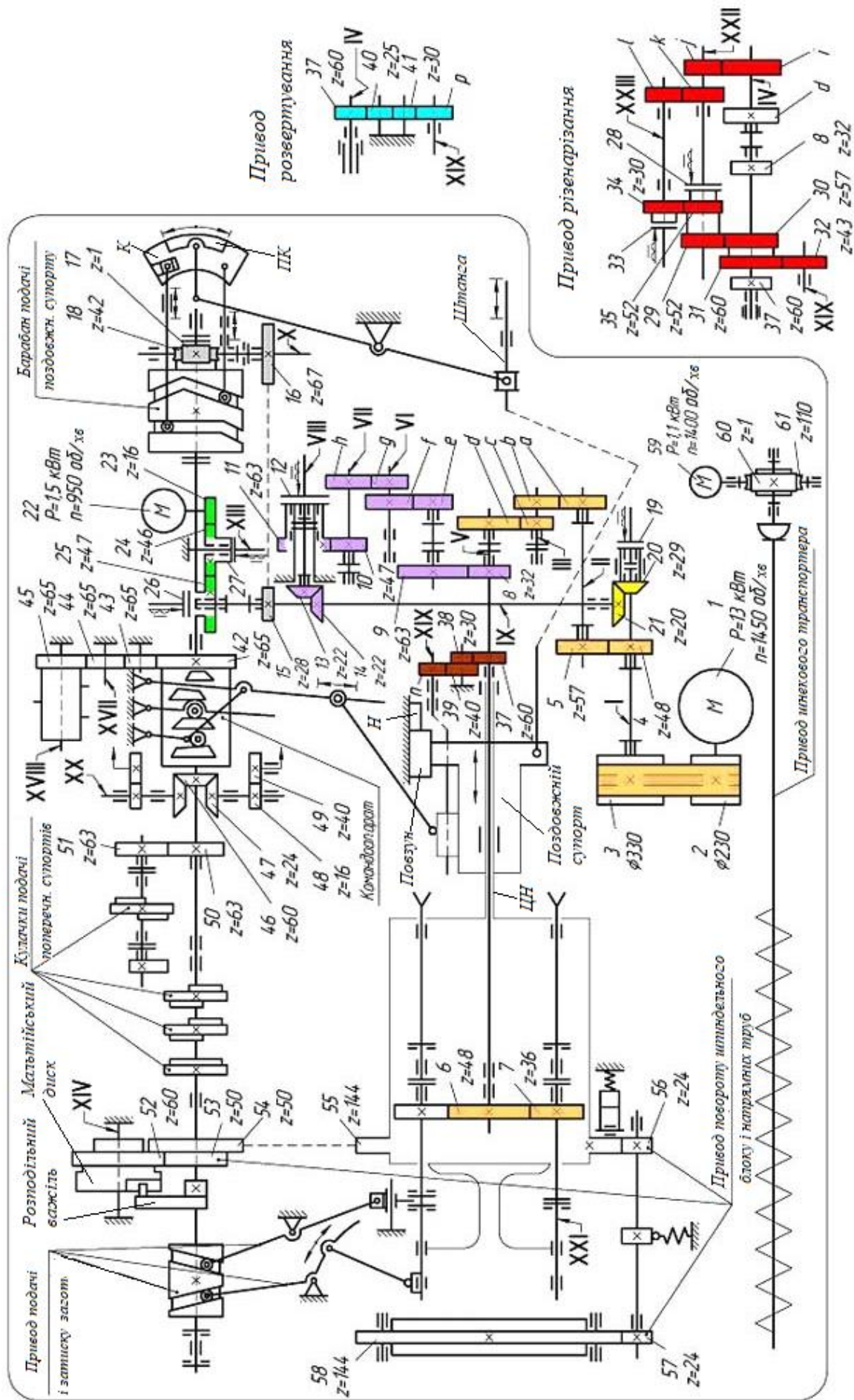


Рисунок 3.1 – Кінематична схема шестигрядельного автомата 1B240-6

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$N_{um} = 1450 \cdot \frac{230}{330} \cdot \frac{48}{57} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{48}{36} \quad (4.1)$$

Ланцюги обертання розподільного валу:

а) при робочій подачі рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання валу електродвигуна М (1450 об/хв) і розподільного валу при увімкненій муфті 12.

Рівняння кінематичного балансу:

$$1450 \cdot \frac{230}{330} \cdot \frac{48}{57} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{32}{63} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{47}{63} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{28}{67} \cdot \frac{1}{42} = n_{p.v.роб.} \quad (4.2)$$

б) при неробочих ходах рухи кінцевих ланок аналогічні попередньому ланцюгу при увімкненій муфті 19 і вимкненій муфті 26.

Рівняння кінематичного балансу:

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

в) при налагодженні автомата рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання валу електродвигуна М (950 об/хв) і розподільного валу при увімкненій муфті 26.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

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

При вмиканні муфти 19 або 12 муфта 26 вимикається, а гальмівна муфта 27 вмикається.

За час виготовлення деталі розподільний вал автомата здійснить один оберт, при цьому поворот на 215° відбувається швидко (неробочі ходи). Під час швидкого обертання здійснюються усі допоміжні рухи механізмів, а саме: швидке відведення усіх супортів; розтискання прутка; подача прутка до упору; затискання прутка і відведення упору 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 19, 26, 12 здійснюється командоапаратом.

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

Поздовжній супорт – це шестигранник, який пересувається по циліндричній напрямній, яка прикріплена до корпусу блока шпинделів. На кожній із граней супорта можуть бути встановлені інструментальні шпинделі. Повзун супорта ковзає по напрямній H , яка закріплена на траверсі станини, що запобігає повертанню супорта на циліндричній напрямній $ЦН$. Супорт з'єднаний через штангу, важіль і тягу з переставним каменем $ПК$, який встановлений в пазу куліси K . На барабані зроблені канавки робочого і швидкого ходів супорта. Камінь K 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 тощо, які встановлюються при необхідності у чотирьох верхніх позиціях поздовжнього супорта. Вони отримують рухи подач за допомогою кулачків командоапарату незалежно від поздовжнього супорта.

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

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

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

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

де n – кількість зубців змінного колеса ланцюга обертання свердлильного шпинделя.

Звідси

$$n_{cv.} = \frac{60}{n} \cdot n_{ун.} \quad (4.6)$$

Відносна частота обертання заготовки і свердлильного шпинделя

$$n_{від.} = n_{ун.} + n_{cv.} = n_{ун.} + \frac{60}{n} \cdot n_{ун.} = n_{ун.} \cdot \left(1 + \frac{60}{n}\right). \quad (4.7)$$

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

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

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

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

Звідси

$$n_{розг.} = \frac{45 \cdot n_{ун.}}{p}. \quad (4.9)$$

Відносна частота обертання заготовки і шпинделя розгортки:

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

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 33. Рухи кінцевих ланок ланцюга: обертання шпинделя заготовки і шпинделя інструмента. Розрахункові рухи: $n_{ун} \rightarrow n_{нар}$.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ун} = \frac{36}{48} \cdot \frac{i}{j} \cdot \frac{k}{l} \cdot \frac{30}{52} \cdot \frac{52}{57} \cdot \frac{60}{43} = n_{нар}. \quad (4.11)$$

Звідси формула налагодження

$$\frac{i}{j} \cdot \frac{k}{l} = \frac{n_{нар}}{n_{ун} \cdot 0,67}, \quad (3.12)$$

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

Відносна частота обертання заготовки і різьбонарізного інструмента:

$$n_{від.} = n_{ун} - n_{нар.} = n_{ун} - n_{ун} \cdot 0,67 \frac{i}{j} \cdot \frac{k}{l} = n_{ун} \left(1 - 0,67 \frac{i}{j} \cdot \frac{k}{l} \right). \quad (4.13)$$

Для вигвинчування різального інструмента (мітчика або плашки) з деталі після закінчення нарізування різьби вмикається муфта 28.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга:

$$n_{ун} = \frac{36}{48} \cdot \frac{i}{j} \cdot \frac{52}{57} \cdot \frac{60}{43} = n_{виг.} \quad (4.14)$$

Звідси

$$n_{виг.} = 0,955 \frac{i}{j} n_{ун.}, \quad (4.15)$$

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

$$n_{від.} = n_{ун} - n_{виг.} = n_{ун} - n_{ун} \cdot 0,955 \frac{i}{j} = n_{ун} \left(1 - 0,955 \frac{i}{j} \right). \quad (4.16)$$

Передавальне відношення змінних зубчастих коліс підбирають так, щоб $0,955 \frac{i}{j} > 1$. 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 валу, на якому закріплений важіль з кривошипним пальцем, що повертає мальтійський диск на $1/4$ оберту, а далі через зубчасті передачі $60/50$, $50/144$ рух передається на шпindelний блок. Отже, шпindelний блок повертається на $1/6$ оберту, тобто $\frac{1}{4} \cdot \frac{60}{50} \cdot \frac{50}{144} = \frac{1}{6}$. Перед поворотом шпindelного

блока відбувається його розфіксація від першого лівого кулачка подачі поперечних супортів, а також підйом на роликах над постійними опорами на величину $0,3...0,4$ мм для запобігання спрацювання опорних поверхонь. Одночасно зі шпindelним блоком повертається на $1/6$ оберту барабан 3 з напрямними трубами за допомогою кінематичного ланцюга: $\frac{1}{6} \cdot \frac{144}{24} \cdot \frac{24}{144} = \frac{1}{6}$.

Командоапарат здійснює вмикання робочого і неробочого обертання розподільного валу, реверс інструментальних шпindelів, контроль наявності прутка та інші керуючі і блокуючі функції, й отримує обертання від розподільного валу шпindelів через зубчасті передачі $65/65$, $65/65$, $65/65$.

Конічне зубчасте колесо $z = 60$ на розподільному валу передає рух на вал XX, а далі на механізм циклопоказника (на схемі не зображений).

Механізм подачі і затискання прутка приводиться в дію приводом подачі і затиску заготовок з кулачками. На верстаті розміщений електродвигун, який приводить у рух помпу змащування автомата. Електродвигун М (1400 об/хв) через черв'ячну передачу приводить в обертання шнек транспортування стружки.

4.4 Порядок виконання лабораторної роботи

Лабораторна робота виконується у такій послідовності:

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

Ескіз деталі.

Ескіз заготовки.

Матеріал деталі СЧ 15-32.

- 4) Скласти план обробки деталі по позиціях

I

II

III

IV

V

VI

- 5) Заповнити карту налагодження верстата.

Приклад карти налагодження наведено в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Карта налагодження

Колеса								
			$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$			$\frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h}$		
Кут	Робочого ходу – 145°. Допоміжних ходів – 215°.							
Час	Робочого ходу $t =$							
	Допоміжних ходів = 2,56 с.							
	Циклу $T =$							
Продуктивність	Теоретична							
	Фактична							
Ескіз переходу	Назва супорту	Назва переходу	Довжина обробки, мм	Швидкість різання, м/хв.	Кількість обертів шпинделя на переході, об/хв.	Подача, мм/об.	Потрібна кількість обертів на переході, об.	Хід супорта, мм.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Довжина обробки визначається як сума довжини оброблюваної поверхні і величини врізання і перебігу (величина врізання і перебігу визначається із нормативів режимів різання).

Подача різальних інструментів для кожного переходу визначається з нормативів режимів різання в залежності від оброблюваного матеріалу різального 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 нормативів режимів різання в залежності від матеріалу, що оброблюється, різального інструмента, глибини різання і подачі. У зв'язку з тим, що частота обертання шпинделя на всіх позиціях однакова, при розрахунку карти налагодження і розрахунку змінних зубчастих коліс $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ (приводу головного руху) необхідно визначити лімітуючу частоту обертання шпинделя верстата (крім переходів, пов'язаних із різенарізанням, розгорткуванням і свердлінням, які мають індивідуальний привід від інструментальних шпинделів).

Частота обертання шпинделя на кожному переході:

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

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

D – діаметр обробки деталі на заданому переході.

Змінні шестерні коробки швидкостей a, b, c, d підбираються по таблиці 4.2 у залежності від найменшої кількості обертів (без переходів з інструментальними шпинделями).

Таблиця 4.2 – Дані для налагоджування

Змінні шестерні		Частота обертання шпинделя	Змінні шестерні подачі			Кількість обертів шпинделя на 145° повороту розподільного валу	
a:b	c:d		g:h	e	f		
1	2	3	4	5	6	7	
54:30	49:35	1610	27:57	26	58	675	
49:35	52:32	1450		28	56	605	
47:37	52:32	1310		30	54	545	
45:39	49:35	1140		33	51	468	
45:39	52:35	1030		35	49	423	
39:45	49:32	900		37	47	384	
39:45	49:35	780		40	44	332	
37:47	49:35	705		42	42	302	
35:49	49:35	640		44	40	274	
37:47	45:39	580		47	37	238	
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		

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

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

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 e, f, g, h .

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:

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

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

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

Час циклу дорівнює:

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

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

$t_{\text{дон.}}$ – час швидких переміщень, с.

Час робочого ходу:

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

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

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

6) Виконується технологічне налагодження верстата по еталонній деталі.

Еталонна деталь встановлюється у шпиндель верстата (VI – завантажувальна позиція). Супорти за допомогою налагоджувального привода переміщуються в крайнє робоче положення (положення закінчення обробки). У цьому положенні здійснюють установку різальних інструментів на даній позиції. Після закінчення настроювання еталон разом зі шпинделем, в якому він закріплений, переводиться налагоджувальним приводом у 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 (у 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 по лабораторній роботі

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

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

РЕМОНТ НАПРЯМНИХ ДЕТАЛЕЙ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ТА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТІВ

5.1 Мета роботи

Закріплення та поглиблене вивчення лекційного матеріалу. Набуття 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 внаслідок матеріального та морального зносів. 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 чорновій обробці сталі і чавуна.

5.2.2 Види зносів

У практиці експлуатації машин і устаткування зустрічаються різні випадки руйнування деталей, які можна класифікувати по видах:

- 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 шестерень у зоні ділильного циліндра	Сталь 40Х	HRC48 – 52	0,01 – 0,045
Торці зубів блоків шестерень, 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 є результатом взаємодії тертьових пар. Залежно від природи тертьових 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 процесу старіння тощо. Так, наприклад, при ремонті напрямних станин токарно-гвинторізних, поздовжньо-стругальних, поздовжньо-фрезерних верстатів спостерігається відносний поворот торців станини.

5.2.3 Типізація технологічних процесів ремонту

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

Уніфікація – використання в різних верстатах однакових деталей і вузлів, створення уніфікованих гам 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, називають класом. Таким чином, при ремонті може бути клас станин токарно-гвинторізних верстатів, клас кареток супортів, клас поперечних полозків, клас станин консольно-фрезерних верстатів, клас столів тощо, що характеризуються спільністю технологічних задач розв'язуваних в умовах визначеної конфігурації деталей.

Під спільністю технологічних задач мають на увазі спільність застосовуваного верстатного устаткування, спільність застосовуваних переналагоджуваних пристосувань, різального і вимірювального інструмента. Усе це забезпечує мо-

жливість виконання ремонту кожного класу деталей за типовими технологічними процесами. Можлива кількість варіантів типових технологічних процесів визначається габаритами деталей, які ремонтуються, твердістю напрямних, 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 відновлюють 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, твердості напрямних, 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 більше 0,5 – чистовим струганням або фрезеруванням з наступним шліфуванням чи шабруванням.

В даний час для ремонту напрямних переміщуваних вузлів широко використовують тонкошарові накладки з пластмас і сплавів кольорових металів, що приклеюють клеями на основі епоксидних смол. 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. у якості баз 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-виробника, а саме:

а) непрямолінійність, неплосчинність, взаємна непаралельність і неперпендикулярність повинні бути не більше 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 різального, 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 МК0-25 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 дотична. 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 цифрою індексацією. Наприклад, якщо одна з поверхонь станини позначена літерою “В”, то однойменна поверхня супорта, яка дотична до неї, позначається “В₁”.

5.3.2 Вертикально-фрезерний верстат

Комплекти, які застосовують при виконанні лабораторної роботи різально-го, вимірювального, допоміжного інструмента і пристосувань наведені в таблиці 5.3.

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

Найменування	Позначення
Різальний інструмент	Шавери : 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 ГОСТ6507-78 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, різально-го, вимірювального, допоміжного інструмента.
- 3) Вибір послідовності ремонту деталей. Першочергово ремонтують напрямні станини, бо вони є базовою деталлю, на якій монтуються 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 відносного повороту торців станини;
 - 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	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	
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

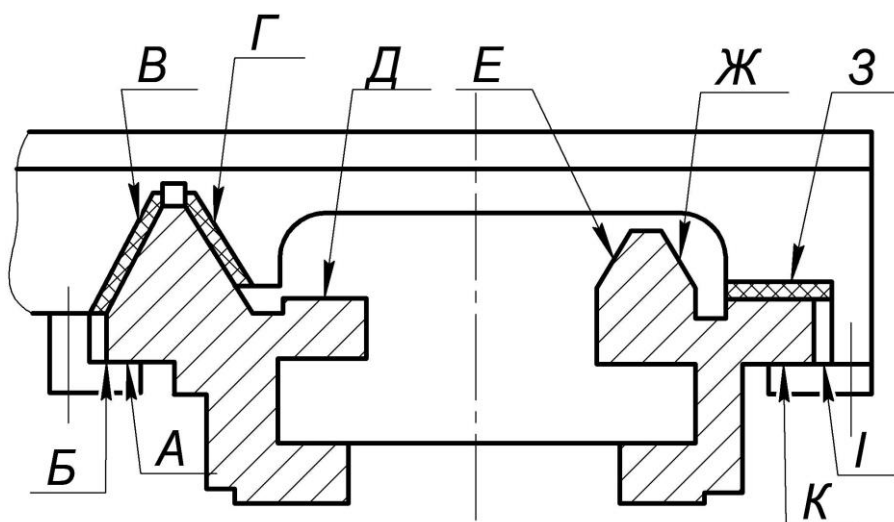


Рисунок 5.1 – Профіль напрямних станини

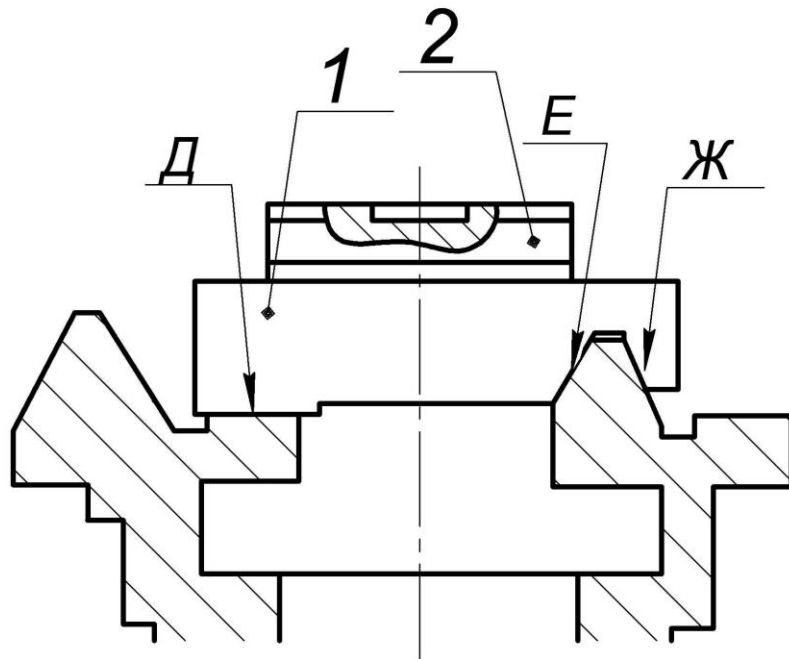


Рисунок 5.2 – Схема визначення відносного повороту напрямних станини:
 1 – місток МП-1 (основа задньої бабки), 2 – рівень брусковий 200-0,05

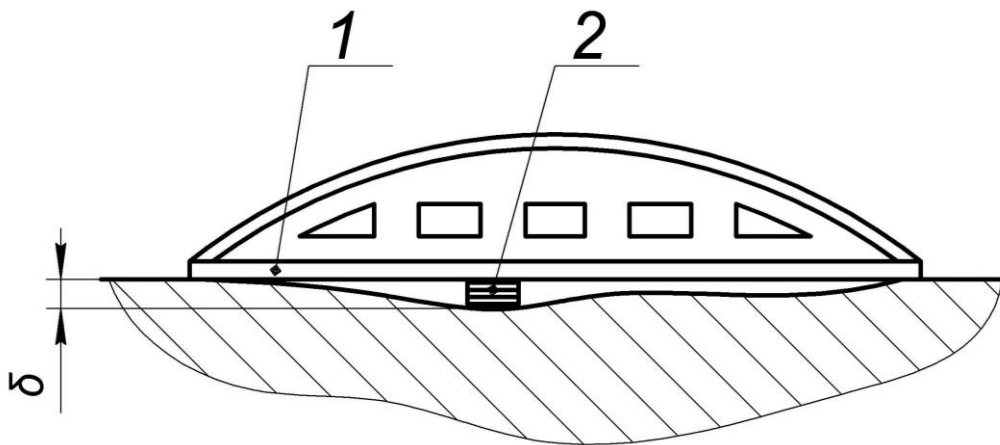


Рисунок 5.3 – Схема перевірки зносу напрямних:
 1 – лінійка ШМ-1-1000; 2 – набір щупів №1 кл.1

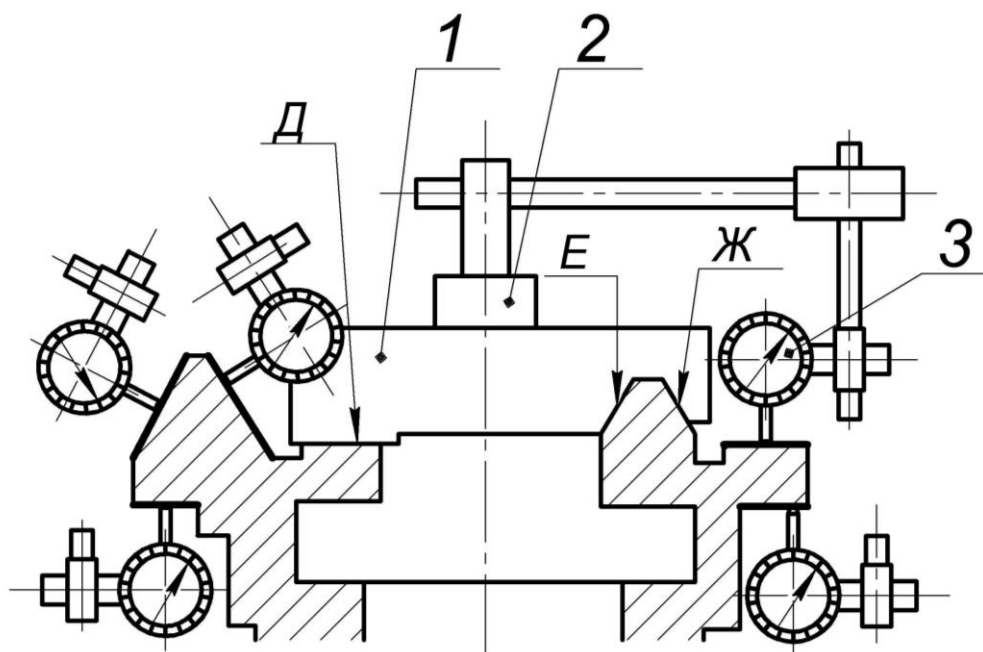


Рисунок 5.4 – Схема перевірки паралельності напрямних станини:

1 – місток МП-1; 2 – штатив ШМ-11; 3 – індикатор ІЧ 0,2 кл.0

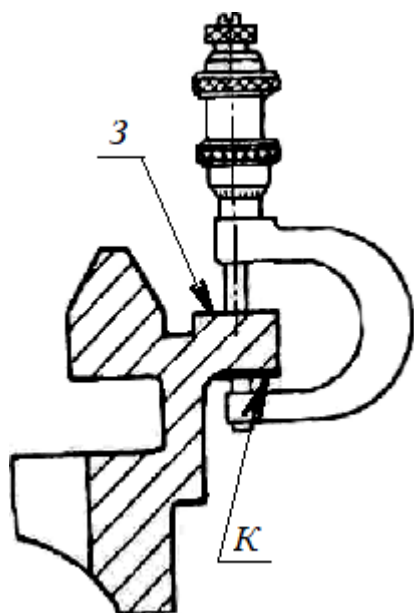


Рисунок 5.5 – Схема перевірки паралельності плоских напрямних мікрометром

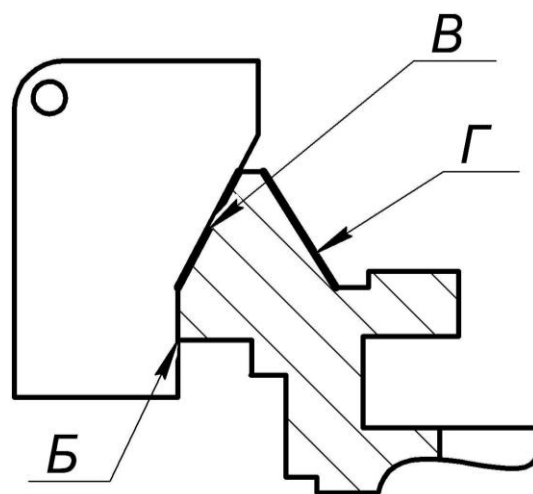


Рисунок 5.6 – Схема перевірки кутового профілю напрямних станини шаблоном

Таблиця 5.5 – Ремонт напрямних полозків супорта токарно-гвинторізного

верстата

№ переходу	№ рисунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	5.7	Зачистити базові поверхні H_1 , $У$, T від забоїв	Шабер УП-5172А, П5302 Плита Ш-0-400х400 ГОСТ10905-75 Тампон Фарба	Плиткою на фарбу
2	5.7	Зачистити клинову поверхню P_1 від забоїв	Лінійка УТ-0-630 ГОСТ 8026-75	Лінійкою на фарбу
3	5.7	Шабрувати поверхні L_1 , C_1	Плита Ш-0-400х400 ГОСТ10905-75 Мікрометр МК 0-25 ГОСТ 6507-78	Мікрометром, плиткою на фарбу. Непаралельність поверхонь C_1 , L_1 відносно H_1 не більше 0,02 мм на довжині поверхонь
4	5.8	Шабрувати поверхню M_1	Лінійка УТ-0-630 ГОСТ 8026-75 Мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-78 Ролики	Мікрометром і роликами, лінійкою на фарбу. Непаралельність поверхні M_1 відносно T – не більше 0,02 мм на довжині поверхні. Кількість відбитків фарби (перехід 3, 4) – 10-15 на площі 25×25 мм

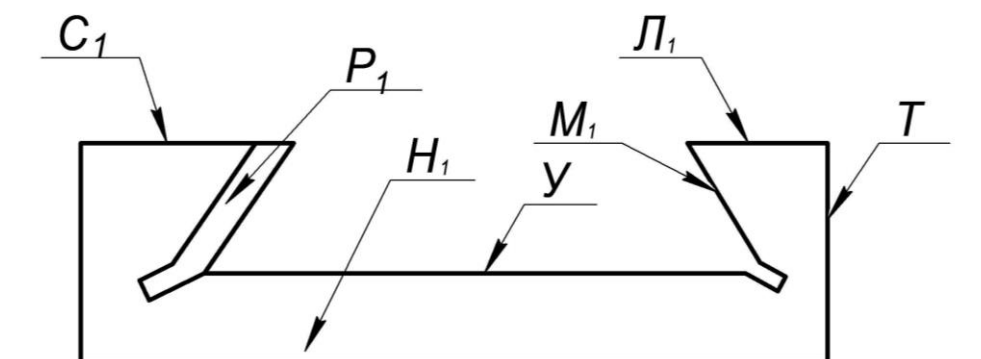


Рисунок 5.7 – Профіль напрямних полозків супорта

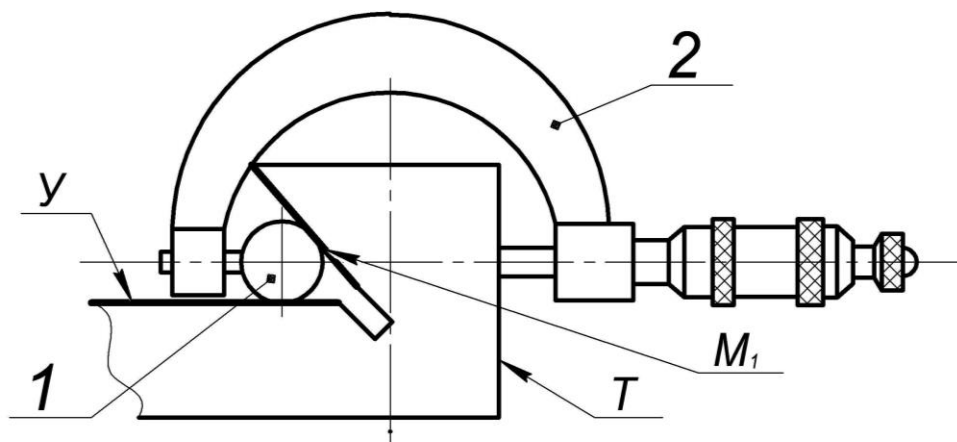


Рисунок 5.8 – Схема перевірки паралельності кутової напрямної полозків супорта: 1 – ролик; 2 – мікрометр МК 25-50

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 ₁ , Г ₁ , З ₁ за формулами: $\Delta l = (l - l_1) + 0,2 \text{ мм}$ $l_2 = \Delta l \sin \frac{\alpha}{2^\circ}$ <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;">l</div> – вихідний розмір; l ₁ – фактичний; 0,2мм – припуск на обробку після наклеювання	Набір № 2-42-1 ГОСТ 9038-73 Пристрій УП-1	
3	5.9	Знежирити склеювані поверхні, нанести на них шар клею ЕД-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	

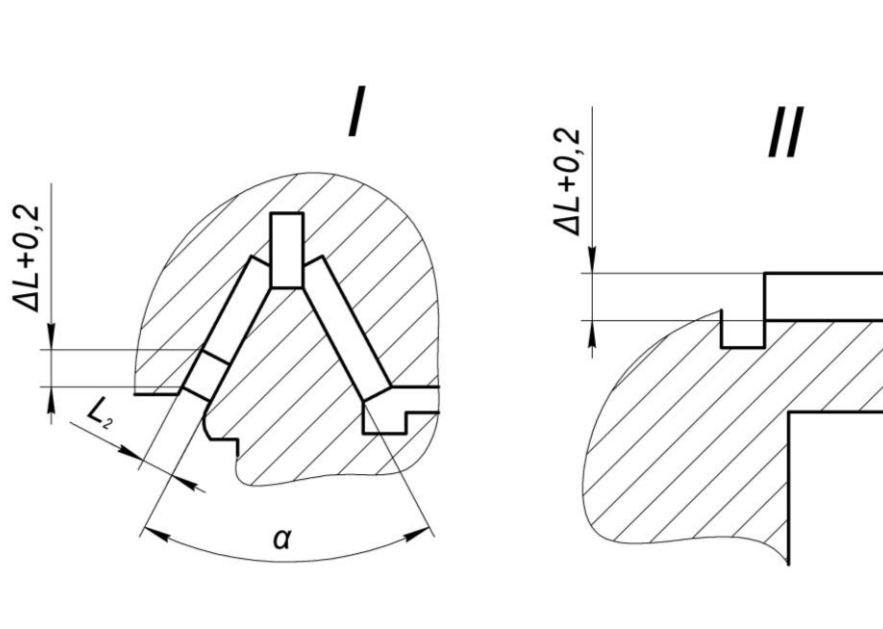
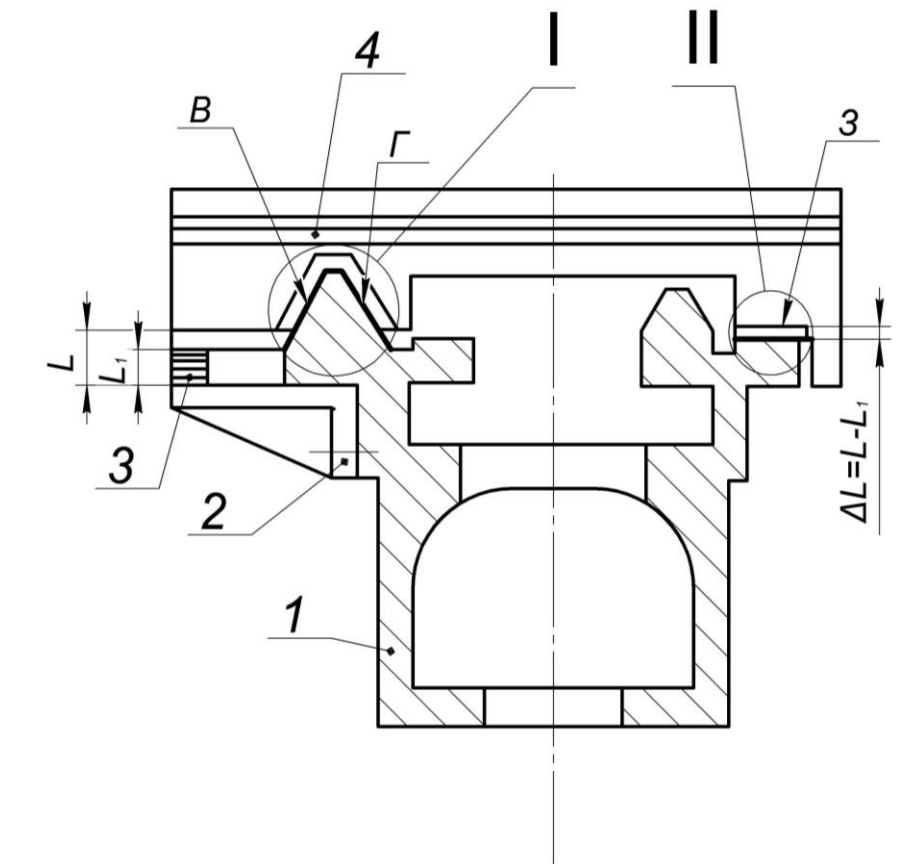


Рисунок 5.9 – Схема установки накладок на напрямні каретки супорта:
 1 – станина; 2 – прилад УП-1; 3 – набір кінцевих мір; 4 – каретка супорта

Таблиця 5.7 – Ремонт напрямних каретки супорта токарно-гвинторізного верстата

№ переходу	№ рисунка	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 поверхонь
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, лінійкою 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

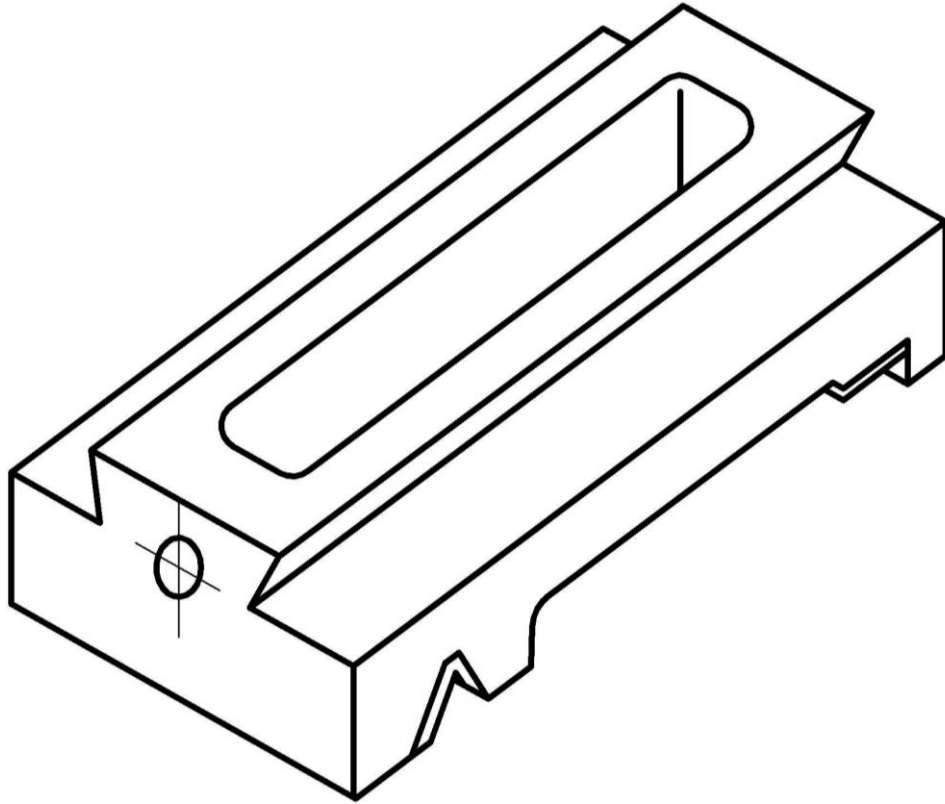


Рисунок 5.10 – Аксонометрія каретки супорта

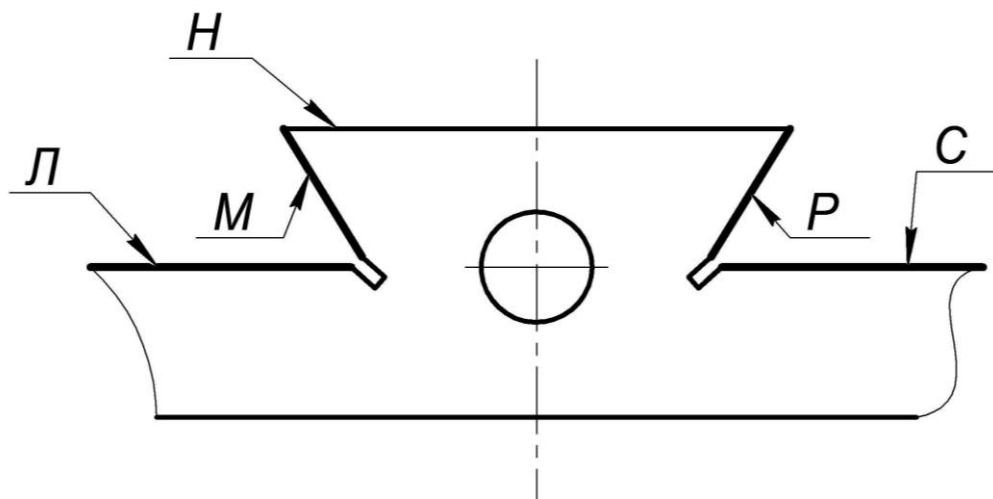


Рисунок 5.11 – Профіль напрямних каретки супорта, що дотичні до напрямних поперечних полозків

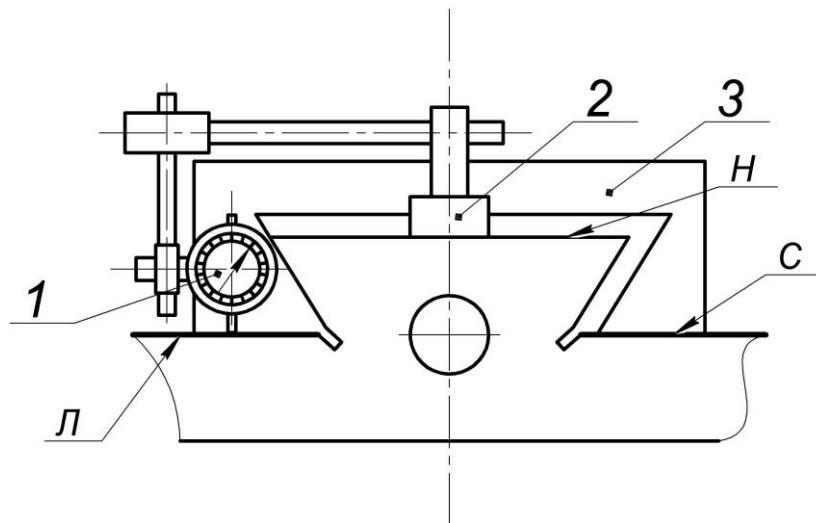


Рисунок 5.12 – Схема перевірки паралельності плоских напрямних каретки:
 1 – індикатор; 2 – штатив; 3 – полозки супорта

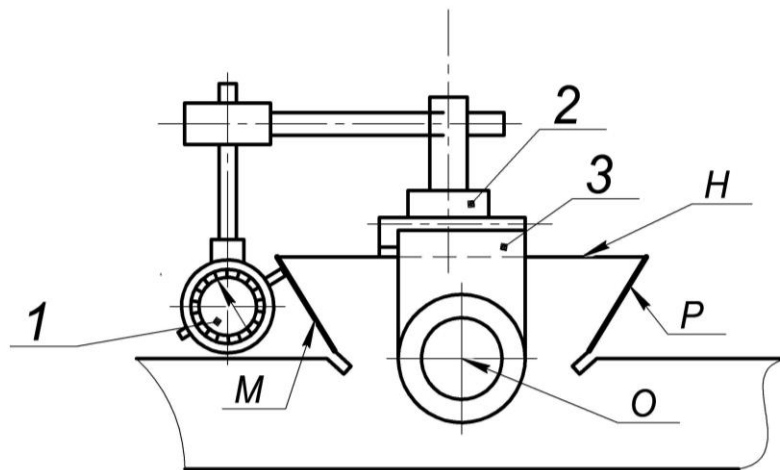


Рисунок 5.13 – Схема перевірки паралельності кутових напрямних каретки:
 1 – індикатор; 2 – штатив; 3 – місток МП-2

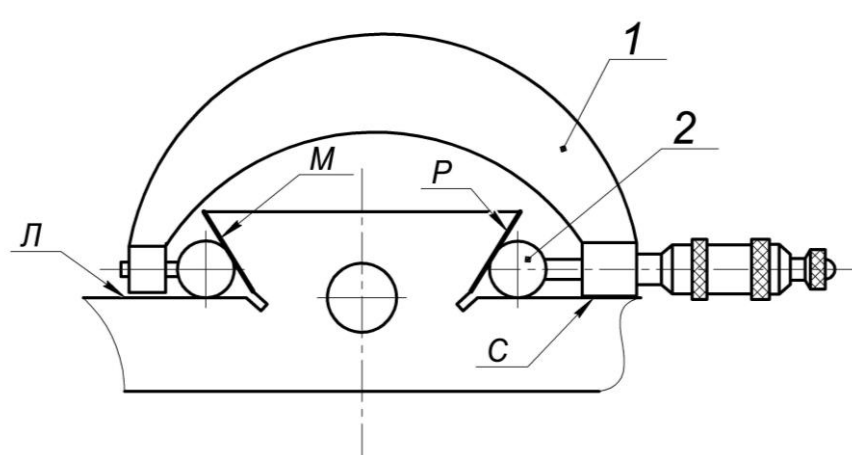


Рисунок 5.14 – Схема перевірки паралельності кутових напрямних каретки
 1 – мікрометр; 2 – ролик

Таблиця 5.8 – Ремонт напрямних каретки супорта токарно-гвинторізного верстата

№ пере- ходу	№ рисунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	5.15, 5.16, 5.17	Шабрувати на- прямні В ₁ , Г ₁ , З ₁ 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, непа- ралельність поверхонь И, З не більше 0,02 мм на довжині поверхонь Витримати розмір = 50±0,03 Кількість відбитків фарби на поверхнях В ₁ , Г ₁ , З ₁ – 10-15 на площі 25×25 мм

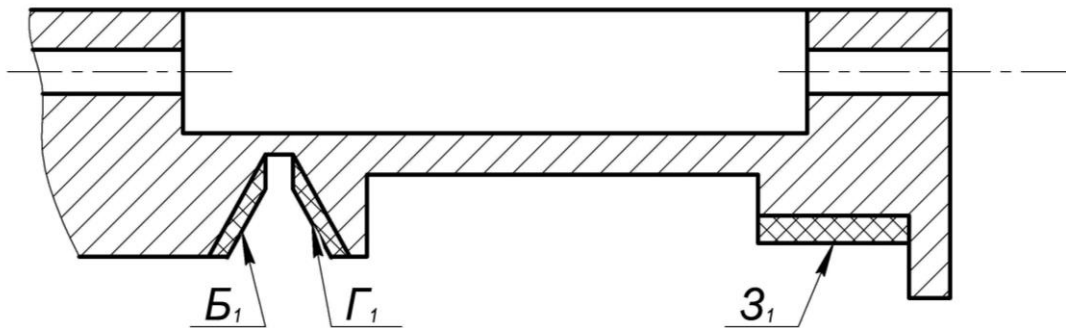


Рисунок 5.15 – Профіль напрямних каретки супорта,
що дотичні до напрямних станини

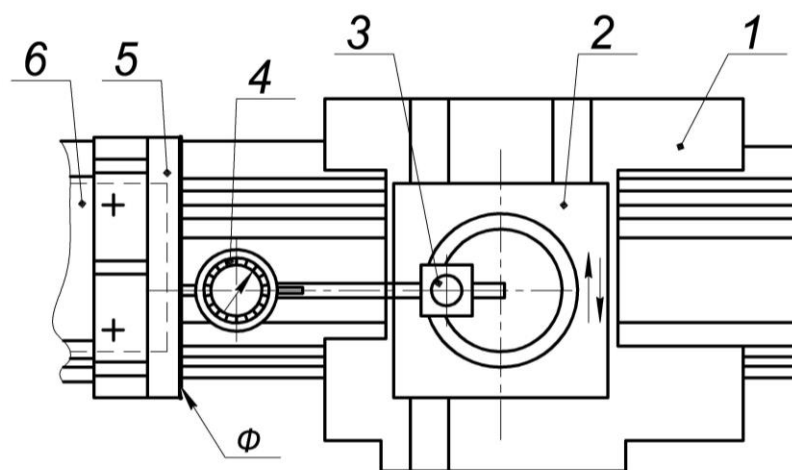


Рисунок 5.16 – Схема перевірки взаємної перпендикулярності напрямних каретки супорта і напрямних станини: 1 – каретка супорта; 2 – полозки; 3 – штатив ШМ-11 ГОСТ 10197-70; індикатор ІЧ 0,2 кл.0 ГОСТ 577-68; 4 – пристрій УП-1

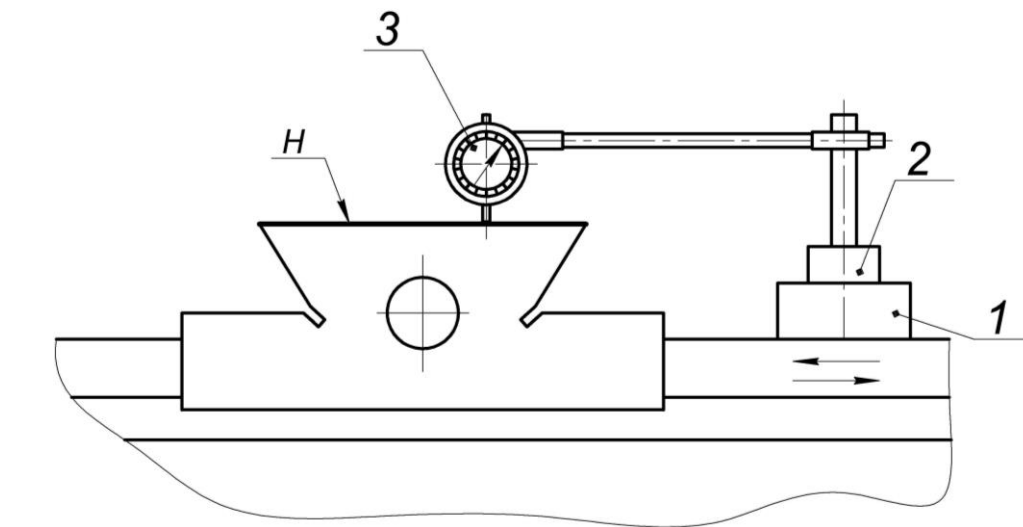


Рисунок 5.17 – Схема перевірки паралельності напрямних каретки супорта і напрямних станини:

1 – місток МП-1; 2 – штатив ШМ-11; 3 – індикатор ІЧ 0,2 кл.0

Таблиця 5.9 – Ремонт клину токарно-гвинторізного верстата

№ переходу	№ рисунка	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

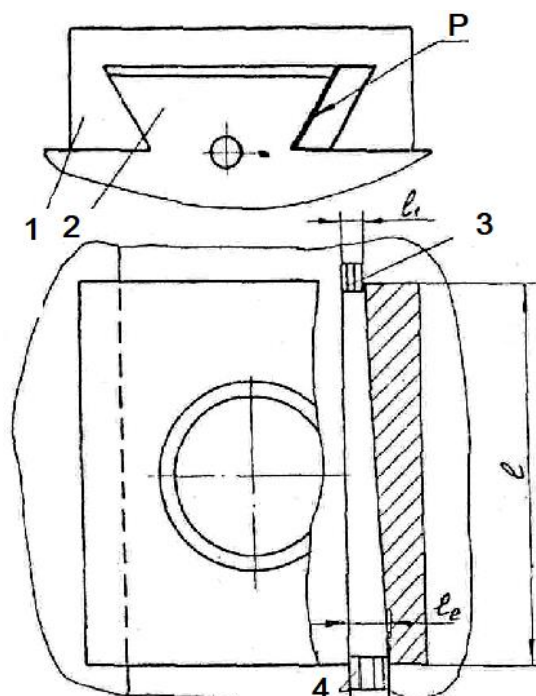


Рисунок 5.18 – Схема визначення розмірів клина: 1 – полозки супорта; 2 – каретка супорта; 3 – блок кінцевих мір; 4 – блок кінцевих мір

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 містять інформацію, що використовується для виконання ескізів профілю напрямних і для заповнення четвертої і п'ятої графи 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 графи таблиць 5.10-5.14. У заключній частині звіту потрібно дати відповіді на контрольні запитання.

Таблиця 5.10 – Ремонт напрямних станини консольного вертикально-фрезерного верстата

№ переходу	№ рисунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	2	3	4	5

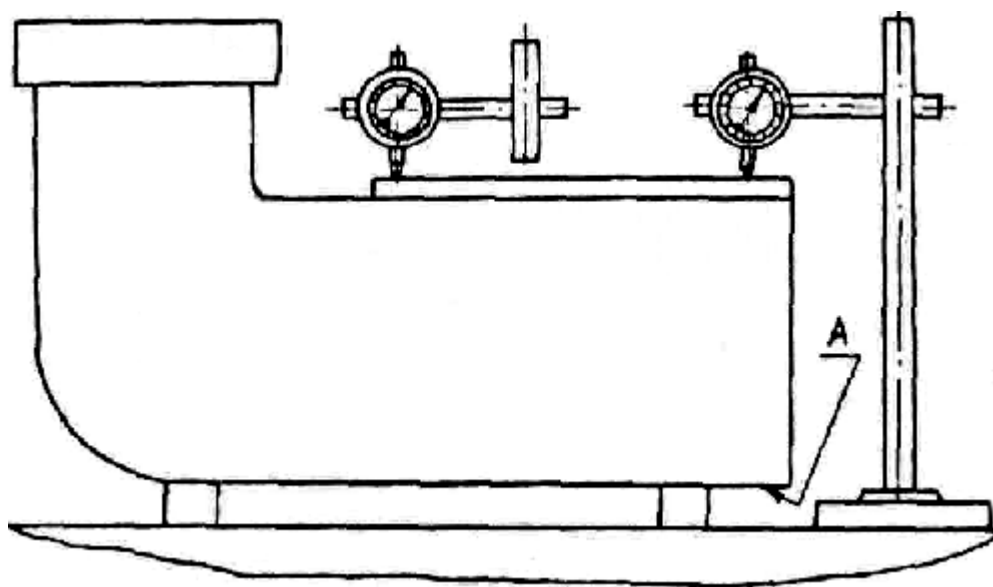


Рисунок 5.19 – Схема встановлення станини з вивіркою по незношеним ділянкам напрямних

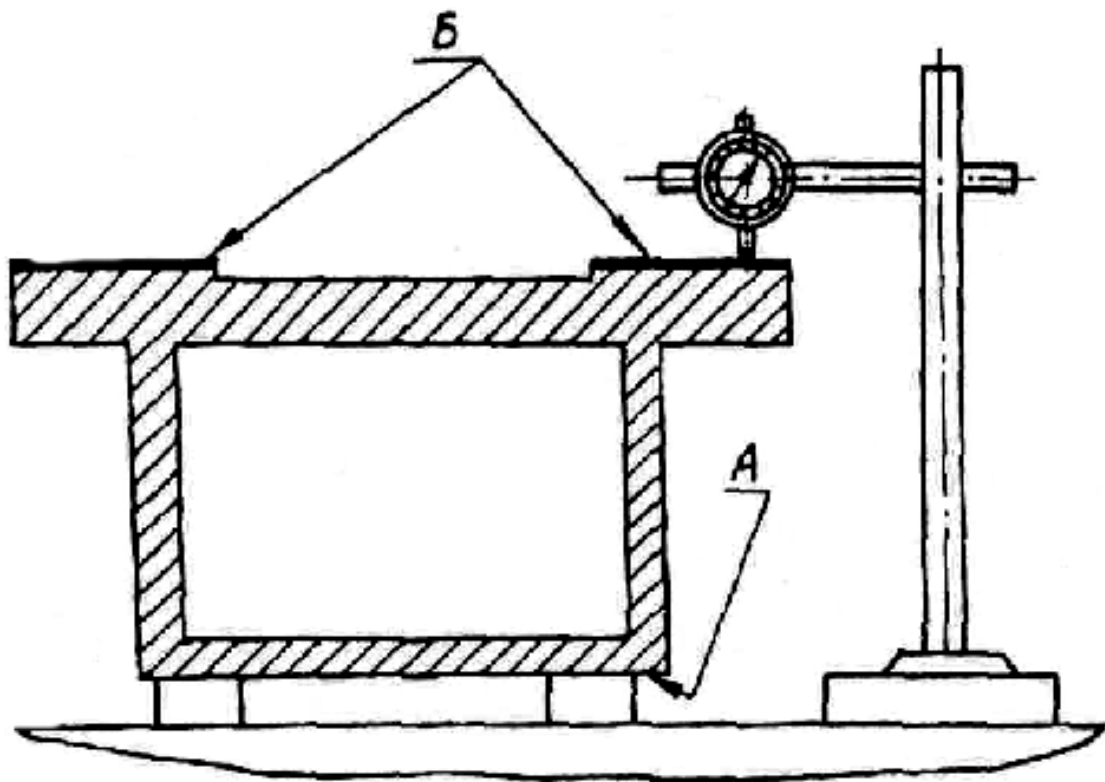


Рисунок 5.20 – Схема перевірки паралельності напрямних станини

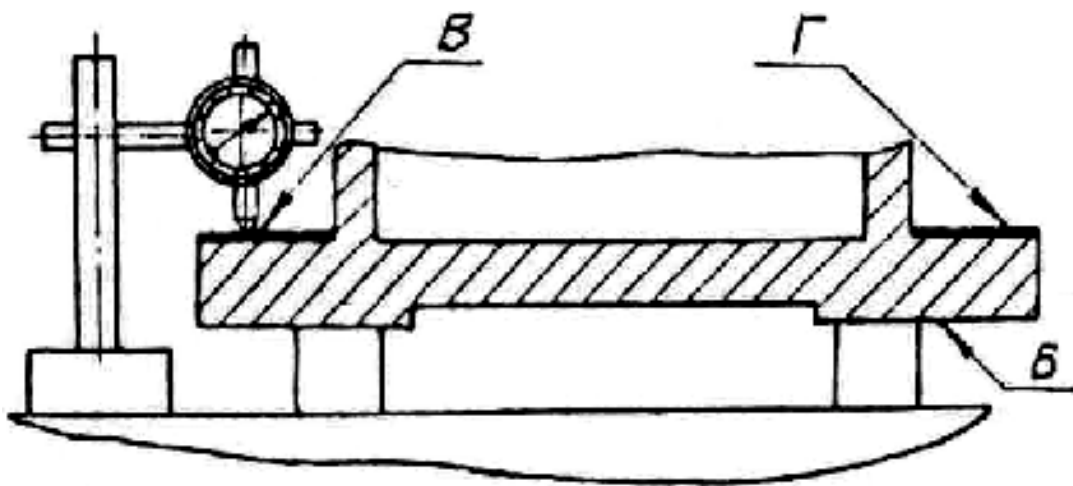


Рисунок 5.21 – Схема перевірки паралельності напрямних станини

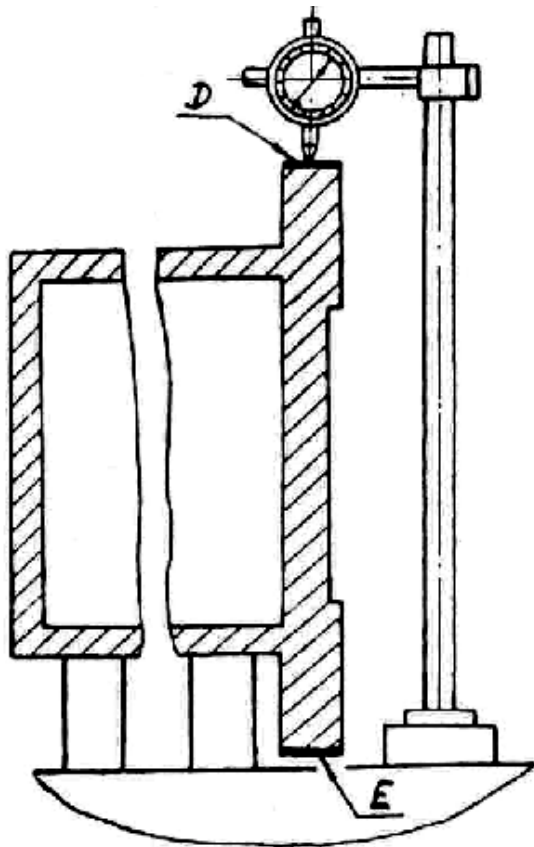


Рисунок 5.22 – Схема перевірки паралельності напрямних станини

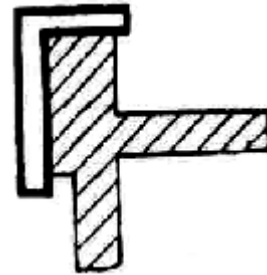


Рисунок 5.23 – Схема перевірки перпендикулярності напрямних станини

Таблиця 5.11 – Ремонт напрямних консолей вертикально-фрезерного верстата

№ переходу	№ рисунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	2	3	4	5

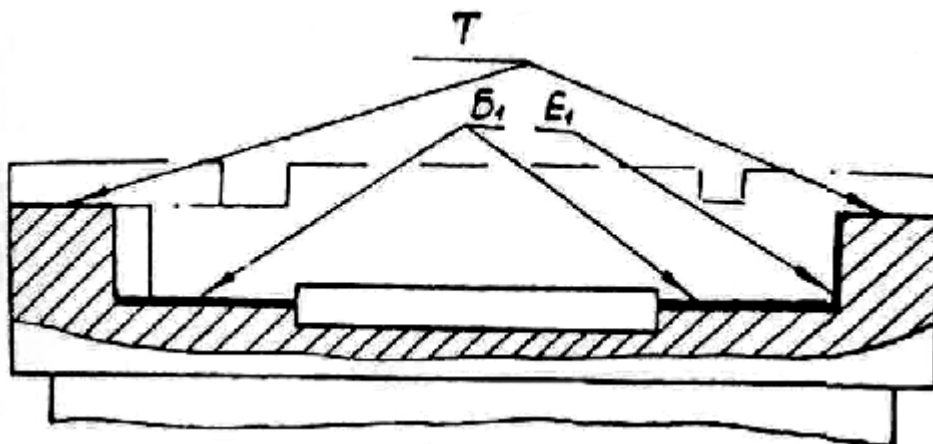


Рисунок 5.24 – Профіль напрямних консолей, які дотичні до напрямних станини

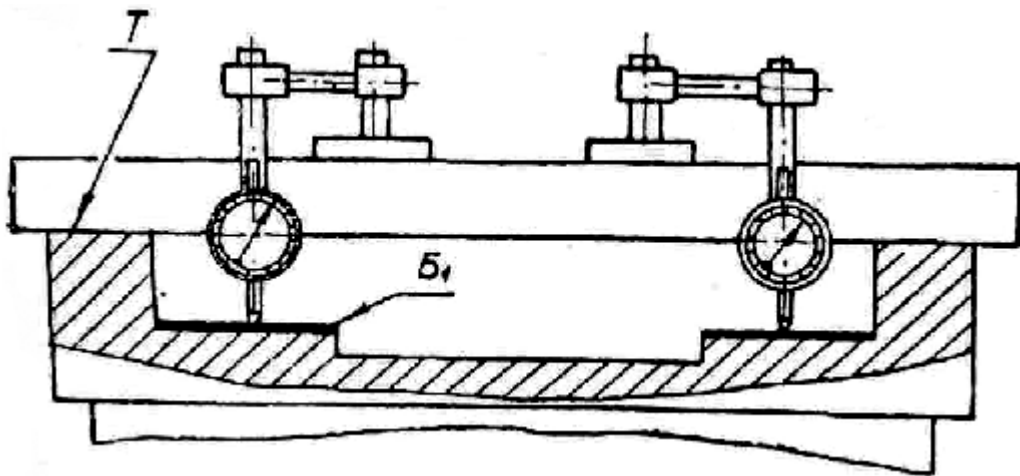


Рисунок 5.25 – Профіль напрямних консолі, які дотичні до напрямних станини

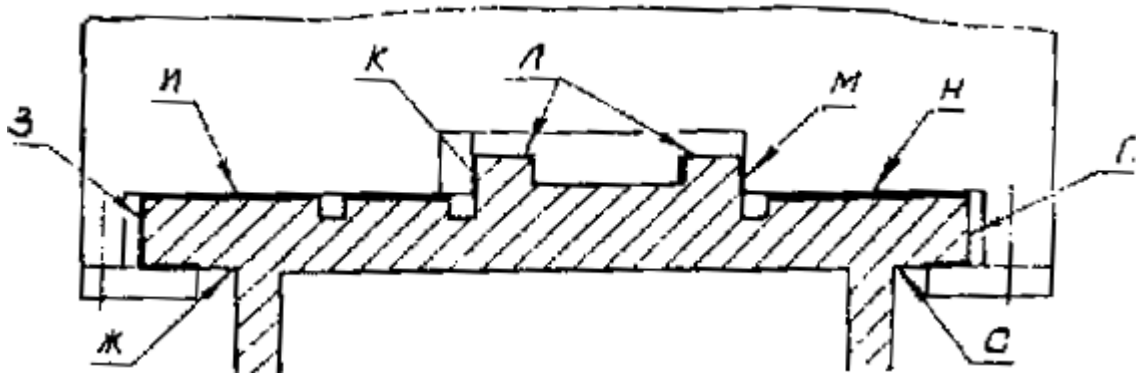


Рисунок 5.26 – Профіль напрямних консолі, які дотичні до напрямних полозків

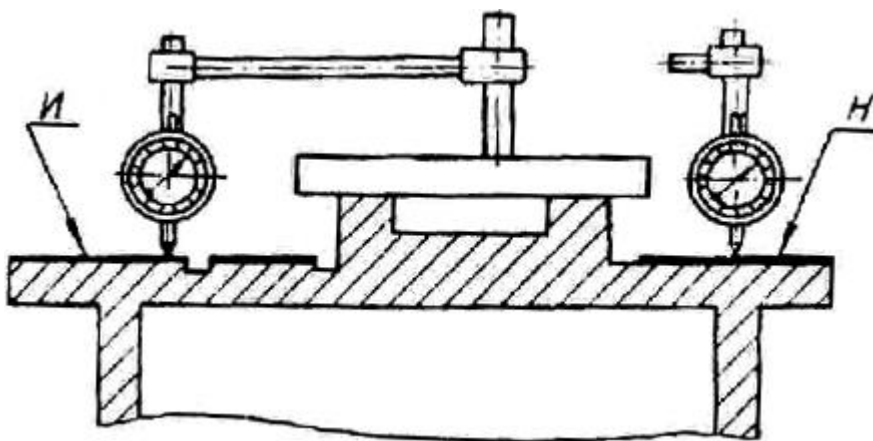


Рисунок 5.27 – Схема перевірки паралельності напрямних консолі, які дотичні до напрямних полозків

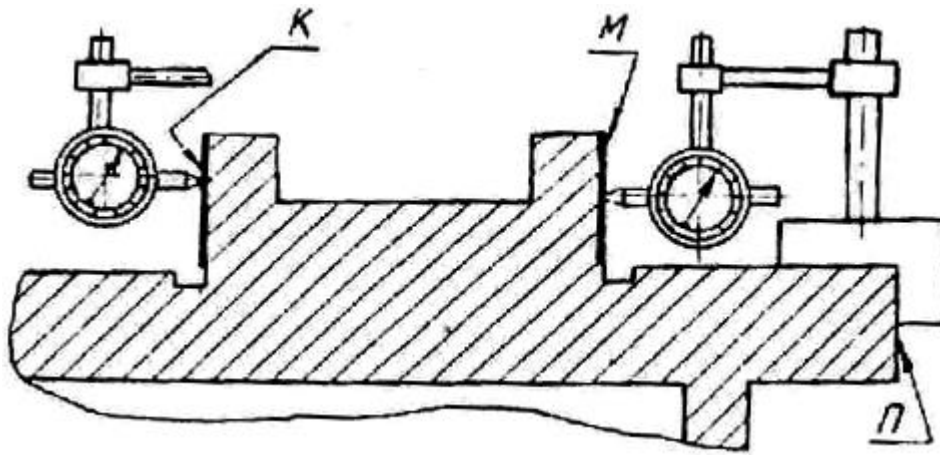


Рисунок 5.28 – Схема перевірки паралельності напрямних консолі, що дотичні до напрямних полозків

Таблиця 5.12 – Ремонт полозків консольного вертикально-фрезерного верстата

№ переходу	№ рисунка	Зміст переходу	Інструмент і пристрої	Спосіб перевірки і технічні умови
1	2	3	4	5

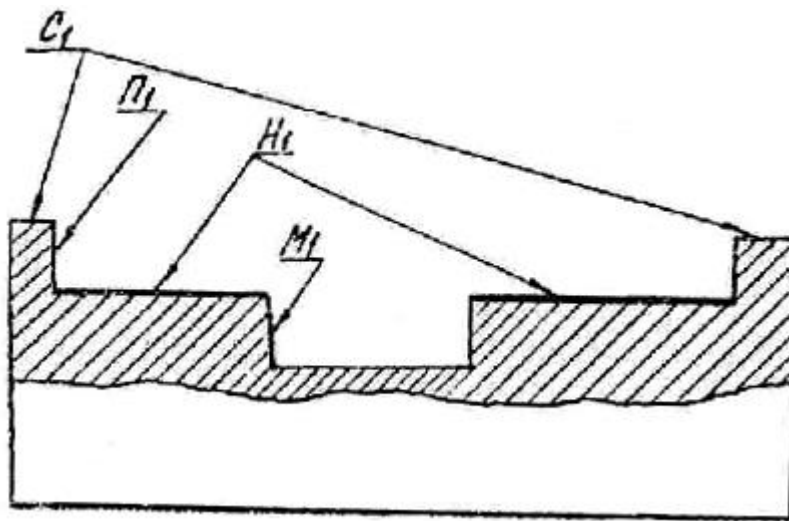


Рисунок 5.29 – Профіль напрямних полозків, які дотичні до напрямних консолі

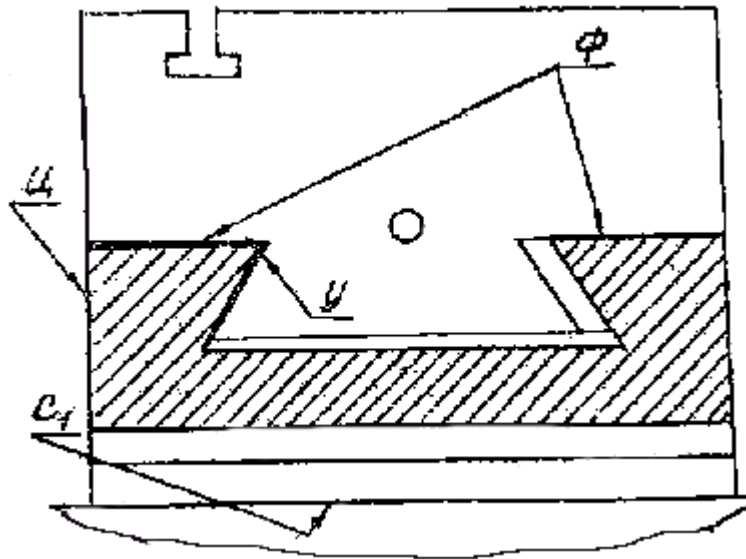


Рисунок 5.30 – Профіль напрямних полозків, які дотичні до напрямних стола

Таблиця 5.13 – Ремонт стола консольного вертикально-фрезерного верста-
та

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

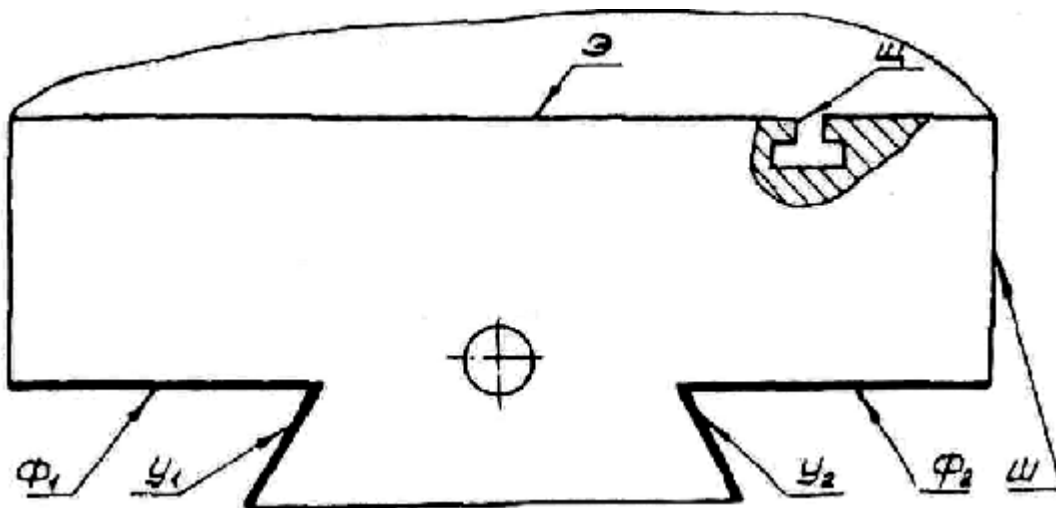


Рисунок 5.13 – Профіль напрямних стола

5.5 Контрольні запитання

1. Який з розглянутих верстатів вважається найбільш складним у 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?

5.5 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен мати наступні розділи:

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

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бочков В. М., Сілін Р. І., Гаврильченко О. В. Металорізальні верстати. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 268 с.
2. Бочков В. М., Сілін Р. І. Обладнання автоматизованого виробництва: Підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 404 с.
3. Шевченко О.В., Беляєва А.Ю. Металорізальні верстати. Кінематичний аналіз. Практикум до виконання практичних та лабораторних робіт [Електронний ресурс]: Навч. посібник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Металорізальні верстати та системи»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 86с. (Режим доступу <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/0f60722c-b405-474f-beda-67677ae76320/content>)
4. Данильченко Ю.М., Шевченко О.В., Ковальов В.А., Волошин В.Н. Металообробне обладнання. Кінематичний аналіз металорізальних верстатів: Навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 60 с

Додатки

Додаток А

Таблиця А – Варіанти завдань до лабораторної роботи №1

№ варіанту	Модуль зубів, що нарізаються, m_k	Діаметр фрези, D_f	Модульна фреза, Z_f	Ширина колеса, B	Кількість зубів, що нарізується, Z	Кут нахилу зубців, β	Оброблюваний матеріал
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

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 – P18 (P6M5);
- число заходів – 1.

Необхідно обробити зубчасте колесо з характеристиками:

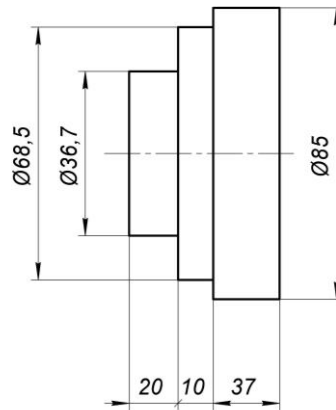
Таблиця Б – Варіанти завдань до лабораторної роботи №2

Варіант	Кут нахилу зубів	Число зубів	Ширина вінця	Матеріал	Напрямок зубів	Якість обробки
1	10,491739	52	20	Чавун СЧ15-32	Правий	Чорновий 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	12,236238	51	27	Сталь ($\sigma_B < 60$ кг/мм)		
9	12,456908	58	28	Сталь ($\sigma_B > 60$ кг/мм)		
10	12,825757	57	29	Чавун СЧ15-32		
11	13,125316	66	30	Сталь ($\sigma_B < 60$ кг/мм)	Лівий	
12	13,253699	75	31	Сталь ($\sigma_B > 60$ кг/мм)		
13	12,323610	80	32	Чавун СЧ15-32		
14	13,069818	81	33	Сталь ($\sigma_B < 60$ кг/мм)		
15	13,352061	74	34	Сталь ($\sigma_B > 60$ кг/мм)		
16	13,673731	82	35	Чавун СЧ15-32		
17	13,796193	79	36	Сталь ($\sigma_B < 60$ кг/мм)		
18	13,850245	83	37	Сталь ($\sigma_B > 60$ кг/мм)		
19	14,238761	85	38	Чавун СЧ15-32		
20	14,245233	50	39	Сталь ($\sigma_B < 60$ кг/мм)		

Налагодження токарного багатопиндельного напівавтомата 1Б240-6

Завдання: налаштувати верстат на обробку заданої деталі.

Заготовка



Деталь

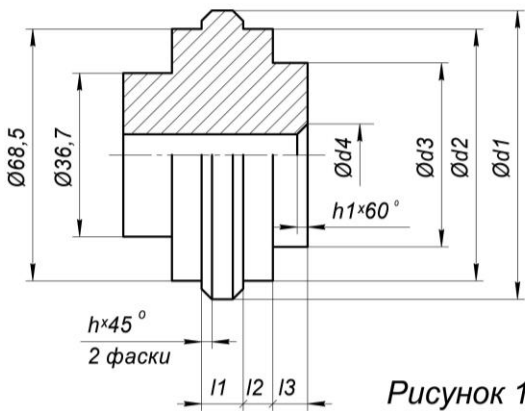


Рисунок 1

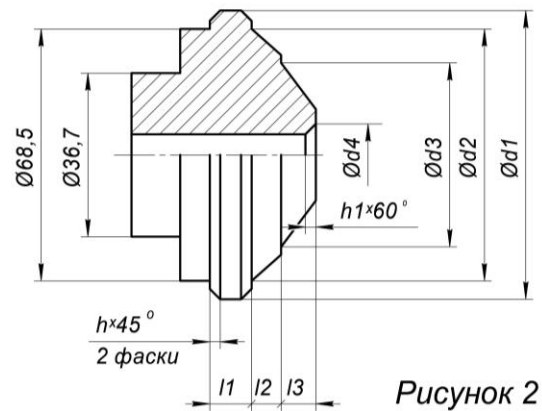


Рисунок 2

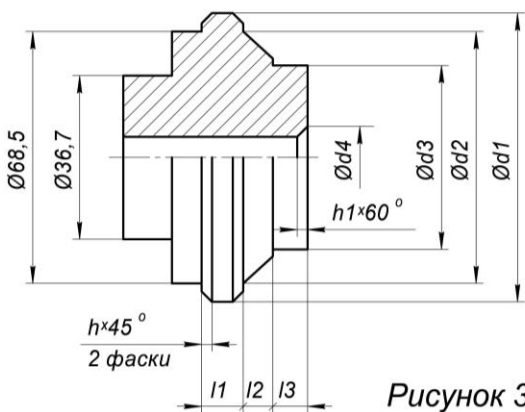


Рисунок 3

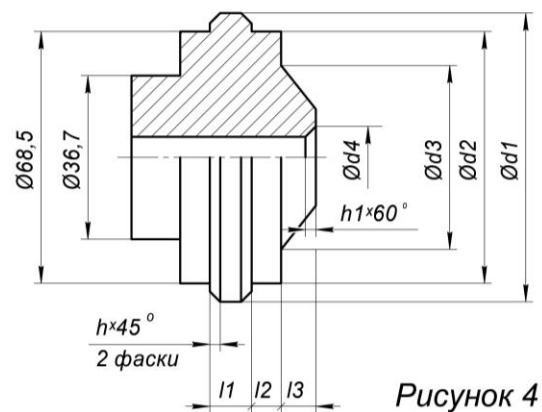


Рисунок 4

Таблиця В – Варіанти завдань до лабораторної роботи №4

Варі-ант	Рисунок	d1	d2	d3	d4	l1	l2	l3	h	h1
1.	1	84	68	40	6	15	10	10	2	1,5
2.	2									
3.	3									
4.	4									
5.	1	83	73	42	14	17	9	8	1	1
6.	2									
7.	3									
8.	4									
9.	1	82	72	45	16	16	10	9	1,5	2
10.	2									
11.	3									
12.	4									
13.	1	84	74	56	10	16	9	6	1	1,5
14.	2									
15.	3									
16.	4									
17.	1	82,5	64	46	6	18	7	9	2	1
18.	2									
19.	3									
20.	4									

Зміст

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. Нарізання зубчастих коліс на універсально-фрезерному верстаті.....	3
1.1 Мета роботи	3
1.2 Обладнання, прилади, інструменти.....	3
1.3 Теоретичні відомості.....	3
1.3.1 Будова ділильних головок	3
1.3.1.1 Ділильна головка (ДГ) безпосереднього поділу	3
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	11
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 поділу	14
1.3.2.4 Налагодження ділильної головки для фрезерування гвинтових поверхонь	16
1.3.2.5 Розрахунок передавального відношення та кількості зубів змінних коліс	17
1.3.2.6 Поділ заготовки на нерівні частини	18
1.3.3 Технічні характеристики верстата.....	19
1.3.4 Налагоджування універсально-фрезерного верстата та ділильної головки на фрезерування гвинтових канавок	19
1.3.5 Вибір режимів різання	22
1.4 Порядок виконання роботи	24
1.5 Зміст звіту.....	24
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2	25
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. Розрахунок настроювань і налагоджування зубофрезерного верстата моделі 5к324а для обробки циліндричних зубчастих коліс	25
2.1 Мета роботи	25
2.2 Обладнання, пристрої, інструменти	25
2.3 Теоретичні відомості.....	25
2.3.1 Призначення зубофрезерного верстата моделі 5К324А.....	25
2.3.2 Скорочений опис конструкції верстата моделі 5К324А	26
2.3.2.1 Основні вузли верстата.....	26
2.3.2.2 Гідравлічна система верстату	27
2.3.2.3 Кінематична схема верстата.....	28
2.3.3 Розрахунок налагодження зубофрезерного верстата моделі 5К324А	28
2.3.3.1 Розрахунок налагодження ланцюга головного руху	30
2.3.3.2 Розрахунок налагодження ланцюга поділу	32

2.3.3.3 Розрахунок ланцюга вертикальних подач	33
2.3.3.4 Розрахунок налагодження ланцюга диференціала	35
2.3.3.5 Розрахунок довжини ходу вертикальної подачі	37
2.3.3.6 Розрахунок заглиблення фрези	38
2.3.4 Складання карти налагодження зубофрезерного верстата 5К324А	38
2.3.5 Налагодження верстата моделі 5К324А.....	39
2.4 Порядок виконання роботи	42
2.5 Зміст звіту.....	42

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. Розрахунок настроювань і налагоджування зубостругального верстата моделі 5п23бп для обробки прямозубих конічних зубчастих коліс	43
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	47
3.3.2.2 Ланцюг подач.....	49
3.3.2.3 Ланцюг поділу	51
3.3.2.4 Ланцюг обкатки	52
3.3.3 Гідравлічна схема напівавтомата.....	53
3.3.3.1 Затиск виробу.....	54
3.3.3.2 Підвід столу	55
3.3.3.3 Робочий хід столу.....	55
3.3.3.4 Відвід столу.....	56
3.3.3.5 Розтискання виробу.....	56
3.3.3.6 Відлік кількості оброблених зубів.....	56
3.3.4 Розрахунок налагоджувань напівавтомата	56
3.3.4.1 Термінологія і умовні позначення, прийняті в розрахунках	59
3.3.4.2 Пояснення до виконання розрахунків по таблиці 3.4.....	60
3.4 Послідовність виконання роботи.....	65
3.5 Зміст звіту.....	65

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. Токарні автомати та напівавтомати.....	66
4.1 Мета роботи	66
4.2 Обладнання, пристрої, інструменти	66
4.3 Теоретичні відомості.....	66
4.3.1 Загальні відомості про токарні автомати та напівавтомати	66
4.3.2 Горизонтальний шестишпindelний токарний напівавтомат моделі 1Б240-6.....	70
4.3.2.1 Призначення верстата	70
4.3.2.2 Основні частини та органи керування верстата	71
4.3.2.3 Технічна характеристика верстата	75
4.3.2.4 Кінематична схема верстата.....	76

4.4 Порядок виконання лабораторної роботи.....	83
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5. Ремонт напрямних деталей токарно-гвинторізного та вертикально-фрезерного верстатів	
5.1 Мета роботи	88
5.2 Теоретичні відомості.....	88
5.2.1 Обґрунтування необхідності ремонту.....	88
5.2.2 Види зносів.....	88
5.2.3 Типізація технологічних процесів ремонту.....	90
5.2.4 Методи і способи ремонту	91
5.2.5 Способи базування	92
5.3 Інструменти для виконання роботи.....	92
5.3.1. Токарно-гвинторізний верстат.....	92
5.3.2 Вертикально-фрезерний верстат.....	94
5.4 Порядок виконання роботи	95
5.4.1 Токарно-гвинторізний верстат.....	95
5.4.2 Вертикально-фрезерний верстат.....	107
5.5 Контрольні запитання	113
5.5 Зміст звіту.....	113
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	
Додатки.....	115
Додаток А.....	115
Додаток Б.....	116
Додаток В	117