

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
« КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ »

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
До виконання лабораторних робіт
З курсу « Обладнання та інструмент »

Київ 2000

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
« КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ »

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
До виконання лабораторних робіт
З курсу « Обладнання та інструмент »

ЗАТВЕРДЖЕНО
На засіданні кафедри
Виробництва приладів
Протокол №8 від 22 . 03 . 2000 р.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ
Лабораторних робіт з курсу « Обладнання та інструмент »
Для студентів спеціальності « Прилади ». –К. : НТУУ « КПІ », 2000

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ
Методичні вказівки
До виконання лабораторних робіт
З курсу « Обладнання та інструмент »
Для студентів спеціальності « Прилади »

Укладач УСАЧОВ ПЕТРО АНТОНОВИЧ, канд. Техн. Наук, доц.

Рецензенти : В. О. РУМБЕШТА, докт. Техн. Наук, проф.
С. П. ВИСЛОУХ, канд. Техн. Наук, доц.

Редактор : М. В. ПРОКОПЕНКО

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТЕЙ

Мета роботи: ознайомлення із кінематичним розрахунком коробок швидкостей верстатів.

Завдання роботи: Оволодіння навичками написання рівнянь кінематичного балансу, проведення кінематичних розрахунків коробок швидкостей і побудови структурних сіток і графіків частоти обертання.

Методичні вказівки

Для кінематичного розрахунку коробок швидкостей застосовують два методи: аналітичний і графоаналітичний. Обидва методи дозволяють знаходити величини передатних відношень передач, що входять у коробку швидкостей. Найчастіше застосовують графоаналітичний метод, тому що він дозволяє швидко знаходити можливі варіанти рішення і дає велику наочність. При цьому методі послідовно будують структурну сітку і графік частоти обертання.

Структурна сітка дає уявлення про структуру привода верстата. За нею простежується зв'язок між передатними відношеннями групових передач. Але вона не дає конкретних значень передач.

Графік частоти обертання дозволяє визначити конкретні величини передатних відношень усіх передач привода і частоти обертання всіх його валів.

На рис. 1.1 подана кінематична (а) і структурна (б) схеми коробки швидкостей. При вивченні кінематичних схем за відомі величини беруть: кількість ступенів частоти обертання шпинделя верстата Z , знаменник геометричного ряду ϕ і частоту обертання електродвигуна пед. Кількість ступенів частоти обертання шпинделя при настроюванні послідовно увімкненими груповими передачами дорівнює добутку кількості передач у кожній групі, тобто $Z = P_a P_b P_c \dots P_k$. Наприклад, для привода, показаного на рис. 1.1, $Z = P_a P_b P_c = 3 * 2 * 2 = 12$.

Щоб уникнути надмірно великих діаметрів зубчастих коліс у коробках швидкостей установлені такі передатні відношення між валами при прямозубому зачепленні:
 $\frac{1}{4} \leq I \leq 2$.

Передатні відношення передач у групах утворюють геометричний ряд із знаменником ϕ^x , де X - ціле число, що називається характеристикою групи. Загальне рівняння настроювання групових передач має вигляд:

$$i_1 : i_2 : i_3 : \dots : i_p = 1 : \phi^x : \phi^{2x} : \dots : \phi^{(p-1)x}$$

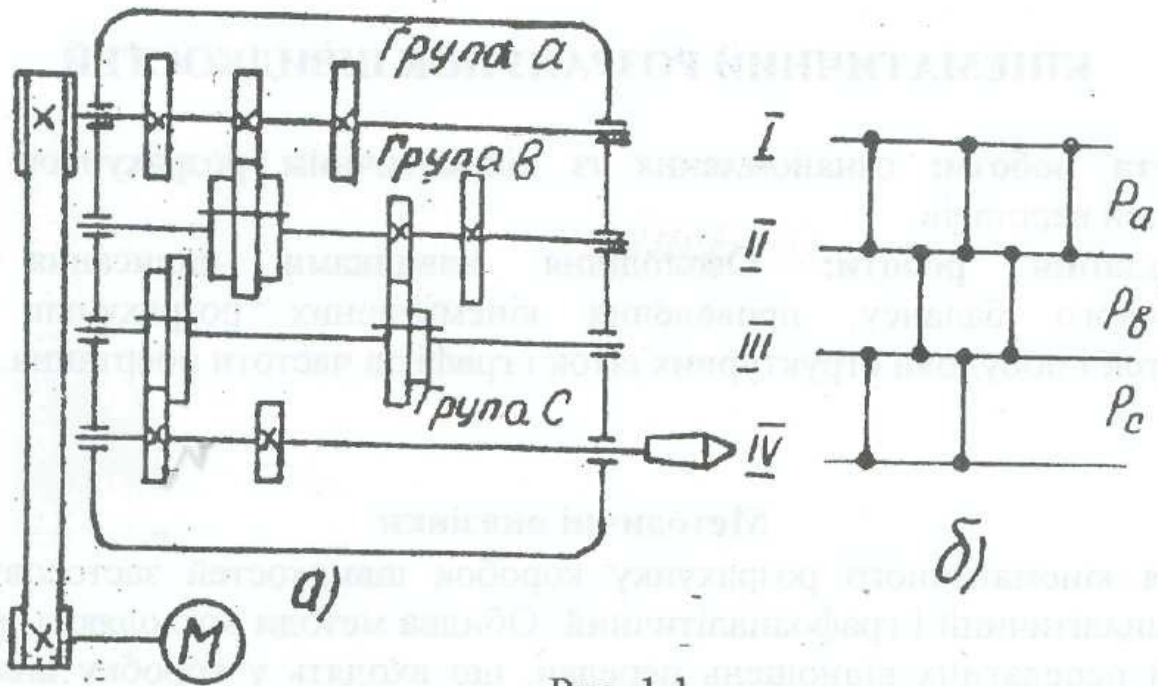


Рис. 1.1.

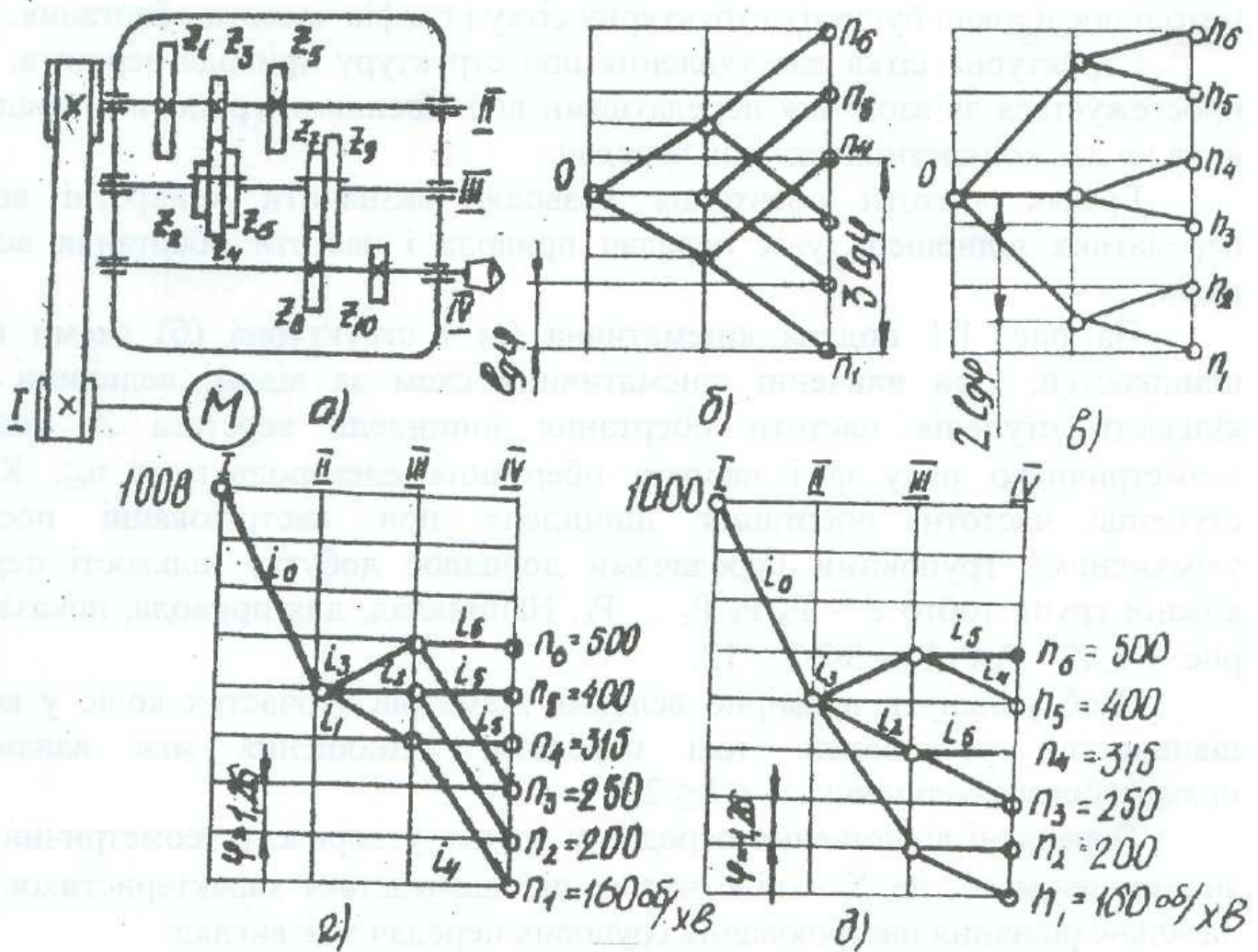


Рис. 1.2

Для графічного зображення частот обертання шпинделя верстата звичайно використовують логарифмічну шкалу чисел. З цією метою геометричний ряд частот обертання

$$n_2 = n_1\varphi; n_3 = n_1\varphi^2; n_4 = n_1\varphi^3; \dots; n_z = n_1\varphi^{(z-1)}$$

логарифмують

$$\lg n_2 = \lg n_1 + \lg \varphi; \lg n_3 = \lg n_1 + 2\lg \varphi; \dots; \lg n_z = \lg n_1 + (z-1)\lg \varphi,$$

звідси

$$\lg n_3 - \lg n_2 = \lg \varphi; \lg n_4 - \lg n_3 = \lg \varphi; \dots; \lg n_z - \lg n_{(z-1)} = \lg \varphi = \text{const.}$$

Розглянемо побудову структурної сітки і графіка частот обертання для коробки швидкостей (рис. 1.2,а). Можливі два варіанти структурної форми: $Z=6=3(1)*2(3)$ і $Z=3(2)*2(1)$. На рис. 1.2,б показані структурні сітки для наведених формул структури привода. На однаковій відстані одна від одної проводять вертикальні лінії, кількість яких на одиницю більше від кількості групових передач. Проводять ряд горизонтальних прямих з інтервалом, що дорівнює $\lg \varphi$. На середині першої зліва вертикальної лінії задають точку 0, з якої симетрично відповідно до кількості передач проводять промені, що з'єднують точки на вертикальних лініях. Відстань між сусідніми променями має дорівнювати $X_i * \lg \varphi$.

Графіки частоти обертання будують у такій послідовності: на однаковій відстані проводять вертикальні лінії, кількість яких дорівнює кількості валів коробки, з інтервалом $\lg \varphi$ проводять горизонтальні лінії, яким присвоюють порядкові частоти обертання, починаючи з щ. Промінь, проведений між вертикальними лініями, позначає передачу між двома валами з передатним відношенням $i = \varphi^m$, де m - кількість $\lg \varphi$, перекритих променем.

На рис. 1.2,д показані структурні графіки частоти обертання для обох варіантів структурних сіток при $\varphi = 1.26$, $n_1 = 160$ об/хв, $n_6 = 500$ об/хв, $n_{ед} = 1000$ об/хв.

Порядок виконання роботи

1. За коробкою швидкостей, заданою викладачем, скласти кінематичну схему коробки швидкостей.
2. Написати структурну форму механізму, розрахувати і побудувати структурні сітки і графіки частоти обертання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ТОКАРНІ ВЕРСТАТИ

Мета роботи: ознайомлення з токарними верстатами, їх призначенням, будовою, кінематикою і налагоджуванням на виконання заданої роботи.

Завдання роботи: оволодіння навичками підбору токарних верстатів для виконання технологічних операцій.

Обладнання: токарно-гвинторізний і токарний верстат, модель токарно-гвинторізного верстата.

Технологічні операції і переходи, які виконуються на токарних верстатах

Токарні верстат застосовуються при обробці деталей, які мають ось обертання. На них виконують такі технологічні переходи: підрізка торця; центрування, свердління і подальша обробка отворів; обробка зовнішніх поверхонь; розточка отворів; нарізування зовнішніх і внутрішніх різей; обробка канавок, фасок та ін. (рис. 2.1).

Параметри токарної обробки

До параметрів процесу обробки на токарних верстатах належать (рис. 2.2):

1. Глибина різання g , мм.
2. Подача S_0 , мм/об.
3. Швидкість різання V , м/хв.

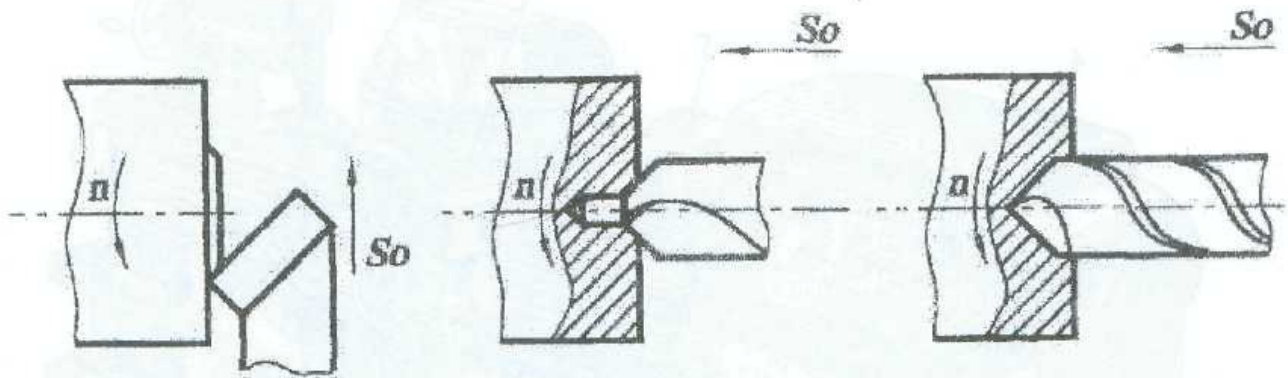
$$V = \pi D n / 1000,$$

де D - діаметр заготовки, мм; n - частота обертання, об/хв.

Вибір оптимальних параметрів обробки сприяє підвищенню продуктивності праці і знижує собівартість обробки на токарних верстатах.

Основні вузли верстатів

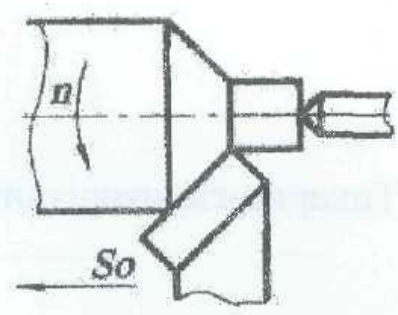
Токарні верстат застосовують в індивідуальному, серійному та масовому виробництвах. На рис. 2.3 подано зовнішній вигляд токарно-гвинторізного — верстата 1К62. Станина 1, яка встановлена на передній 2 і задній 3 тумбах, несе всі основні вузли верстата. Зліва на станині розміщена передня бабка 4. В ній розміщена коробка швидкостей і шпиндель. На передньому кінці шпинделя закріплено патрон 5. Справа на станині стоїть задня бабка 6. Її можна



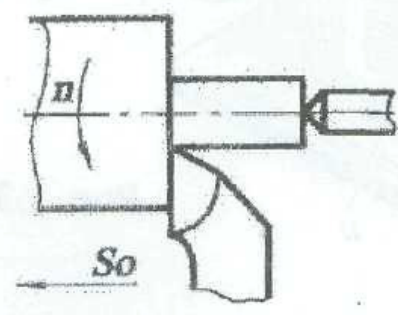
а) Підріз торця

б) Центрування отвору

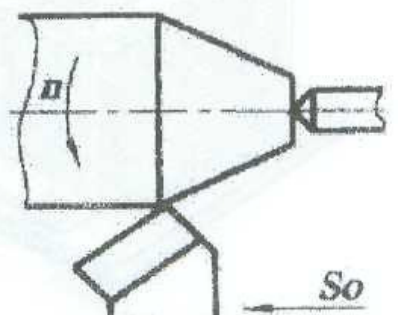
в) Свердління отвору



г)

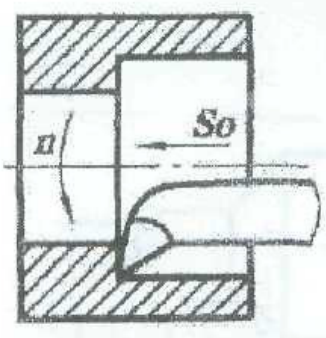


д)

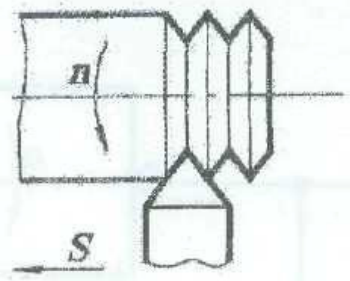


е)

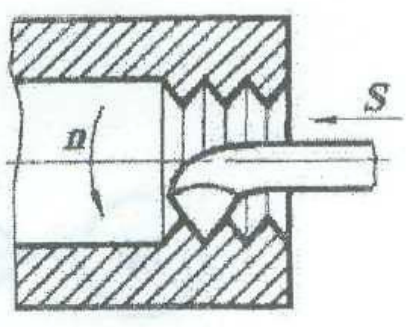
Обробка зовнішніх поверхонь



ж) Розточка отворів



з) Нарізування зовнішніх та внутрішніх різьб



бб)

Рис. 2.1. Технологічні переходи

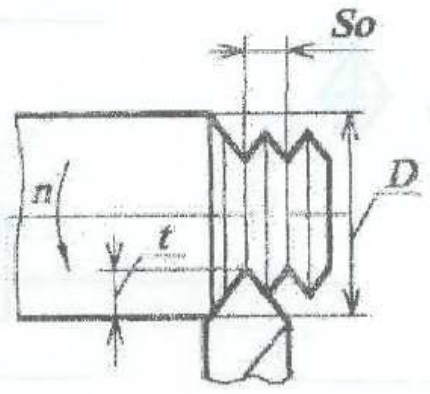


Рис. 2.2 Параметри технологічного переходу

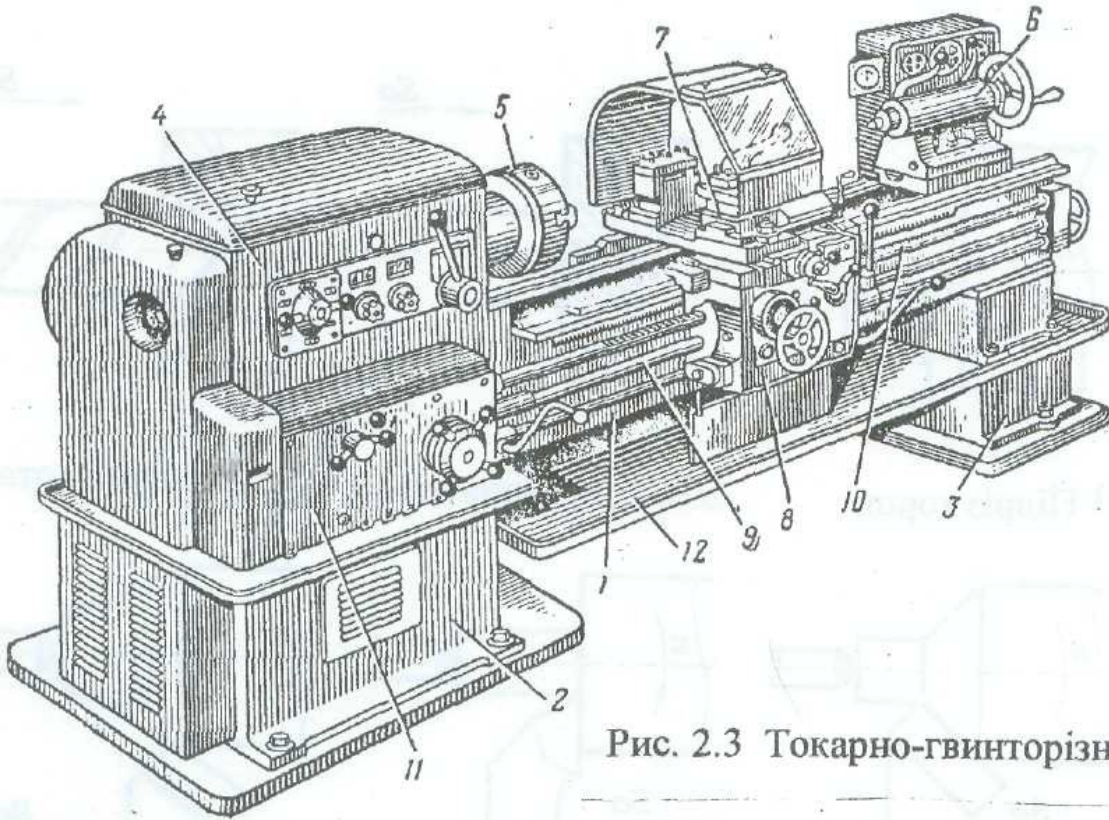


Рис. 2.3 Токарно-гвинторізний верстат

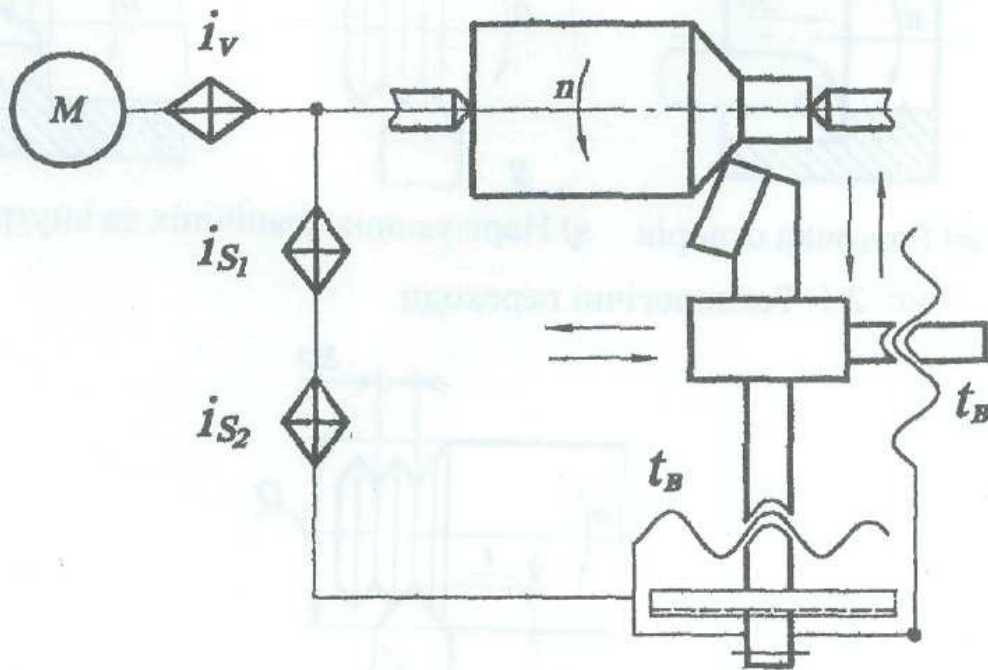


Рис. 2.4 Структурна схема токарно-гвинторізного верстата

переміщувати по напрямних станини і закріплювати залежно від довжини деталі на потрібній відстані від передньої бабки. Різальні інструменти: різці, свердла та ін. закріплюють у різцетримачі салазок 7 і у пінолі задньої бабки.

Поздовжня та поперечна подачі супорта здійснюються за допомогою ходового вала 9 через механізми фартуха 8, а нарізка різьб - ходовим гвинтом 10. Величину подачі встановлюють настроюванням коробки подач 11. Знизу під станиною є корито, в якому збирається металева стружка і куди збігає охолоджувальна рідина.

Рухи верстата (рис. 2.4)

Головний рух верстата - рух різання: обертання шпинделя з деталлю. Рух подачі - переміщення супорта з інструментом у поздовжньому та поперечному напрямках. Задня бабка може рухатись уздовж і поперек осі шпинделя разом із супортом. Допоміжні рухи: швидкі переміщення супорта, переміщення і закріплення задньої бабки.

Робота верстата

Заготовку малих розмірів закріплюють у цанзі, патроні, на планшайбі. Заготовки великої довжини закріплюють у центрах. У різцетримачі можна закріпити 4 різця. Кожний з 4 різців можна установити в робоче положення поворотом різцетримача. Інструменти для обробки отворів встановлюють у піноль задньої бабки.

Кінематична схема верстата

На рис. 2.5 наведено кінематичну схему верстата мод. 1К62.

Головний рух. Головним рухом у верстата є обертання шпинделя, яке він отримує від електродвигуна 104 через клиноремінну передачу зі шківками 1-2 і коробку швидкостей. На приймальному валу 11 встановлено двосторонню багатодискову фрикційну муфту М. Для створення прямого обертання шпинделя муфту М зміщують вліво, і привод обертання здійснюється по ланцюгу зубчастих коліс: 3-12 або 4-11, 9-14, 10-13 або 8-15, 18-27 або через перебір, який має блок 19-20, 21-22 і зубчасту пару 25-26. Остання входить в зачеплення при переміщенні блока 26-27 вправо.

Перемикаючи блоки коліс, можна отримати 6 варіантів зачеплення зубчастих коліс при передачі обертів на шпиндель і 24 варіанти при передачі руху через перебір. Дійсно кількість швидкостей шпинделя менша (23), оскільки передатні відношення деяких варіантів чисельно однакові.

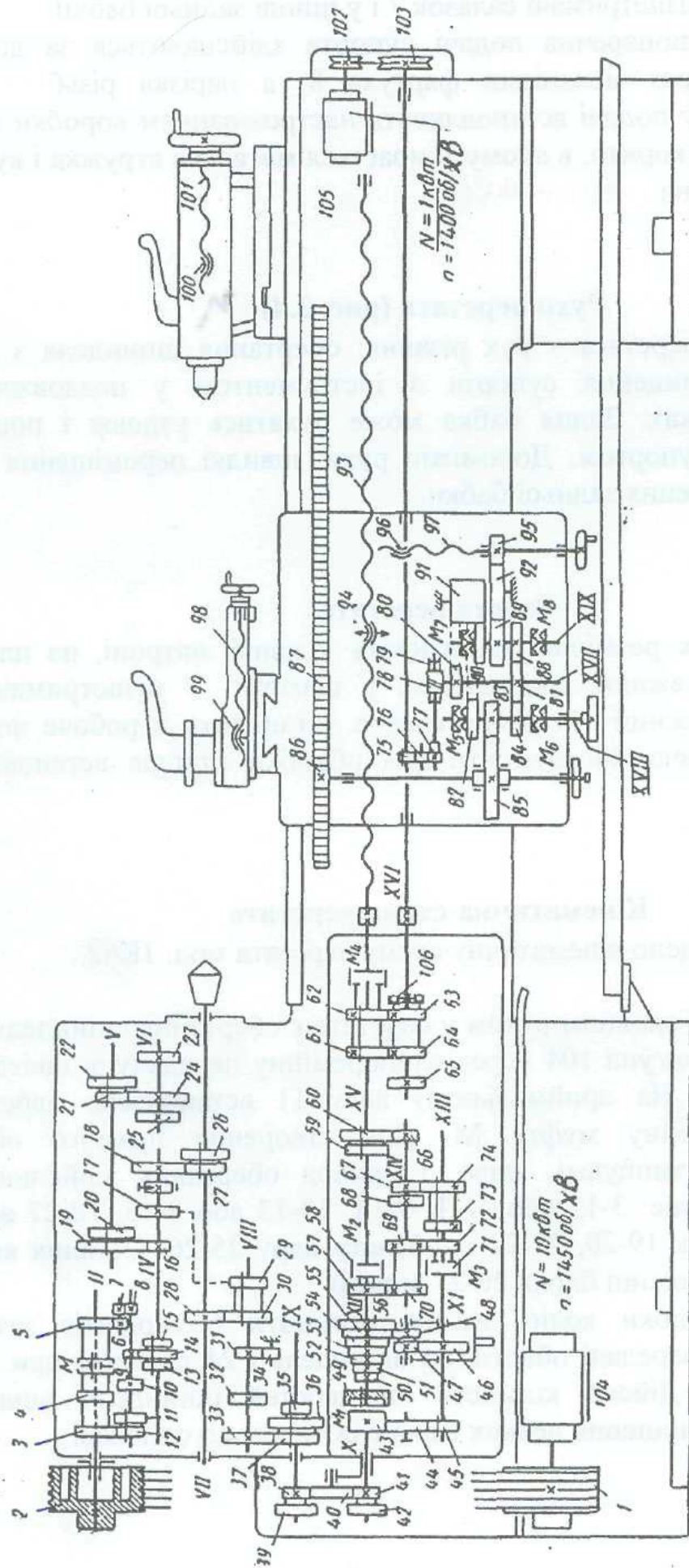


Рис. 2.5 Кінематична схема токарно-гвинторізного верстата

Реверсування шпинделя здійснюється переміщенням муфти М вправо. Тоді обертання вала III передається через зубчасті колеса 5-6, 7-8 і далі по попередньому ланцюгу. Кількість варіантів зачеплення - 15, фактичних швидкостей - 12, оскільки передатні відношення деяких варіантів чисельно однакові.

Рух подач. Механізм подачі містить 4 кінематичних ланцюги: гвинторізну, поздовжню та поперечну подачі, ланцюг прискорених переміщень супорта. Обертання вала X передається від шпинделя VII через зубчасті колеса 28-30, а при нарізуванні різьби зі збільшеним кроком - від вала VI через ланку збільшеного кроку і далі через зубчасті колеса 17-29 на вал VIII. В цьому випадку ланка збільшеного кроку може дати 4 варіанти передач:

1. Шпиндель VII, зубчасті колеса 26-25, 23-22, 20-17-29, вал VIII.
2. Шпиндель VII, колеса 26-25, 23-22, 19-16, 17-29, вал VIII.
3. Шпиндель VII, колеса 26-25, 24-21, 20-17-29, вал VIII.
4. Шпиндель VII, колеса 26-25, 24-21, 19-16, 17-29, вал VIII.

З вала VIII рух передається по ланцюгу 32-36 або 33-37, або через реверсивний механізм з колесами 31-34-35, змінні колеса 38-41 або 39-42 і проміжне колесо 40 на вал X. З вала X рух можна передати двома варіантами зачеплення зубчастих коліс.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з технологічними операціями та переходами, які виконуються на токарних верстатах.
2. Вивчити параметри процесу обробки.
3. Ознайомитись з основними вузлами токарних верстатів, кінематикою.
4. Написати рівняння кінематичного балансу головного руху.
5. Побудувати графік швидкостей.
6. На заданий ескіз деталі написати технологічну операцію.
7. Виконати технологічну операцію на токарному верстаті.
8. Зробити висновки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ПЕРЕВІРКА ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА НА ТОЧНІСТЬ

Мета роботи: ознайомлення із методами перевірки металорізальних верстатів на точність.

Завдання роботи: отримання практичних навичок самостійної перевірки металорізальних верстатів на точність за допомогою перевірочних лінійок і щупів, рівнів, контрольних оправок, індикаторів, трикутників і ознайомлення з нормами точності верстатів.

Матеріально-технічне оснащення роботи

1. Токарний верстат.
2. Перевірочні лінійки (4 шт.), рівні (4 шт.).
3. Індикатори зі стійкою, щупи (5 шт.), трикутники (5 шт.).
4. Контрольні оправки (5 шт.).

Вказівки до проведення роботи

На заводі-виробнику на кожний верстат складається акт перевірки на точність. При складанні верстатів неминуха поява зазорів між деталями, що з'єднуються. Тому абсолютна точність навіть нового верстата неможлива. Крім того, у процесі експлуатації зношуються поверхні станини, фартуха, каретки супорта, задньої бабки, підшипників й інших тертьових деталей. Точність верстата зменшується і це відбивається на точності обробки деталей. Припустимі відхилення верстатів за системою допусків регламентуються нормами, установленими державними стандартами (ДЕРЖСТАНДАРТ). Цими стандартами керуються при перевірці верстатів на точність.

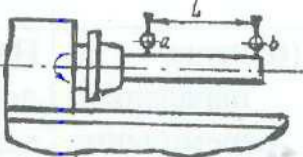
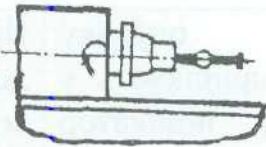
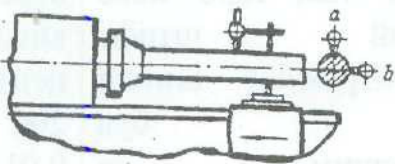
При зношуванні і втраті точності верстата понад установлені норми його необхідно здати в ремонт.

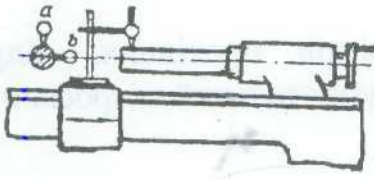
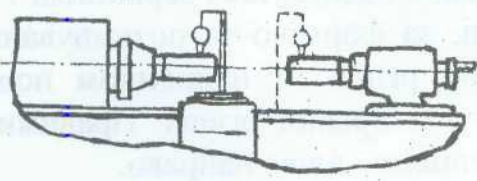
Зміст роботи

1. Ознайомитися з даною методикою роботи.
 2. Вивчити токарний верстат.
 3. Перевірити статичну точність верстата.
 4. Перевірити верстат у роботі.
- Написати звіт по проведеній роботі і зробити висновки.

Перевірка токарного верстата на точність

Зміст перевірки й ескіз	Метод перевірки	Припустимі відхилення
1	2	3
<p>1. Прямолінійність поздовжнього переміщення супорта у вертикальній площині</p> 	<p>На супорті (ближче до різцетримача) паралельно напрямку його переміщення встановлюють рівень. Супорт із рівнем переміщують у поздовжньому напрямку на всю довжину ходу і роблять виміри не більш ніж через 500 мм. Різцетримач зрушений до осі центрів верстата. Похибку визначають найбільшою ординатною траєкторією руху від прямої лінії</p>	<p>На всій довжині ходу супорта до 2 мм - 0,04 мм</p>
<p>2. Прямолінійність поздовжнього переміщення супорта в горизонтальній площині</p> 	<p>Циліндричну оправку встановлюють і закріплюють у центрах верстата, індикатор встановлюють на супорті так, щоб він своїм вимірювальним штифтом торкався оправки і переміщують. При переміщенні фіксують показання індикатора</p>	<p>На всій довжині ходу супорта до 2 мм - 0,03 мм</p>
<p>3. Радіальне биття гайки шпинделя, центрувальної</p> 	<p>На верстаті індикатор встановлюють так, щоб його вимірювальний штифт торкався центруючої шийки шпинделя і був перпендикулярним до утворюючої. Шпиндель обертають і фіксують показання індикатора</p>	<p>Для верстатів із висотою центрів до 200 мм - 0,01 мм</p>

1	2	3
<p>4. Радіальне биття осі шпинделя передньої бабки</p> 	<p>У посадковий отвір шпинделя щільно вставляють циліндричну оправку. На верстаті встановлюють індикатор так, щоб його вимірювальний штифт торкався поверхні оправки. Шпиндель приводиться в обертання і вимірюється биття біля торця шпинделя (а) і на відстані 300 мм від нього (б)</p>	<p>Для верстатів із висотою центрів до 200 мм: а) 0,01 мм; б) 0,02 мм</p>
<p>5. Осьове биття шпинделя</p> 	<p>У отвір шпинделя вставляється оправка так, щоб її торець був перпендикулярний осі. На верстаті встановлюють індикатор так, щоб його вимірювальний штифт торкався торця оправки в точці центру. Обертаючи шпиндель, фіксують показання індикатора</p>	<p>Для верстатів із висотою до 200 мм - 0,01 мм</p>
<p>6. Паралельність осі шпинделя напрямку поздовжнього переміщення супорта</p> 	<p>У отвір шпинделя щільно вставляють циліндричну оправку. На супорті встановлюють два індикатори. Вимірювальні штифти індикаторів торкаються поверхні оправки в точках під кутом 90°. Супорт з індикаторами переміщують уздовж станини і фіксують показання індикаторів</p>	<p>Для верстатів із висотою до 200 мм: а) 0,03 мм; б) 0,012 мм</p>

1	2	3
<p>7. Паралельність осі конічного отвору пінолі задньої бабки напрямку поздовжнього переміщення супорта</p> 	<p>У отвір пінолі задньої бабки вставляють циліндричну оправку. На супорті встановлюються індикатори так, щоб вимірювальні штифти торкалися оправки під кутом 90°. Супорт з індикатором переміщують по поздовжніх напрямних і фіксують показання індикатора</p>	<p>Для верстатів висотою центрів до 200 мм - 0,03 мм</p>
<p>8. Розташування осі шпинделя і пінолі задньої бабки на однаковій висоті над напрямними станини</p> 	<p>Задня бабка з повністю висунутою піноллю встановлюється приблизно на $1/4$ найбільшої відстані між центрами. У отвори шпинделя і пінолі щільно вставляють циліндричні оправки одного діаметра. На супорті встановлюють індикатор так, щоб його вимірювальний штифт торкався поверхні однієї з оправок. Рухом супорта визначають найбільше показання індикатора. Потім, без зміни положення індикатора на супорті, такий же замір проводиться на другій оправці. Порівнюють показання індикатора і визначають коливання розміру висоти центрів</p>	<p>Для верстатів із висотою центрів до 200 мм - 0,06 мм</p>

Перевірка верстата в роботі

Сталевий або чавунний валик закріплюють в центрах і проводять опрацювання. Після чистового обточування зразок виймають із верстата і роблять виміри. Визначають овальність, конусність й інші похибки форми заготовки.

У сталевій або чавунній заготовці великого діаметра підрізають на верстаті торець. Щупами і плитками вимірюють просвіток між гранню плитки й обробленої поверхні, визначаючи площинність торця зразка і перпендикулярність осі обертання шпинделя.

ГЕОМЕТРІЯ РОБОЧОЇ ЧАСТИНИ РІЗЦІВ

Мета роботи: ознайомлення з геометричними параметрами робочої частини різців.

Завдання роботи: оволодіння практичними навиками визначення геометричних параметрів робочої частини різців.

Устаткування та інструмент: набір різців прохідних, підрізних, відрізних та ін., кутоміри: ребриста піраміда; інструментальний мікроскоп.

Методичні вказівки

Кожний різець складається з робочої частини та державки. Державка використовується для закріплення різця на верстаті, а робоча - для різання. На рис. 4.1 зображений токарний прохідний правий різець. Робоча частина 1 обмежена трьома поверхнями передньою 4, задньою головною 6 та задньою допоміжною 8. Ріжучі кромки утворюються в результаті перерізу цих трьох площин: головна 3 - від перерізу передньої 4 і головної задньої 6 поверхонь, а допоміжна 2 - від перерізу передньої 4 і допоміжної задньої 8 поверхонь. Місце перетину головної 3 і допоміжної 2 ріжучих кромки називається вершиною 7.

Різці класифікують за напрямком подачі, за формою та розташуванням головки. На рис. 4.2 зображено класифікацію різців за напрямком подачі: 1 - головні ріжучі кромки; 2 - лівий різець; 3 - правий різець. Правими на токарних верстатах працюють справа наліво, а лівим - зліва направо.

За формою головки та її розташуванням різці поділяють на прямі (рис. 4.2,а), відігнуті (рис. 4.2,б) та зігнуті (рис. 4.2,в). Крім цього, різці поділяють на різці з відтягнутою (рис. 4.2,г) та зі звичайною ріжучою частиною.

Початковою базою для вимірювання (відліку) кутів є дві площини: основна (опорна) площина 5 та площина різання 4 (рис. 4.3).

На рис. 4.4 зображена робоча частина різця з необхідними січними, де зображені головні та допоміжні кути різця. Головні кути різців вимірюють у головній січній площині, перпендикулярній до проекції головної ріжучої кромки на основну площину.

Передній кут γ - це кут, що знаходиться між передньою поверхнею різця і площиною, перпендикулярною до площини різання, проведеної через головну ріжучу кромку. Він може бути додатним, рівним нулю або від'ємним.

Головний задній кут α - це кут, що знаходиться між головною задньою поверхнею різця та площиною різання.

Кут різання β - це кут, що знаходиться між передньою поверхнею різця і площиною різання.

$$\delta = \alpha + \beta + \gamma.$$

Кутом загострення β називається кут, що знаходиться між передньою та головною задньою поверхнями різця. Для отримання допоміжних кутів необхідно провести переріз допоміжної ріжучої кромки допоміжною січною площиною, як зображено на рис. 4.4. Цей переріз проводиться перпендикулярно до проекції допоміжної ріжучої кромки на опорну площину.

Допоміжний задній кут α_1 - це кут, що знаходиться між допоміжною задньою поверхнею і площиною, що проходить через допоміжну ріжучу кромку і є перпендикулярною до основної площини.

Головним кутом в плані ϕ називається кут між проекцією головної ріжучої кромки на основну площину і напрямком подачі. На рис. 4.5 зображені кути в плані токарних різців: а) прохідних; б) прохідних відігнутих; в) підрізних; г) обрізних.

Допоміжний кут в плані ϕ_1 - це кут між проекцією допоміжної ріжучої кромки на опорну площину і напрямком подач.

Кут при вершині ϵ - це кут між проекціями ріжучих кромки на опорну площину.

$$\phi + \phi_1 + \epsilon = 180^\circ.$$

Кутом нахилу головної ріжучої кромки α називається кут, що знаходиться між головною ріжучою кромкою та лінією, проведеною через вершину різця паралельно опорній площині (рис. 4.6).

Для вимірювання кутів використовують спеціальні прилади: кутоміри, ребристі піраміди та інструментальні мікроскопи.

Порядок виконання роботи

1. Засвоїти теоретичні положення та ознайомитися з методикою виконання роботи.
2. Вивчити:
 - а) основні конструкції різців;
 - б) геометричні параметри робочої частини різців.
3. Провести вимірювання:
 - а) конструктивних параметрів різців;
 - б) геометричних параметрів робочої частини різців.
4. Результати вимірювань занести в табл. 4.1.

N	Назва різця	В*Н	γ	α	α_1	ϕ	ϕ_1	ϵ	δ	λ
1	Прохідний									
2	Підрізний									
3	Відрізний									
4	Різьбовий									
5										

5. Зробити робочий рисунок різця з необхідними перерізами і поставити всі кутові та лінійні розміри, як це зроблено на рис. 4.7.

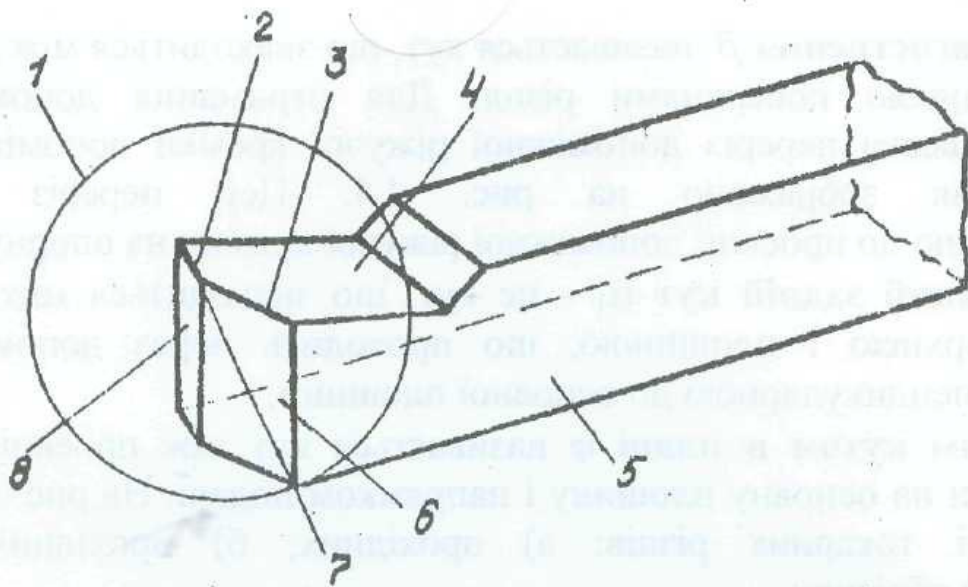


Рис. 4.1 Токарний прохідний різець

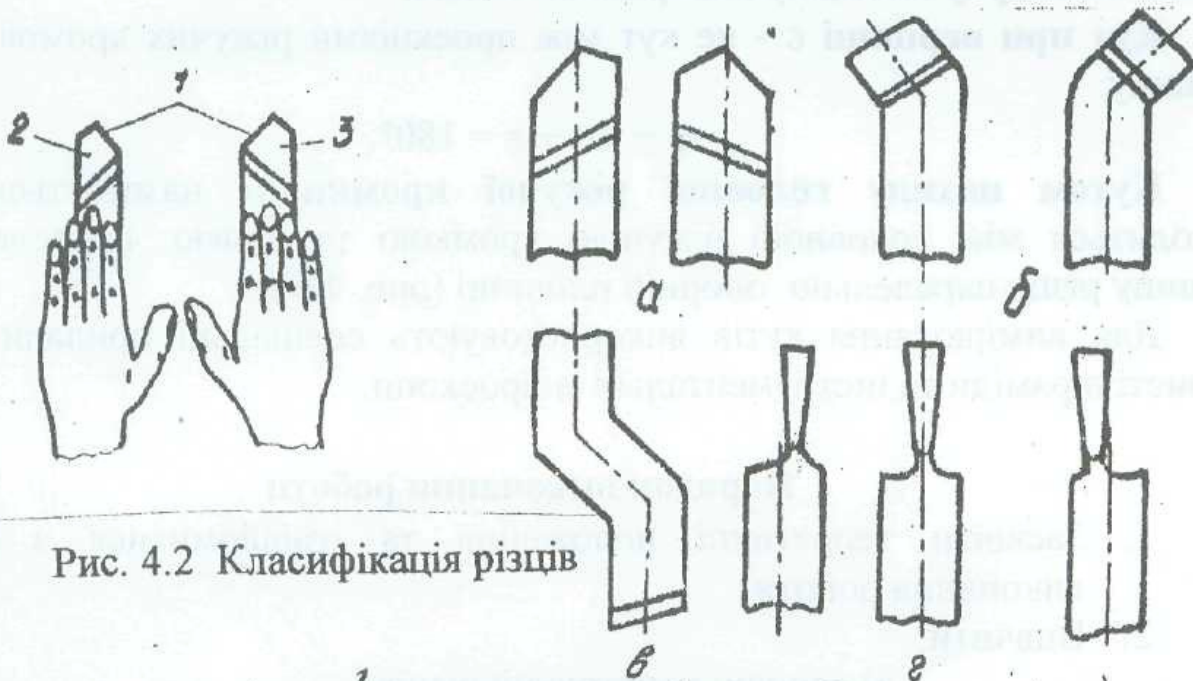


Рис. 4.2 Класифікація різців

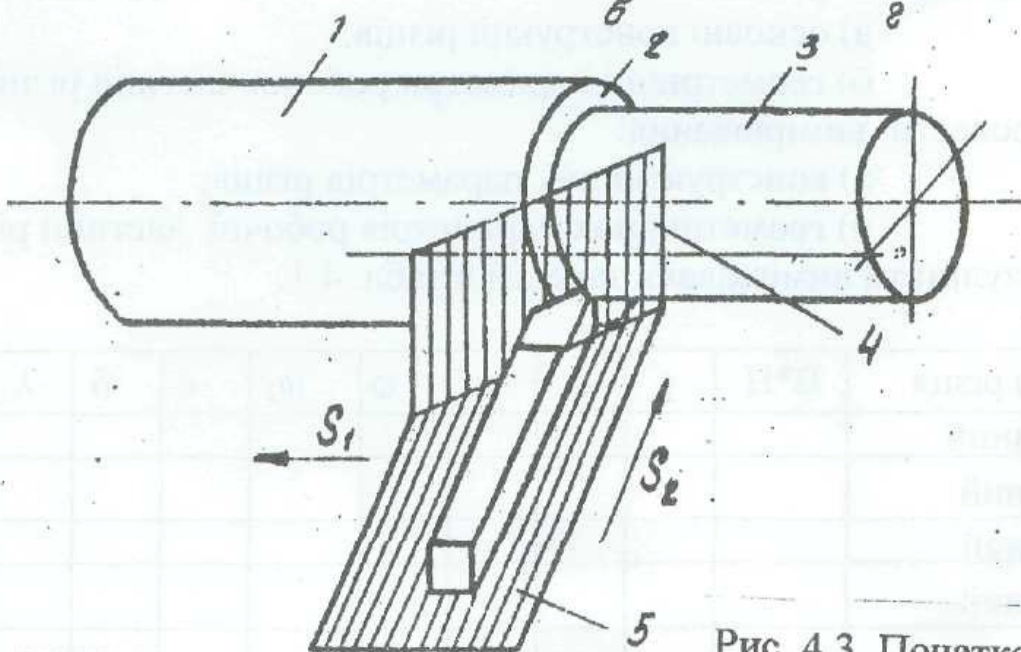


Рис. 4.3 Початкові площини

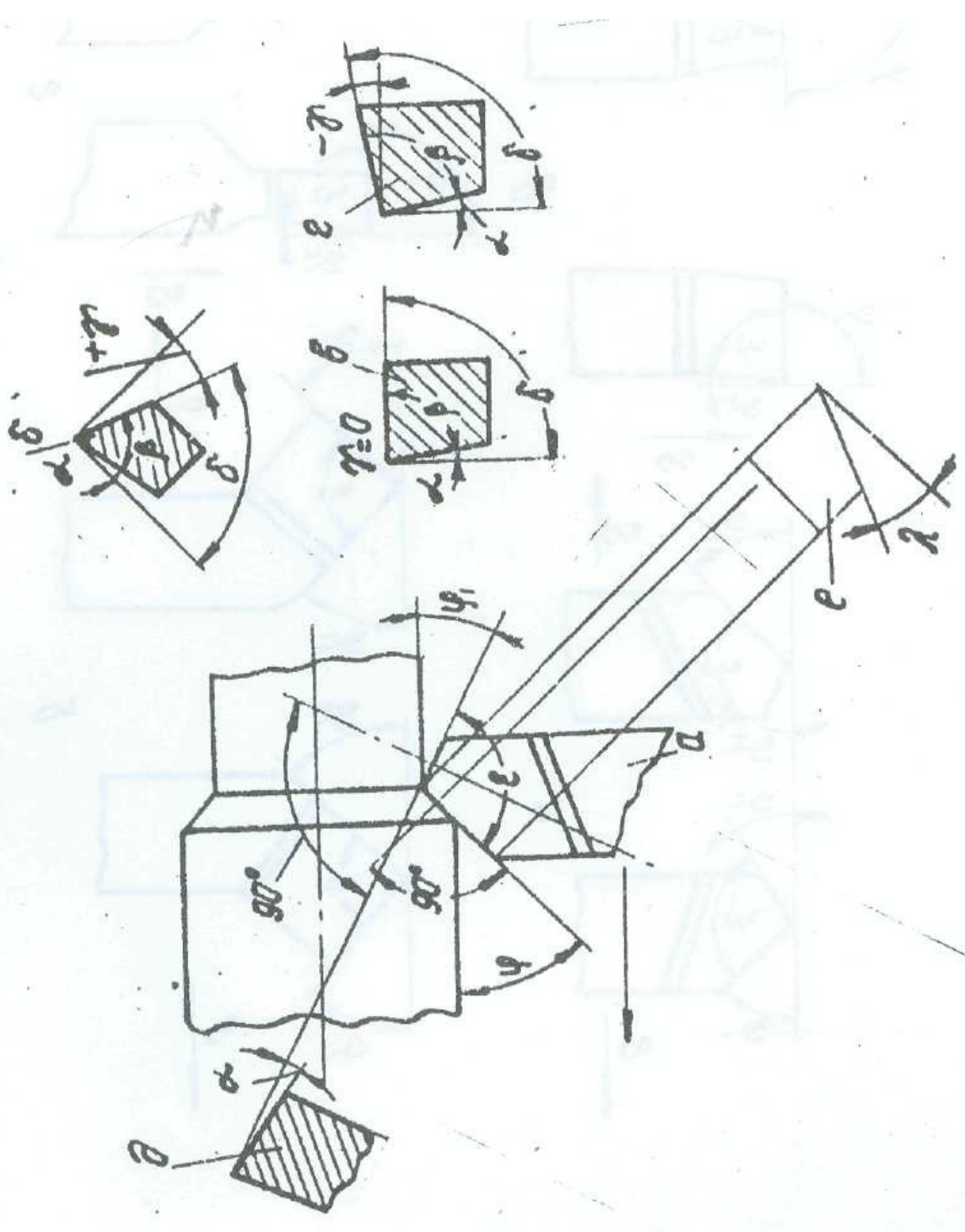


Рис. 4.4 Головні і допоміжні кути різця

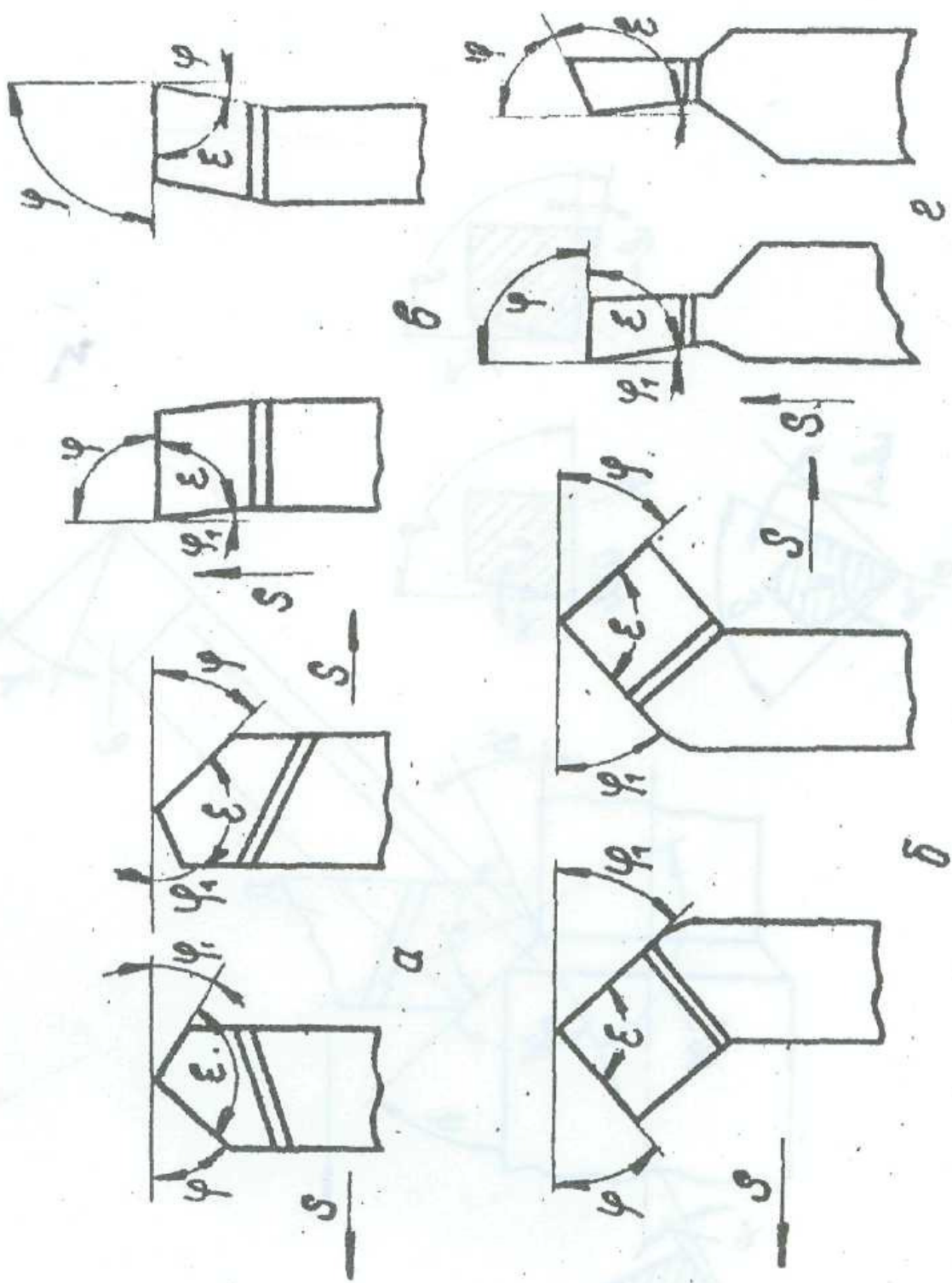


Рис. 4.5 Кути у плані токарних різців

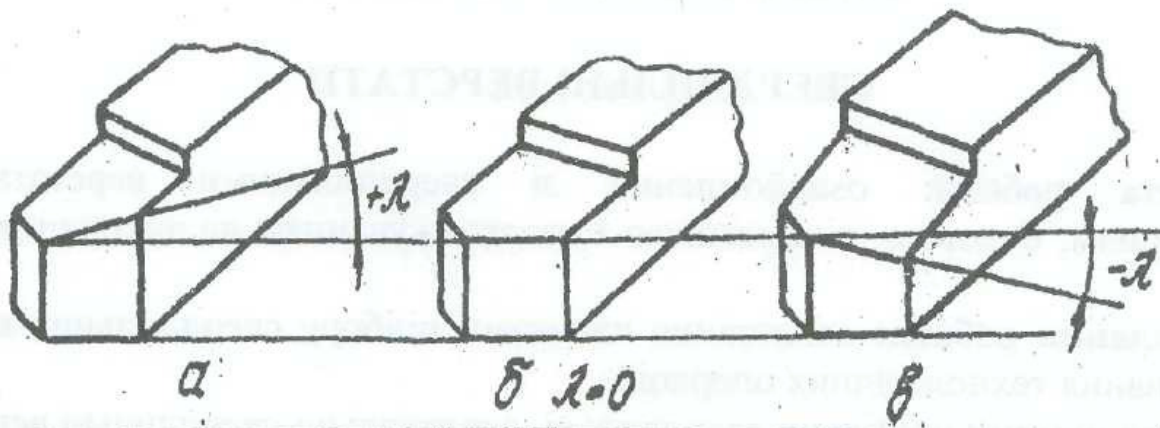


Рис. 4.6 Кути нахилу головної ріжучої кромки

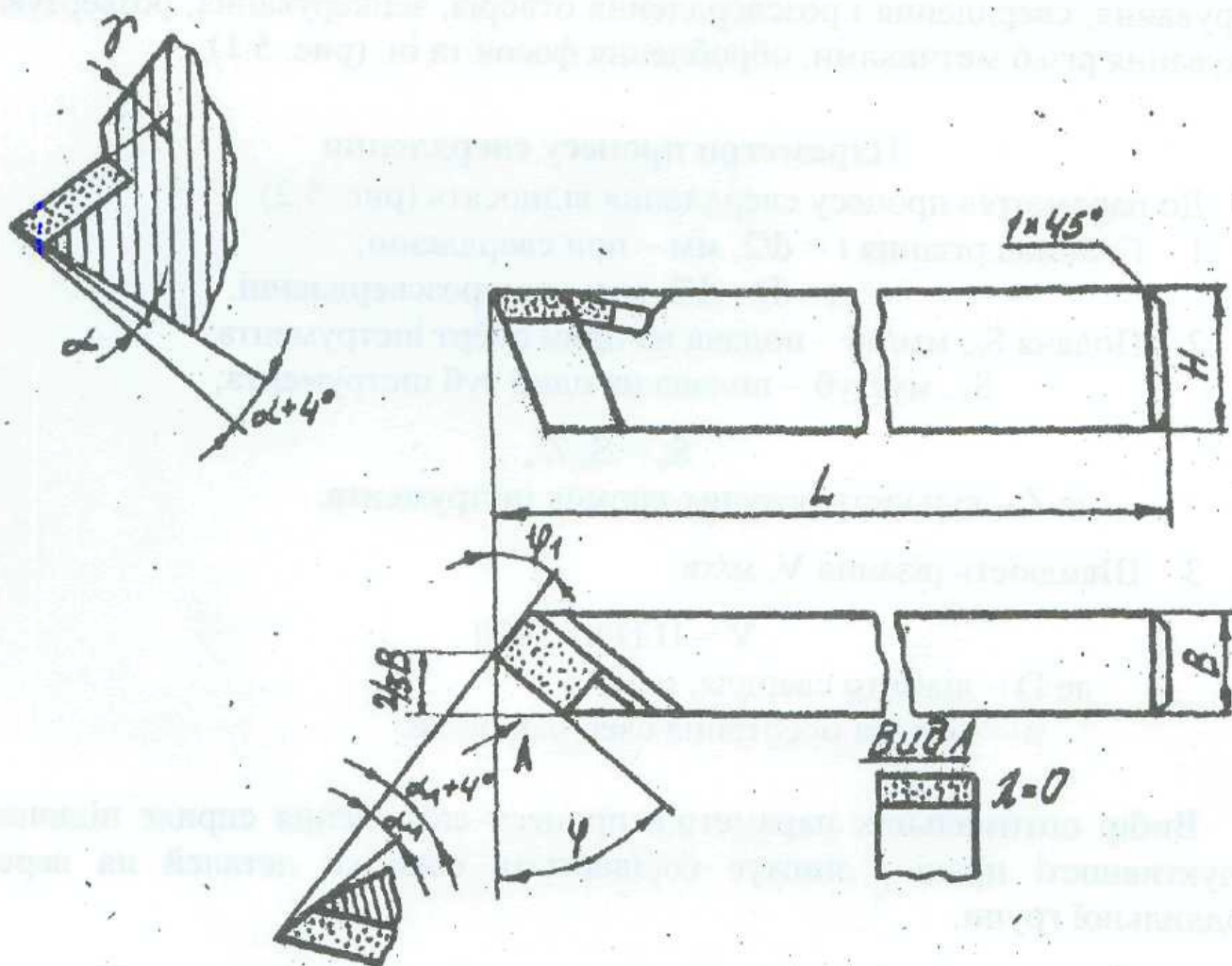


Рис. 4.7 Токарний різець

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

СВЕРДЛИЛЬНІ ВЕРСТАТИ

Мета роботи: ознайомлення зі свердлильними верстатами, їх призначенням, будовою, кінематикою і налагоджуванням на виконання заданої роботи.

Завдання роботи: оволодіння навиками підбору свердлильних верстатів для виконання технологічних операцій.

Обладнання: настільно-свердлильні, вертикально-свердлильні верстати.

Технологічні операції і переходи, які виконуються на свердлильних верстатах

На верстатах свердлильної групи виконують такі технологічні переходи: центрування, свердлення і розсвердлення отворів, зенкерування, розвертування, нарізування різьб метчиками, оброблення фасок та ін. (рис. 5.1).

Параметри процесу свердлення

До параметрів процесу свердлення відносять (рис. 5.2):

1. Глибина різання $t = d/2$, мм - при свердленні;

$t = D - d/2$, мм - при розсвердленні.

2. Подача S_0 , мм/об - подача на один оберт інструмента;
 S_z , мм/зуб - подача на один зуб інструмента;

$$S_0 = S_z * Z$$

де Z - кількість ріжучих кромки інструмента.

3. Швидкість різання V , м/хв

$$V = \pi D n / 1000,$$

де D – діаметр свердла, мм;

n - частота обертання свердла, об/хв.

Вибір оптимальних параметрів процесу свердлення сприяє підвищенню продуктивності праці і знижує собівартість обробки деталей на верстатах свердлильної групи.

Свердлильні верстати

Верстати свердлильної групи поділяють на три типи: універсальні, спеціалізовані і спеціальні. На універсальних верстатах можна виконувати всі технологічні операції і переходи, які характерні для обробки отворів.

Спеціалізовані - призначені для виконання обмеженої кількості технологічних операцій і є автоматизовані свердлильні верстати, які налагоджені на обробку двох або більше отворів одночасно.

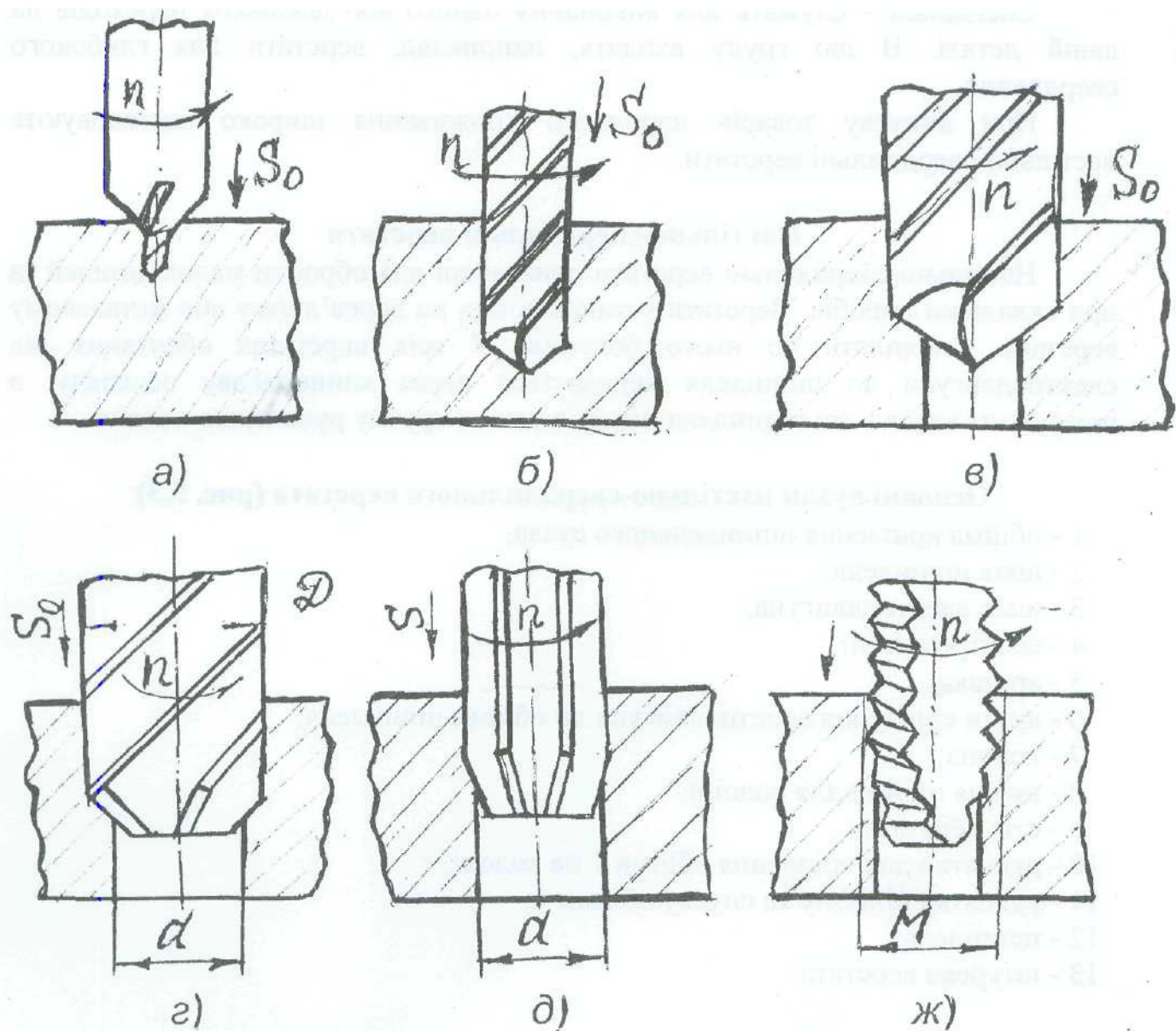


Рис. 5.1. Технологічні переходи

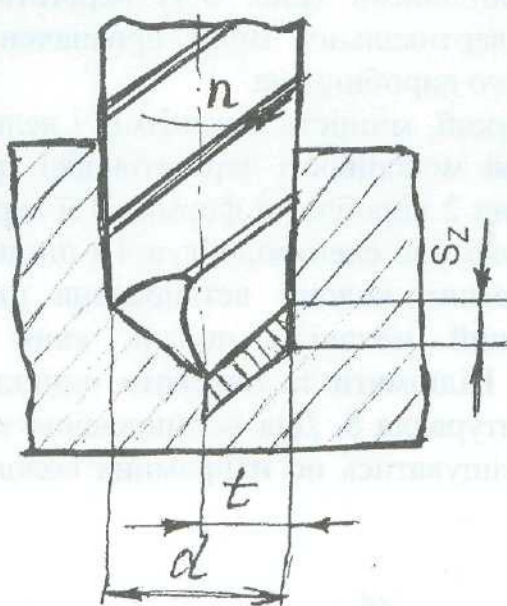


Рис. 5.2. Параметри процесу свердління

Спеціальні - служать для виконання одного або декількох переходів на даній деталі. В цю групу входять, наприклад, верстати для глибокого свердлення.

При випуску товарів народного споживання широко застосовують настільно-свердлильні верстати.

Настільно-свердлильні верстати

Настільно-свердлильні верстати призначені для обробки малих деталей та при складанні виробів. Верстати установлюють на дерев'яному або металевому верстаку і кріплять до нього болтами. У всіх верстатах обертання від електродвигуна до шпинделя передається через клинопасову передачу, а інструмент вздовж осі шпинделя переміщується вручну рукояткою подачі.

Основні вузли настільно-свердлильного верстата (рис. 5.3)

- обійма кріплення шпиндельного вузла;
- шків шпинделя;
- шків електродвигуна;
- електродвигун;
- кришка;
- вузли кріплення електродвигуна до обійми шпинделя;
- колона;
- нижня обійма для колони;
- стіл верстата;

- рукоятка для кріплення обійми 1 на колоні;
- рукоятка підйому та спуску обійми 1;
- шпиндель;
- штурвал верстата.

Вертикально-свердлильні верстати

Вертикально-свердлильними (рис. 5.4) верстати називають тому, що шпиндель розміщений вертикально. Вони призначені для роботи в цехах індивідуального і серійного виробництва.

Жорсткість конструкції, міцність механізмів і велика потужність привода розширюють технологічні можливості верстатів цієї групи. На фундаментній плиті 1 змонтована колона 2 коробчатої форми. В її верхній частині розміщена шпиндельна головка 3, яка має електродвигун 4 і шпиндель з інструментом 6. На вертикальних напрямних колони встановлена шпиндельна бабка 7, в середині якої розміщений механізм подачі, який здійснює вертикальні переміщення шпинделя. Піднімати та опускати шпиндель можна механічно і вручну за допомогою штурвала 8. Для встановлення заготовок та пристроїв є стіл 9, який може переміщуватись по напрямних колони залежно від розмірів деталей.

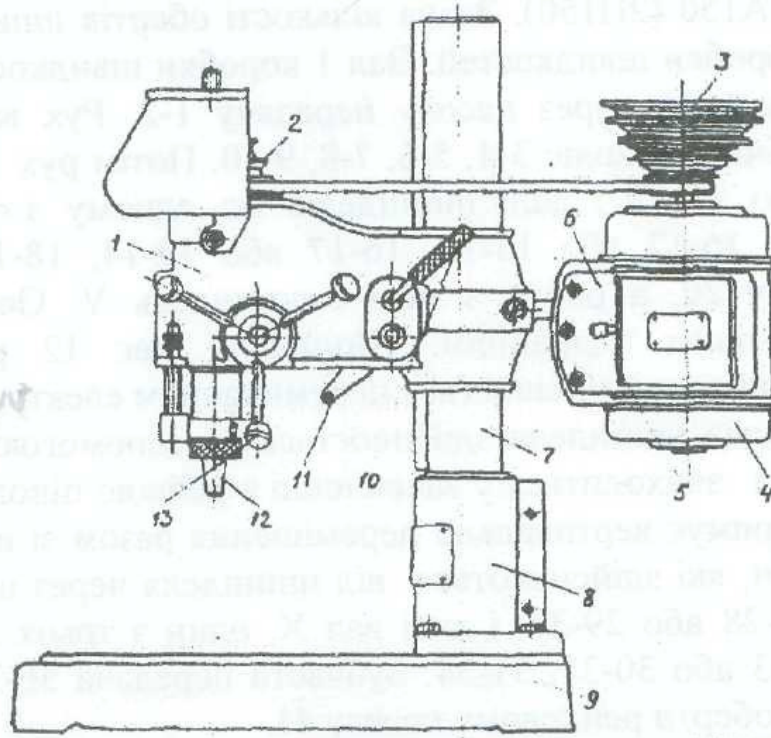


Рис. 5.3 Настільно-свердильний верстат

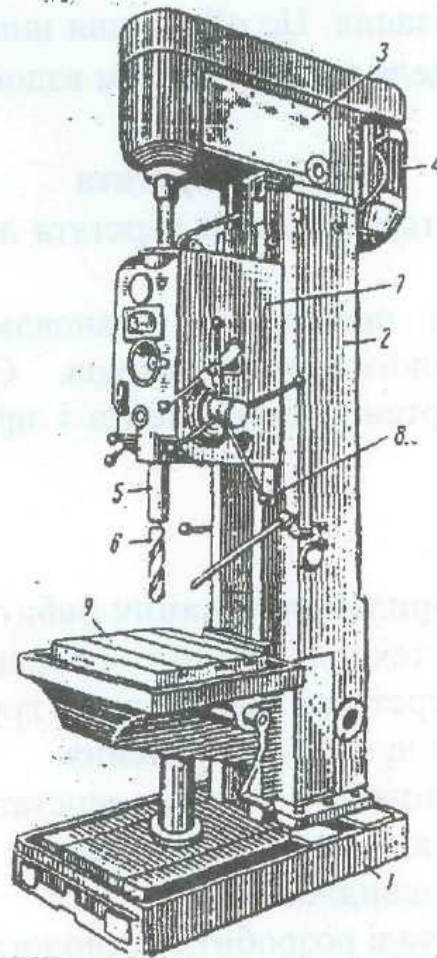


Рис. 5.4 Вертикально-свердильний верстат

Кінематична схема верстата

На рис. 5.5 наведено кінематичну схему вертикально-свердлильного верстата мод. 2 А150 (2Н150). Зміна кількості обертів шпинделя здійснюється за допомогою коробки швидкостей. Вал 1 коробки швидкостей отримує оберти від електродвигуна 46 через пасову передачу 1-2. Рух вала 2 надає одна з чотирьох пар зубчастих коліс 3-4, 5-6, 7-8, 9-10. Потім рух передається валу III зубчастою парою 11-12 і далі шпинделю по одному з трьох кінематичних ланцюгів: 12-15, 16-17 або 13-14, 16-17 або 13-14, 18-19. Колеса 17 і 19 обертають втулку 20, а разом з нею і шпindel V. Останній зв'язаний зі втулкою шліцьовим з'єднанням. Шпindel має 12 різних швидкостей. Реверсування шпинделя здійснюється перемиканням електродвигуна.

Робоча подача шпинделя здійснюється за допомогою рейкової передачі. Рейкове колесо 41 знаходиться у зачепленні з рейкою пінолі 43. При обертанні колеса піноль отримує вертикальне переміщення разом зі шпинделем. Верстак має дев'ять подач, які здійснюються від шпинделя через циліндричні зубчасті колеса 21-22, 27-28 або 29-30, і далі вал X, один з трьох ланцюгів зубчастих коліс 30-31, 32-33 або 30-31, 31-34. Зубчаста передача 36-37 і черв'ячна пара 40-42 передають оберти рейковому колесу 41.

Рухи верстата

Головний рух - рух різання. Це обертання шпинделя з інструментом. Рух подач - переміщення шпинделя з інструментом вздовж своєї осі.

Робота верстата

Заготовка установлюється на столі верстата або в кондукторі. Заготовка при обробці є нерухомою.

У шпинделі верстата послідовно установлюють різні інструменти в порядку виконання технологічних переходів. Обробку здійснюють при сполученні двох рухів: обертання інструмента і прямолінійного переміщення його вздовж своєї осі.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з технологічними операціями і переходами, які здійснюються на верстатах свердлильної групи.
2. Вивчити параметри процесу свердлення.
3. Ознайомитись з основними вузлами верстатів і кінематикою.
4. Написати рівняння кінематичного балансу.
5. Побудувати графік швидкостей.
6. На заданий ескіз деталі розробити технологічну операцію обробки.
7. Виконати технологічну операцію.
8. Зробити висновки.

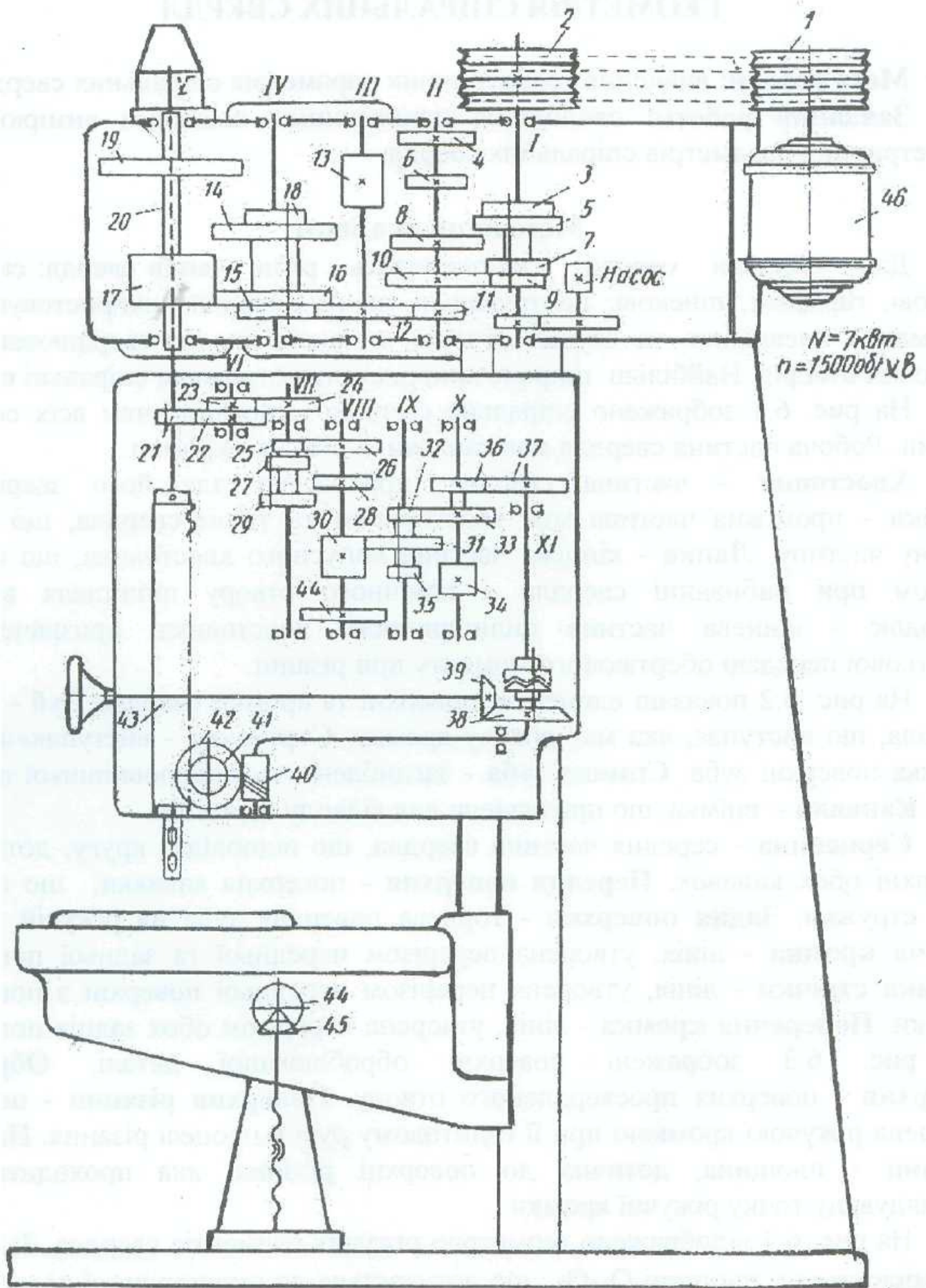


Рис. 5.5. Кінематична схема вертикально-свердильного верстата

ГЕОМЕТРІЯ СПІРАЛЬНИХ СВЕРДЛ

Мета роботи: вивчення геометричних параметрів спіральних свердл.

Завдання роботи: оволодіння практичними навиками вимірювання і геометричних параметрів спіральних свердл.

Методичні вказівки

Для обробки отворів застосовують різні види свердл: спіральні, пір'юві, гарматні, шнекові, центрувальні та ін. Свердла використовують для отримання наскрізних та глухих отворів, а також для розсвердлювання вже існуючих отворів. Найбільш широке використання отримали спіральні свердла.

На рис. 6.1 зображено спіральне свердло із позначенням всіх основних частин. Робоча частина свердла має канавки, а ріжуча - кромки.

Хвостовик - частина свердла, призначена для його закріплення. **Шийка** - проміжна частина між хвостовиком та тілом свердла, що містить робочу частину. **Лапка** - кінцева частина конусного хвостовика, що служить упором при вибиванні свердла з кінцевого отвору шпинделя верстата. **Поводок** - кінцева частина циліндричного хвостовика, призначена для додаткової передачі обертаючого моменту при різанні.

На рис. 6.2 показані елементи, поверхні та кромки свердла. **Зуб** - частина свердла, що виступає, яка має ріжучу кромку. **Стрічечка** - виступаюча вузька смужка поверхні зуба. **Спинка зуба** - заглиблена частина зовнішньої поверхні зуба. **Канавка** - виїмка, що призначена для відводу стружки.

Серцевина - середня частина свердла, що відповідає кругу, дотична до поверхні обох канавок. **Передня поверхня** - поверхня канавки, що приймає тиск стружки. **Задня поверхня** - торцева поверхня зуба на ріжучій частині.

Ріжуча кромка - лінія, утворена перерізом передньої та задньої поверхонь.

Кромка стрічки - лінія, утворена перерізом передньої поверхні з поверхнею стрічки.

Поперечна кромка - лінія, утворена перерізом обох задніх поверхонь.

На рис. 6.3 зображені поверхні оброблюваної деталі. **Оброблена поверхня** - поверхня просвердленого отвору. **Поверхня різання** - поверхня, утворена ріжучою кромкою при її гвинтовому русі в процесі різання.

Площина різання - площина, дотична до поверхні різання, яка проходить через розглядувану точку ріжучої кромки.

На рис. 6.4 відображено геометрію ріжучих елементів свердла. Задній кут α вимірюється у площині O_1-O_2 , що дотикається до циліндричної поверхні, ось якої збігається з віссю свердла. Задні кути у свердла різні для різних точок ріжучої кромки. Передній кут у вимірюється в площині $N_1 - N_2$ нормальній до головної ріжучої кромки. Кут нахилу поперечної кромки ψ - гострий кут між проєкціями поперечної та ріжучої кромки на площину, перпендикулярну до осі свердла. Кут при вершині 2ϕ - кут між ріжучими кромками.

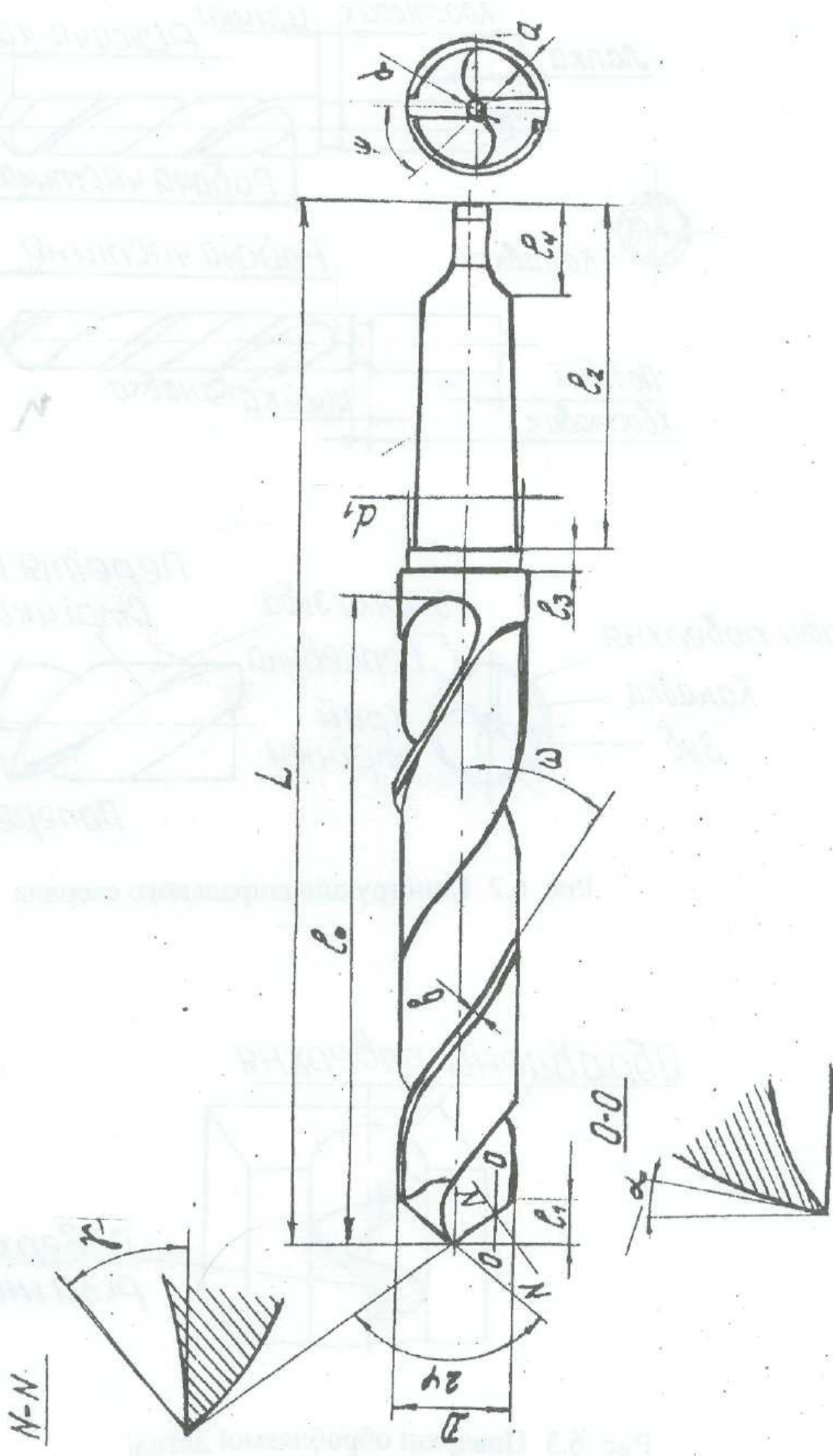


Рис. 6.1 Загальний вигляд спірального свердла

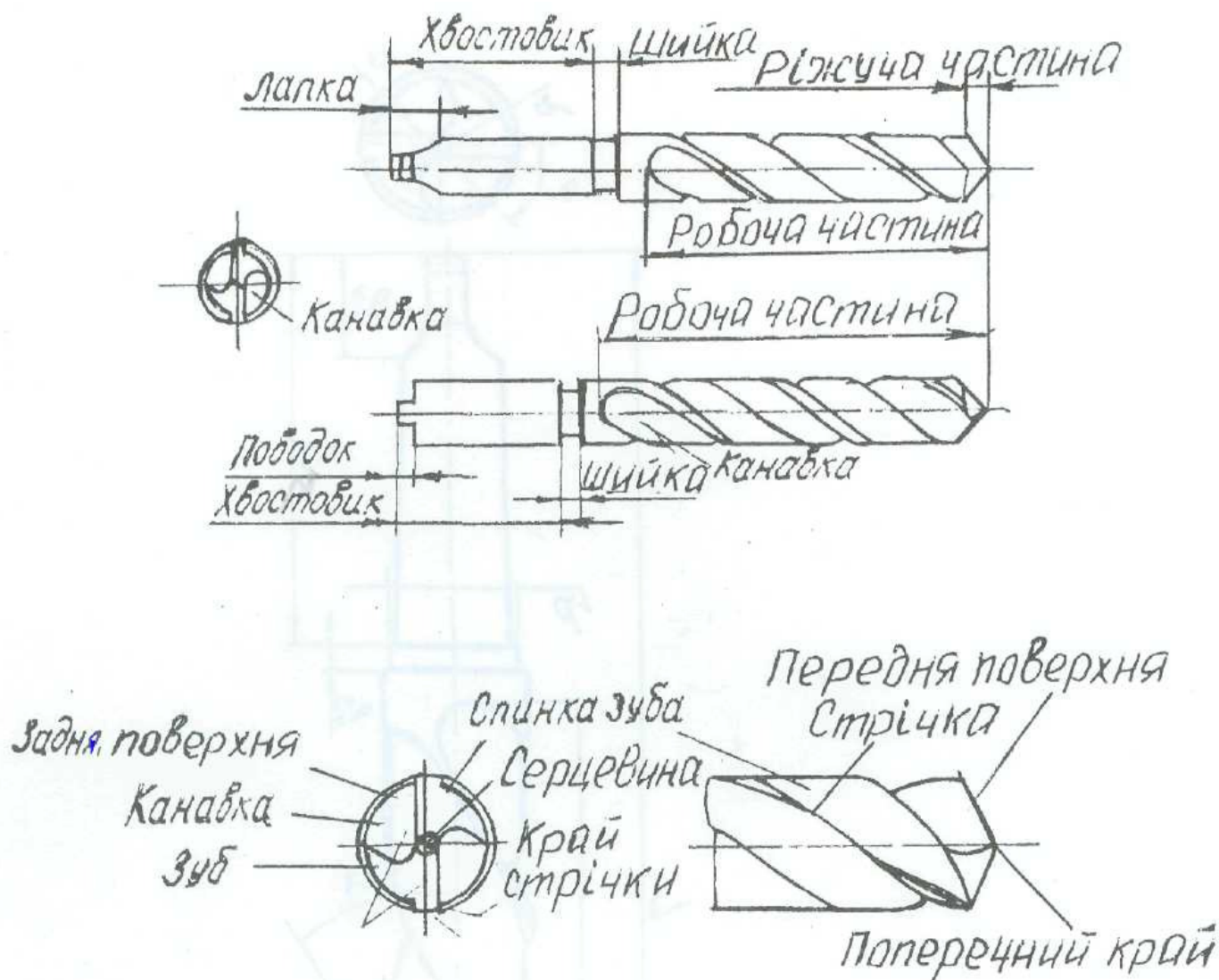


Рис. 6.2. Конструкція спірального свердла



Рис. 6.3 Поверхні оброблюємої деталі

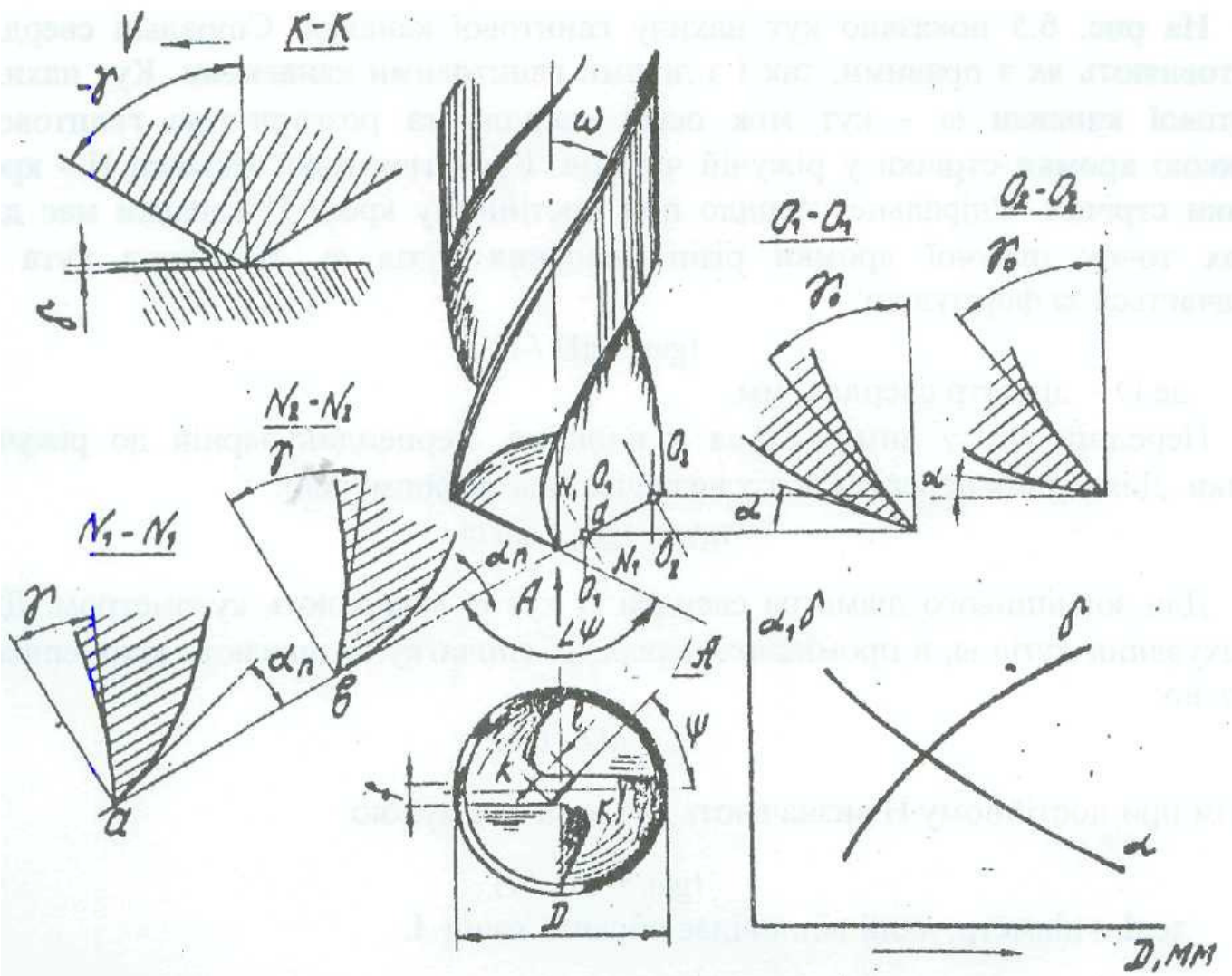


Рис. 6.4. Геометрія ріжучих елементів свердла

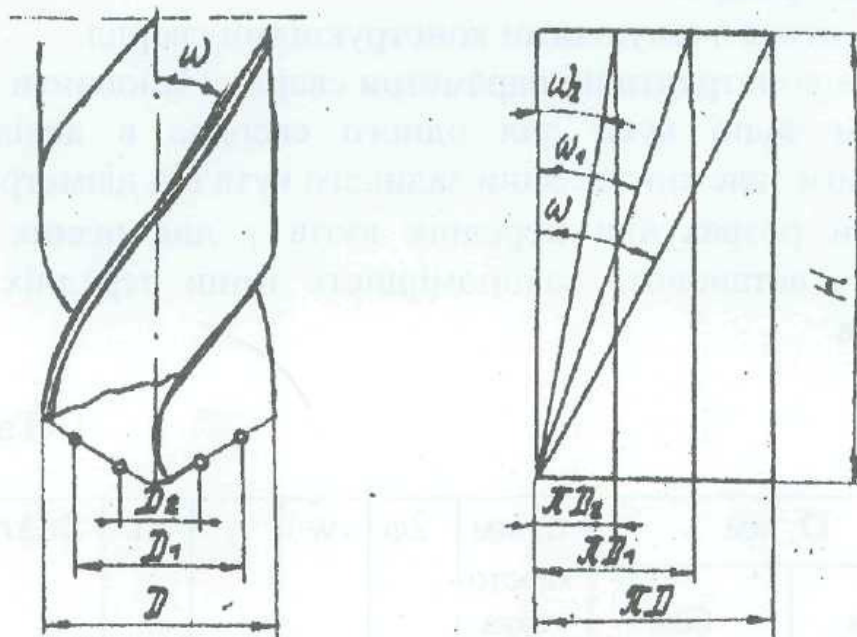


Рис. 6.5. Кут нахилу гвинтової канавки

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНІ ВЕРСТАТИ

Мета роботи: ознайомлення з роботами, які виконуються на фрезерних верстатах; параметрами процесу обробки; будовою і кінематикою вертикально-фрезерного верстата.

Завдання роботи: отримання навиків написання рівняння кінематичного балансу коробок швидкостей, розробок фрезерних операцій, призначення параметрів процесу фрезерування.

Роботи, які виконуються на фрезерних верстатах

Фрезерна обробка має велику питому вагу в загальному обсязі механічної обробки деталей виробів. На фрезерних верстатах можна обробляти площини, скоси, уступи, пази, шпонкові пази на валах, фрезерувати різьби, рейки, зубчасті колеса та ін. Фрезеруванням обробляють поверхні 5-6 класів шорсткості, а швидкісним - 7-8 класів.

Параметри процесу фрезерування

Глибина різання - t , мм.

Подача на 1 зуб - S_z , мм/зуб.

Подача на 1 оберт фрези - S_0 , мм/об.

$$S_0 = S_z * Z,$$

де Z - кількість зубців на фрезі;

n - частота обертів фрези.

Хвилинна подача $S_m = S_0 * n = S_z * Z * n$, мм/хв

Якщо відомий D - діаметр фрези, то швидкість різання буде, м/хв;

$$V = \pi D n / 1000.$$

Основний час обробки: $T_0 = L / S_m * i$, хв,

де L - шлях, який пройде фреза, мм; i - кількість проходів.

Вертикально-фрезерний верстат моделі 6Н12ПБ

Верстат призначений для швидкісного фрезерування різнотипних деталей середніх розмірів і ваги з чорних і кольорових металів, а також з пластмас.

Обробка деталей здійснюється торцевими, хвостовими, кінцевими фрезами та фрезерними головками в умовах індивідуального і серійного виробництва.

Основні вузли верстата (рис. 7.1): А - фундаментна плита; Б - станина; В - коробка швидкостей; Г - шпindelна головка; Д - стіл; Е - поперечні салазки; Ж - консоль; З - коробка передач. Органи керування: 1 - пульт пакетних вимикачів; 2 - рукоятка для перемикання швидкостей шпинделя;

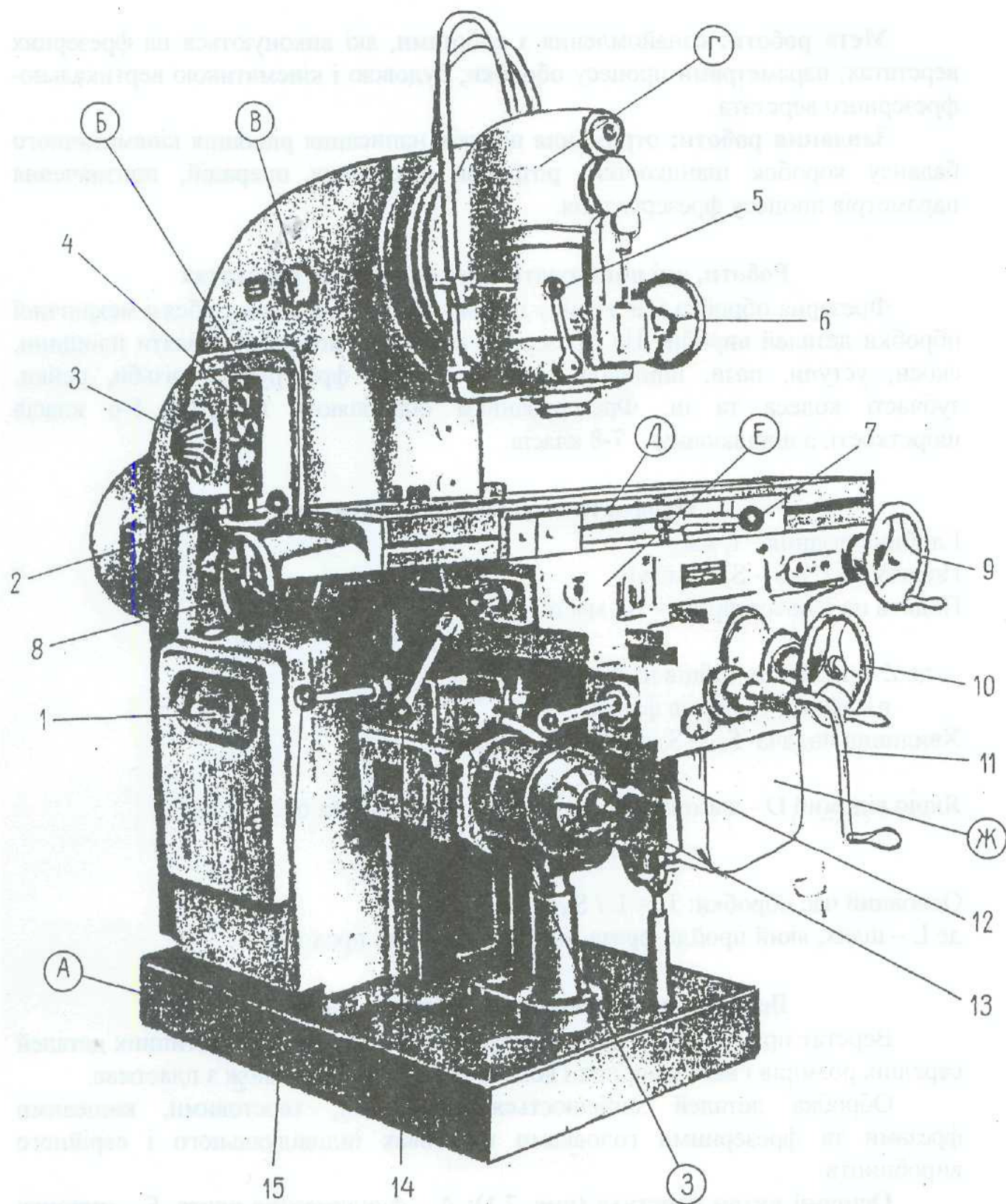


Рис. 7.1. Вертикально-фрезерный верстат мод. 6Н12ПБ

3 - перемикач; 4 - кнопкова станція; 5 - рукоятка кріплення гільзи шпинделя; 6 - маховик ручного переміщення гільзи шпинделя; 7 - рукоятка керування повздовжніми подачами стола; 8 і 9 - маховики ручного повздовжнього переміщення стола; 10 - маховик ручного поперечного переміщення столу; 11 - рукоятка вертикального переміщення стола; 12 і 15 - рукоятки керування поперечними і вертикальними подачами стола; 13 - грибок встановлення і перемикач швидкості подачі; 14 - рукоятки кріплення поперечних салазок.

Рухи верстата: Рух різання - обертання шпинделя з фрезою. Рух подачі - прямолінійні поступові переміщення стола в повздовжньому, поперечному і вертикальному напрямках. Допоміжними рухами є всі вказані переміщення стола, які виконуються на швидкому ході або вручну.

Принцип роботи: Крупні деталі закріплюють безпосередньо на столі верстата за допомогою притискних пристроїв. Невеликі деталі устанавлюють в комірках або у спеціальних пристроях. Торцеві, кінцеві, пальцеві фрези і фрезерні головки закріплюють у шпинделі.

У серійному виробництві верстак може бути налаштований для роботи за напівавтоматичним, маятниковим або стрибкоподібним циклами.

Кінематики верстата моделі 6Н12ПБ

Рух різання: Електродвигун потужністю 10 кВт (рис. 7.2,а) зв'язаний з валом I коробки швидкостей напівжорсткою муфтою. Вал II отримує обертання через зубчасту передачу 32-48. На валу II є потрійний блок шестерень B₁, який може передати обертання валу III з трьома різними швидкостями. Потрійний блок шестерень B₂ збільшує кількість швидкостей обертання вала IV до дев'яти. Вал V отримує обертання від вала IV через подвійний блок шестерень, тому кількість швидкостей обертання збільшується до 18. Від вала V рух передається конічною передачею 32-32 валу VI і шестернями 86-58 VII. Шпиндель змонтований у пересувній гільзі і шліцьовим кінцем зв'язаний з колесом 58. Як бачимо, з графіка швидкостей (рис. 7.2,в), шпиндель має 18 різних швидкостей обертання, від 63 до 3150 об/хв. Максимальна кількість обертів шпинделя p_{max} визначається з виразу

$$n_{\max} = 1440 \cdot \frac{32 \cdot 22 \cdot 39 \cdot 82 \cdot 32 \cdot 86}{48 \cdot 33 \cdot 26 \cdot 38 \cdot 32 \cdot 58}$$

Рухи подач. Ці рухи здійснюються від електродвигуна потужністю 1,7 кВт (рис. 7.2,а), обертання від якого через шестерні 26-44 і 24-64 передаються на коробку подач. На валу XI коробки подач знаходиться потрійний пересувний блок шестерень B₄, який надає валу XI три швидкості обертання. Від вала XII рух передається на вал XIII потрійним блоком B₅. Вал XIII має дев'ять різних чисел обертів. Муфта M₁ керує шляхами передачі обертів з вала XIII на вал XIV. Від вала XIV через шестерні 36-27, вал XV, шестерні 18-33-37, вал XIX,

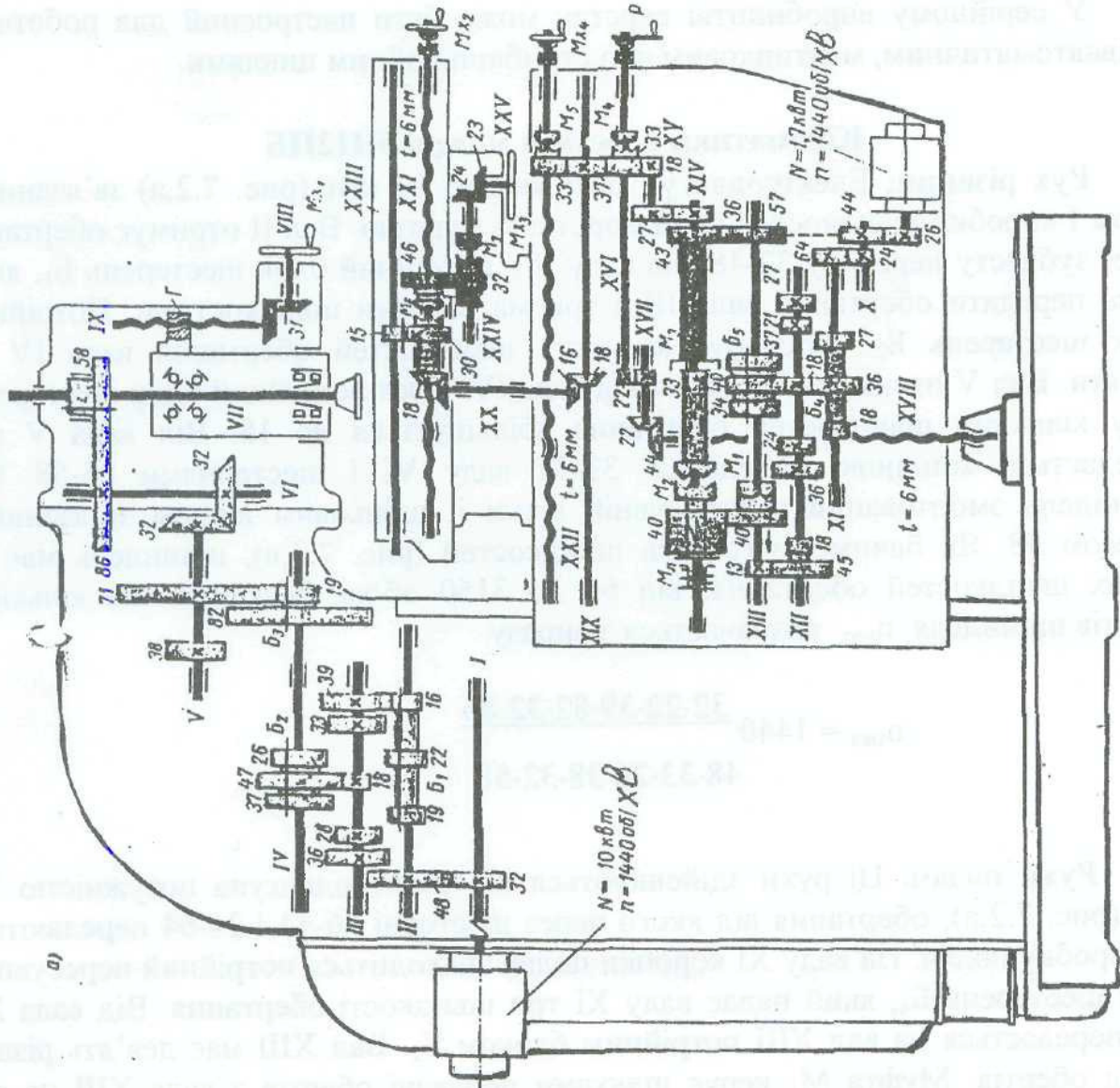
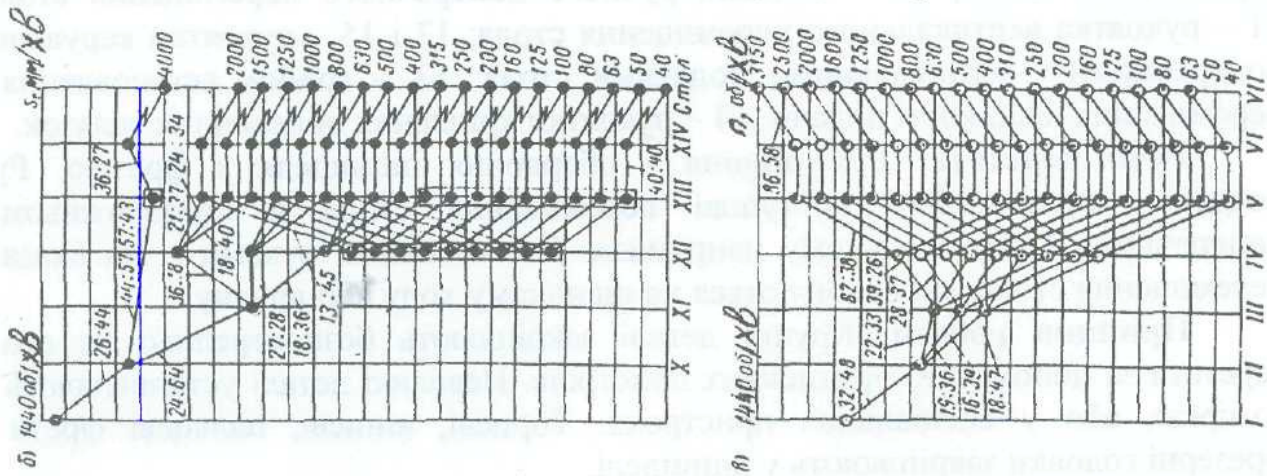


Рис. 7.2 Кінематична схема вертикально-фрезерного верстака

конічну передачу 18-18, кулачкову муфту Мб і ходовий гвинт ХХІ передається повздовжня подача столу, найбільша швидкість якої S_{\max} визначається з виразу

$$S_{n \max} = 1440 \frac{26 \cdot 24 \cdot 36 \cdot 24 \cdot 40 \cdot 36 \cdot 48 \cdot 18 \cdot 18 \cdot 18}{44 \cdot 64 \cdot 18 \cdot 34 \cdot 40 \cdot 27 \cdot 37 \cdot 16 \cdot 48}$$

Від вала ХІV через шестерні 36-27, вал ХV, шестерні 18-33-37-33 і ходовий гвинт ХХІІІ, коли увімкнена муфта М5, столу надається поперечна подача, найменша швидкість якої 8Π тп визначається з виразу

$$S_{n \max} = 1440 \frac{26 \cdot 24 \cdot 18 \cdot 18 \cdot 13 \cdot 18 \cdot 38 \cdot 18}{44 \cdot 64 \cdot 36 \cdot 40 \cdot 45 \cdot 40 \cdot 27 \cdot 33}$$

Вертикальна подача надається від вала ХІV через шестерні 36-27, вал ХV, шестерні 18-33, муфту М4, вал ХVІ, шестерні 22-33, вал ХVІІ, конічну передачу 22-44 і ходовий гвинт ХVІІІ. Швидкість найбільшої вертикальної подачі мах визначається з виразу

$$S_{b \max} = 1440 \frac{26 \cdot 24 \cdot 36 \cdot 24 \cdot 40 \cdot 36 \cdot 18 \cdot 22 \cdot 22}{44 \cdot 64 \cdot 18 \cdot 34 \cdot 40 \cdot 27 \cdot 33 \cdot 33 \cdot 40}$$

Вал ХХІІІ є привод накладного круглого столу або ділильної головки і зв'язок з ходовим гвинтом ХХІ шестернями 30-15.

Допоміжні рухи. Швидкі переміщення стола в трьох напрямках здійснюються, коли увімкнено фрикційну муфту М3. У цьому випадку обертання від електродвигуна передаються валу ХІV через шестерні 26-44-57-43 і далі по кінематичних ланцюгах робочих подач.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з роботами, які виконуються на фрезерних верстатах.
2. Ознайомитись з параметрами процесу фрезерування.
3. На задану заготовку написати технологічну операцію фрезерування.
4. Визначити параметри фрезерування.
5. Ознайомитись з основними вузлами вертикально-фрезерного верстата моделі 6Н12ПБ.
6. Написати рівняння кінематичного балансу коробки швидкостей.
7. Налаштувати верстат на визначені параметри фрезерування.
8. Здійснити обробку заготовки.
9. Зробити висновки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

НАЛАГОДЖЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ ВФ-1

Мета роботи: ознайомлення із вертикально-фрезерним верстатом, його будовою, кінематикою і налагодженням.

Завдання роботи: оволодіння навиками написання рівнянь кінематичного балансу і налагодження верстата на виконання технологічної операції.

Устаткування та інструмент: вертикально-фрезерний верстат ВФ-1 і набір фрез.

Будова верстата

Вертикально-фрезерний верстат призначений для обробки площин, скосів, уступів, пазів, виїмок та інших поверхонь торцевими, ротаційними та кінцевими фрезами.

На рис. 8.1 показаний загальний вигляд вертикально-фрезерного верстата моделі ВФ-1. Основними складовими частинами його є: станина 1, фундаментальна плита 2, консоль 3, стіл і салазки 4, коробки подач, поворотна шпindelна головка 5.

Станина верстата служить для кріплення усіх вузлів і механізмів верстата. У середині станини розміщена коробка швидкостей. Консоль являє собою виливок коробчатої форми з вертикальними й горизонтальними напрямними. Вертикальними напрямними вона сполучена із станиною і переміщується по них. По горизонтальних напрямних переміщуються салазки. Стіл монтується на напрямних салазок і переміщується по них у повздовжньому напрямку. На столі закріплюють заготовки і пристосування. Для цього на робочій поверхні стола є повздовжні Т-подібні пази. Салазки є проміжною ланкою між консоллю і столом.

Шпindel 6 служить для передачі обертання ріжучому інструменту від коробки швидкостей. Від точності обертання шпинделя, його жорсткості і вібростійкості значною мірою залежить точність обробки. У шпинделі встановлюється й закріплюється інструмент. Закріплення здійснюють шомполом.

Коробка швидкостей призначена для передачі шпинделю різноманітної частоти обертання. Керується вона коробкою перемикачів швидкостей, що дозволяє вибирати необхідну швидкість без послідовного проходження проміжних щаблів.

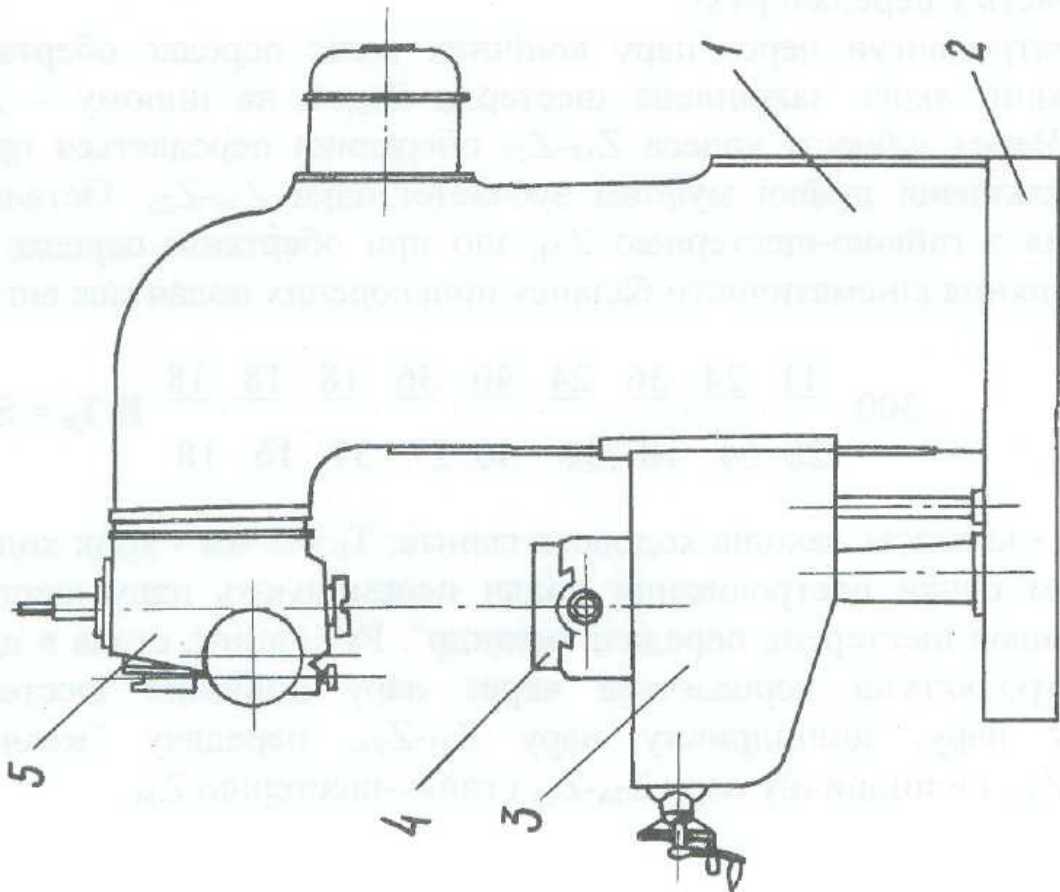
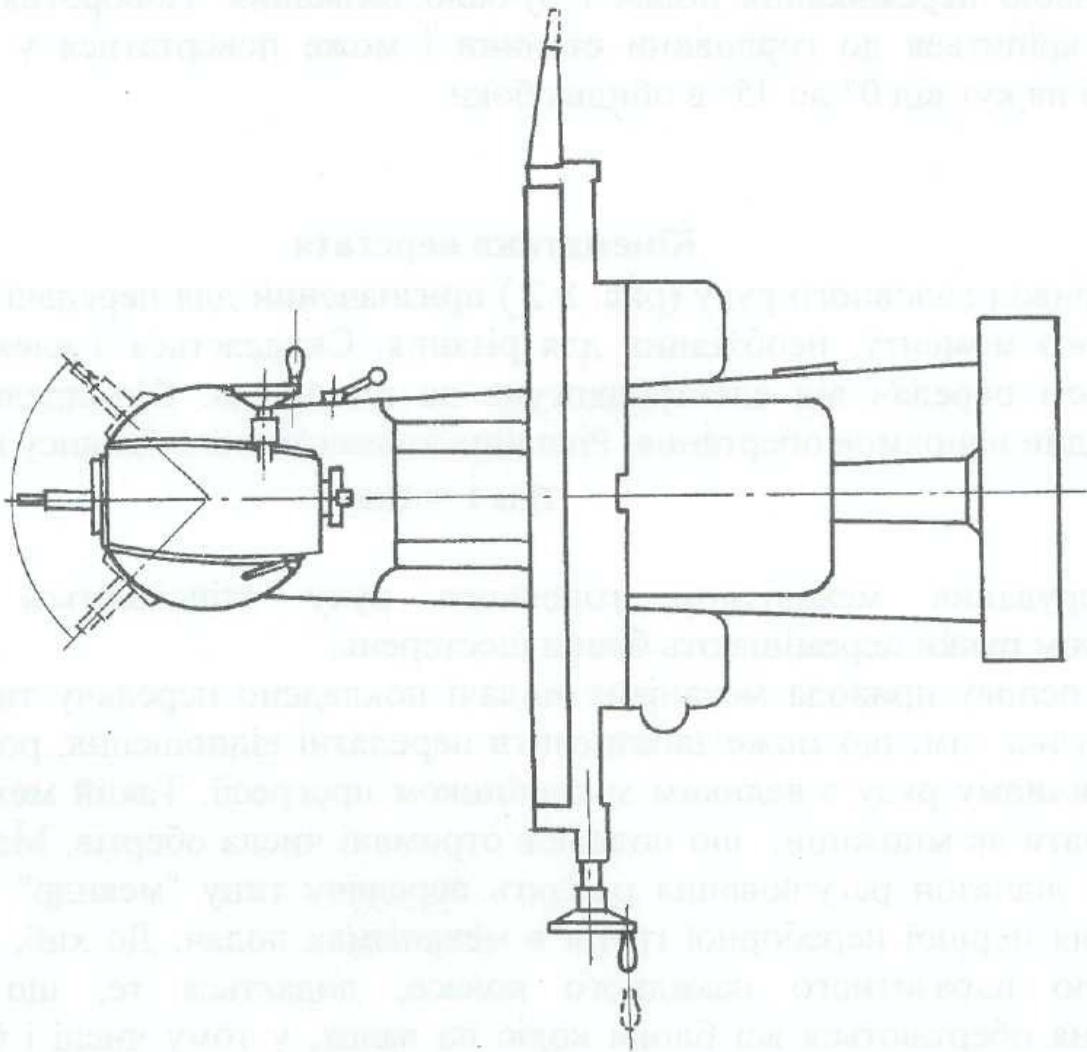


Рис. 8.1 Загальний вид верстата

Коробка подач розміщена в консолі, має окремий привод і забезпечує отримання робочих подач і швидких переміщень стола. Керування здійснюється ручкою перемикачів подач і ручкою вмикання. Поворотна шпindelна голівка кріпиться до горловини станини і може повертатися у вертикальній площині на кут від 0° до 45° в обидва боки.

Кінематика верстата

Привод головного руху (рис. 8.2.) призначений для передачі потужностей і крутного моменту, необхідних для різання. Складається з електродвигуна і сукупності передач від електродвигуна до шпинделя. Шпindel може мати тільки один напрямок обертання. Рівняння кінематичного балансу має вигляд:

$$n_{дв} \cdot i = n_{шп} .$$

Керування механізмом головного руху здійснюється ручкою 7. Поворотом ручки переміщують блоки шестерень.

В основу привода механізму подачі покладено передачу типу "меандр". Вона зручна тим, що може забезпечити передатні відношення, розташовані по геометричному ряду з великим знаменником прогресії. Такий механізм можна застосувати як множний, що подвоює отримані числа обертів. Малі габарити і великий діапазон регулювання роблять передачу типу "меандр" зручною для утворення першої переборної групи в механізмах подач. До хиб, обумовлених наявністю паразитного накидного колеса, додається те, що в передачі обертання обертаються всі блоки коліс на валах, у тому числі і блоки, що не беруть участь у передачі руху.

Електродвигун через пару конічних коліс передає обертання валу, на одному кінці якого закріплена шестерня Z_{18} , а на іншому - двозаходний черв'як. Через зубчасті колеса $Z_{18} - Z_{27}$ обертання передається при ввімкненні лівої і включеної правої муфтам зубчастої пари $Z_{26}-Z_{26}$. Остання входить у зачеплення з гайкою-шестернею Z_{34} , що при обертанні передає рух гвинту і стола. Рівняння кінематичного балансу прискорених подач має вигляд:

$$300 \frac{11}{28} * \frac{24}{64} * \frac{36}{18} * \frac{24}{34} * \frac{40}{40} * \frac{36}{27} * \frac{18}{37} * \frac{18}{16} * \frac{18}{18} * K * T_b = S_m,$$

де K - кількість заходів ходового гвинта; $T_b = 5$ мм - крок ходового гвинта. Поворотом ручки настроювання подач переміщують пару шестерень $Z_{21} - Z_{26}$ вздовж блоків шестерень передачі "меандр". Рух гвинта стола в цьому випадку від електродвигуна передається через пару конічних шестерень $Z_{11}-Z_{28}$, черв'ячну пару, циліндричну пару $Z_{21}-Z_{24}$, передачу "меандр", конічну пару $Z_{15} - Z_{31}$ циліндричну пару $Z_{26}-Z_{26}$ і гайку-шестерню Z_{34} .

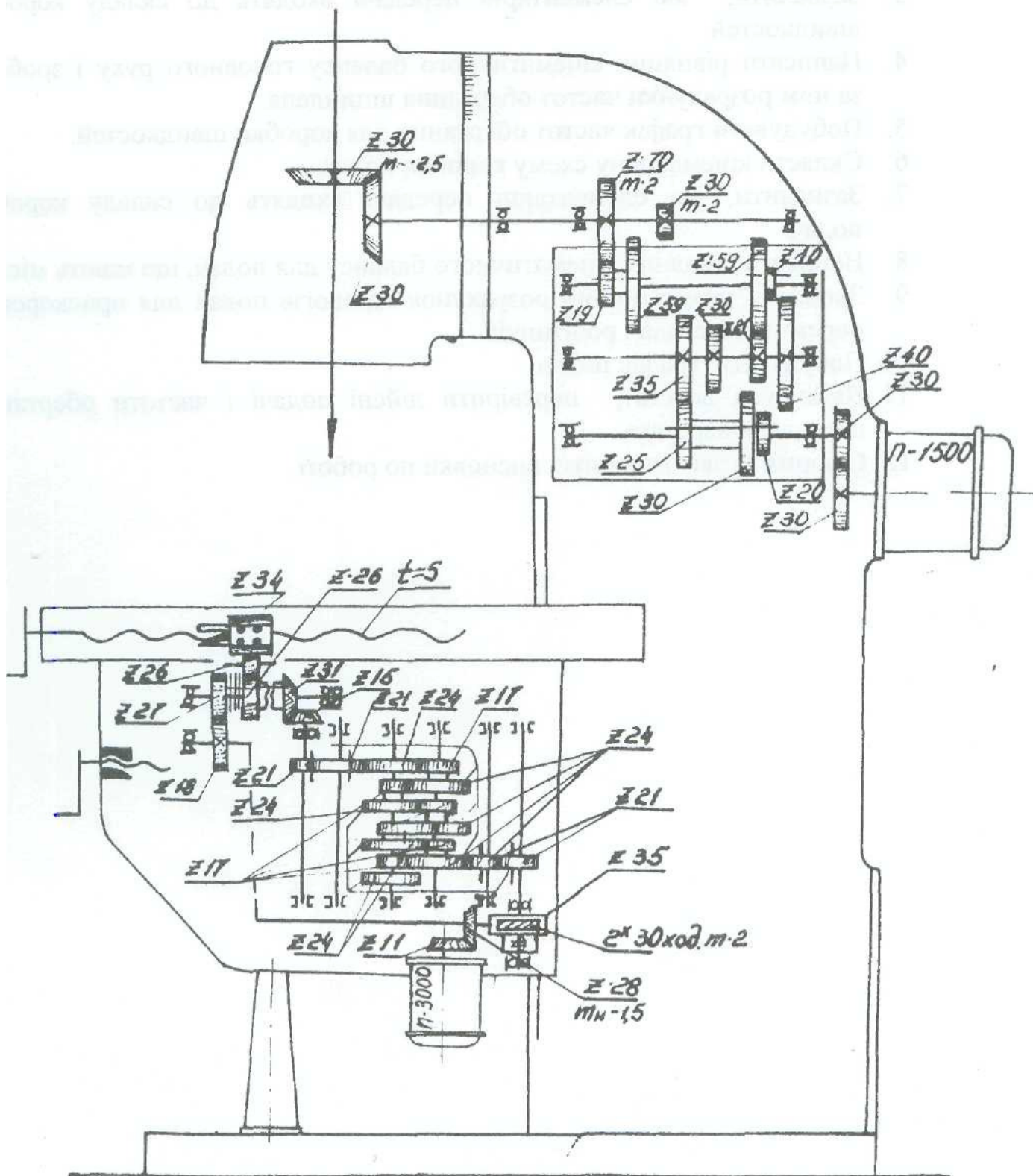


Рис. 8.2 Кінематична схема верстата

Порядок виконання роботи

1. Вивчити будову вертикально-фрезерного верстата моделі ВФ-1.
2. Скласти кінематичну схему коробки швидкостей з указанням кількості зубців коліс.
3. Зазначити, які елементарні передачі входять до складу коробки швидкостей.
4. Написати рівняння кінематичного балансу головного руху і зробити за ним розрахунки частот обертання шпинделя.
5. Побудувати графік частот обертання для коробки швидкостей.
6. Скласти кінематичну схему коробки подач.
7. Зазначити, які елементарні передачі входять до складу коробки подач.
8. Написати рівняння кінематичного балансу для подач, що мають місце.
9. Зробити кінематичний розрахунок ланцюгів подач для прискорених переміщень стола і робітників.
10. Побудувати графік подач.
11. Ввімкнути верстат, перевірити дійсні подачі і частоти обертання шпинделя верстата.
12. Оформити звіт і зробити висновки по роботі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ

Мета роботи: ознайомлення із точністю обробки, що досягається на фрезерних верстатах.

Завдання роботи: отримання практичних навиків з визначення точності роботи фрезерного верстата.

Обладнання та інструмент: фрезерний верстат, перевірочні трикутники, щупи, індикатори, рівні, контрольні оправки, лекальні і перевірочні лінійки із широкою робочою поверхнею.

Поняття про норми точності

Деталі кожного верстата виготовляють із неминучими відхиленнями при механічній обробці, унаслідок чого абсолютна точність роботи верстата неможлива. Неточність фрезерного верстата спричинює неточність обробки деталей, що фрезеруються. Для того, щоб відхилення від заданих розмірів оброблюваних деталей не перевищували припустимі, неточності фрезерних верстатів регламентуються.

У даний час діють норми точності, установлені для нових фрезерних верстатів загального призначення, що забезпечують точність за 2-м квалітетом точності, і норми для верстатів підвищеної точності.

В міру зношування і стирання деталей верстата в процесі роботи точність його знижується. Точність верстата відновлюється при його ремонті, тому для верстатів загального призначення, що виходять із ремонту, установлюються ті ж норми точності, що і для нових верстатів.

Порядок виконання роботи

Нижче описуються декілька способів перевірки точності горизонтально-і вертикально-фрезерних верстатів.

1. Перевірка площини робочої поверхні стола

На робочу поверхню стола в різноманітних напрямках кладуть лінійку перевіркою гранню на дві калібровані плитки рівної висоти. Щупом і плоскими плитками вимірюється розмір просвітку між нижньою гранню лінійки і поверхнею стола.

Припустиме відхилення: 0,03 мм на довжині 1000 мм у будь-яких напрямках.



Схема перевірки 1

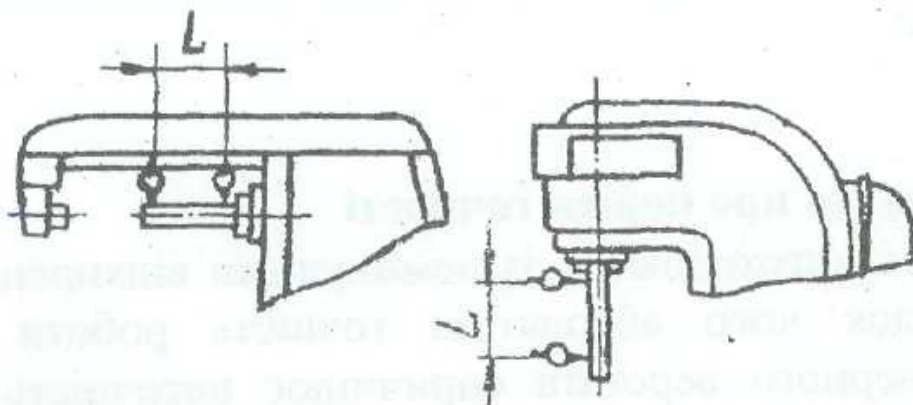


Схема перевірки 2

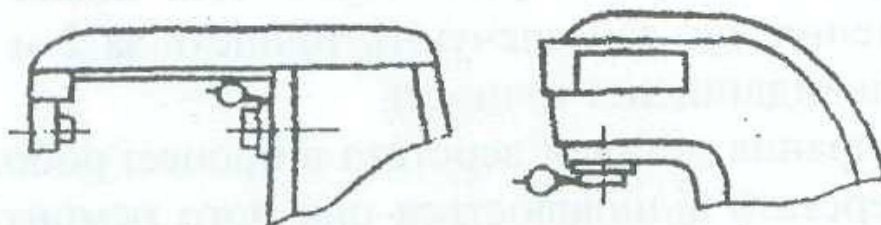


Схема перевірки 3

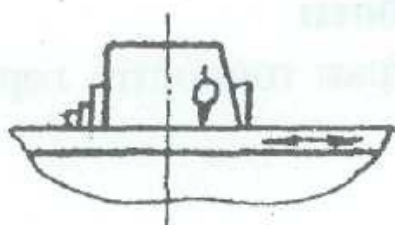


Схема перевірки 4

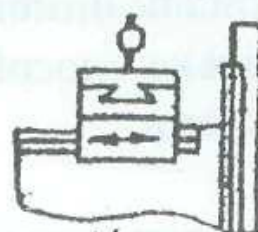


Схема перевірки 5

2. Перевірка радіального биття осі конічного отвору шпинделя

Індикатор закріплюється на рухомій частині верстата так, щоб його вимірювальний штифт торкався циліндричної поверхні контрольної оправки, уставленої конічним хвостовиком у гніздо шпинделя. Шпиндель приводиться в обертання. Вимірювання проводиться у торці шпинделя і на відстані 300 мм від торця, що перевіряється.

Припустиме відхилення: 0,01 мм біля торця шпинделя; 0,02 мм на відстані 300 мм для верстатів першого, другого і третього розмірів.

3. Перевірка радіального биття зовнішньої циліндричної посадкової поверхні переднього кінця шпинделя

Індикатор закріплюють на нерухомій частині верстата так, щоб його вимірювальний штифт торкався зовнішньої поверхні переднього кінця шпинделя, що центрує насадкові фрези. Шпиндель приводять в обертання.

Припустиме відхилення: 6,15 мм для верстатів першого, другого, третього розмірів і вище.

4. Перевірка паралельності робочої поверхні стола напрямку його повздовжнього переміщення

Індикатор закріплюється на нерухомій частині верстата так, щоб його вимірювальний штифт торкався робочої поверхні стола. Стіл переміщують по повздовжніх напрямних на всю довжину ходу. Консоль застопорено на станині, а салазки - на консолі.

Припустиме відхилення на всій довжині ходу стола: до 300 мм - 0,015 мм, до 500 мм - 0,02 мм, до 1000 мм - 0,03 мм.

5. Перевірка паралельності робочої поверхні стола напрямку його поперечного переміщення

Індикатор закріплюється на нерухомій частині верстата так, щоб його вимірювальний штифт торкався робочої поверхні стола. Стіл переміщують по поперечних напрямних на всю довжину ходу. Консоль застопорено на станині.

Припустиме відхилення на всій довжині ходу столу: до 300 мм - 0,02 мм, до 500 мм - 0,03 мм.

6. Перевірка паралельності осі обертання шпинделя робочої поверхні столу

У конічне гніздо шпинделя вставляється контрольна оправка. Вимірювання проводиться індикатором, штатив якого переміщується по робочій поверхні стола перпендикулярно осі оправки таким чином, щоб його вимірювальний штифт торкався циліндричної поверхні знизу або поверх оправки спочатку біля торця шпинделя, а потім на відстані від нього. Кожне вимірювання проводиться по двох діаметрально протилежних сторонах оправки в даному з'єднанні її зі шпинделем, тобто після першого вимірювання шпиндель разом з оправкою повертають на 180°. Розмір похибки визначається

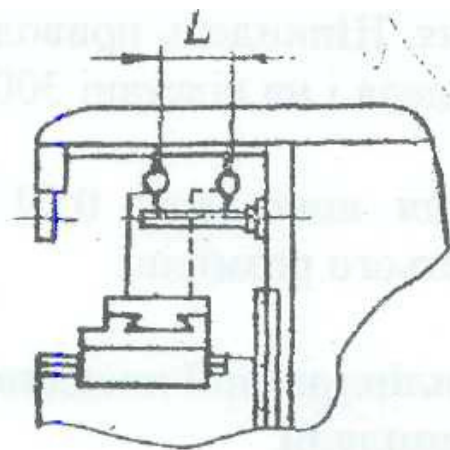


Схема перевірки 6

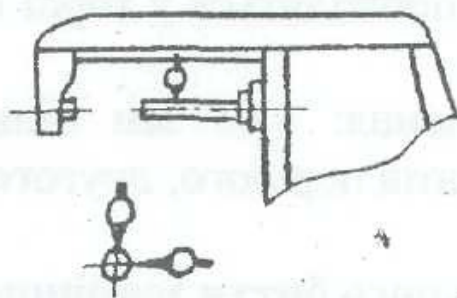


Схема перевірки 7

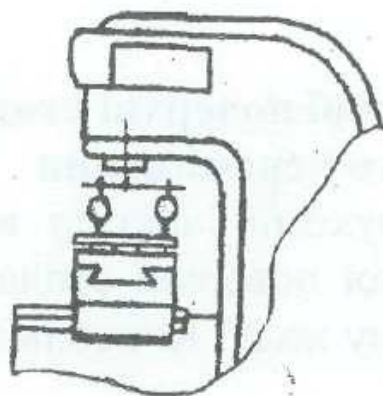


Схема перевірки 8

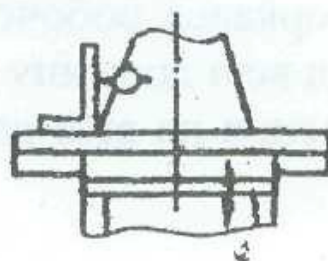
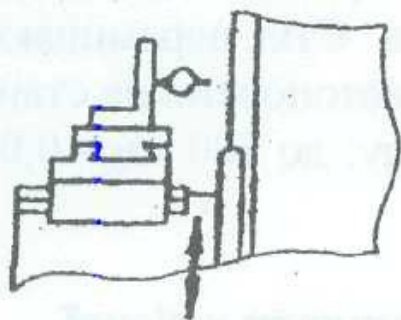


Схема перевірки 9

середнім арифметичним результатів обох вимірів по діаметрально протилежних сторонах оправки.

Вимірювання проводиться у верхньому і нижньому положеннях стола при застопорених консолях на станині і салазках на консолях.

Припустиме відхилення: 0,03 мм на довжині 300 мм для верстатів, що мають ширину стола понад 160 мм.

7. Перевірка паралельності напрямного хобота осі обертання шпинделя у вертикальній і горизонтальній площинах

Індикатор закріплюють на спеціальному повзунку на хоботі так, щоб його вимірювальний штифт торкався циліндричної частини контрольної оправки, вставленої в гніздо шпинделя. Повзушку та індикатор пересувають по напрямних хобота. Вимірювання проводиться у вертикальній і горизонтальній площинах. У кожній із площин вимірювання здійснюється по двох діаметрально протилежних сторонах оправки, для чого після першого виміру шпиндель повертають на 180°. Похибка визначається середнім арифметичним результатів обох вимірів.

Припустиме відхилення: 0,025 мм на довжині 300 мм для верстатів із шириною стола понад 160 мм як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах.

8. Перевірка перпендикулярності осі обертання шпинделя до робочої поверхні стола

На шпинделі кріплять спеціальну колінчасту оправку з індикатором, вимірювальний штифт якого торкається робочої поверхні стола. При вимірюванні шпиндель разом з індикатором повертають на 360°. При повороті консоль застопорено на станині, а салазки - на консолях. Кожне вимірювання проводиться у двох положеннях індикатора, зміщених щодо шпинделя на 180° у повздовжній і поперечній площинах. Розмір похибки визначається середнім арифметичним результатів обох вимірів, тобто- вимірів при діаметрально протилежних положеннях індикатора щодо шпинделя. Вимірювання проводяться у верхньому і нижньому положеннях як стола, так і шпинделя. У верстатів із поворотною шпиндельною бабкою вона встановлюється у нульове положення.

Припустиме відхилення: для верстатів із шириною стола понад 160 мм на діаметрі 300 мм - 0,02 мм у повздовжній площині і 0,03 мм - в поперечній.

9. Перевірка перпендикулярності робочої поверхні стола до напрямку вертикального переміщення консоля в повздовжній і поперечній площинах

Індикатор закріплюють на нерухомій частині верстата так, щоб його вимірювальний штифт торкався вертикальної робочої грані трикутника, встановлюваного уздовж і поперек стола. Консоль переміщують по напрямних станини.

Припустиме відхилення: для верстатів із шириною стола понад 160 мм на довжині 300 мм - 0,02 мм уздовж повздовжньої осі стола 0,03 мм уздовж поперечної осі стола.

10. Результати вимірів занести у таблицю:

	Відхилення		Примітка
	припустиме	фактичне	
1			
2			
3			
4			
5			

11. Перевірити верстат у роботі, обробити заготовку.

12. Написати звіт щодо проведеної роботи і зробити висновки.

ГЕОМЕТРІЯ ФРЕЗ ТА ПРОЦЕС ФРЕЗЕРУВАННЯ

Мета роботи: вивчення конструктивних та геометричних параметрів фрез, процесу фрезерування матеріалів.

Завдання роботи: здобуття практичних навичок визначення конструктивних та геометричних параметрів фрез та фрезерування.

Обладнання та інструмент: фрезерний верстат з ЧПУ, машинні тиски, динамометр, набір фрез, кутомір, калібри, штангенциркуль, інструментальний мікроскоп.

Методичні вказівки

Циліндричні фрези застосовуються, як правило, для фрезерування плоских поверхонь на горизонтально-фрезерних верстатах. За конструкцією вони можуть бути суцільними, збірними та складеними. Суцільні виготовляють з інструментальних марок криці 2-х типів - з дрібними та крупними зубцями. У фрез з крупними зубцями для дроблення стружки на зубцях роблять стружкорозподільчі канавки, розташовані в шаховому порядку. Збірні фрези виробляють з ножами з інструментальних сталей або з напаяними пластинами з твердого сплаву.

Складені циліндричні фрези застосовуються переважно для чорнової роботи (обробки) поверхонь. Зубці у фрез, як правило, гвинтові, з правим або лівим напрямком. За напрямком обертання фрези поділяються на праворіжучі і ліворіжучі.

Для фрез, що виготовляються централізовано (ГОСТ 3752-71) встановлюють $\gamma = 15^\circ$, $\alpha = 16^\circ$; кут нахилу стружкових канавок $w = 30 \dots 35^\circ$ - для фрез з дрібним зубом; $w = 40^\circ$ - для фрез з крупним зубом.

Конструкція та основні розміри циліндричних фрез наведені на рис. 13.1. Торцеві фрези застосовуються для обробки поверхонь на вертикально- та горизонтально-фрезерних верстатах. Порівняно з циліндричними, торцеві мають наступні переваги: більш жорстке кріплення на шпинделі верстата, надійніше кріплення вставних ножів, плавність в роботі, велика продуктивність. Торцеві фрези можуть бути цільними - з дрібними та великими зубцями та збірні - з вставними ножами. Цільні торцеві, насадкові, швидкоріжучі фрези застосовують при порівняно невеликому їх діаметрі (до 100 мм).

Для торцевих фрез, що виробляються централізовано, ГОСТ 9304-69 встановлює: $\gamma_N = 15^\circ$, на торці $\gamma_T = 12^\circ$, задній кут на циліндрі $\alpha = 14^\circ$, на торці $\alpha_T = 8^\circ$. Кут нахилу стружкових канавок $w = 25 \dots 30^\circ$ - для фрез з дрібним зубом; $w = 35 \dots 40^\circ$ - для фрез із великим зубом. Фрези діаметром 40 та 50 мм кріпляться на повздовжній шпонці, діаметром від 63 до 100 мм - на торцевій шпонці.

Конструкція та основні розміри торцевої фрези показані на рис. 13.2.

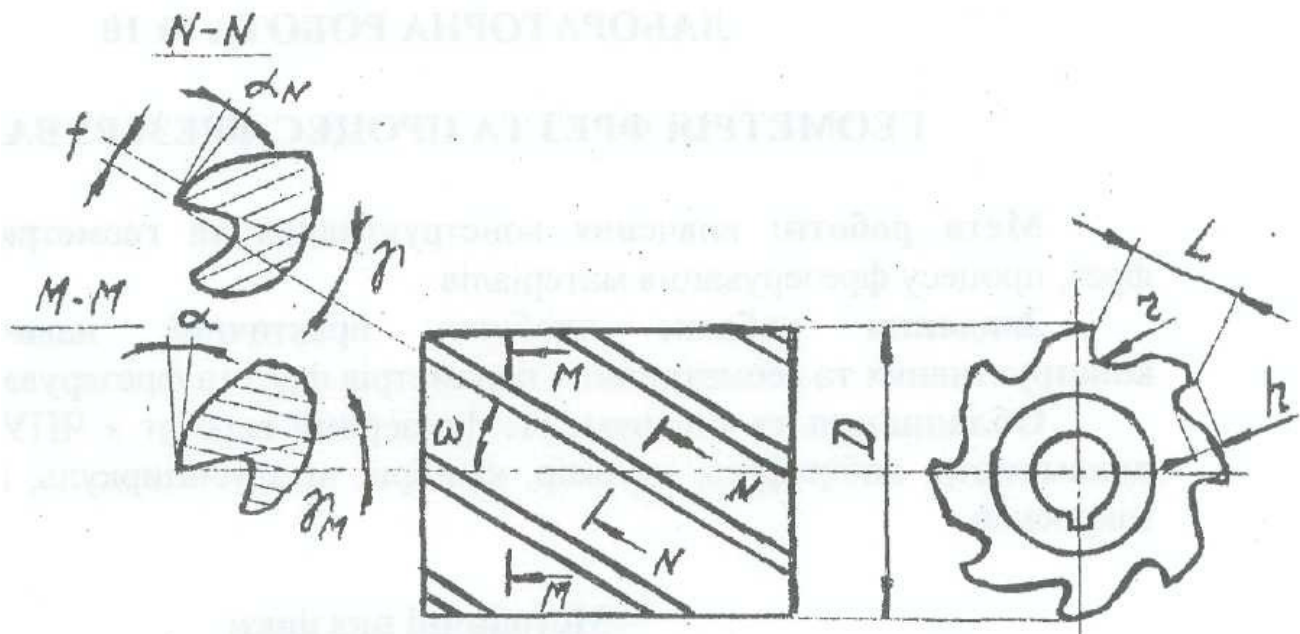


Рис. 10.1 Фреза циліндрична

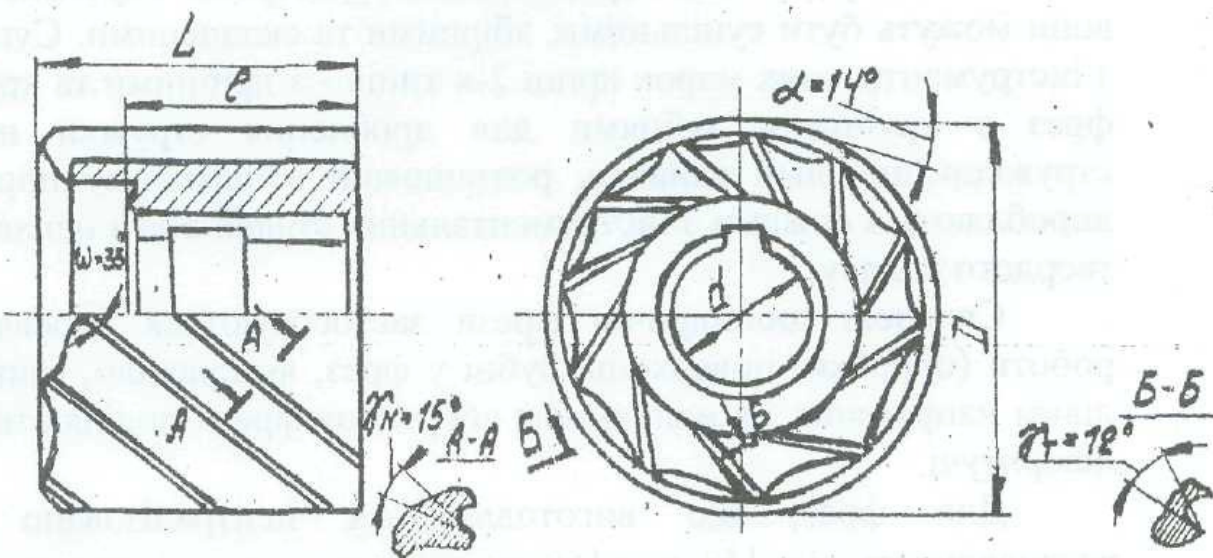


Рис. 10.2 Торцева фреза

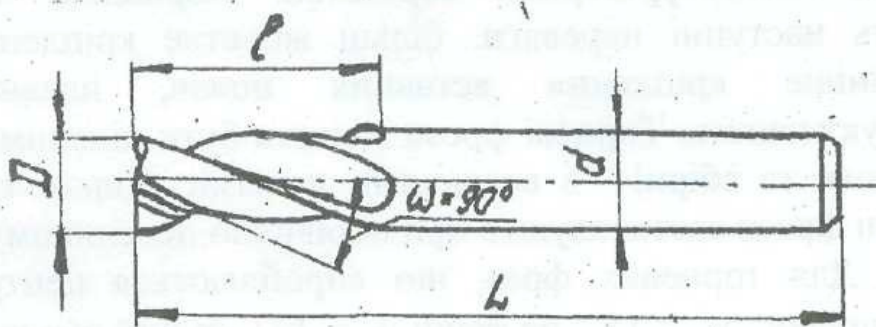


Рис. 10.3 Фреза концева

Кінцеві фрези застосовуються для обробки пазів, різноманітних виїмок, уступів, взаємно перпендикулярних площин, канавок, криволінійних контурів. Виробляються фрези як з інструментальних сталей, так і з твердосплавними пластинами - коронками. Розповсюдженими є і монолітні (цільні) твердосплавні фрези.

Фрези з конічним хвостовиком діаметром до 4 мм виготовляють без торцевих зубців. Кут нахилу стружкових каналів у фрез з циліндричним хвостовиком $w = 30 \dots 35^\circ$ - для фрез із нормальним зубом, $w = 35 \dots 40^\circ$ - для фрез із великим зубом. Передній кут на торці $\gamma_T = 6^\circ$, на циліндрі $\gamma_N = 15^\circ$, задній кут на торці $\gamma_T = 6^\circ$, на циліндрі - $\alpha = 14^\circ$.

Конструктивні параметри кінцевої фрези наведені на рис. 13.3.

Порядок виконання роботи

Засвоїти теоретичні положення та ознайомитися з методикою виконання роботи.

Заміряти: а) конструктивні елементи фрез;

б) геометричні параметри зуба фрези (рис. 13.1).

3. Отримані дані занести в таблицю.

Назва фрези	Розміри фрези					Кількість зубців, z	d
	D	L	α	I	w		
Циліндрична							
Торцева							
Кінцева							

4. Розрахувати кути різання, розрізи, перпендикулярні до головної і ріжучої кромки.

Передній кут γ_N визначається за формулою: $\text{tg } \gamma_N = \text{tg } \gamma \cdot \cos w$;

задній кут α_N - за формулою: $\text{tg } \alpha_N = \text{tg } \alpha / \cos w$;

кут загострення β_N - за формулою: $\beta_N = 90^\circ - (\gamma_N + \alpha_N)$;

кут різання σ_N - за формулою: $\sigma_N = \beta_N + \alpha_N$.

5. Після підрахування кутів різання заповнити таблицю:

Кут фрези				Кути в площині NN			
γ	α	β	σ	γ_N	α_N	β_N	σ_N

6. Виконати робоче креслення фрези.

7. Установити фрезу на верстат. Установити на столі верстата заготовку і закріпити. Виконати пробне фрезерування поверхні.

ЗУБОДОВБАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ МОДЕЛІ 5107

Мета роботи: ознайомлення з методами виготовлення зубчастих коліс малого модуля на прикладі їх обробки на зубодовбальному верстаті моделі 5107, вироблення навиків самостійного настроювання цього верстата на виготовлення шестерні з потрібною кількістю зубців.

Завдання роботи: вироблення навиків з самостійного підбору верстата на виконання технологічної операції.

Обладнання та інструменти: зубодовбальний верстат моделі 5107, довб'як $t = 0,8$ мм.

Теоретичні положення

Існує два методи виготовлення зубчастих коліс: ділення та обкату.

Метод ділення застосовується в індивідуальному виробництві або в інших випадках як чорновий спосіб отримання зубчастого вінця. Обробка вінця при цьому методі здійснюється на звичайних фрезерних верстатах кільцевими (1) або дисковими (2) модульними фрезами шляхом почергової прорізки кожної міжзубової западини. При цьому деталь 3 встановлюють на універсальну ділильну головку, за допомогою якої здійснюють почерговий поворот заготовки на хід зуба $1/2$.

При обробці зубчастого вінця методом обкату використовують спеціальні верстати і модульні черв'ячні фрези або довб'яки. Цей метод значно точніше за метод ділення.

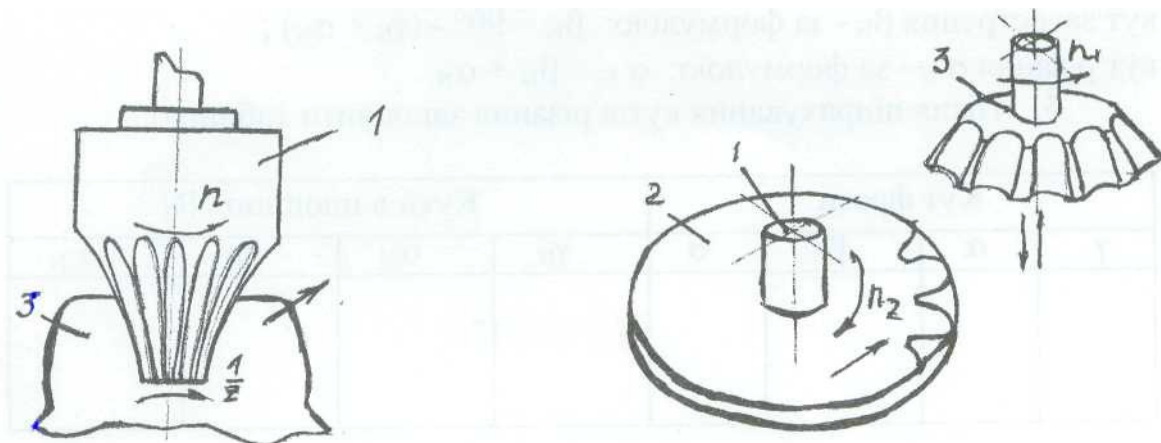


Рис. 11.1. Метод ділення

Рис. 11.2. Метод обкату

Широко використовуються для обробки шестерень з прямими та косими зубцями зубодовбальні верстати моделі 5107. На цих верстатах можна обробляти шестерні різних діаметрів і різних модулів.

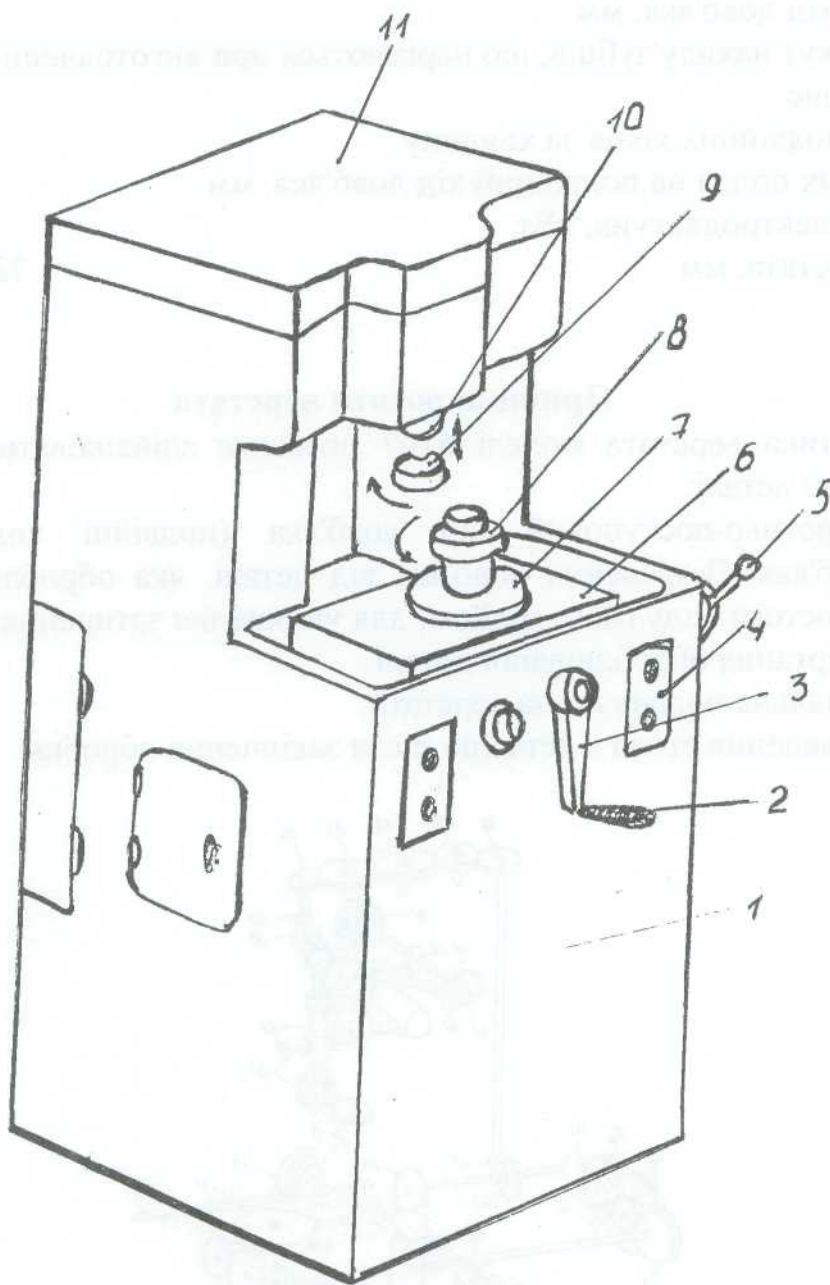


Рис. 11.3. Загальний вигляд зубодовбального верстата:

1 - станина; 2 - ручка підводу каретки; 3,4 - кнопки ввімкнення верстата; 5 - рукоятка ввімкнення стола; 6 - каретки; 7 - стіл з оправкою; 8 - заготовка; 9 - довб'як; 10 - шпиндель; 11 - кришка

Основні характеристики верстата моделі 5107

Межа модулів коліс, що нарізаються, мм	0,2 +1,0
Найбільший діаметр шестерень, разом із зубчастим вінцем, мм:	
зовнішнім	75
внутрішнім	100
Межі кількості зубців на колесах	10... 100
Найбільший хід довб'яка, мм	25
Найбільший кут нахилу зубців, що нарізаються при виготовленні косозубих коліс	45°
Межі чисел подвійних ходів за хвилину	400... 2000
Межі кругових подач на подвійний хід довб'яка, мм	0,12... 0,41
Потужність електродвигуна, кВт	0,6
Габарити верстата, мм	725 x 650 x 1320

Принцип роботи верстата

Кінематика верстата моделі 5107 дозволяє здійснювати наступні рухи інструмента до деталі:

1. Зворотньо-поступовий хід довб'яка (подвійні ходи), обертання довб'яка. Відведення довб'яка від деталі, яка обробляється в період холостого ходу (його підйом, для уникнення затирання інструмента).
2. Обертання оброблюваної деталі.
3. Радіальна подача стола верстата.
4. Відведення стола з деталлю після закінчення обробки.

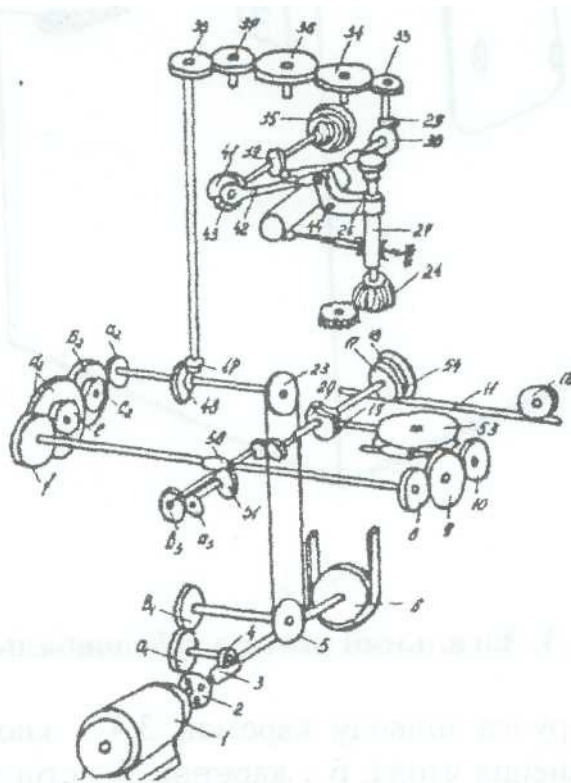


Рис. 11.4. Кінематична схема зубодовбального верстата

Зворотньо-поступовий рух довб'яка (інструмента) 24 при обробці (рис. 11.4) здійснюється за допомогою кривошипно - шатунного механізму 41 та 42, який отримує рух від електродвигуна 1 через муфту 2 та пару змінних шківів 6 та 35. Змінними шківками встановлюється потрібна кількість подвійних ходів за хвилину, або швидкість обробки.

Шляхом зміни положення осі 43 на кривошипі 41 змінюється отмах шатуна 42, який через важіль 26, що сидить на осі 44, рухає вгору-донизу штосель 27 з довб'яком 24. Таким чином відбувається встановлення довжини ходу довб'яка залежно від товщини шестерні, що оброблюється.

Обертання довб'яка здійснюється від електродвигуна 1 через муфту 2, черв'ячну пару 3-4, гітару кругових подач $a_1 - b_1$ ланцюгову передачу 5-23, конічну пару коліс 48-47, колеса 38, 37, 36, 34, 33, конічну пару коліс 29-30.

Шляхом заміни шестерень в гітарі кругових подач $a_1 - b_1$ встановлюється потрібна швидкість обробки.

Відведення довб'яка від заготовки під час його холостого ходу догори здійснюється зміщенням корпусу штоселя з інструментом 27 штовхачем 46, який отримує переміщення від упора 45 важеля 40, який приводиться у коливальний рух кулачком 39. Корпус штоселя змонтований на двох пальцях і повертає довб'як від деталі приблизно на 0,07 мм.

Обертання заготовки, швидкість якої зладжена зі швидкістю обертання довб'яка, здійснюється від електродвигуна 1 через муфту 2, черв'ячну пару 3-4, гітару кругових подач $a_1 - b_1$ ланцюгову передачу 5-23, гітару ділення

$a_2 - b_2 - c_2 - d_2$, яка регулюється залежно від кількості зубців довб'яка та нарізаної шестерні, зубчасті колеса 8-9-10, черв'як 52 та черв'ячне колесо 58, закріплене на шпинделі стола.

Радіальна подача стола із заготовкою здійснюється таким чином: при пуску електродвигуна гідравлічної системи стіл із заготовкою переміщується у напрямку шпинделя довб'яка до упора ролика 19, який з'єднаний зі столом верстата одним з кулачків подачі 20. Кулачки подачі - однопрохідний та двопрохідний - отримують обертання від вхідного вала через гітару ділення, черв'ячну пару 50-51, гітару радіальних подач $a_3 - b_3$, яка регулюється на кулачок ($a_3 = 28$, $b_3 = 38$ для однопрохідного, $a_3 = 18$, $b_3 = 48$ для двопрохідного). Кулачки, що обертаються, подають оброблювану шестерню, під довб'як, здійснюючи врізання. При коченні ролика 19 по радіусній ділянці відбувається лише процес обкатування.

Встановлення стола на задану глибину врізання здійснюється поворотом кулачків радіальної подачі 20 за допомогою рукоятки 13, яка обертає колесо 12, та через рейку 11 - колесо 54. Останнє зв'язане з храповим колесом 18, при обертанні якого собачка 16 прослизає по храповому колесу 18 вхолосту.

Після закінчення обробки колеса виступ на диску 17 натисне на кінцевий вимикач та вимикає електродвигун, відбувається перемикання в гідросистемі та стіл верстата з готовою деталлю відводиться від інструмента.

Порядок налагодження верстата

1. Встановити заготовку на оправку та закріпити.
2. Встановити довжину ходу довб'яка відносно заготовки.
3. Встановити кількість подвійних ходів довб'яка.
4. Встановити довб'як на глибину врізання.
5. Настроїти гітару ділення.
6. Настроїти гітару радіальних передач.

Довб'як потрібно встановити та закріпити в штоселі верстата.

1. Заготовка деталі встановлюється та кріпиться на оправку, яка точно вивірена та закріплена на столі верстата.
2. Встановлення довжини ходу довб'яка відносно заготовки здійснюється шляхом регулювання положення кривошипно-шатунного механізму (положення рухливої гайки 43 та довжини шатуна). Довжина ходу довб'яка встановлюється величиною $L = b + 2h$, де b - товщина заготовки; h - величина перебігу довб'яка вище та нижче заготовки, $b = 1,5...2$ мм.
3. Кількість подвійних ходів довб'яка

$$n = (1000 * V) / 2L$$

де V - швидкість різання, м/хв; L - довжина ходу довб'яка. На верстаті моделі 5107 можна встановити 400, 700, 1200, 2000 подвійних ходів.

4. Встановлення довб'яка на глибину врізання здійснюється обертанням рукоятки 13 кулачка 20 в певне положення, яке відповідає потрібному модулю, що позначено на шкалі рукоятки. При цьому ролик 19 буде торкатися кулачка 20 в певній точці його кривої, тобто стіл буде ближче чи далі від довб'яка під час його обробки та врізання в заготовку буде дорівнювати висоті зуба.
5. Настроювання гітари ділення, тобто встановлення певних шестерень, $a_2 - b_2 - c_2 - d_2 - l - f$ робиться задля синхронного обертання довб'яка та деталі. При обертанні довб'яка на один зуб заготовка повинна повернутися також на один зуб незалежно від кількості зубів, що врізаються.

Настроювання слід проводити за формулою:

$$a_2 * c_2 * l / (b_2 * d_2 * f) = Z_{\text{довб}} / Z_{\text{дет}}$$

де $Z_{\text{довб}}$ - кількість зубців на довб'яку; $Z_{\text{дет}}$ - кількість зубців на деталі.
Часто беруть $l = f = 60$, тоді формула спрощується:

$$a_2 * c_2 / (b_2 * d_2) = Z_{\text{довб}} / Z_{\text{дет}}$$

6. Настроювання гітари кругової подачі необхідне для певного кутового обертання довб'яка на один подвійний хід. Розрахунок настроювання здійснюється за формулою:

$$(D_{35} * Z_5 * Z_5 * Z_{48} * Z_{38} * Z_{32} * Z_{30}) / (D_6 * Z_4 * Z_{23} * Z_{47} * Z_{33} * Z_{29}) * p * D_y = S_k$$

Після підстановки можна отримати:

$$Z_{a1} / Z_{b1} = (373 D_6) / (D_q D_{35}) * S_k,$$

де D_q - діаметр розподільчої окружності довб'яка; D_6 - діаметр ведучого змінного шківів 6, мм; D_{35} - діаметр відомого змінного шківів 35, мм; S_k - кругова подача на один подвійний хід довб'яка; S_k - 0,88 ... 0.15 мм.

7. Настроювання гітари радіальних подач здійснюється з урахуванням обраної кількості проходів.

При встановленні однозахідного кулачка беруть $a_3=28$, $b_3=38$ зубців, двозахідного кулачка - $a_3=18$, $b_3=48$ зубців.

Двозахідний кулачок використовують у випадках обробки заготовок з матеріалів, що погано обробляються. Най частіше застосовують однозахідний.

Зміст роботи

1. Ознайомити з даною методикою проведення роботи.
2. Вивчити верстат моделі 5107 та порядок його настроювання.
3. Провести необхідні розрахунки для настроювання верстата.
4. Налаштувати верстат та виготовити деталь.
5. Заповнити операційну карту механічної обробки шестерні.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити конструкцію верстата та методи настроювання його вузлів.
2. Після перевірки знань щодо конструкції верстата отримати завдання до лабораторної роботи. У завданні вказується кількість зубців, які необхідно отримати на заготовці, та модуль.
3. Розрахувати потрібний діаметр заготовки для заданих чисел Z та m .
4. Розрахувати довжину ходу довб'яка. Розмір b задається.
5. Взявши швидкість різання $V = 6 \dots 8$ м/хв, розрахувати кількість подвійних ходів довб'яка.
6. Розрахувати кількість зубців гітари ділення, взяти кількість зубців на шестернях l та f по 60. Приблизні розрахунки не допускаються.
7. Виконати розрахунок гітари кругової подачі, обравши величину S_k з вказаних лімітів.
8. Подати викладачеві розрахунки для перевірки результатів та отримати заготовку.
9. Виконати необхідне настроювання верстата під наглядом лаборанта:
встановити та закріпити деталь; настроїти гітару ділення, встановивши необхідні шестерні; настроїти гітару кругової подачі.
10. Перевірити при роботі вручну вірність встановлення довб'яка, його ходу та глибини різання. Гідросистема при цьому повинна бути увімкнена.
11. Заповнити технологічну операційну карту механічної обробки шестерні.
12. Виготовити шестерню з потрібною кількістю зубців.
13. Убрати робоче місце та здати звіт про виконану роботу. У звіті повинні бути наведені всі розрахунки, описи, карти.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

ПЛОСКОШЛІФУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ

Мета роботи: ознайомлення з плоскошліфувальними верстатами, їх призначенням, системою, кінематикою та особливостями настроювання на виконання заданої роботи.

Завдання роботи: оволодіння навичками підбору плоскошліфувальних верстатів до виконання технологічних операцій.

Обладнання: плоскошліфувальний верстат. Технологічні операції, які можуть бути виконані на плоскошліфувальних верстатах

Методичні вказівки

Шліфувальні верстати використовують для чистової обробки деталей з метою отримання точних розмірів та чистих поверхонь. У більшості випадків заготовки на шліфувальні верстати надходять після термічної обробки, маючи незначний припуск, який залишено на попередніх операціях. Однак не рідкісні випадки, коли заготовки не піддаються попередній обробці. Тому обдирні та чистові операції здійснюють на шліфувальних верстатах.

На рис. 12.1 наведено схеми плоского шліфування. При плоскому шліфуванні круг робить периферією або торцем. Столу надають зворотньо-поступовий рух $V_{ст}$, а кругу - поперечну подачу S_1 , мм/дв.ход (рис. 12.1,а). Після обробки площини круг отримує вертикальну подачу S_2 , мм на глибину шліфування.

На рис. 12.2 наведено схему шліфування торцем круга. Деталь 1 встановлюють на магнітному столі 2, якому надають зворотньо-поступового руху зі швидкістю $U_{ст}$. Шліфувальний круг своїм торцем перекриває по діаметру деталь чи групу деталей, що шліфуються. Періодично круг отримує вертикальну подачу S_1 , мм/дв.ход. На деяких плоскошліфувальних верстатах (рис. 12.1,в) деталі 1 встановлюють на круглomu столі 2, якому передають обертання (кругову подачу). Круг 3, перекриваючи частину стола, забезпечує шліфування по всій ширині деталі.

Параметри процесу плоского шліфування

При роботі периферією круга:

1. Деталь, яка закріплена на столі верстата, рухається прямолінійно зі швидкістю $V_{ст}$.

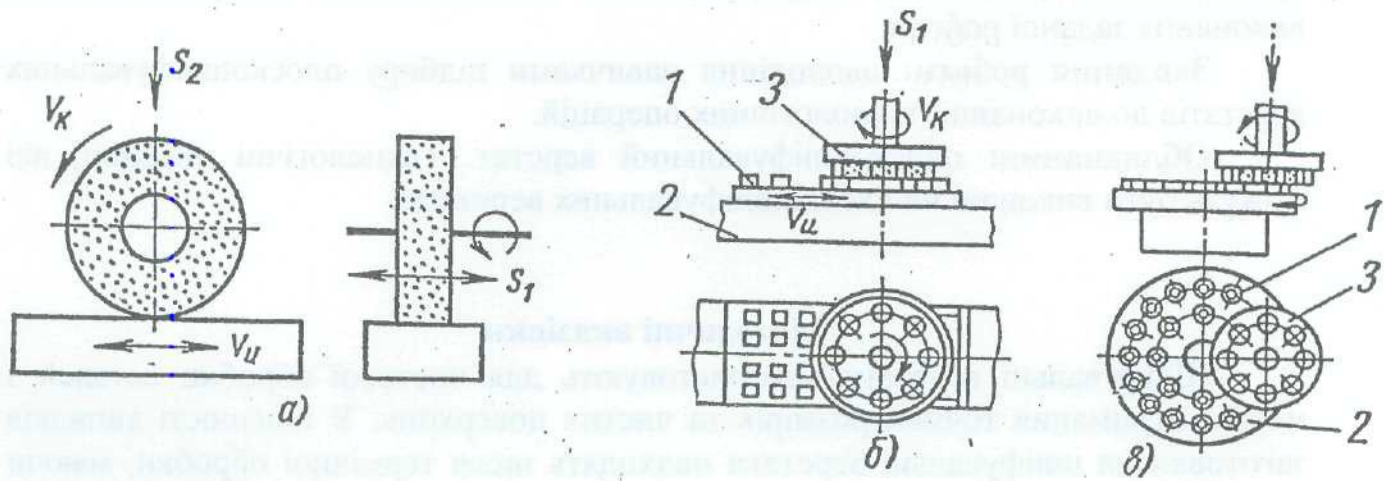


Рис. 12.1 Схеми плоского шліфування

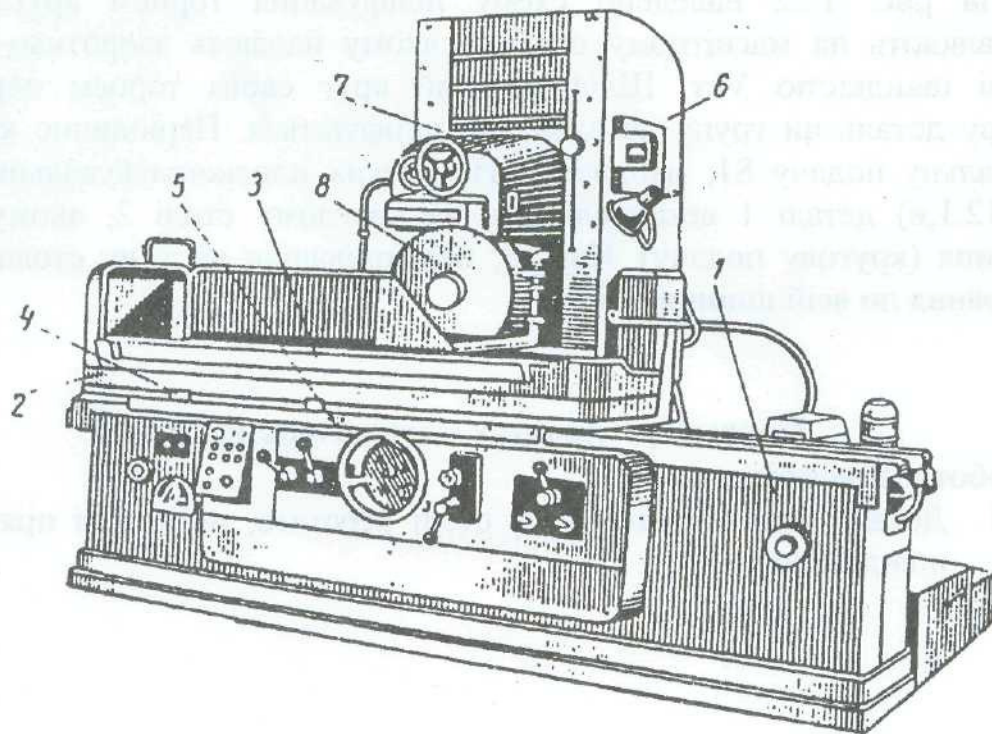


Рис. 12.2 Плоскошліфувальний верстат з горизонтальним шпинделем

2. Шліфувальний круг обертається навколо своєї осі з частотою n (об/хв) та забезпечує швидкість різання, м/с:

$$V = \frac{\pi D n}{1000 \times 60},$$

де D - зовнішній діаметр круга, мм; n - частота обертання круга, об/хв.

3. Після кожного подвійного ходу стола з деталлю шліфувальний круг зміщується на величину S , мм/дв.ход.
4. Обробивши площину деталі, круг отримує вертикальну подачу S_2 , в бік деталі на глибину шліфування.

Основні вузли плоскошліфувального верстата

На рис. 12.2 подано схему компоновання вузлів плоскошліфувального верстата, який працює периферією круга. На напрямних станини 1 встановлено повздовжній стіл 2, котрий отримує зворотньо-поступовий рух від гідропривода, змонтованого усередині станини. На робочій площині стола є Т-подібні пази, які використовують для закріплення деталей або пристрою 3 (магнітного стола). На боковій поверхні встановлюють упори 4, які діють на важіль 5 та реверсують рух стола.

На станині встановлено колону 6. На її вертикальних напрямних змонтовано салазки зі шліфувальною бабкою 7, яка несе горизонтальний шпindel з кругом 8. По висоті бабку встановлюють ручним способом. Поперечна подача після кожного ходу здійснюється за допомогою гідروпередачі.

Моделі плоскошліфувальних верстатів

Незмінний ріст машин, що виготовляються, і приладів високої точності та високого класу чистоти обробки поверхонь привели до необхідності випуску значної кількості різноманітних моделей плоскошліфувальних верстатів.

Випускаються наступні моделі, які відрізняються одна від одної головним чином розмірами робочої поверхні стола: 371М, 3671, 3А732, 375, 372Б, 3722, 3740, 3А756, 3А544 та ін.

Рух у верстаті. Рух різання, обертання шпинделя шліфувальної бабки з абразивним кругом. Повздовжня подача, прямолінійний зворотньо-поступовий рух стола з деталлю. Поперечна та вертикальна подачі, періодичні поступові переміщення, які передаються до шліфувальної бабки з абразивним кругом. Допоміжні рухи, рухи, що встановлюють та швидко переміщують шліфувальну бабку у поперечному та вертикальному напрямках.

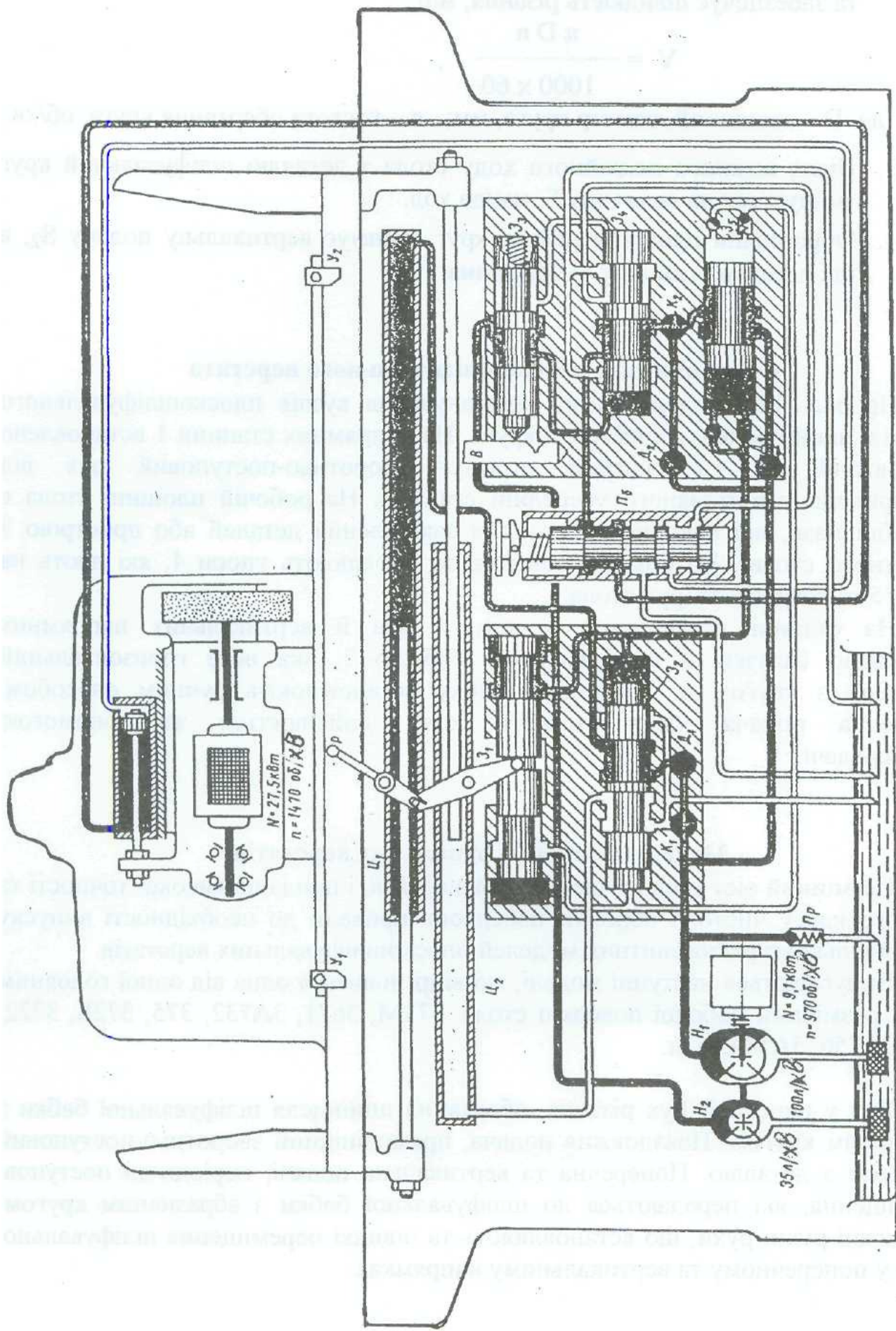


Рис. 12.3 : Гідравлічна схема плоскошліфувального верстата моделі 3724

Принцип роботи. Дисковий абразивний круг закріплюють на кінці шпинделя шліфувальної бабки. Деталь, залежно від форми та розмірів, можна закріпити або безпосередньо на столі верстата, або на магнітній плиті.

Стіл з деталлю отримує прямолінійний зворотньо-поступовий рух у повздовжньому напрямку. Довжина та місце ходу стола визначаються довжиною та розміщенням на столі деталі і обмежуються переставними упорами. При шліфуванні деталей, ширина яких більша ніж довжина круга, шліфувальній бабці періодично надається поперечна подача після кожного чи подвійного ходу стола. Після кожного проходу шліфувальній бабці надається вертикальна подача до повного зняття всього припуску.

Рух різання. Шліфувальний круг (рис. 12.3) закріплено на шпинделі шліфувальної бабки і приводиться у рух вбудованим електродвигуном потужністю 27,5 кВт, розміщеним усередині бабки.

Рух подач. Повздовжня подача стола. При положеннях золотників 31 та 32, позначених на схемі, масло від насоса НІ через пусковий кран К1, дросель Д1 та праву виточку реверсивного золотника 32 рухається в порожнину робочого циліндра Ц1, перемішуючи плунжер та з'єднаний з ним стіл верстата вліво. З порожнини робочого циліндра Ц2 через ліву виточку реверсивного золотника 32 масло зливається у бак. При підході стола до крайнього лівого положення, упор У2, що укріплений на столі, повертає важіль Р, переміщуючи золотник 31 вліво, який переміщує реверсивний золотник 32 вправо.

При правому положенні реверсивного золотника 32 масло від насоса НІ через пусковий кран К1 та дросель Д1 рухається в ліву виточку реверсивного золотника 32 і надходить в порожнину робочого циліндра Ц2, перемішуючи плунжер зі столом вправо. З порожнини робочого циліндра Ц1 масло зливається у бак.

При підході стола до крайнього правого положення важіль Р під дією лівого переставного упора У1, закріпленого на столі, перемістить золотник керування 31 вправо; в цьому випадку реверсивний золотник 32 переміститься вліво, масло від насоса НІ буде рухатись в порожнину робочого циліндра Ц1 і цикл роботи повториться.

Регулювання верстата на потрібну швидкість ходу стола здійснюється дроселем Д1. Для вимкнення повздовжньої подачі повертають кран К1, при цьому масло, що нагнітається насосом НІ, зливається в бак.

Поперечна подача бабки здійснюється також гідроприводом, який живиться насосом НІ. Частина масла від цього насоса направляється у гідравлічну коробку шліфувальної бабки, в якій знаходиться кран К2 характеру подач, дроселі Д2 та Д3, золотник керування 33, розподільчий золотник 34 та золотник порціонної подачі 35.

У момент реверсу стола золотник керування 31 направляє під тиском порцію масла під лівий чи правий торець порціонного золотника 35, примушуючи його пересуватися з одного крайнього положення в інше.

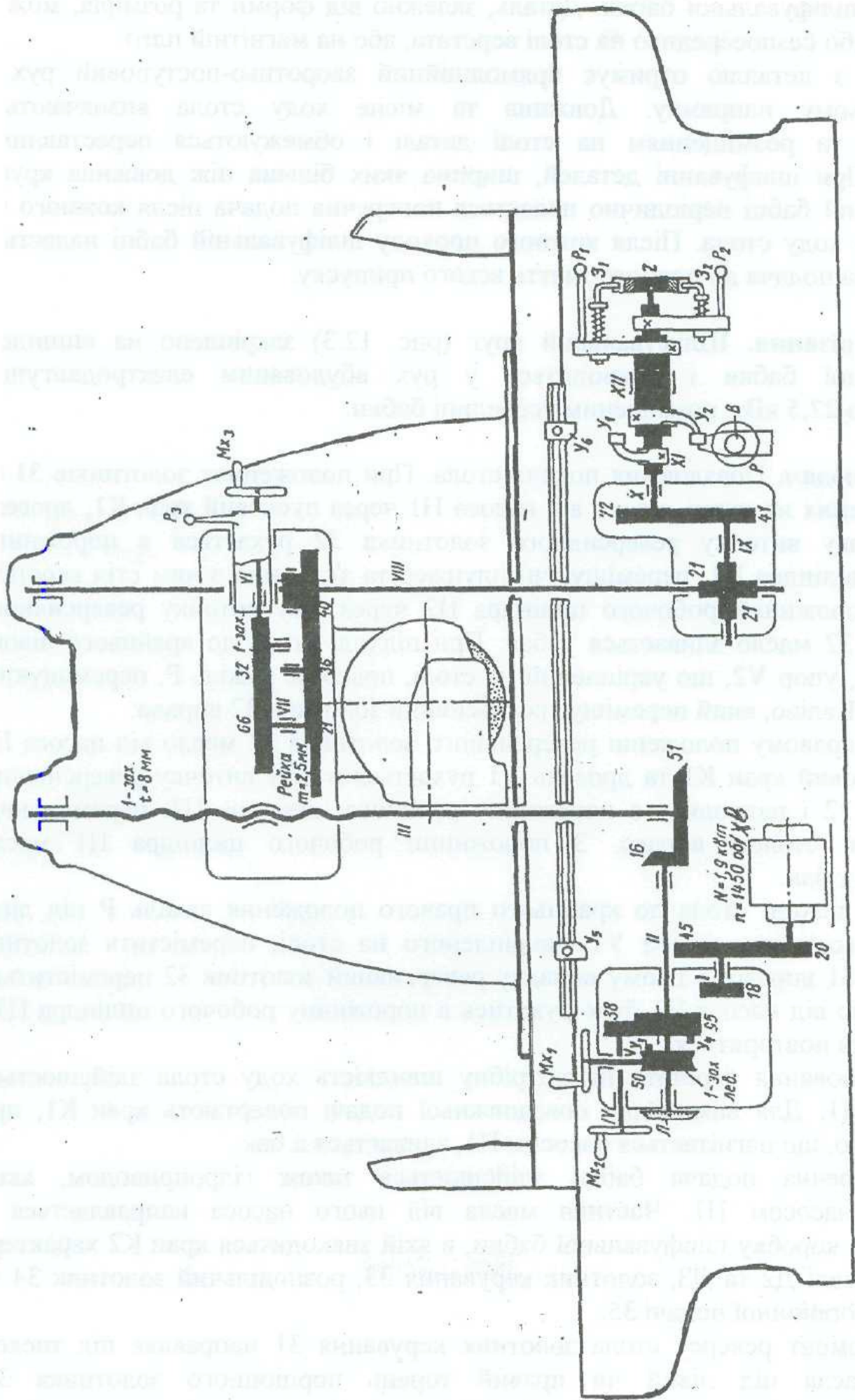


Рис. 12.4 Кінематична схема плоскошліфувального верстата моделі 3724.

Порціонний золотник 35 може займати тільки крайні положення. При його переміщенні канал, котрий підводить масло від насоса Н1 на короткий проміжок часу з'єднується з каналом, що виводить, внаслідок чого порція масла від насоса Н1 через дросель Д3 та центральну виточку золотника 35, кран характеру подачі К2 та ліву виточку розподільчого золотника 34 потрапляє у блокувальний плунжер Пб, проходить крізь його верхню виточку та рухається далі в ліву порожнину циліндра подачі шліфувальної бабки, здійснюючи її поперечну подачу. З правої порожнини циліндра подачі шліфувальної бабки через нижню виточку плунжера Пб та праву виточку розподільчого золотника 34 масло зливатиметься в бак.

Величина поперечної подачі змінюється дроселем Д3 та кульковими клапанами, призначеними для перекидання порціонного золотника 35. Блокувальний плунжер Пб при ввімкненому соленоїді завжди займає верхнє положення (як вказано на схемі), забезпечуючи з'єднання нагнітаючих каналів, з порожнинами гідроциліндра подачі шліфувальної бабки. Вимикання поперечної подачі здійснюється вимкненням соленоїда, при цьому плунжер Пб опускається, нагнітання відсікається, а порожнини гідроциліндра подачі шліфувальної бабки з'єднуються зі зливом, утворюючи можливість ручного переміщення.

Насос Н2 продуктивністю 35 л/хв є допоміжним та керує рухом реверсивного 32 та розподільчого 34 золотників.

Зміна напрямку поперечної подачі здійснюється валиком В, який під дією упорів (на схемі не вказані) підіймається догори чи спускається донизу. При підйманні валика В золотник керування 33 під дією пружини зміститься уліво; при цьому масло від насоса Н2 через праву виточку золотника керування 33 потрапить у праву порожнину розподільчого золотника 34 та зміститься уліво.

При такому положенні розподільчого золотника 34 масло від насоса Н1 через дросель Д3, кран характеру подачі К2, праву виточку золотника 34 та нижню виточку блокувального плунжера Пб при ввімкненому соленоїді буде направлятися у праву порожнину циліндра подачі шліфувальної бабки, здійснюючи її зміщення у протилежний бік.

Злив масла з лівої порожнини циліндра подачі шліфувальної бабки відбудеться через верхню виточку блокувального плунжера Пб та ліву виточку розподільчого золотника 34. Для швидких пересувань шліфувальної бабки у поперечному напрямку від гідропривода кран подачі К2 повертають на 90° проти годинникової стрілки. В цьому випадку масло від насоса Н1 проходить через дросель Д2 та кран К2 безперервним потоком і, залежно від положення золотника керування 33, направляється через ліву чи праву виточку розподільчого золотника 34, верхню чи нижню виточку блокувального плунжера Пб відповідно до правої чи лівої порожнини циліндра шліфувальної бабки.

Механізм вертикальних переміщень. У верстаті передбачена лише ручна періодична вертикальна подача шліфувальної бабки, яка здійснюється маховичком Мх2 (рис. 12.4), причому величина подачі визначається візуально за лімбом Л.

Для обробки партії однакових деталей верстат має механізм упорів, який лімітує величину опускання шліфувальної бабки в процесі її вертикальної подачі відповідно до висоти деталей. Механізм упорів має мікрометричний пристрій для компенсації зносу круга.

При роботі без механізму упорів широку шестерню 95 встановлюють, як позначено на схемі, у середнє положення таким чином, щоб упори V3 та V4 знаходились у різних площинах та не могли зчепитися один з одним. Тоді ручну вертикальну подачу шліфувальної бабки, яка здійснюється маховичком Мх2 через вал IV, шестерні 38-95, вал II, конічну передачу 16-51 та вертикальний ходовий гвинт III з кроком 8мм, нічого не обмежує. Робітник закінчує подачу, досягнувши потрібної висоти.

При шліфуванні партії однакових деталей, з метою скорочення допоміжного часу на проміри, робота ведеться по упорах. У цьому випадку широка шестерня 95 пересувається по валу II вліво з таким розрахунком, щоб упори V3 та V4 знаходились у одній площині.

Упор V3 закріплено в ступиці черв'ячного колеса 50, яке вільно встановлено на валі II та знаходиться у постійному зачепленні з однозахідним черв'яком. Останній таким же чином, як і маховичок Мх1, закріплено на валу V. Обертанням маховичка Мх1 упор V3 встановлюється в потрібне положення, що відповідає заданому розміру за висотою деталі. Після цього маховичком Мх2 шпindelній бабці надається періодична вертикальна подача без проміжних промірів деталі доти, поки упор V4 не дійде до упору V3.

Час від часу за допомогою маховичка Мх1 та мікрометричного лімбу упор V3 переміщують за ходом на невелику величину для компенсації зносу круга.

Швидкі вертикальні переміщення шліфувальної бабки здійснюються шляхом переключення широкої шестерні 95 в крайнє праве положення, при якому гвинт вертикальної подачі III приводиться у обертання від допоміжного електродвигуна потужністю 1,9кВт через шестерні 20-45, вал I, шестерні 18-95, вал II та конічні шестерні 16-51.

Механізм поперечних переміщень. Ручне поперечне переміщення шліфувальної бабки здійснюється обертанням маховичка Мх3, який закріплено на валу VI та для зручності винесено на передню стінку корпусу шліфувальної бабки.

Вал VI, на лівому кінці якого впритул закріплено однозахідний черв'як, ексцентрично змонтований у гільзі, керованій рукояткою Р3. Така конструкція забезпечує введення черв'яка в зачеплення з шестернею 32, на якій нарізано гвинтові зубці, або виведення його із зачеплення. Зміщення осей черв'яка та гільзи складає більш ніж половину висоти зубців шестерні 32.

При повертанні рукоятки Р3 для ввімкнення черв'ячної передачі та обертання маховичка Мх3 рух передається через черв'ячну передачу 1-32 до шестерні 66, яку закріплено на валу VII, та далі до рейкової шестерні 21, котра знаходиться у постійному зачепленні з рейкою $m = 2,5\text{мм}$, що прикріплена до корпусу шліфувальної бабки.

Механізм упорів. Механізм упорів, розташований у правій частині станини II, призначений для настроювання потрібної величини ходу шліфувальної бабки у поперечному напрямку. Механізм упорів складається із зубчастої гвинтової передачі 21-21, шестерень 41-72, зубчастого диска 2 із собачками 31 та 32, порожнистих валів XI та XII, які несуть на собі упори VI та V2, рукояток Р1 та Р2 для настроювання механізму на потрібну довжину ходу шліфувальної бабки, роликми важільної системи, яка впливає на валик В (рис. 12.3).

При поперечному переміщенні шліфувальної бабки гідроприводом рейкова шестерня 21 починає обертатися, передаючи рух через проміжне зубчасте колесо 36 до шестерні 40, яка змонтована у корпусі шліфувальної бабки та переміщується з ним у вертикальному напрямку. Шестерня 40 знаходиться на ходовому валу VIII та при власному обертанні приводить його у обертання.

Від ходового вала VIII рух передається через гвинтові зубчасті колеса 21-21, вал IX та шестерні 41-72 до вала X, на правому кінці якого жорстко закріплено зубчастий диск 2.

У зубці диска 2 входять собачки 31 та 32, які при обертанні диска 2 обертаються разом із порожніми валами XI та XII та упорами VI і V2. Останні, діючи на ролик Р та важільну систему (на схемі не позначена), переміщують у вертикальному напрямку догори чи донизу валик В, котрий зміщує вліво чи вправо золотник керування 33 (рис. 12.3), забезпечуючи зміну напрямку подачі шліфувальної бабки.

Настроювання механізмів упорів на потрібну довжину поперечного переміщення шліфувальної бабки здійснюється після виведення собачок 31 та 32 із зачеплення з зубчастим колесом 2 шляхом повороту рукояток Р1 та Р2. При цьому обертаються порожні вали XII, і упори VI та V2 розсуваються на необхідний кут.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з технологічними операціями, які виконуються на плоскошліфувальних верстатах.
2. Вивчити параметри плоского шліфування.
3. Ознайомитись з основними вузлами верстата, кінематикою.
4. На ескіз деталі, що задано, написати технологічну операцію.
5. Виконати технологічну операцію.
6. Зробити висновки.

АБРАЗИВНІ ІНСТРУМЕНТИ ШЛІФУВАННЯ

Мета роботи: вивчення абразивних інструментів та процесів шліфування.

Завдання роботи: оволодіння практичними навичками визначення параметрів абразивних інструментів та шліфування.

Обладнання та інструмент: плоскошліфувальний верстат, заготовки, набір шліфувальних кругів, набір вимірювальних інструментів.

Методичні вказівки

Шліфування взагалі є чистовою обробною операцією. Шліфування - це процес різання матеріалів абразивними інструментами. До абразивних інструментів належать шліфувальні круги, бруски, сегменти та інші різальні інструменти.

На рис. 13.1 зображено схеми деяких видів шліфування:

- а) кругле шліфування в центрах;
- б) плоске шліфування периферією круга;
- в) плоске шліфування торцем круга;
- г) внутрішнє шліфування.

На рис. 13.2,а,б зображена принципова схема різання зернами абразивного круга: а - процес різання; б - геометрія зерна та закріплення його в зв'язці. Шліфувальні круги характеризуються формою та розмірами; абразивним матеріалом; зернистістю; зв'язкою; твердістю; структурою та максимальною кільцевою швидкістю обертання.

Форма. У табл. 13.1 наведені типові форми шліфувальних кругів.

Плоский прямий кут (ПП) використовується для круглого, циліндричного та плоского шліфування. D - зовнішній діаметр, d - внутрішній діаметр та B - ширина круга.

Дисковий круг (Д) взагалі застосовується для різання загартованої сталі, порізування вузьких пазів або для утворення стружколамких канавок у протяжних та інших інструментах.

Чашковий циліндричний круг (ЧЦ) застосовують для внутрішнього шліфування або загострення ріжучого інструмента.

Абразивні матеріали. Для виготовлення шліфувальних кругів застосовують такі абразивні матеріали: електрокорунд (Е); електрокорунд білий (ЕБ); монокорунд (М); карбід кремнію зелений (КЗ) та карбід кремнію чорний (КЧ), а також синтетичні алмази.

Для шліфування деталей з твердих сплавів та загострення твердосплавних інструментів використовують круги з карбіду кремнію зеленого та алмазні круги, виготовлені із синтетичних алмазів.

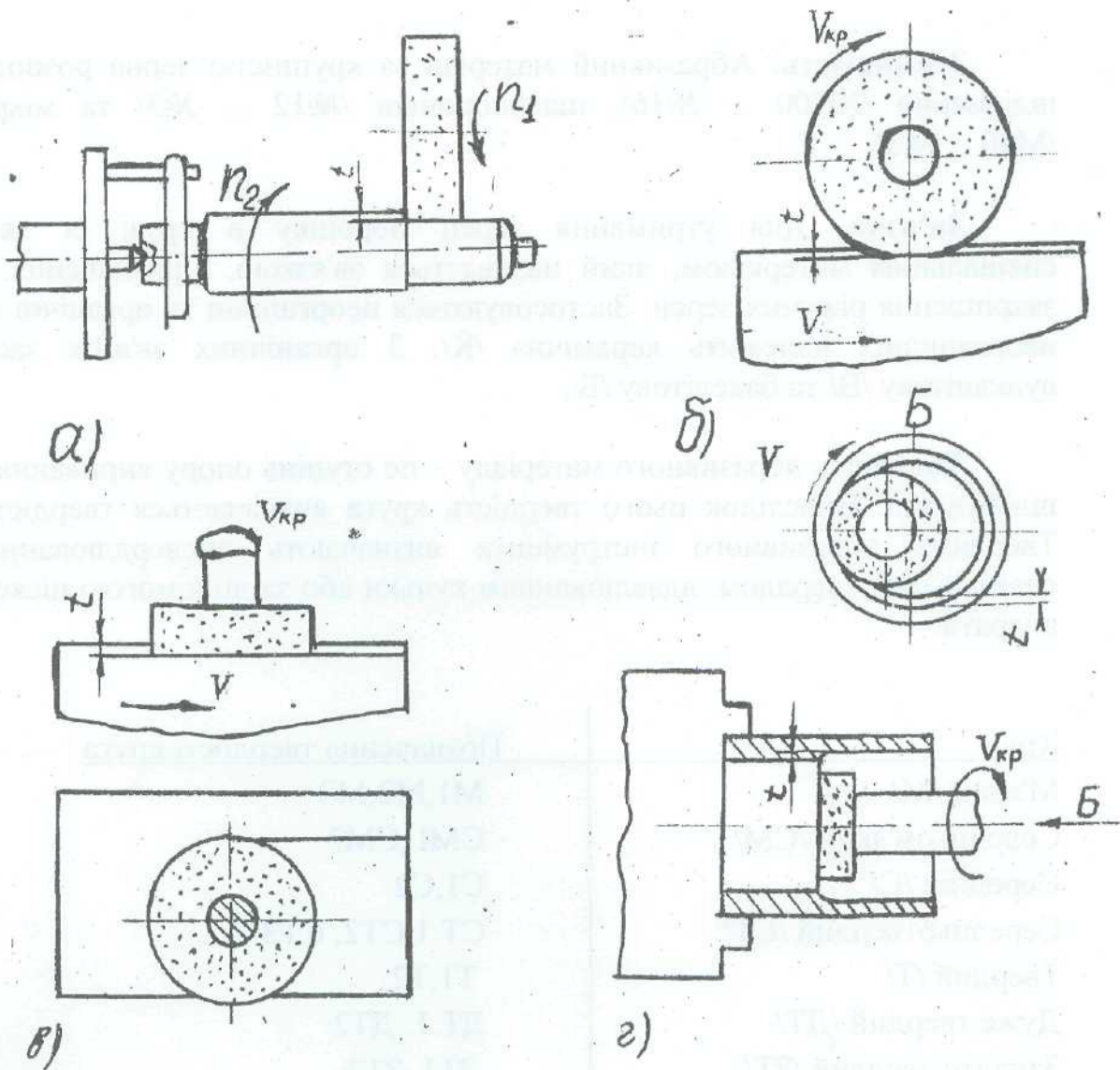


Рис. 13.1. Схеми деяких видів шліфування

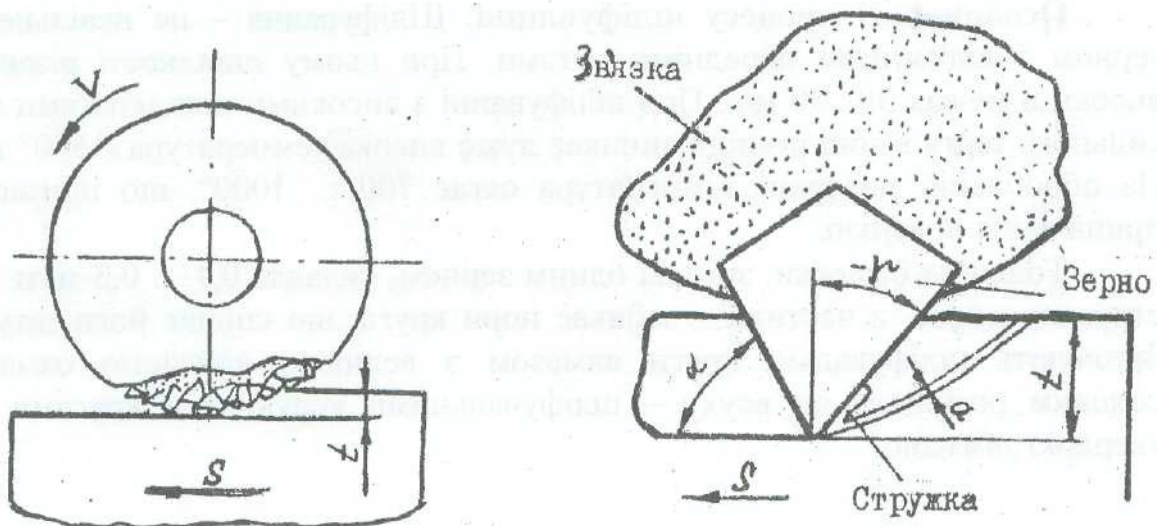


Рис. 13.2. Схема різання зернами абразивного круга

Зернистість. Абразивний матеріал за крупністю зерна розподіляють на шліфзерно /№200 ... №16/, шліфпорошки /№12 ... №3/ та мікропорошки /М40 ... М3/.

Зв'язка. Для утримання зерен порошку в крузі їх закріплюють спеціальним матеріалом, який називається зв'язкою. Призначення її - міцне закріплення ріжучих зерен. Застосовуються неорганічні та органічні зв'язки. До неорганічних належить керамічна /КУ. З органічних зв'язок застосовують вулканітову /В/ та бакелітову /Б/.

Твердість абразивного матеріалу - це ступінь опору виривання зерен при шліфуванні. Внаслідок цього твердість круга визначається твердістю зв'язки. Твердість абразивного інструмента визначають висвердлюванням лунки спеціальним свердлом, вдавлюванням кульки або за допомогою піскоструйного апарата.

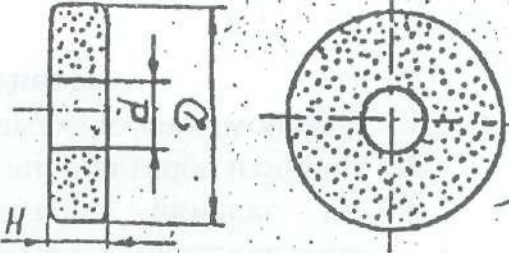
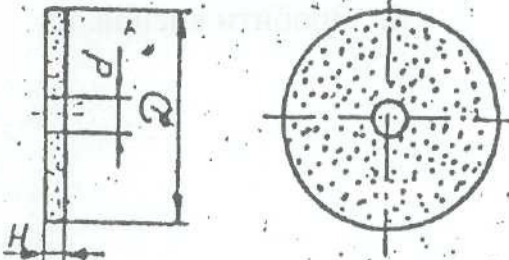
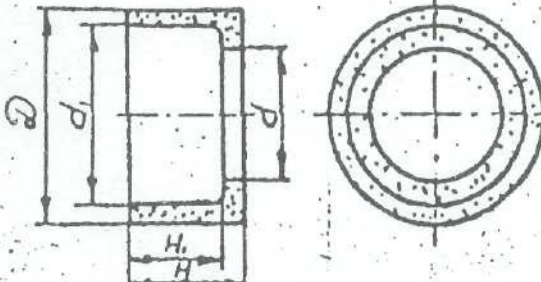
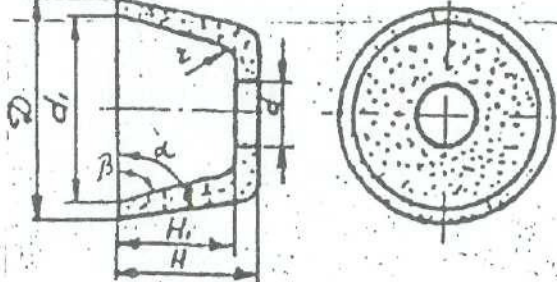
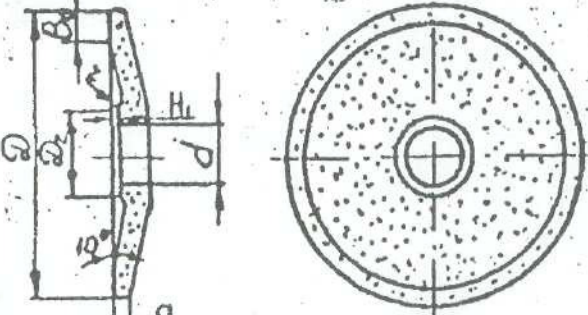
Круг	Позначення твердості круга
М'який /М/	М1, М2, М3
Середньом'який /СМ/	СМ1, СМ2
Середній /С/	С1, С2
Середньотвердий /СТ/	СТ 1, СТ2, СТ3
Твердий /Т/	Т1, Т2
Дуже твердий /ДТ/	ДТ 1, ДТ2
Занадто твердий /ЗТ/	ЗТ1, ЗТ2.

Структура круга характеризується об'ємним відношенням абразивних зерен, зв'язки та пор. Розрізняють 13 номерів структур: від 0 до 12. Чим менше структури, тим щільніше розміщені зерна.

Особливості процесу шліфування. Шліфування - це невелике різання зерном з від'ємними передніми кутами. При цьому швидкості різання дуже високі, в межах 30...50 м/с. При шліфуванні з високими швидкостями в умовах сильного тертя в зоні різання виникає дуже висока температура /1500° та вище/. На обробленій поверхні температура сягає 700 ... 1000°, що призводить до припалення поверхні.

Товщина стружки, зрізана одним зерном, складає 0,1 ... 0,3 мкм. Частина стружки згорає, а частина - забиває пори круга, що сприяє його затупленню. Заточують шліфувальні круги алмазом з великою кількістю охолодження содовим розчином чи всуху - шліфувальними керуючими кругами з більш твердою зв'язкою.

Таблиця 13.1

Найменування круга	Тип позначення	Форми та основні розміри круга
Прямий плоский	ПШ	
Дисковий	Д	
Чашковий циліндричний	ЧЦ	
Чашковий конічний	ЧК	
Тарілчастий	Т	

Досягти високої продуктивності та високої якості обробленої поверхні можна лише правильно обравши шліфувальний круг.

Для шліфування деталей із загартованих сталей з твердістю НК.С50...60 користуються м'якими кругами, а з незагартованих сталей та чавуну з твердістю HB200 - твердими та порівняно твердими.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись зі схемами шліфування.
2. Вивчити абразивні інструменти.
3. На заданий абразивний інструмент написати: форму круга, конструктивні параметри, абразивний матеріал, зв'язку, твердість та ін.
4. Зробити висновки.