

Л.М. Бивалькевич, В.С. Люлька

РІЗАННЯ МАТЕРІАЛІВ, ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ

Методичний посібник з лабораторних робіт



**Національний університет
«Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка**

Л.М. Бивалькевич, В.С. Люлька

**РІЗАННЯ МАТЕРІАЛІВ,
ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ**

**Навчально-методичний посібник
з лабораторних робіт**

Чернігів – 2018

УДК 378.147.091.33-027.22:62(072)

ББК К44 я73

Р 34

Рецензенти:

Кайдаш М.Д. кандидат технічних наук, декан механіко-технологічного факультету Чернігівського державного технологічного університету;

Ребенок Вадим Михайлович кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри професійної освіти та безпеки життєдіяльності Національного університету "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка

Укладачі: Л.М. Бивалькевич, В.С. Люлька

Р 34 Різання матеріалів верстатів та інструменти :
Навчально-методичний посібник з лабораторних робіт [для студентів технологічного факультету] / Укл. Люлька В.С., Л.М. Бивалькевич. – Чернігів : НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2018. – 104 с.

У навчально-методичному посібнику висвітлено зміст, питання організації і проведення лабораторних робіт з дисципліни "Різання матеріалів, верстатів та інструментів", надано необхідну інформаційну базу, вимоги до звітності, запитання для самоконтролю.

УДК 378.147.091.33-027.22:62(072)

ББК К44 я73

Рекомендовано до друку вченою радою технологічного факультету
Національного університету «Чернігівський колегіум»
імені Т.Г. Шевченка
(Протокол №8 від 23 квітня 2018 року)

© Бивалькевич Л.М., Люлька В.С., 2018

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ КОНСТРУКЦІЇ Й ЗАТОЧКИ СПІРАЛЬНИХ СВЕРДЕЛ	18
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ, КОНСТРУКЦІЇ І ЗАТОЧКИ ЗЕНКЕРІВ	30
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА КОНСТРУКЦІЇ РОЗВЕРТОК	36
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ, КОНСТРУКЦІЇ ТА ЗАТОЧКИ ПРОТЯЖОК ТА ПРОШИВОК	44
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ, ГЕОМЕТРІЇ ТА МЕТОДІВ ЗАТОЧУВАННЯ ФРЕЗ	53
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І МЕТОДІВ НАЛАГОДЖЕННЯ ДІЛИЛЬНОЇ ГОЛОВКИ	68
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8 СКЛАДАННЯ ПАСПОРТУ ТА ВИВЧЕННЯ ШКІЛЬНОГО ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТУ ТВ-4	82
ДОДАТКИ	87
ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	97
ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ	99
ЛІТЕРАТУРА	102

ВСТУП

Основними завданнями курсу "Різання матеріалів, верстати та інструменти" є узагальнення інженерного досвіду вивчення ріжучого інструменту, верстатів, інструментальних матеріалів, параметрів та режимів різання.

Лабораторні роботи, виконання яких передбачене робочими навчальними програмами кредитного модуля "Різання матеріалів верстати та інструменти", є невід'ємною частиною курсу.

Практична робота в лабораторії має на меті ознайомити студентів з основами експериментального вивчення ріжучого інструменту, верстатів, перевірити окремі теоретичні відомості, що отримані на лекціях, глибше заникнути в фізичну сутність явищ, що вивчаються і розвинути навички самостійної постановки і проведення експериментів.

Метою навчального посібника є допомогти та полегшити роботу студентам при їхній підготовці до лабораторних занять. У ньому представлені 8 лабораторних робіт, які охоплюють найбільш важливі розділи курсу "Різання матеріалів верстати та інструменти". Надані теоретичні відомості, наведені методики виконання лабораторних робіт, а також вказані вимоги до структури і змісту звіту, важливі додатки, які містять відомості про інструментальні матеріали, вимірювальні матеріали.

Порядок виконання робіт визначається навчальною програмою, а обсяг питань, що досліджуються в них може бути скоректований викладачем.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. До виконання лабораторних робіт студенти допускаються тільки після проведення інструктажу з техніки безпеки і відповідного розпису в журналі техніки безпеки. При невиконанні правил з техніки безпеки під час виконання лабораторної роботи студент видаляється з лабораторного заняття і вважається на ньому відсутнім.

2. Перед виконанням лабораторної роботи студент повинен ознайомитись із цим методичним посібником, законспектувати та засвоїти теоретичний матеріал, усвідомити мету й завдання дослідження, ознайомитись з методикою виконання роботи, пристроєм експериментальної установки, приладами й інструментом. Якість підготовки до лабораторної роботи перевіряється перед її виконанням викладачем.

3. Всі виміри, спостереження, обчислення виконуються кожним студентом самостійно або по групам. Одночасне виконання студентом декількох лабораторних робіт забороняється.

4. Після закінчення експериментів студент зобов'язаний прибрати своє робоче місце, обробити отримані дані, оформити звіт по лабораторній роботі й здати (захистити) його викладачу. Звіти оформлюються на аркушах формату А4. Бланки протоколів, форма й зміст яких відповідає виконуваній роботі, наведені в кінці кожної лабораторної роботи.

5. Лабораторна робота вважається виконаною за наявності підпису викладача. Відпрацювання пропущеного лабораторного заняття проводиться згідно з графіком відпрацювань у спеціально відведений для цього час під керівництвом лаборанта.

Лабораторна робота №1

ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ

Для виконання роботи необхідно:

1. Попередньо ознайомитись з основними поняттями про елементи та геометрію різців, вивчити типи і матеріали токарних різців.
2. Вивчити кутомір, яким користуються при вимірюванні кутів різця.
3. Виміряти геометричні і конструктивні елементи токарних різців та занести їх в звіт про роботу.
4. Виконати ескізи ріжучої частини токарних різців та проставити всі кути різця.
5. Оформити роботу та заповнити звіт про роботу.

Основні теоретичні відомості

Основні рухи при обробці різанням. У процесі різання оброблювана деталь та різальний інструмент переміщуються один відносно одного. Розрізняють головний рух, рух подачі, дотичні й результуючі рухи різання.

Під головним рухом різання розуміють прямолінійний поступальний або обертальний рух заготовки чи різального інструмента, який відбувається з найбільшою швидкістю в процесі різання.

Рух подачі – це прямолінійний поступальний або обертальний рух різального інструмента або заготовки, призначений для поширення відділення шару матеріалу на всю оброблювану поверхню.

Сумарний рух різального інструмента відносно заготовки, який включає в себе головний рух різання V і рух подачі V_s , називається результуючим рухом різання.

Основні типи токарних різців. На виробництві токарні різці класифікуються (рис. 1) в залежності від:

- а) напрямку руху робочої подачі: 1 – праві, 2 – ліві;
- б) характеру установки різця відносно деталі:
1 – радіальні, 2 – тангенціальні;
- в) конструкції головки і її розташування відносно стержня:
1 – прямі, 2 – відігнуті, 3 – з відтягнутою головкою,
4 – вигнуті;

- з) *виду виконуваної роботи:* 1 – прохідні, 2 – підрізні,
 3 – упорні, 4 – розточні, 5 – фасонні, 6 – радіусні, 7 – відрізні,
 8 – різьбові, 9 – фасонні;
 д) *способу виготовлення:* 1 – цільні, 2 – з напаяною пластиною,
 3 – з механічним кріпленням пластини;
 е) *перетину стержня:* 1 – прямокутні, 2 – квадратні, 3 – круглі;
 ж) *характеру обробки:* 1 – чорнові (обдирні), 2 – чистові для
 тонкого точіння.

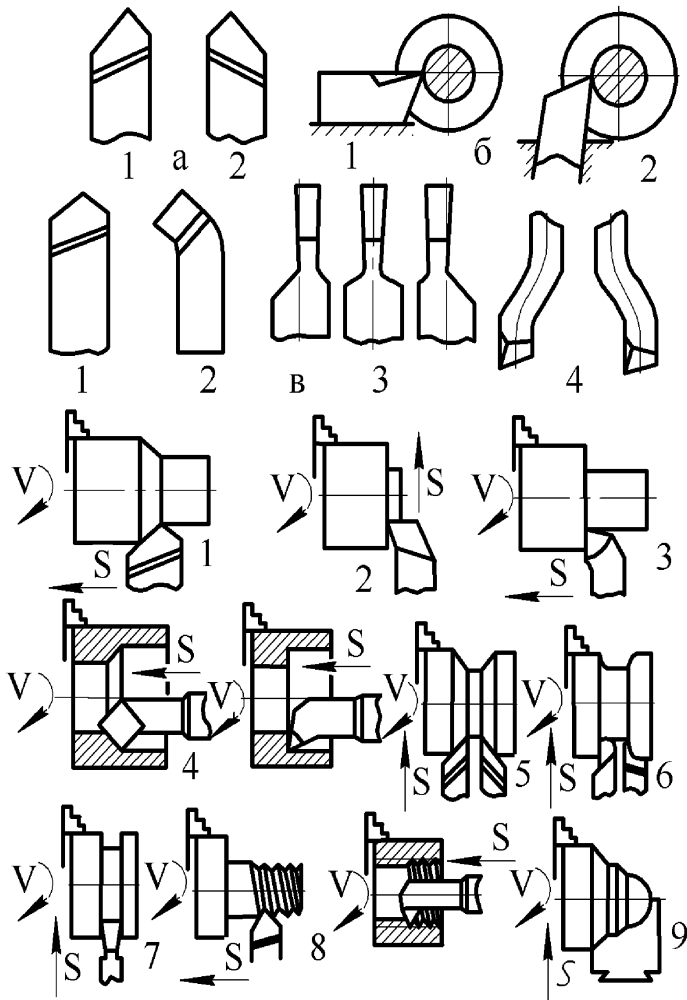


Рис. 1. Види різців види токарних робіт

При роботі на токарних верстатах найбільш часто використовують прохідні прямі, прохідні відігнуті, прохідні упорні й відрізні різці. Прохідні прямі різці призначені для обробки зовнішніх поверхонь із повздовжньою подачею. Прохідний відігнутий різець поряд з обточуванням з повздовжньою подачею може застосовуватися для підрізання торців з поперечною подачею. Прохідний упорний різець застосовується для зовнішнього обточування з підрізуванням уступу під кутом 90° до осі. Відрізний різець призначений для відрізання частин заготовок і проточування кільцевих канавок.

Основні поняття про елементи і геометрію різця

Різець складається з двох основних частин: головки – 1 (це робоча частина різця), стержня – 2 (служить для закріплення різця в різцетримачі). Робочу частину різця виконують з інструментальних сталей, металокерамічних твердих сплавів, мінералокераміки або алмазу.

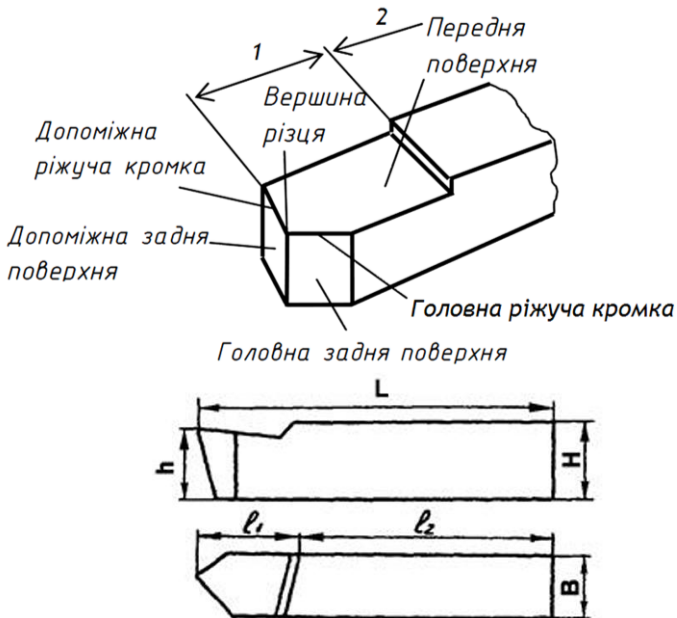


Рис. 2. Основні частини і розміри різця

Розміри різця: l_1 і l_2 довжина робочої частини, B – ширина, H і h висоти стержня, головки різця

У головці різця розрізняють наступні елементи: передню поверхню, по якій сходить стружка; задні поверхні: головну та допоміжну, повернуті до оброблюваної деталі; ріжучу кромку, яка утворюється перетином передньої та задньої поверхонь. Крім того розрізняють перехідну задню поверхню. Вершина різця в плані може бути гострою, заокругленою або у вигляді фаски. Взаємне розташування вказаних поверхонь та кромки в просторі визначається за допомогою ряду кутів, які називають кутами різця.

Поверхні та координатні площини для визначення кутів різця

На оброблюваній заготовці, при знятті стружки різцем, розрізняють такі поверхні (рис. 3):

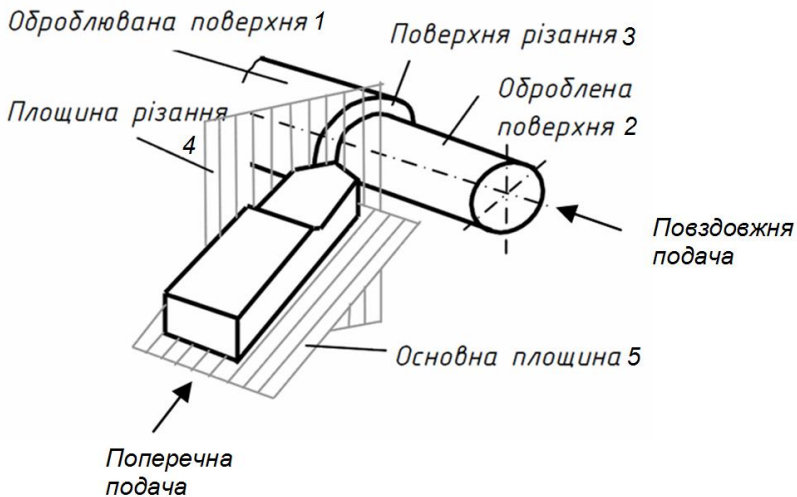


Рис. 3. Поверхні різця та оброблюваної заготовки

- 1 – оброблювану поверхню з якої знімають стружку;
- 2 – оброблена поверхня; 3 – поверхню різання.

Для визначення кутів різця приймають такі координатні площини: 4 – площину різання; 5 – основну площину; головну січну площину; допоміжну січну площину.

Передня поверхня – це поверхня леза інструмента, що контактує в процесі різання зі зрізуваним шаром та стружкою.

Головна задня поверхня леза – це задня поверхня леза інструмента, що примикає до головної різальної кромки.

Допоміжна задня поверхня – це задня поверхня леза інструмента, що примикає до допоміжної різальної кромки.

Головна різальна кромка – частина різальної кромки, що формує більший бік перерізу зрізуваного шару.

Допоміжна різальна кромка – частина різальної кромки, що формує менший бік перерізу зрізуваного шару.

Вершина різця – ділянка різальної кромки в місці перерізу двох задніх поверхонь.

Координатні площини і геометричні параметри різальної частини різця

Для визначення кутів різців ГОСТ 25762-83 встановлює такі координатні площини (рис. 4): основну P_V , площину різання P_n , головну січну P_τ , робочу P_S , нормальну січну P_h .

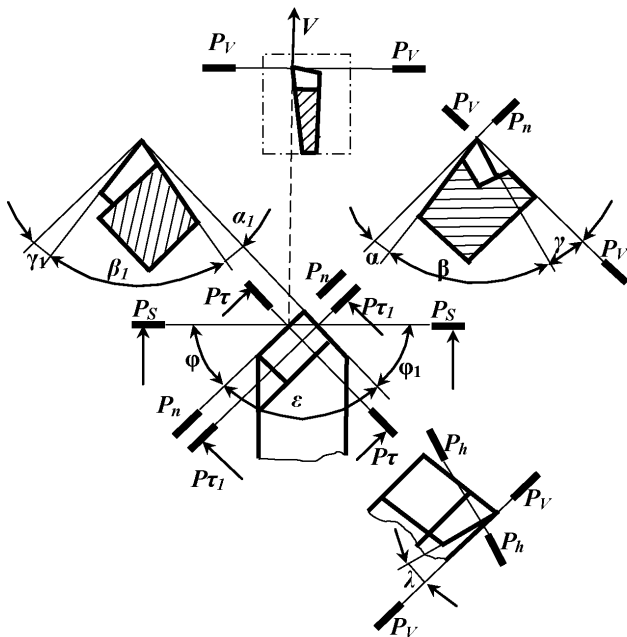


Рис. 4. Геометричні параметри різця
у статичній системі координат

У різця розрізняють головні і допоміжні кути. Головні кути вимірюють в головній січній площині P_{τ} , до них відносяться:

- головний задній кут – α ;
- кут загострення – β ;
- головний передній кут – γ ;
- кут різання – δ .

Допоміжні кути вимірюються в допоміжній січній площині P_{τ} , до них відносяться:

- допоміжний задній кут – α_1 ;
- допоміжний передній кут – γ_1 ;

Крім цього розрізняють кути в плані:

- головний кут в плані – φ ;
- допоміжний кут в плані – φ_1 ;
- кут при вершині в плані – ε .

Основна площина – це координатна площина, проведена через точку різальної кромки і перпендикулярна до напрямку швидкостей головного або результуючого руху різання.

Площина різання – це координатна площина, дотична до різальної кромки і перпендикулярна до основної площини.

Головна січна площина перпендикулярна до лінії перетину основної площини з площиною різання, нормальна січна площина – до різальної кромки в точці.

Робоча площина проходить через вектори швидкостей головного руху і руху подачі.

В основній площині вимірюють головний кут в плані φ , допоміжний кут в плані φ_1 і кут при вершині ε (рис. 5).

Головний кут у плані вимірюють між площиною різання та робочою площиною.

Допоміжний кут у плані – це кут між проекцією допоміжної різальної кромки на основну площину і робочою площиною.

Кут при вершині – це кут між проекціями головної та допоміжної різальних кромки на основну площину. Він обчислюється за формулою:

$$\varepsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi_1)$$

У головній січній площині вимірюють передній кут γ та задній кут α і обчислюють кут загострення β та кут різання δ . Передній кут у головній січній площині вимірюють між передньою поверхнею різця та основною площиною.

Головний задній кут – це кут між головною задньою поверхнею та площиною різання. Кут загострення та кут різання визначають за формулами:

$$\begin{array}{lll} \text{при } \gamma > 0^\circ & \delta = 90^\circ - \gamma; & \beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma); \\ \text{при } \gamma = 0^\circ & \delta = 90^\circ; & \beta = 90^\circ - \alpha; \\ \text{при } \gamma < 0^\circ & \delta = 90^\circ + \gamma; & \beta = 90^\circ - \alpha + \gamma; \\ \alpha + \beta + \gamma = 90^\circ; & \delta = \alpha + \beta; & \delta + \gamma = 90^\circ; \quad \delta = 90^\circ - \gamma. \end{array}$$

Пристрої, та вимірювання геометрії різців.

Переріз стержня різця ($B \cdot H, \text{мм}^2$) вимірюється штангенциркулем, а геометричні параметри різців універсальними та настільними кутомірами.

Кути в плані φ та φ_1 вимірюються універсальним кутоміром. Схема вимірювання головного кута в плані φ показана на рис. 5.

При вимірюванні головного кута φ в плані, планку 1 кутоміра прикладають до головної ріжучої кромки, а планку 2 до бічної сторони різця. Покази на шкалі кутоміра дають значення кута φ . Подібним методом вимірюють допоміжний кут φ_1 в плані.

Кут при вершині в плані визначається за формулою: $\varepsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi_1)$.

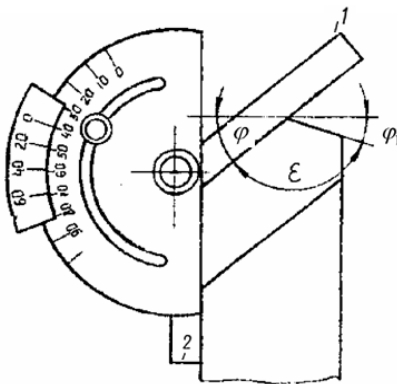


Рис. 5 Схема вимірювання головного кута у плані

У площині різання визначають кут нахилу головної різальної кромки λ , який вимірюють між головною різальною кромкою та основною площиною настільним кутоміром (рис. 6).

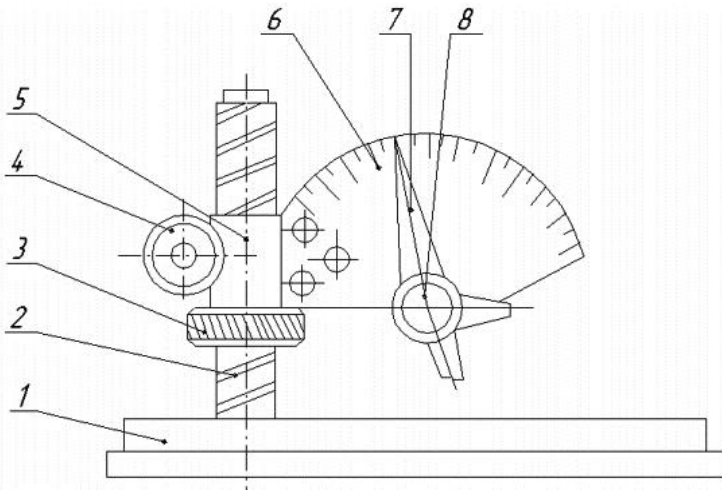


Рис. 6. Схема настільного кутоміра

Настільний кутомір складається з підставки 1, стійки з різьбою 2, по якій переміщається втулка 5 із прикріпленим до неї градуйованим сектором 6. Положення сектора по висоті регулюється гайкою 3. Сектор можна фіксувати на стійці 2 гвинтом 4. На секторі встановлена, на осі з гвинтом 8 поворотна планка 7. При виборі кутів встановлюють прямо на підставці 1 або на додатковій підкладці, підводять до нього поворотну планку 7 і суміщають вимірювальні пластини планки з необхідною поверхнею різця. Нахил поверхні різця (значення кута) визначають за шкалою сектора 6.

Настільний кутомір слід також застосовувати при вимірюванні переднього та заднього кутів.

Схема вимірювання кутів різця показана на рис. 7: головний передній кут – γ , задній кут – α , кут нахилу головної ріжучої кромки – λ . Вимірюючи дані кути, різець розміщують так, щоб площина вимірювального сектора кутоміра збігалась з площиною, в якій вимірюється шуканий кут.

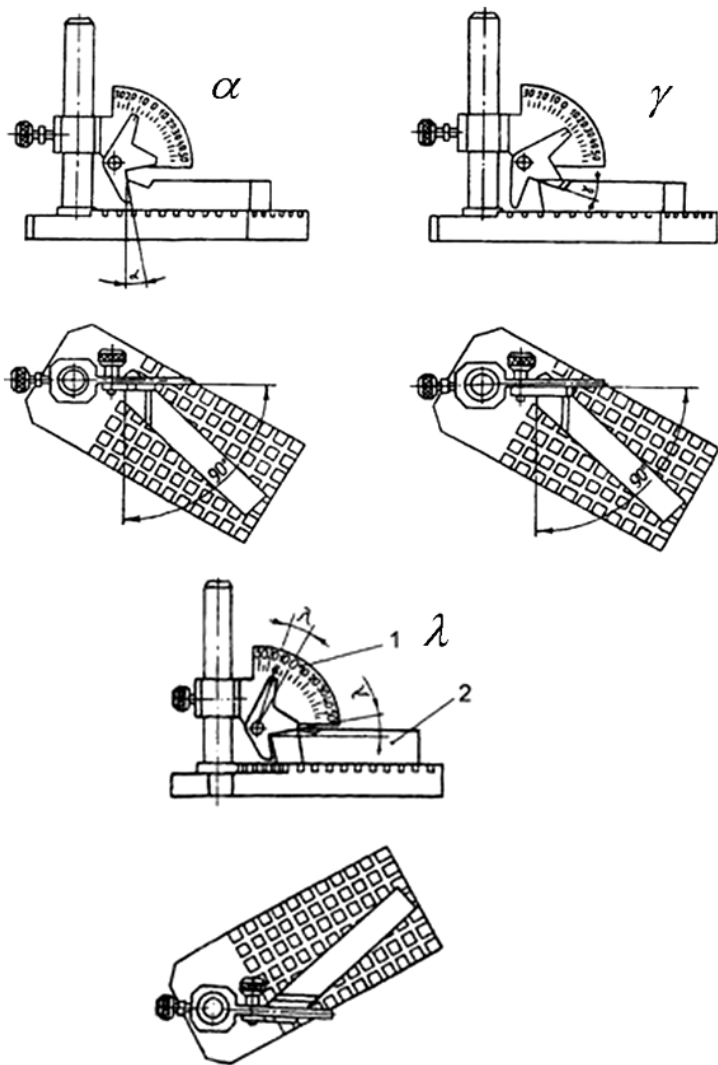


Рис. 7. Схема вимірювання кутів токарного різця

Вплив кутів різця на процес різання. Кути різця мають наступне основне призначення:

Зі збільшенням переднього кута γ зменшується деформація зрізаного шару, тому що інструмент легше врізається в матеріал,

знижується сила різання й витрата потужності при одночасному поліпшенні умов сходу стружки. Однак надмірне збільшення кута γ веде до зниження міцності різального інструмента. На практиці величину кута γ беруть залежно від твердості й міцності оброблюваного й інструментального матеріалів.

Кут α сприяє зменшенню тертя між оброблюваною поверхнею заготовки й головною задньою поверхнею різця. Величина його призначається в межах від 6° до 12° .

Кут φ впливає на шорсткість обробленої поверхні заготовки: зі зменшенням кута якість обробленої поверхні покращується, однак при малих значеннях кута φ можливе виникнення вібрацій у процесі різання.

Зі зменшенням кута φ шорсткість обробленої поверхні зменшується, одночасно збільшується міцність і знижується зношування вершини різця.

У площині різання вимірюють кут нахилу головної різальної кромки λ , що утвориться між різальною кромкою й основною площиною.

Кут нахилу головної різальної кромки λ може бути позитивним, негативним і рівним нулю (рис. 8), що впливає на напрямок сходу стружки. Якщо вершина різця є вищою точкою головної різальної кромки, то λ негативний і стружка сходить у напрямку подачі. Якщо вершина різця є нижчою точкою головної різальної кромки, то λ позитивний і стружка сходить у напрямку, протилежному подачі.

При обробці заготовок на токарних автоматах стружку необхідно відводити так, щоб вона не заважала роботі інструментів на сусідніх позиціях.

Порядок виконання роботи

Ознайомитися з елементами різця, з означеннями поверхонь та координатних площин, з визначенням кутів різця.

Ознайомитися з приладами та методикою вимірювання геометричних параметрів різців.

Заміряти геометричні параметри різальної частини заданих різців і занести їх значення в табл. 1.

Розрахувати величини кута загострення β , кута різання δ , кута при вершині ϵ і занести результати в табл. 1.

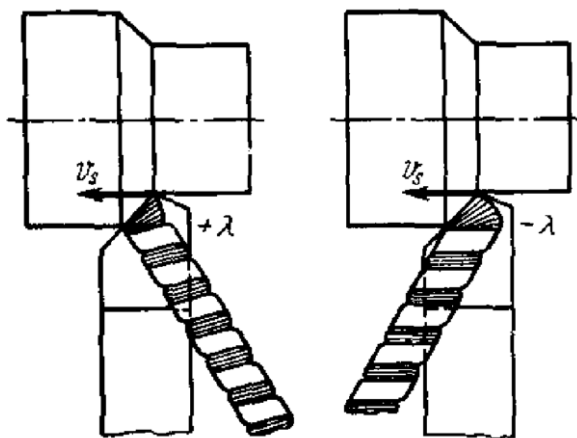
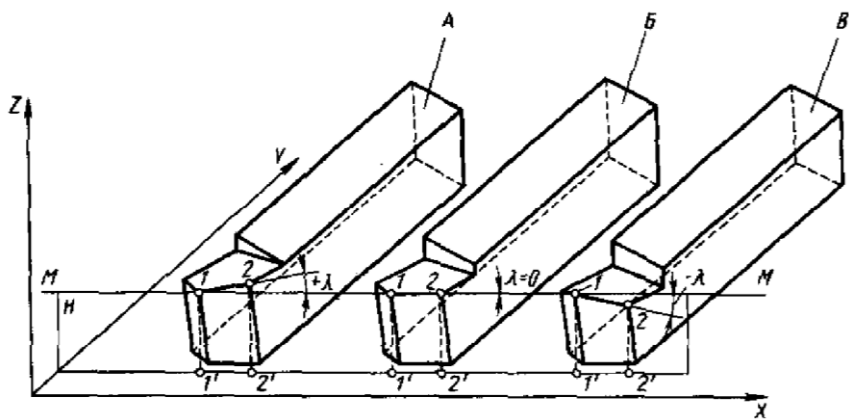


Рис. 8. Кути нахилу головної різальної кромки

Звіт до лабораторної роботи №1 Вивчення геометрії та конструкції токарних різців

Таблиця 1

№	Тип різця	Матеріал різця	Твердість, HRC	Переріз, мм ²	Значення геометричних параметрів, град												
					γ	α	β	λ	φ	φ_1	ε	γ_1	α_1	δ			
1																	
2																	
3																	

Виконати ескізи вимірюваних різців з позначенням всіх визначених геометричних параметрів.

Контрольні запитання

1. Назвати головні конструктивні елементи різця.
2. Назвати головні площини і поверхні заготовки.
3. Дати визначення головних кутів різця.
4. Як проходить головна та січна площини?
5. Матеріал різців.
6. Типи різців.
7. Розкажіть про будову настільного кутоміра.
8. Як виміряти за допомогою настільного кутоміру головний задній кут різця?

Лабораторна робота № 2

ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ КОНСТРУКЦІЇ І ЗАТОЧКИ СПІРАЛЬНИХ СВЕРДЕЛ

Для виконання роботи слід:

1. Попередньо ознайомитись з основними поняттями про елементи та геометрію спірального свердла.
2. Вивчити прилади які використовуються при вимірюванні свердел (кутоміри, штангенциркулі).
3. Виміряти геометричні та конструктивні елементи спірального свердла.
4. Заточити спіральне свердло на заточному станку.
5. Ознайомитися з типовими конструкціями свердел.
6. Оформити роботу та заповнити протокол.

Основні теоретичні відомості

Свердлінням називається утворення зняттям стружки отворів у суцільному матеріалі за допомогою різального інструмента – свердла, якому надають обертального та поступального руху відносно його осі. Свердлінням можна отримати отвори з точністю до 10 – 12-го квалітету та шорсткістю поверхні R_z 20-80.

Спіральні свердла призначені для свердління глухих та наскрізних отворів в суцільному матеріалі та розсвердлювання існуючих отворів. Схема роботи спірального свердла зведена на рис. 1. Під час роботи на свердильному станку свердло рухається навколо своєї осі (обертальний рух) та вздовж осі (поступальний). Свердло кріпиться у шпинделі 4.

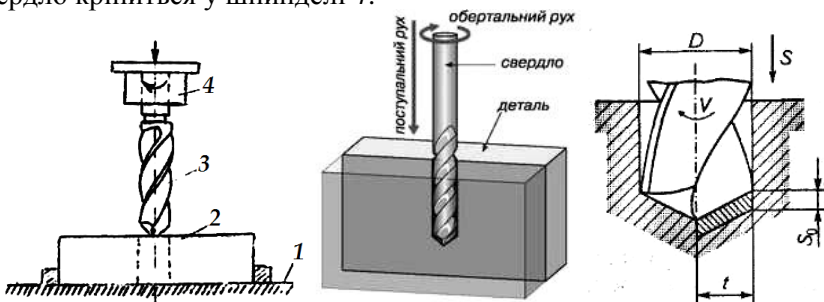


Рис. 1. Конструкція і схема роботи

Деталь 2 нерухомо закріплюють на столі 1 станка. При роботі на токарних станках обертається деталь, а свердло рухається поступально.

Спиральне свердло (рис. 2) складається з робочої частини l , ріжучої (забірної) частини l_1 , шийки l_2 , хвостовика l_3 та лапки l_4 .

Хвостовик свердла невеликого діаметра ($d < 10 \text{ мм}$) має форму циліндра та служить для закріплення свердла у спеціальному патроні.

Свердла $d > 10 \text{ мм}$ мають конічний хвостовик, за допомогою якого їх встановлюють у конічному отворі шпинделя, або перехідній конічній втулці.

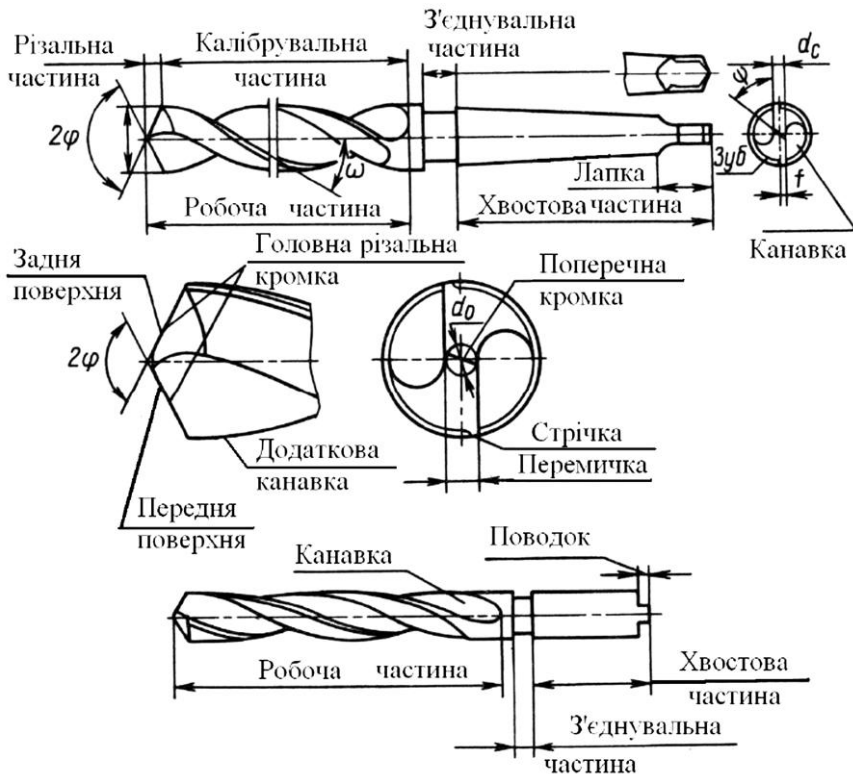


Рис. 2. Спиральне свердло

Основні елементи ріжучої частини спірального свердла показані на рис. 3. Ріжуча частина свердла складається з 2-х головних ріжучих кромки AB і CD , розташованих симетрично відносно осі свердла і поперечної кромки (перемички) BC .

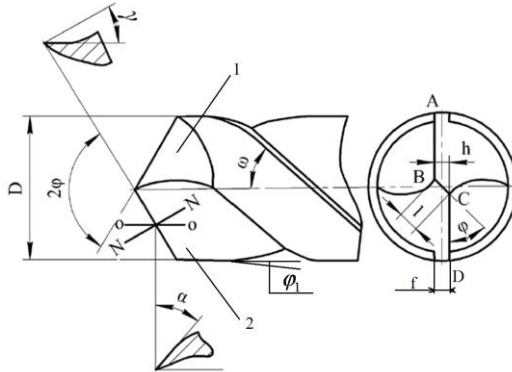


Рис. 3. Основні елементи ріжучої частини спірального свердла

Для зменшення тертя свердла в отворі на робочій частині свердла залишають шліфовані по діаметру стрічки шириною f , якими свердло дотикається до оброблюваного отвору.

Геометричні параметри свердла

Головним кутом в плані φ – називається кут в основний площині між площиною різання і робочою площиною. Від кута φ залежить ширина і товщина шару, що зрізається, умова тепловідведення, міцність ріжучої частини свердла. Величину кута φ призначають в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу. Вимірюють кут φ між проекціями головних різальних кромки на площину, що проходить через вісь свердла, паралельно ріжучим кромкам. Дві головні ріжучі кромки, розташовані на забірній частині свердла, утворюють кут при вершині 2φ , який для нормальних свердел дорівнює $118-120^\circ$.

Спіральне свердло має змінний зовнішній діаметр, що зменшується у напрямку хвостовика. Конічну форму надають свердлу з метою усунення його можливого защемлення у отворі під час свердління.

Допоміжним кутом в плані (кут зворотного конуса свердла) позначають φ_1 називається кут між проекцією допоміжної різальної кромки (кромки стрічки) на основну площину і робочою площиною.

Величина допоміжного кута у плані φ_1 визначається за формулою:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{(D - D_1)}{2 \cdot l}$$

де D і D_1 – діаметри свердла на початку і в кінці напрямлюючої частини; l – довжина напрямної частини.

Кут нахилу поперечної кромки ψ (рис. 4) вимірюється між проєкціями поперечної та головної ріжучих кромки на площину, перпендикулярну осі свердла; за умови правильної заточки свердла кут дорівнює $50-55^\circ$.

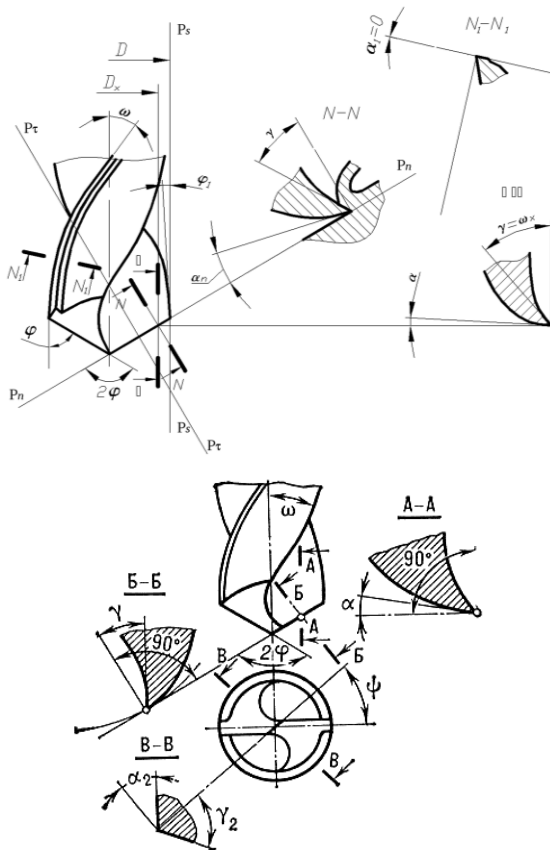


Рис. 4. Геометричні параметри спірального свердла

Нахил гвинтової канавки, по якій сходить стружка під час різання, визначається кутом ω , що знаходиться між віссю свердла та проекцією, дотичною до гвинтової лінії по зовнішньому діаметру. Кут ω визначає також величину переднього кута та умови руху стружки по передній поверхні.

У спірального свердла розрізняють довжину поперечної кромки AB і товщину перемички BC (рис. 3).

Головна ріжуча кромка свердла утворюється перетином передньої 1; задньої 2 поверхонь. Передніми поверхнями свердла є поверхні гвинтових канавок, по яким сходить стружка. Задні поверхні – поверхні повернені до оброблюваної деталі.

Кути ріжучих кромок спірального свердла можна розглядати:

1) в площинах $N_1-N_1, N_2-N_2, N_3-N_3$, перпендикулярних до головної ріжучої кромки, що проходять відповідно через точки 1, 2, 3 (рис. 5);

в площинах $O_1-O_1, O_2-O_2, O_3-O_3$ паралельних вісі свердла і дотичних до окружностей, проведених через ті ж точки 1, 2, 3 (рис. 5).

Головні передні кути спірального свердла $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ знаходяться в нормальних до головної ріжучої кромки площинах $N_1-N_1, N_2-N_2, N_3-N_3$; головні передні кути $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ відповідають точкам ріжучої кромки 1, 2, 3.

Передня поверхня свердла гвинтова, то величина передніх кутів для всіх точок ріжучого леза свердла не постійна: $\gamma_1 > \gamma_2 > \gamma_3$ де $\gamma_3 = 25 - 30^\circ$.

Передні кути $\gamma_1, \gamma'', \gamma'''$ розглядають в площинах $O_1-O_1, O_2-O_2, O_3-O_3$. Ці кути є кутами нахилу гвинтових ліній по передній поверхні свердла для точок ріжучої кромки 1, 2, 3.

Для того, щоб переконатись у цьому, необхідно зробити розгортку свердла для діаметрів D_1, D_2, D_3 (рис. 4). По вісі абсцис відкладають розгортки кіл діаметрів D_1, D_2, D_3 та по вісі ординат – крок гвинтової лінії H , який залишається сталим.

Кути $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ є кутами нахилу гвинтових ліній для точок 1, 2, 3 (рис. 5). На основі рис. 4 можемо записати:

$$\operatorname{tg} \gamma' = \operatorname{tg} \omega_1 = \frac{\pi \cdot D_1}{H}.$$

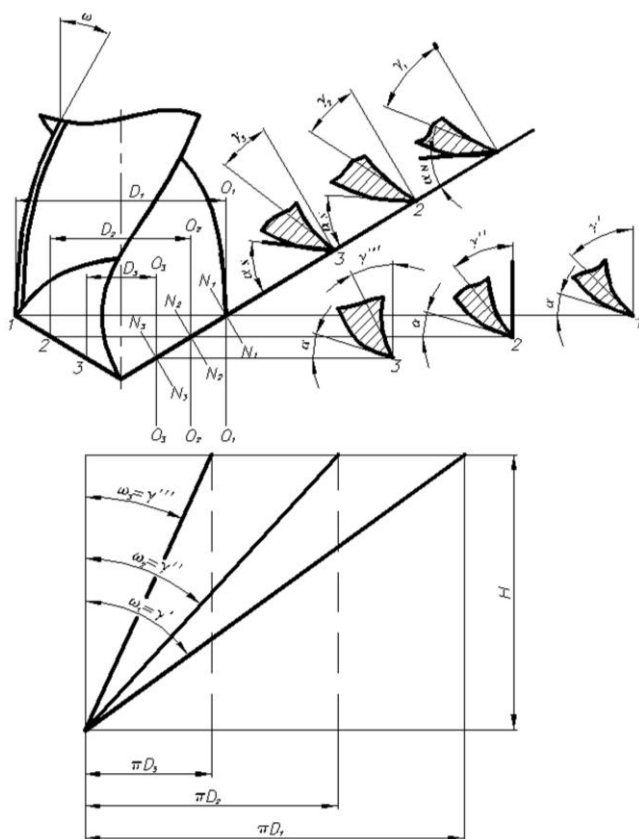


Рис. 5. Передні і задні кути свердла в різних точках ріжучої кромки

Оскільки для будь-якої точки ріжучої кромки X крок гвинтової лінії $H = const$, то можемо записати: $tg \gamma'_X = tg \gamma' = \frac{D_X}{D_1}$.

Передній кут в головній січній площині для будь-якої точки ріжучої кромки дорівнює: $tg \gamma' = \frac{tg \gamma}{\sin \varphi}$, де $\gamma' = \omega_1$ – передній кут в площині; D_1 – зовнішній діаметр свердла, мм.

Задні кути $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ лежать між дотичними до задньої поверхні свердла та в точках 1, 2, 3 і площинами, проведеними через ті ж точки перпендикулярно вісі свердла, де $\alpha_1 = 8 - 12^\circ$, $\alpha_3 = 20 - 25^\circ$.

В основній площині розглядаються також допоміжні кути в плані φ_1 . Щоб уникнути защемлення свердла в просвердленому отворі, діаметр робочої частини свердла зменшують у напрямку до хвостовика, тобто роблять зворотню конусність. Щоб після переточувань діаметр свердла змінювався незначно, зворотна конусність свердла невелика – 0,03 ... 0,15 мм на 100 мм довжини свердла.

Вимірювання спіральних свердел

Для вимірювання спірального свердла застосовують такі інструменти універсальний кутомір, штангенциркуль, мікрометр, прилад для вимірювання задніх кутів.

Діаметр свердла вимірюють штангенциркулем між стрічками біля забірного конуса з точністю до 0,05 мм (рис. 6).

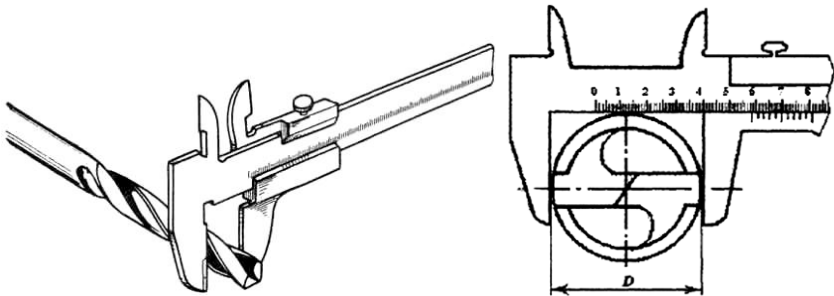


Рис. 6 Вимірювання спірального свердла

Вимірюють також діаметр свердла біля хвостовика з метою визначення кута зворотного конуса. Кут зворотного конуса свердла визначають за формулою: $\varphi = \arctg\left(\frac{D_1 - D_2}{2 \cdot l}\right)$, де $\frac{D_1 - D_2}{2}$ – піврізниця діаметрів свердла, виміряних на відстані l від вершини. Для спрощення підрахунків значення l вибирають рівним 100 мм.

Кут нахилу поперечної кромки ψ вимірюють універсальним кутоміром (рис. 7, 8). Лінійку 1 прикладають до головної ріжучої кромки, а кутик 2 – до поперечної кромки.

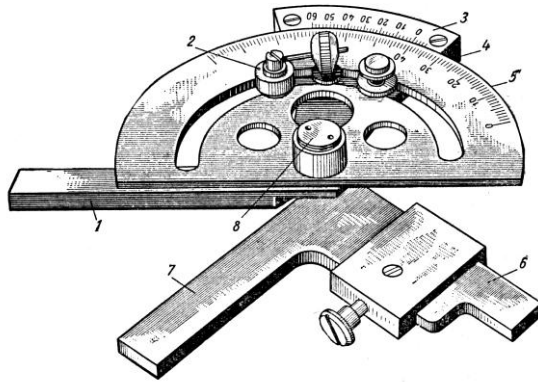


Рис. 7. Будова та способи вимірювання кутів універсальним кутоміром типу УМ

1 – лінійка, 2 – мікрометричний пристрій; 3 – ноніусна лінійка;
4 – сектор; 5 – основа; 6 – допоміжна лінійка, 7 – кутик

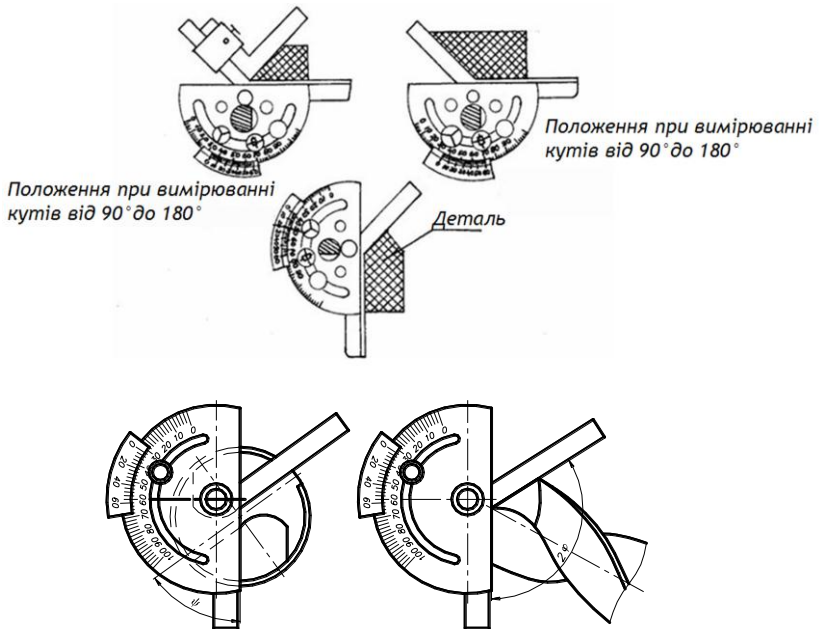


Рис. 8. Вимірювання кута нахилу поперечної кромки свердла, та кута при вершині свердла універсальним кутоміром УМ

Товщина перемички (рис. 3) вимірюється штангенциркулем безпосередньо біля самої вершини свердла.

Довжину поперечної кромки BC вимірюють штангенциркулем, або розраховують за формулою:

$$a = \frac{b}{\sin \psi},$$

де: ψ – кут нахилу поперечної кромки; b – товщина перемички.

На рис. 8 вказано вимірювання кута 2φ при вершині спірального свердла універсальним кутоміром.

Кут нахилу гвинтової лінії ω визначають за відбитком, отриманим методом накатки свердла на папері по паперу і вимірюють універсальним кутоміром рис. 9.

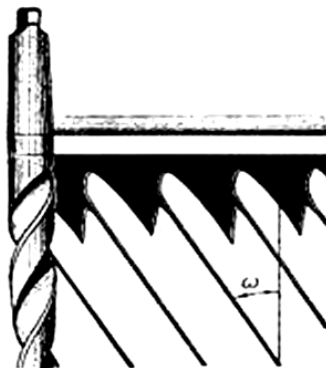


Рис. 9. Визначення нахилу гвинтової канавки методом накатки свердла на папері

Для побудови графіка (рис. 10) залежності головного переднього кута від діаметру користуються формулою, приведеною нижче:

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \frac{\operatorname{tg} \gamma'}{\sin \varphi} \cdot \frac{D_x}{D_1}$$

За формулою визначають значення передніх кутів для 3-х точок ріжучої кромки заданого для виміру свердла: 1) периферійної, що відстає від вісі свердла на відстань 2-3 мм, 3) середньої.

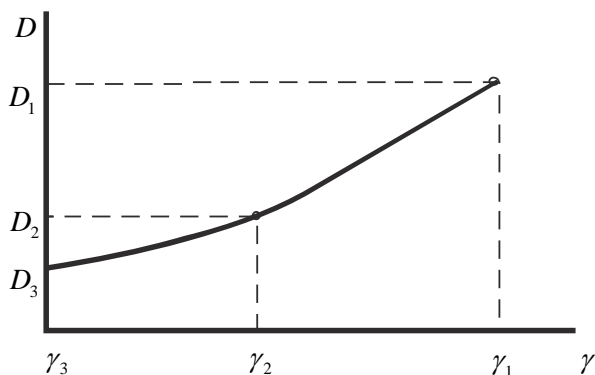


Рис. 10

Кут різання в головній січній площині для периферійної точки ріжучої кромки визначають за формулою: $\delta = 90^\circ - \gamma_i$.

Класифікація свердел

За конструктивними ознаками і за призначенням свердла можна класифікувати наступним чином (рис. 11):

- спіральні;
- перові, використовувані в основному для свердління отворів невеликого діаметру в неметалічних матеріалах і глибоких отворів;
- для глибоких отворів;
- комбіновані;
- центрувальні, спеціальні одно і двосторонні

Свердла для глибокого свердління за призначенням розподіляються на:

- рушничні;
- гарматні;
- шпindelельні.

По конструкції свердла для глибокого свердління поділяються на:

- свердла двостороннього різання;
- свердла однобічного різання;
- кільцеві.

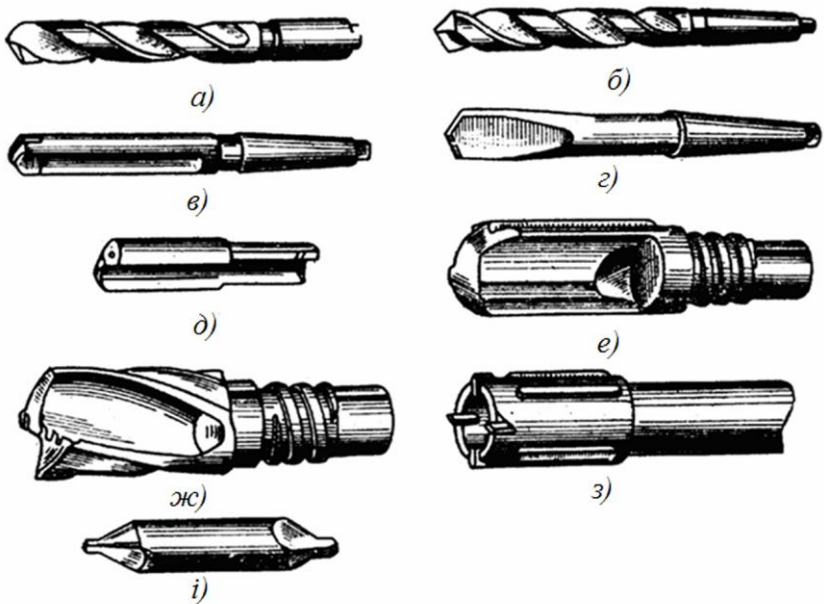


Рис. 11. Типи свердел:

- а, б – спіральне з циліндричним і конічним хвостовиком;
 в – з прямими канавками; г – перове; д – рушничне; е – однокромочне
 з внутрішнім відведенням стружки для глибокого свердління;
 ж – двукромочне для глибокого свердління; з – кільцеве;
 і – центральне

Звіт до лабораторної роботи №2
Вивчення геометрії, конструкції та заточки
спіральних свердел. Геометрія свердел

№ досліду	Матеріал свердла	Твердість, HRC	Діаметр свердла D, мм	Кут нахилу гвинтової лінії ω	Кут між головними ріжучими кромками 2ϕ	Кут нахилу поперечної кромки ψ	Кут зворотного конуса ϕ_1	Товщина перемички, мм	Довжина поперечної кромки, мм	Кут різання на периферії δ	Примітки

Контрольні запитання

1. Як впливає на процес різання величина кута при вершині свердла?
2. Коли загострюють свердло одинарною заточкою, одинарною з підточкою перемички?
3. Коли загострюють свердло одинарною заточкою з підточкою перемички і стрічки, подвійною підточкою перемички і стрічки?
4. Як впливає на режим різання задній кут свердла?
5. Матеріали для виготовлення свердел?
6. Як здійснити процес загострення свердла?

Лабораторна робота №3

ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ, КОНСТРУКЦІЇ І ЗАТОЧКИ ЗЕНКЕРІВ

Для виконання роботи по необхідно:

1. Попередньо ознайомитись з основними поняттями про елементи і геометрію зенкерів.
2. Виміряти геометричні і конструктивні елементи зенкерів.
3. Ознайомитись з типовими конструкціями зенкерів.
4. Оформити роботу і заповнити протокол.

Основні поняття про елементи і геометрію зенкерів

Зенкери застосовують для обробки циліндричних і торцевих поверхонь одержаних литтям, штамповкою або свердлінням. Під зенкерування залишають припуск на діаметр 1,0 – 4,0 мм. Цей процес забезпечує 4-й або 3-й клас точності.

По формі ріжучої частини зенкер подібний спіральному свердлу, але на відміну від свердла він має не дві, а три або чотири головні ріжучі кромки, розташованих на ріжучій частині, крім цього, зенкер не має перемички.

На рис. 1 зображений циліндричний зенкер з трьома ріжучими зубцями, у яких є: забірна (ріжуча) частина l_p з ріжучими кромками, що розташовані під кутом $\varphi = 45 - 60^\circ$ в плані; калібруюча (направляюча) частина l_k , зубці якої мають вузькі стрічки для напрямку зенкера в отворі, перехідна частина – шийка $l_{ш}$ і хвостик l_x , який служить для закріплення зенкера в шпинделі верстата.

Елементи ріжучої частини зенкера: 1 – передня поверхня, 2 – головна задня поверхня, 3 – допоміжна задня поверхня (стрічка f), 4 – головна ріжуча кромка, 5 – вершина зуба; і характеризується наступними кутівими геометричними параметрами: передній кут γ , задній кут α , головний кут в плані φ , кут нахилу гвинтової канавки ω .

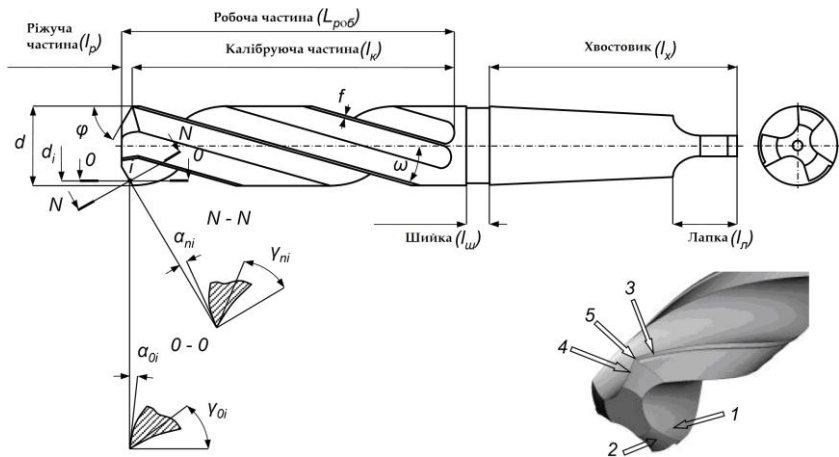


Рис. 1. Елементи і частини циліндричного зенкера

Геометричні параметри зображені на рис. 2. Передній кут γ вимірюється в головній січній площині $N-N$, перпендикулярній до проєкції ріжучої кромки на основну площину; в залежності від механічних властивостей оброблюваного металу і металу зенкера γ призначається від 0 до 15° . Задній кут α вимірюється також в площині $N-N$ і знаходиться в межах $8-10^\circ$. Кут нахилу гвинтової канавки приймають в межах $10^\circ-30^\circ$. Зенкер має зворотній конус під кутом $\phi_1 = 1-2^\circ$.

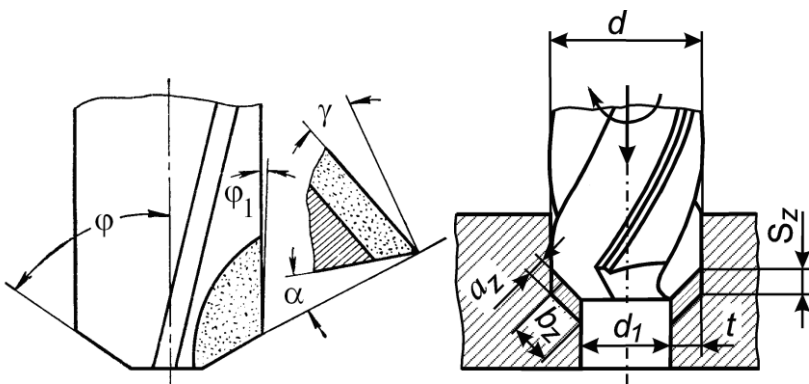


Рис. 2. Геометричні параметри зенкера, схема зенкерування

Типи зенкерів

За конструктивним ознакам зенкери поділяються на суцільні, насадні і збірні (рис. 3).

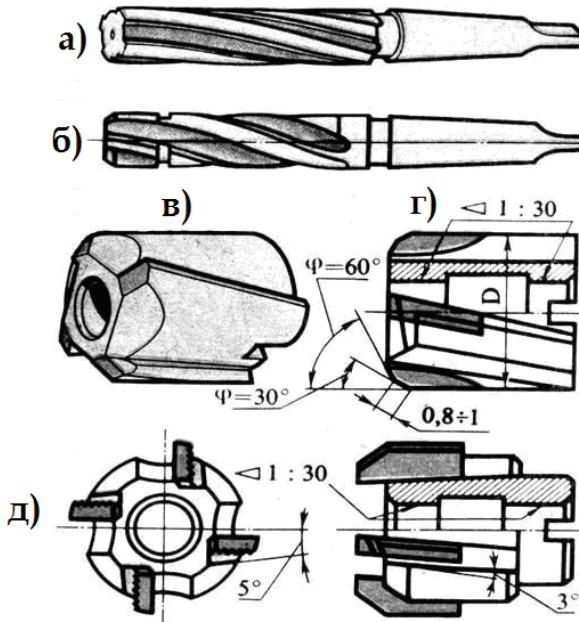


Рис. 3. Типи зенкерів

- a) Суцільний швидкоріжучий зенкер з чотирма ріжучими зубцями
- б) Зенкери, оснащені твердими сплавами
- в) Насадний швидкоріжучий зенкер
- г) Насадний зенкер оснащений твердими сплавами
- д) Насадний зі вставними твердосплавними ножами

Суцільний зенкер з трьома і чотирма ріжучими зубцями зображений на рис. 1, рис. 3 а.

Насадний зенкер чотирьохзубий показаний на рис. 4а, а на рис. 4б – кінчна оправка для нього. Геометричні параметри зенкера (кути γ і α) розглядають в площині $N-N$, перпендикулярній до ріжучої кромки. Кут нахилу ω гвинтової канавки дорівнює $10-30^\circ$.

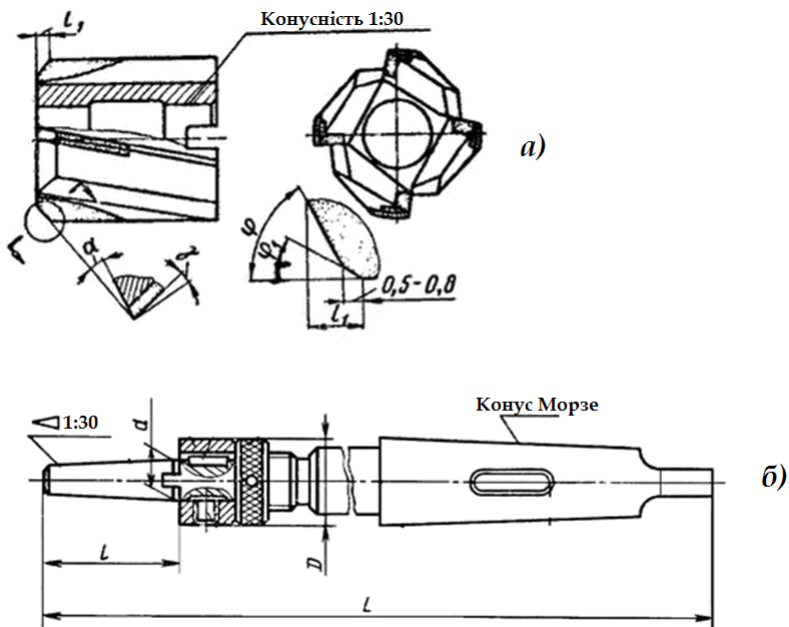


Рис. 4. Насадний зенкер з оправкою

Збірні зенкери виготовляють діаметром від 40 до 100 мм (рис. 5).

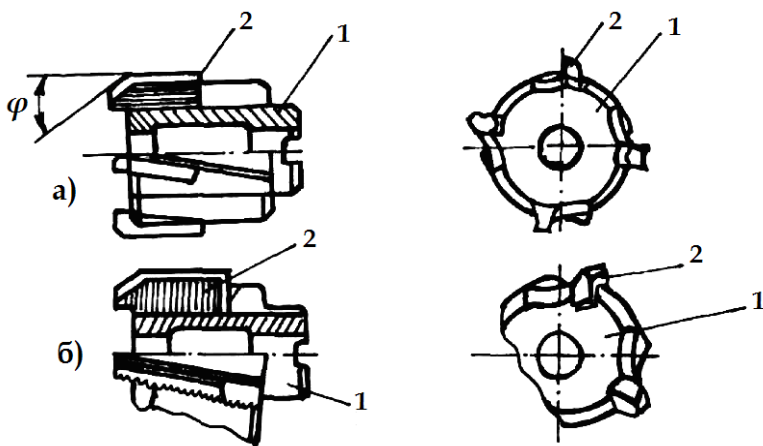


Рис. 5 Збірні зенкери

Корпус 1 виконують із конструкційної сталі, а вставні ножі 2 – із швидкоріжучої сталі. Ножі закріплюють в корпусі за допомогою осьових (рис. 5а) і радіальних (рис. 5б) рифлень. Для міцного кріплення ножем і гніздам надають клиновидну форму.

Зенкери, оснащені твердими сплавами (рис. 6) використовують для обробки високоміцних сталей, а також для підвищення режимів обробки. На рис. 6 зображено зенкер з твердосплавними пластинками, впаяними безпосередньо в корпус: кут ω нахилу гвинтової канавки дорівнює 12° . Зенкери оснащені сплавами *T15K6*, *BK8* і *BK6*.

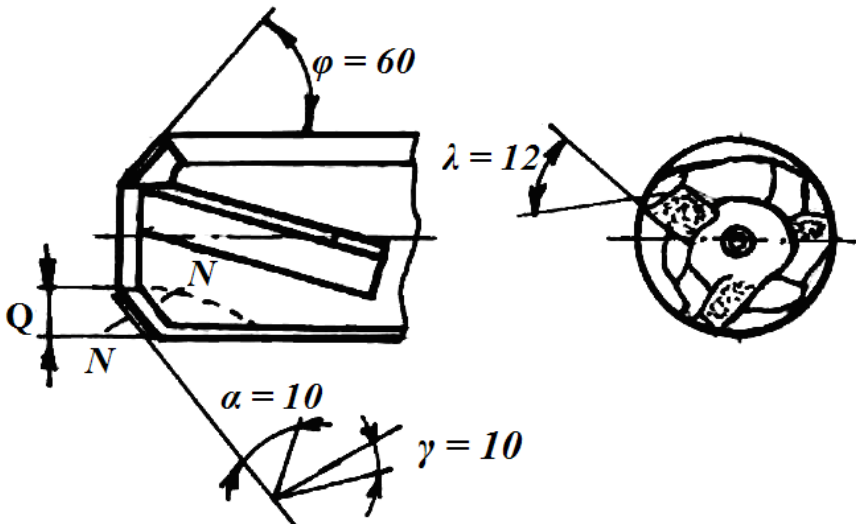


Рис. 6. Трьохзубий зенкер з впаяними пластинками твердого сплаву

Звіт до лабораторної роботи №3

Вивчення геометрії, конструкції і заточки зенкерів

№ досліду	Матеріал зенкера	Твердість HRC	Діаметр зенкера, мм	Кут нахилу гвинтової лінії	Кут 2φ	Кут φ_1	Кут α	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
1											
2											
3											

Контрольні запитання

1. Чим відрізняється зенкер від свердла?
2. Чи можна використати зенкер під час оброблення отвору на токарному верстаті?
3. Як здійснити загострення зенкера?
4. З якого матеріалу виготовляють зенкери і зенківки?
5. Чим відрізняються зенкери від зенківок?

Лабораторна робота №4

ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА КОНСТРУКЦІЇ РОЗВЕРТОК

Для виконання роботи необхідно:

1. Попередньо ознайомитись з основними поняттями про елементи та геометрію розверток.
2. Виміряти геометричні та конструктивні елементи розверток.
3. Ознайомитись з типовими конструкціями розверток.
4. Оформити роботу і заповнити звіт.

Основні поняття про елементи, геометрію та конструкцію розверток

Розвертки поділяються на дві основні групи: ручні та машинні (використовуються у верстатах).

Розвертки використовують для кінцевої обробки отворів, вони забезпечують 7-9 квалітети точності обробки.

Розвертки поділяють:

- за конструкцією хвостової частини на розвертки з конічним, циліндричним і квадратним хвостовиком;
- за формою оброблюваного отвору – на циліндричні, конічні, ступінчаті;
- за способом закріплення зубів – на суцільні, насадні, напаяні і з механічним закріпленням;
- за матеріалом ріжучої частини – на вуглецеві, швидкоріжучі, твердосплавні.

Розвертка (рис. 1) зовні схожа на зенкер, але відрізняється від нього більшим числом ріжучих кромки (від 6 до 12) і більш пологою ріжучою (забірною) частиною. Ручна розвертка відрізняється від машинної геометрією ріжучої частини, розмірами робочої частини та формою хвостовика.

У ручної розвертки (рис. 1) кут 2φ менший аніж у машинної. Хвостова частина ручної розвертки має форму квадрату. Калібруючий зуб, на відміну від ріжучого, на вершині має циліндричну фаску.

Число зубів у розвертці визначається за формулою:

$$Z = 1,5 \cdot \sqrt{D} + K$$

де: $K = 2$ для в'язких металів;

$K = 4$ для крихких металів;

D – діаметр коліруючої частини.

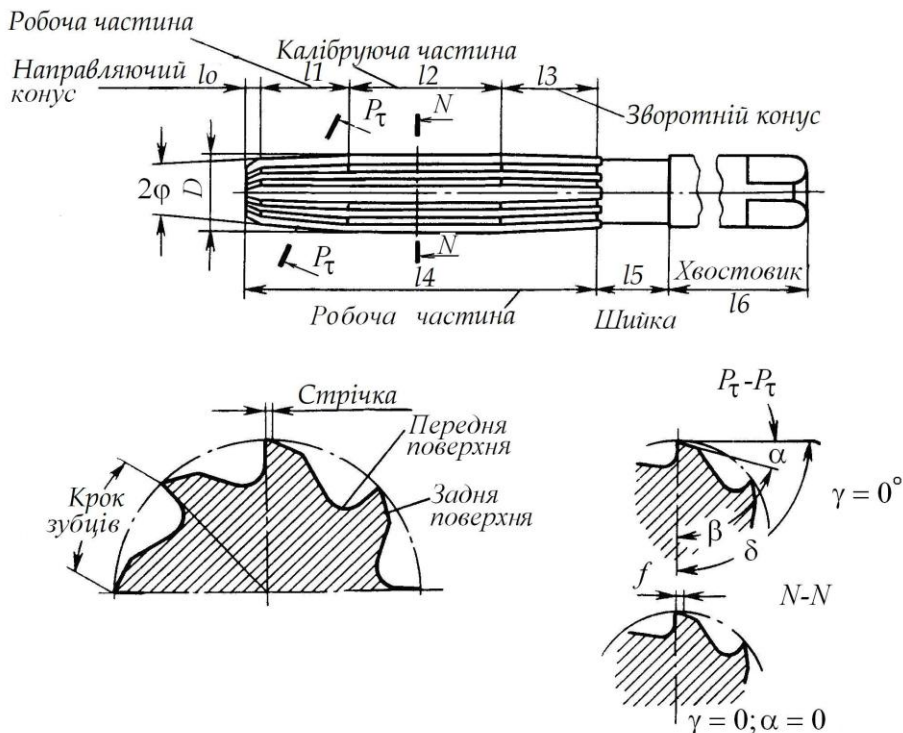


Рис. 1. Елементи циліндричної розвертки

Геометрія і конструкція розвертки визначається наступними елементами (рис. 1); направляючим конусом l_0 ; ріжучою частиною l_1 ; коліруючою частиною l_2 зворотнім конусом l_3 ; робочою частиною l_4 ; шийкою l_5 ; хвостовиком l_6 .

На рис. 3, а і б приведені дві конструкції машинних розверток, одна з яких суцільна з конічним хвостовиком, а друга – насадна.

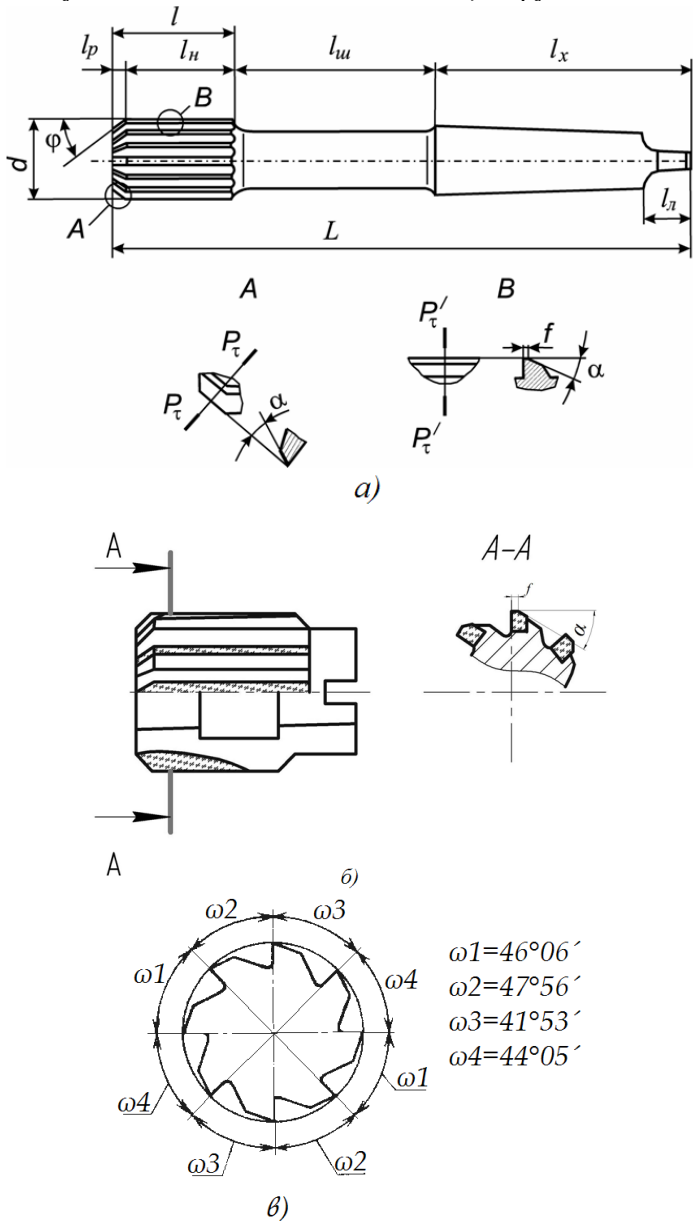


Рис. 3. Конструкції розверток

Конструкції розверток:

- а) циліндрична, суцільної конструкції;
- б) циліндрична насадна;
- в) схема розміщення зубів у восьмизубої розвертки.

Кути між зубами у восьмизубої розвертки показані на рис. 3в.

Нерівномірний розподіл зубів по колу. Розвертки з рівномірним кроком можуть забезпечувати необхідну точність і шорсткість обробленої поверхні. Проте для попередження появи на поверхні отвору поздовжніх рисок необхідний нерівномірний крок зубів.

Причиною отримання рифленої поверхні (рисок) є періодичні зміни навантаження на зуби розвертки, обумовлені неоднорідністю оброблюваного матеріалу – твердими включеннями. При контакті з такими ділянками розвертка вигинається і зуби з рівномірним кроком, заглиблюючись в оброблену поверхню на протилежному боці в одному і тому самому місці, спотворюють її. При нерівномірному кроці зуби заглиблюються у різних місцях, внаслідок чого відхилення форми отвору зменшується.

$$\omega_1 = 42^\circ, \omega_2 = 44^\circ, \omega_3 = 46^\circ, \omega_4 = 48^\circ.$$

Розвертки для глухих отворів (рис. 4) мають ріжучі зуби не тільки на забірній частині, а також і на торці. Забірна частина заточується з кутом $\varphi = 45^\circ$, решта геометричних параметрів така, як і у розверток для наскрізних отворів.

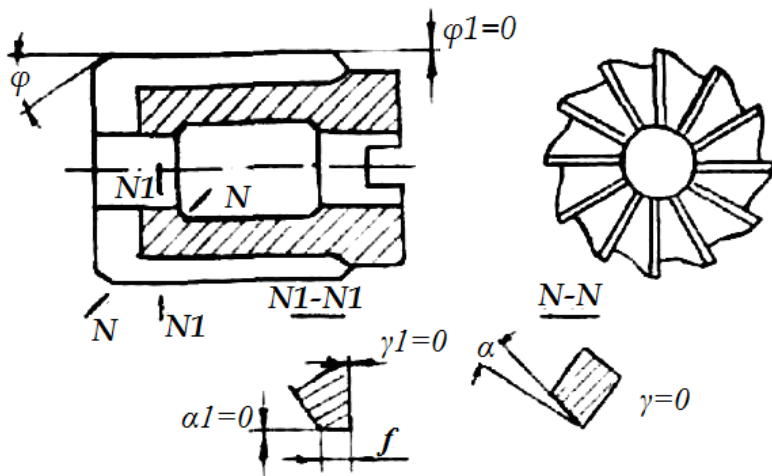


Рис. 4. Насадна циліндрична розвертка для обробки глухих отворів

Конічні розвертки використовують для обробки конічних отворів, ними обробляють отвори під конус Морзе № 1 – № 6 (рис. 5).

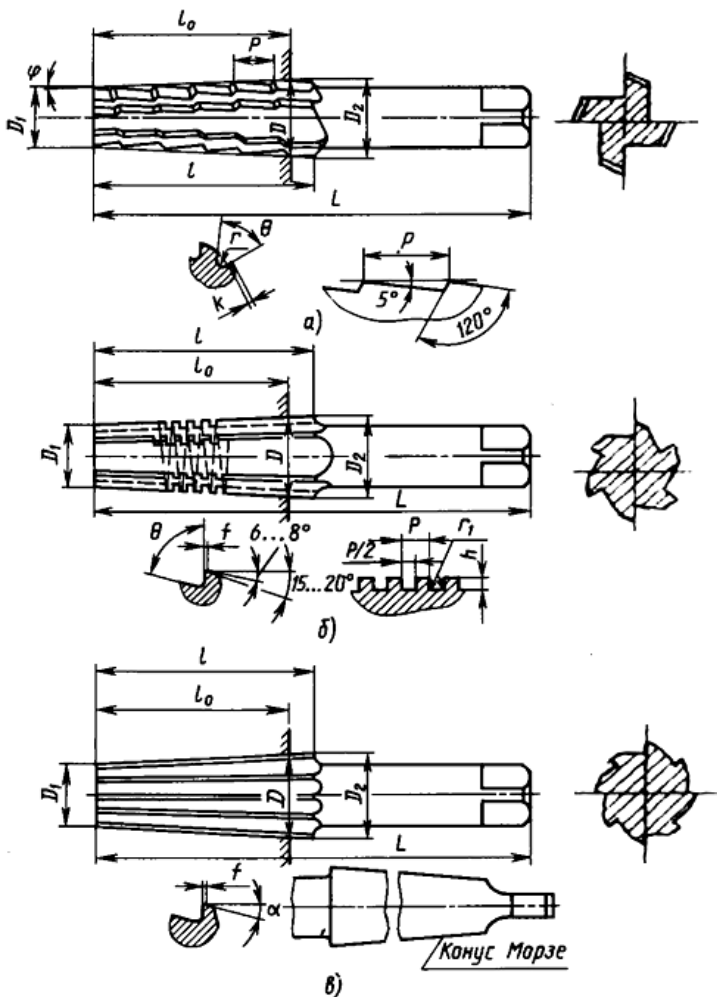


Рис. 5. Комплект конічних розверток:
а) чорнова; б) напівчистова; в) чистова

Конічні отвори обробляють послідовно трьома розвертками. Ріжучі кромки першої чорнової розвертки мають форму виступів; при обробці цією розверткою отримують конічний отвір, покритий бугорками.

Друга, напівчистова (рис. 5в), має суцільні ріжучі кромки по всій довжині. Передній і задній кути розверток розглядаються в площинах:

Передній кут γ першої і другої розверток приймають рівним $6^\circ - 8^\circ$, а для третьої розвертки $\gamma = 0$.

Задні кути α для всіх трьох розверток приймають рівним $8^\circ - 10^\circ$.

Розвертки з вставними ножами (рис. 6) виготовляють з швидкоріжучої сталі, корпус – з вуглецевої сталі. Положенням ножів в корпусі регулюється розмір розвертки по діаметру.

Ножі в корпусі розвертки закріплюються різними способами, найчастіше за допомогою рифлених поверхонь, які мають ніж і корпус розвертки. Переріз $N-N$ є головним і в ньому розглядають кути α , і γ . Канавки для ножів роблять прямими або з нахилом під кутом $\omega = 10^\circ - 12^\circ$.

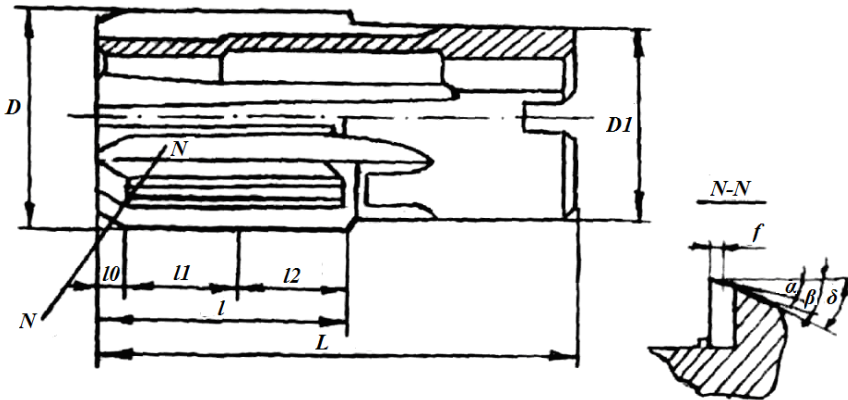


Рис. 6. Розвертка з вставними ножами

Регульовані розвертки застосовуються для ремонтних робіт.

Ручна розтискна розвертка (рис. 7 а) має прорізани уздовж зубів шліци 3. У корпусі 1 є конічний отвір, куди поміщається кулька. Переміщення кульки гвинтом 2 в осьовому напрямку викликає деформацію корпусу і збільшення діаметра розвертки. Діапазон регулювання $0,16 \dots 0,5$ мм в залежності від діаметру розвертки.

Ручна розсувна розвертка (рис. 7 б). У корпусі вифрезеровані конусні пази, в які вставлено ножі. Переміщення ножів в осьовому

напрямку призводить до зміни діаметра розвертання. Межа регулювання 0,5 ... 4,5 мм.

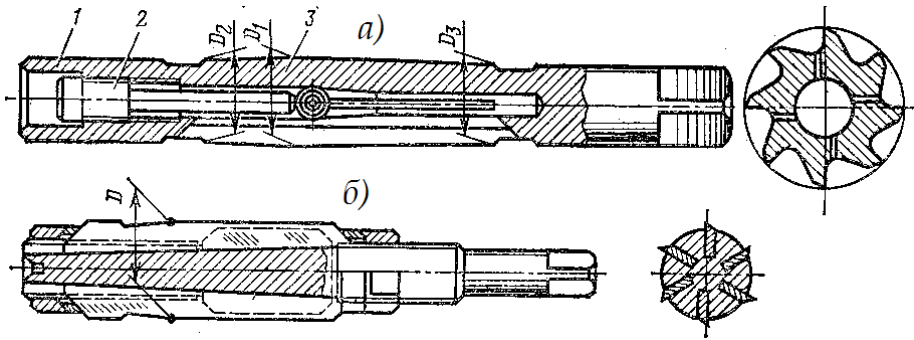


Рис. 7. Регульовані розвертки:

а) ручна розтискна; б) ручна розсувна

Звіт до лабораторної роботи №4
Вивчення геометрії та конструкції зенкерів

№ з/п	Тип розвертки	Матеріал	Твердість	Кути розвертки				
				ω	γ	β	δ	φ
1								
2								
3								

Контрольні запитання

1. Тип розверток.
2. Чим відрізняються машинні розвертки від ручних?
3. Чому в ручних розвертках зуби по колу розмішені нерівномірно, а у машинних рівномірно?
4. З якого матеріалу виготовляють розвертки?
5. Як регулюють діаметр розвертки?
6. Чому для обробки отворів з канавками рекомендують розвертки не з прямими зубами, а з гвинтовими?

Лабораторна робота №5

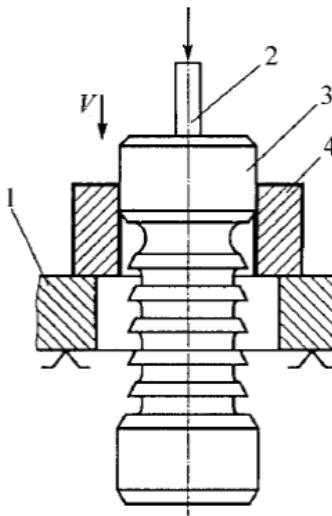
ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ, КОНСТРУКЦІЇ ТА ЗАТОЧКИ ПРОТЯЖОК ТА ПРОШИВОК

Для виконання роботи необхідно:

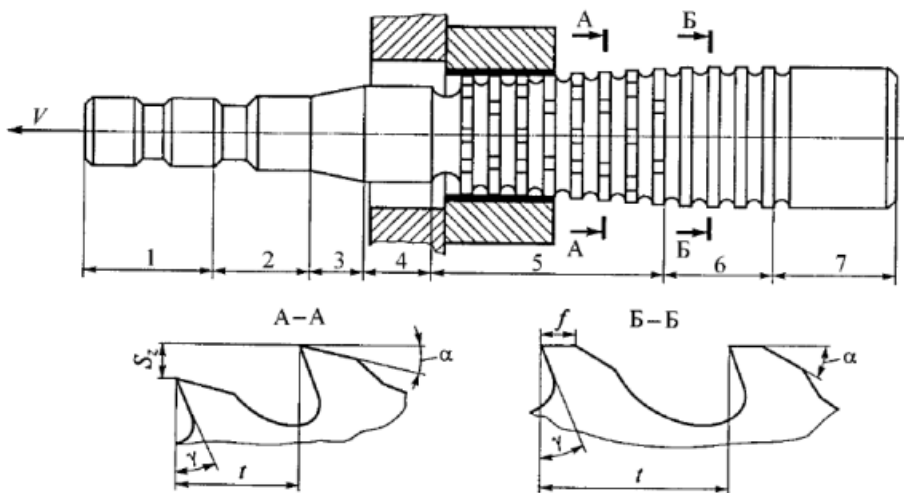
1. Попередньо ознайомитися з основними поняттями про елементи та геометрію круглої протяжки.
2. Вивчити пристрої для вимірювання протяжок.
3. Виміряти геометричні та конструктивні елементи круглої протяжки.
4. Ознайомитися з типовими конструкціями протяжок.
5. Оформити роботу та заповнити протокол.

Основні поняття про елементи та геометрію протяжок та прошивок

Протяжки використовують для обробки циліндричних та фасонних отворів (шліцьових, шпонкових, багатограних та ін. рис. 1), а також фасонних поверхонь та площин. Схема роботи круглої протяжки та прошивки показана на рис. 1 а, б.



а)



б)

Рис. 1. Схема роботи круглої протяжки та прошивки

а) Принцип роботи круглої прошивки: 1 – стіл; 2 – шток поршня; 3 – прошивка; 4 – заготовка; V – напрямок різання

б) Принцип роботи круглої протяжки: 1 – замкова частина; 2 – шийка; 3 – направляючий конус; 4, 7 – передня і задня направляюча частина; 5 – ріжуча частина (ріжучі зубці); 6 – калибруюча частина (калибруючі, чистові зубці); V – напрямок різання; f – стрічка; S_z – підйом на зуб; t – шаг між зубцями; α , γ – головний задній і передній кут

Оброблювану деталь, опирається з станину верстата, протяжка проходить крізь отвір деталі. Отвір під протягування попередньо просвердлюють, розточують, а також отримують штампуванням або литтям. Різання при протягуванні здійснюється за рахунок того, що ріжучі зуби круглої протяжки мають поступово збільшувачий розмір по діаметру, тобто, кожен зуб протяжки знімає стружку, товщина якої визначається за формулою $d = \frac{d_2 - d_1}{2}$.

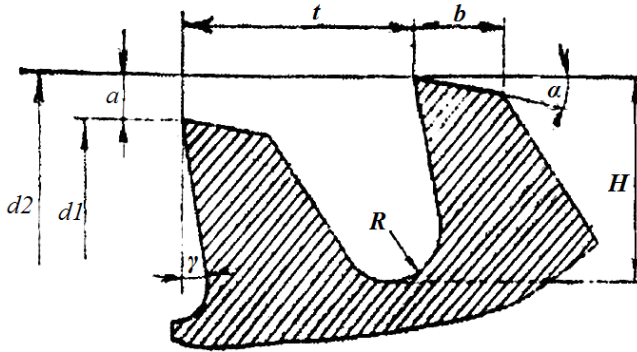


Рис. 2. Геометричні та конструктивні параметри круглої протяжки

Ріжучі зуби круглої протяжки мають стружкозломлювальні канавки, які розташовані в шаховому порядку. Останній ріжучий зуб та наступний за ним калібруючий зуб таких канавок не мають.

Форма зубів (рис. 2) протяжки визначається кроком зубів t , висотою зуба H , шириною зуба b , радіусом закруглення канавки R . Геометрична форма зуба протяжки визначається зміною переднього γ та заднього α кутів.

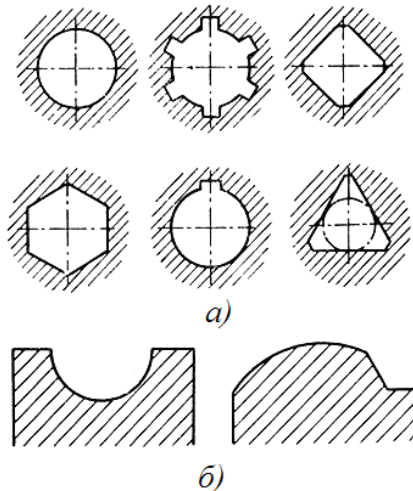


Рис. 3. Приклади профілів отриманих протягуванням: а - отвори; б - зовнішніх поверхонь

Вимірювання геометричних та конструктивних параметрів протяжок

Для вимірювання протяжок використовують наступні пристрої:

- масштабну лінійку;
- мікрометр;
- кутомір для вимірювання передніх та задніх кутів.

Лінійні розміри $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7$ визначають масштабною лінійкою. Діаметри D_1, D_2, D_3, D_4 , а також діаметри ріжучих та калібруючих зубів вимірюють за допомогою мікрометра.

Елементи t, H, b, R вимірюють на вибір для декількох ріжучих та калібруючих зубів (3 – 4 зуба).

Розміри t та b визначають масштабною лінійкою, розмір H висотоміром, радіус R радіусоміром (рис. 4в).

Передні кути γ та задні кути α вимірюються кутоміром (рис. 4а та 4б).

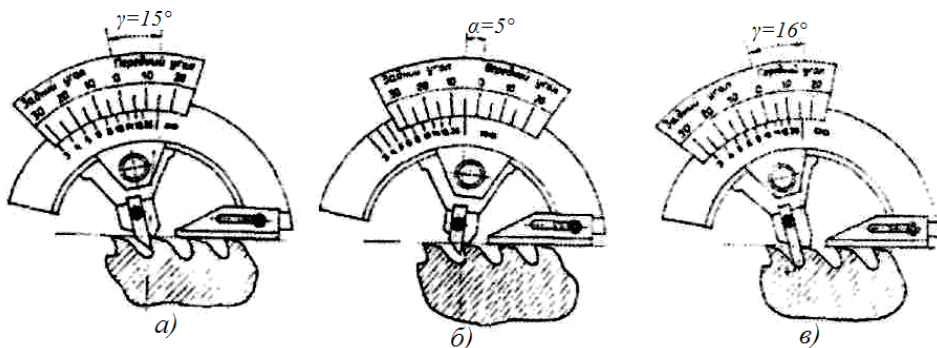


Рис. 4

Передній кут γ та задній кут α визначаються по шкалі кутів пристрою проти стрілки, яка відповідає числу зубів інструмента.

Типи протяжок

По характеру оброблюваних поверхонь протяжки діляться на дві групи: внутрішні та зовнішні. До першої групи відносяться круглі (рис. 1), шпонкові (рис. 5) та квадратні протяжки, із яких одна (рис. 6а) працює по профільній схемі, а друга (рис. 6 б) по генераторній схемі, тобто, схемі поступового переходу по квадратному профілю.

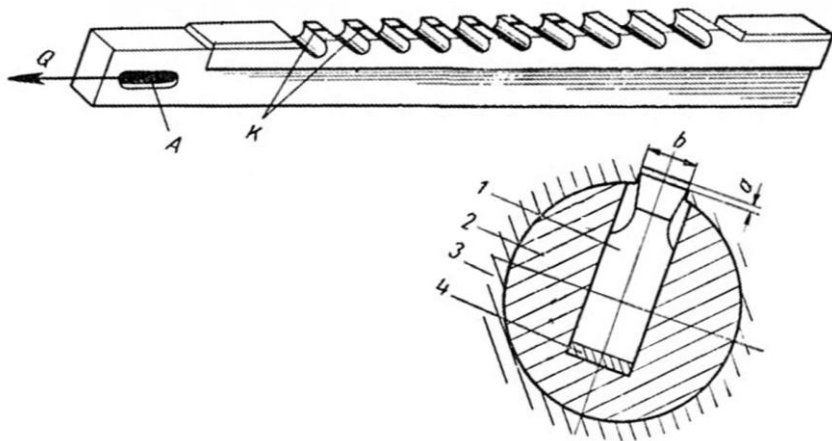


Рис. 5. Шпонкова протяжка: 1 - протяжка;
2 - направляюча втулка; 3 - заготовка; 4 - прокладка

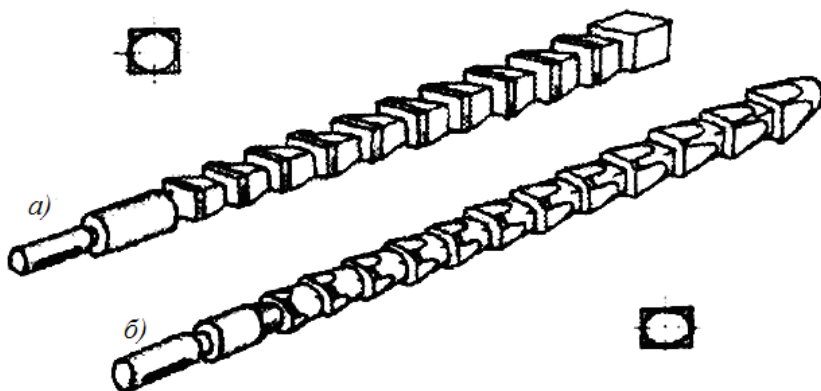


Рис. 6

На рис. 7 зображена протяжка, призначена для обробки глибоких циліндричних отворів.

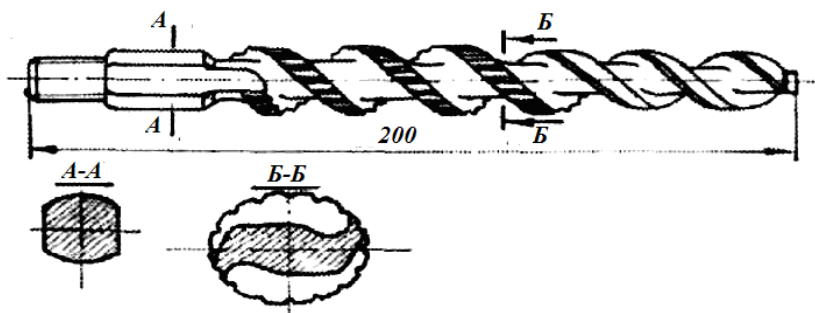


Рис. 7

Простою зовнішньою протяжкою є плоска протяжка, яка може обробляти площини по двом схемам: профільній (рис. 8) та генераторній (рис. 9), плоскі генераторні протяжки в свою чергу діляться на прямі односторонні (рис. 9а) та прямі двосторонні (рис. 9б) з одностороннім нахилом (рис. 9в) та з двохстороннім нахилом (рис. 9г).

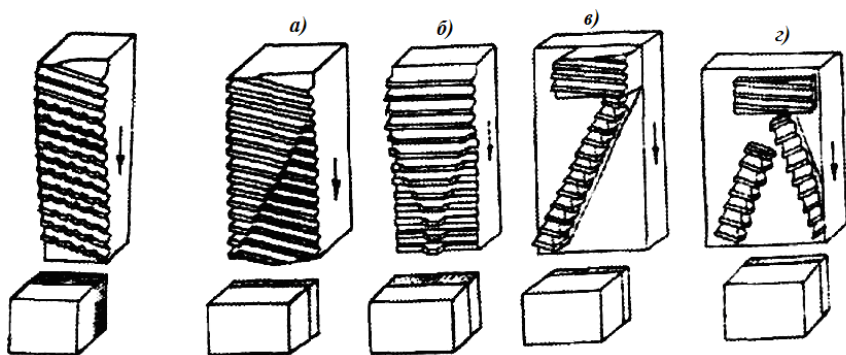


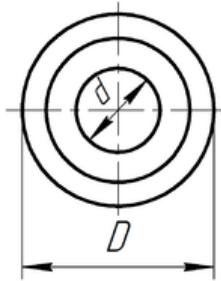
Рис. 8

Рис. 9

Схеми різання при протягуванні

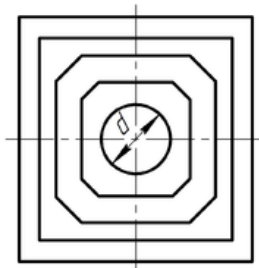
Схеми різання при протягуванні характеризують послідовність зняття шарів матеріалу з оброблюваної поверхні. При протягуванні використовуються такі схеми різання:

Профільна. За профільною схемою профіль зубців протяжки відповідає профілю остаточно обробленої поверхні. Ця схема застосовується як кінцева. Недоліком цієї схеми є складність виготовлення та перезагострення при складній формі оброблюваної поверхні.



Профільна схема

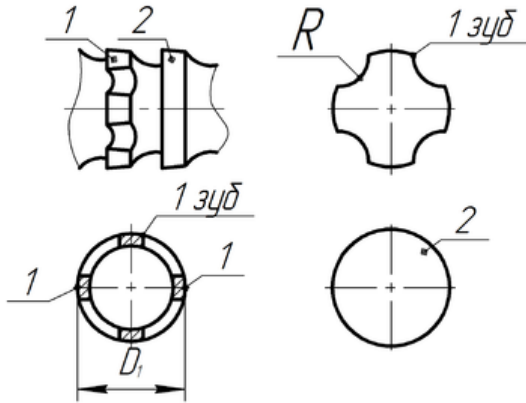
Генераторна. За генераторною схемою профіль зубців протяжки поступово наближається до профілю остаточного обробленої поверхні. За такою схемою для спрощення виготовлення виконують комплекти протяжок, які складаються з чорнових та чистових протяжок. Чистова протяжка має профіль остаточно обробленої поверхні і високу точність. Чорнова протяжка знімає остаточний припуск і форма не має значення.



Генераторна схема

Групова. За груповою схемою припуск знімається групою зубців і поділяється по ширині. У зв'язку з тим, що зменшується сумарна довжина різальних кромek, зменшуються зусилля протягування, що дає можливість збільшити підйом на зуб. 1-й зуб групової схеми різання називається прорізним. Він має неповну довжину різальних кромek і округлення радіусом R . Він зрізає тільки частину припуску. 2-й зуб є гладким, він називається зачищаючим, зрізає ту частину яка не зрізана першим зубом. Групова схема використовується тільки для чорнових протяжок, або для чорнкової частини комбінованих протяжок. Чистові та колібруючі зубці протяжок працюють за профільною схемою; під час експлуатації протяжки спрацьовуються. Якщо спрацьовування

перевищує величину S_z , то перший зуб не може зрізати стружку і стружка зрізається другим зубом у вигляді кільця. Це кільце розміщується перед наступною групою чорнових зубців, це погіршує умови оброблення та відводу стружки, а в окремих випадках може привести до поломки протяжки.



Групова схема

Звіт до лабораторної роботи №6

Вивчення геометрії та конструкції протяжок та прошивок

№ досліду	Тип протяжки	Матеріал протяжки	Твердість протяжки	Елементи протяжок				Елементи зубів, мм						Геометрія зубів					
				Число зубів, Z				a	t	b	d ₁	d ₂	H	γ	α	β	δ		
				d	Чорнові	Напівчистові	Чистові											Калібруючі	
1																			
2																			
3																			

Подача на один зуб: a мм/зуб

Чорнових –

Напівчистових –

Чистових –

Калібруючих –

Подача на групу зубів: мм

Чорнових –

Напівчистових –

Чистових –

Калібруючих –

Контрольні запитання

1. Чим відрізняються протяжка від прошивки (конструктивно та за характером роботи)?
2. Тип протяжок, їх матеріали?
3. Геометрія зуба протяжки.
4. Як здійснюється подача при протягуванні, як вона визначається?
5. Що значить профільна та генераторна схеми протягування?

Лабораторна робота №6

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ, ГЕОМЕТРІЇ ТА МЕТОДІВ ЗАТОЧУВАННЯ ФРЕЗ

Для виконання роботи необхідно:

1. Попередньо ознайомитись з основними поняттями про елементи та геометрію фрез.
2. Вивчити прилади, які використовуються при вимірюванні фрез.
3. Виміряти геометричні і конструктивні елементи циліндричної фрези.
4. Ознайомитись з типовими конструкціями фрез.
5. Оформити роботу та заповнити звіт про роботу.

Прилади та інструменти: штангенциркуль ШЦ-1; універсальний кутомір; набір фрез.

Основні поняття про фрези

Фрези застосовуються на фрезерних верстатах при виконанні наступних робіт:

- 1) Чорнової та чистової обробки площин.
- 2) При нарізанні пазів і шпоночних канавок.
- 3) Прорізанні вузьких щілин і розрізанні металів.
- 4) Чорновій та чистовій обробці фасонних поверхонь з прямими криволінійними утворюючими.

При фрезеруванні в роботі беруть участь одночасно кілька зубів фрези, тому процес відрізняється більш високою продуктивністю, чим при роботі однолезовим інструментом. Плоскі поверхні фрезерують циліндричними (рис. 1 а), торцевими (рис. 1 б) і кінцевими фрезами (рис. 1 в); фасонні – фасонними фрезами відповідного профілю (рис. 1 г); комбіновані – комплектом фрез (рис. 1 д) чи спеціальними фрезами; пази – тристоронніми дисковими (рис. 1 е), Т-твірні (рис. 1 ж) і шпонковими фрезами (рис. 1 з). Відрізана частини заготовки виготовляється прорізними фрезами (рис. 1 і). На універсальних фрезерних верстатах можна виготовляти зубчасті колеса за допомогою модульних дискових (рис. 1, к 1) чи модульних пальцевих фрез (рис. 1, к 2).

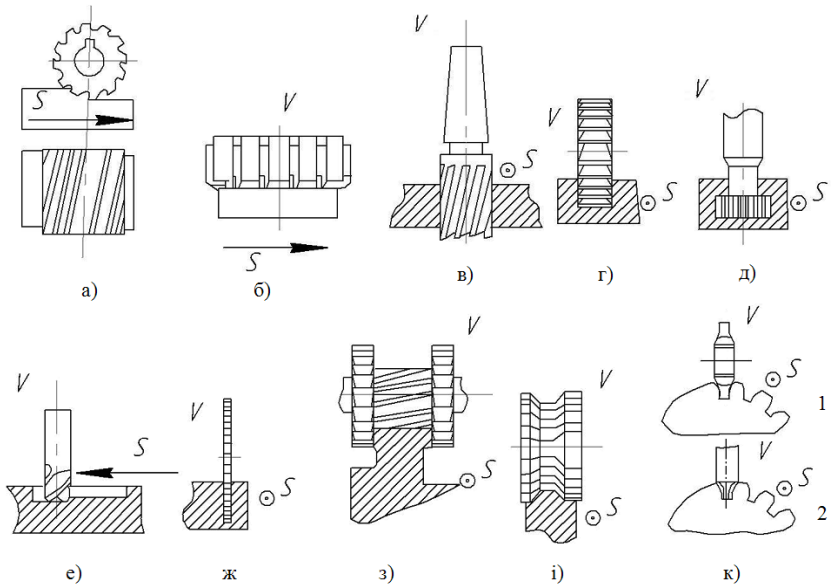


Рис. 1. Схема роботи фрез

Найпростішим типом фрези являється циліндрична фреза, яка призначена для обробки площин.

На рис. 2 показана схема різання при фрезеруванні площин:

а) циліндричною фрезою з прямим зубцями;

б) циліндричною фрезою з гвинтовими (спіральними) зубцями.

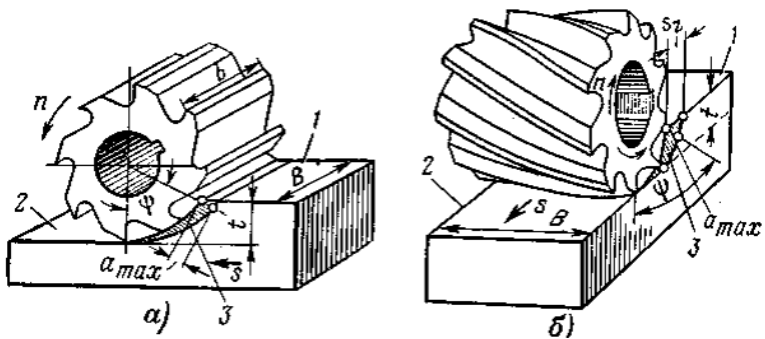


Рис. 2. Схема роботи циліндричної фрези:

1 - оброблювана поверхня; 2 - оброблена поверхня;

3 - поверхня різання

Циліндричні фрези (рис. 2 а) застосовують для обробки плоских поверхонь на горизонтально-фрезерних верстатах. Вони бувають з правими або лівими гвинтовими канавками, мають центральний базовий отвір із шпоночною канавкою, призначеною для закріплення фрези в оправці верстата. Виготовлюються діаметром 40-125 мм.

У циліндричних фрезах гвинтові канавки призначені для сходу стружки, які прорізаються на утворюючій поверхні циліндра, а зубці виконані з ріжучими кромками (рис. 3).

Нахил зубів визначається кутом ω між віссю фрези і проекцією, дотичною до гвинтової лінії.

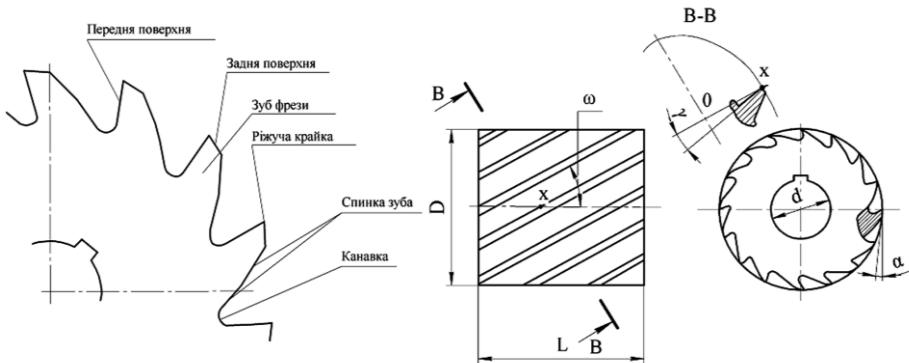


Рис. 3. Циліндрична фреза

Крім циліндричних фрез, площини оброблюють торцевими суцільними фрезами (рис. 4) і торцевими насадками, оснащеними твердим сплавом (рис. 5), в якій кромки 1 – являються головними ріжучими кромками, а кромки 2 – перехідними.

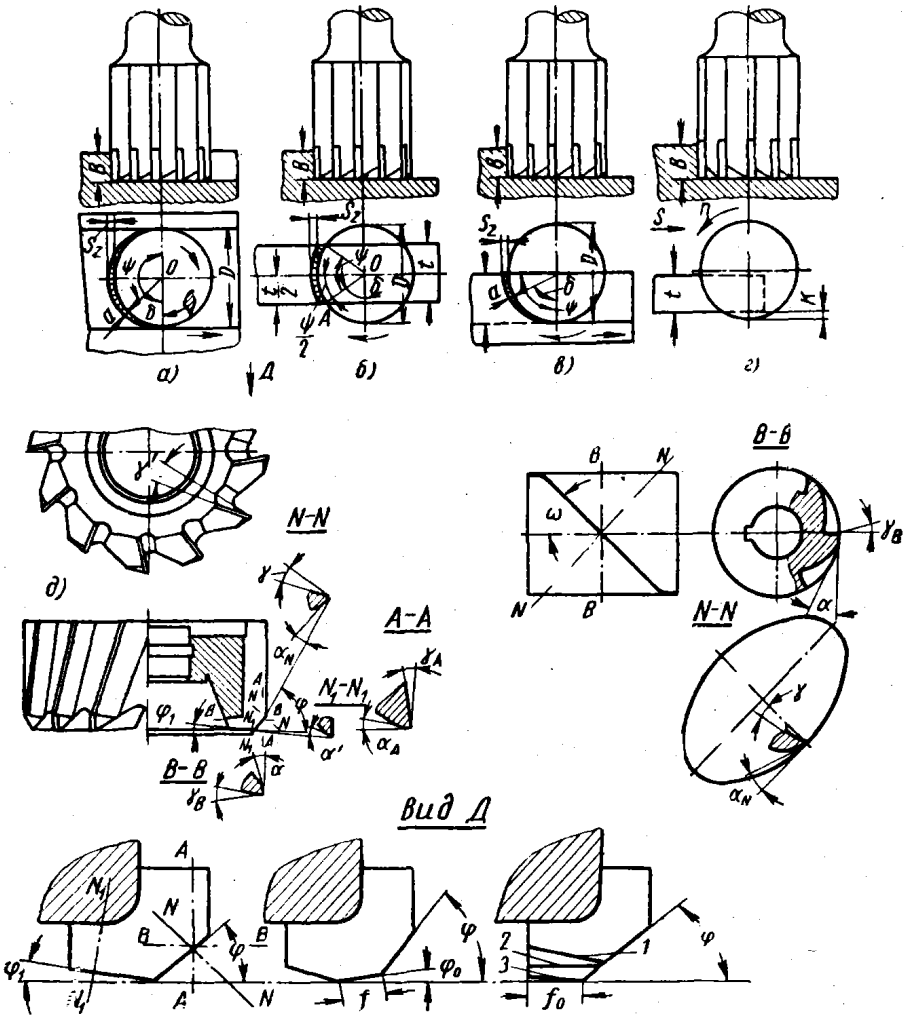


Рис. 4. Торцеве фрезерування: а - симетричне повне; б - симетричне неповне; в - несиметричне; г - несиметричне неповне зустрічне; д - геометрія заточки

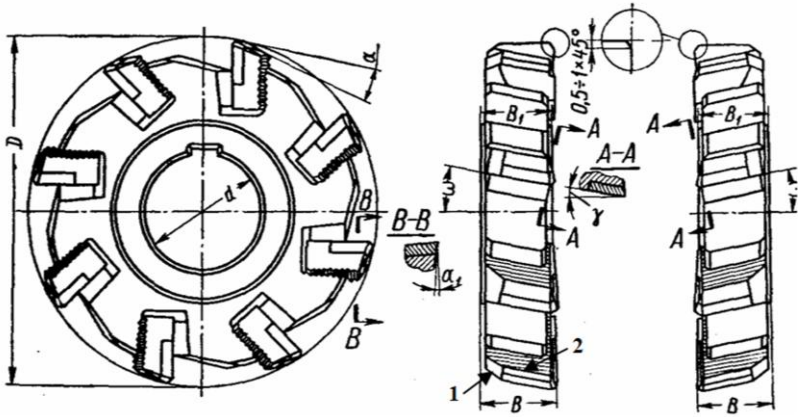


Рис. 5. Фреза з твердим сплавом

Геометричні параметри ріжучої частини фрези

Геометричні параметри ріжучої частини циліндричної і торцевої фрези вказані на рис. 6.

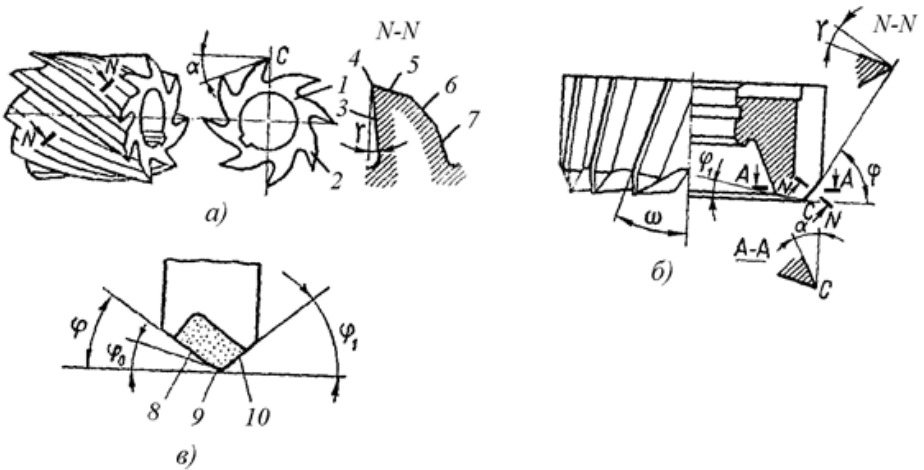


Рис. 6. Геометричні параметри ріжучої частини циліндричної і торцевої фрези

Передній кут γ вимірюється в головній NN січній площині. Головні задній кут α розглядається в поперечній площині AA .

Важливим елементом циліндричної фрези є крок гвинтової лінії H , (рис. 7). Визначається за формулою:

$$H = \pi \cdot D \cdot \operatorname{ctg} \omega,$$

D – діаметр фрези, мм;

ω – кут нахилу зубів, град;

H – крок гвинтових ліній, мм

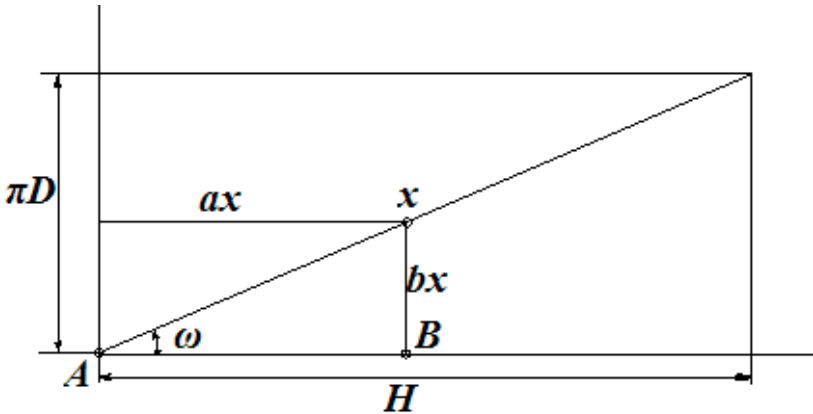


Рис. 7. Розгортка гвинтової лінії циліндричної фрези

Іноколи передні кути фрези задають в поперечній площині (γ_1) і в повздовжній (γ_2) площині.

Для перерахунку головного переднього кута γ (рис. 6) користуються формулою для циліндричної фрези:

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma_1 \cdot \cos \omega$$

і формулою для торцевої фрези:

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma_1 \cdot \sin \varphi + \operatorname{tg} \gamma_2 \cos \varphi$$

Кут різання фрези в головній січній площині визначається:

$$\delta = 90^\circ - \gamma.$$

Кут ω нахилу зубів визначається безпосереднім вимірюванням його по сліду гвинтової лінії фрези на площину чи за формулою (рис. 6).

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{a_x}{b \cdot x}$$

Гвинтову лінію фрези потрібно розвернути методом накатки через копіювальний папір.

Вимірювання фрез

Для вимірювання геометричних та конструктивних елементів фрези застосовується наступний інструмент: вимірювальна лінійка, універсальний кутомір, прилад для вимірювання передніх та задніх кутів в торцевій площині, штангенциркуль.

Діаметр фрези вимірюється штангенциркулем, ширину фрези – вимірювальною лінійкою. Передній та задній кути, які лежать в торцевій площині фрези, визначається спеціальним приладом в площині, перпендикулярній осі фрези.

При контролі геометрії фрез використовують три методи вимірювань: абсолютний – на шкальних шарнірно-кутомірних приладах, що базуються на вимірюванні на два зуба, та інклінометричних приладах, що базуються при вимірюванні на один зуб; відносний – засобами вимірювань являються різноманітні конструкції шаблону; побічний – заснований на тригонометричних координатних методах: тангенціальному і комбінованому.

Передній і задній кути фрез можна заміряти шкальними шарнірно – кутовими приладами Бабчиніцера (кутомір типу 2 УРИ ТУ 2-034-617-68) і Неприна. Основною базою цих приладів, що спираються при вимірюванні на 2 сусідніх зуба, служить хорда, яка проходить через вершину двох суміжних зубів фрези і яка спирається на центральний кут між цими зубами.

Прилад типу 2 УРИ (рис. 8) складається з наступних основних частин: сектора 1, до якого прикріплені градусна шкала 2 і пластина 3, що має паз для вимірювальної лінійки 4, ця лінійка в залежності від висоти зуба вимірювального інструмента закріплюється гвинтом 5 в необхідному положенні; дуги 6, на якій нанесена нерівномірна шкала Z в межах від 3 до 60 зубів, при чому до цієї дуги прикріплена лінійка 7, на якій може переміщуватись рухома лінійка 8, яка фіксується гвинтом 9, прижимом 10, яким з допомогою гвинта 11 забезпечують напрям дуги 6 при її переміщенні відносно сектора, а з іншої сторони

прижимом 10 ця дуга закріплюється в тому чи іншому положенні. Пружинна шайба 12 попереджує можливість защемлення притискача.

Лінія XX перпендикулярна до лінії YY. Методика вимірювання на даному приладі переднього і заднього кутів показана на прикладі заміру цих кутів циліндричної фрези із кількістю зубів $Z=18$.

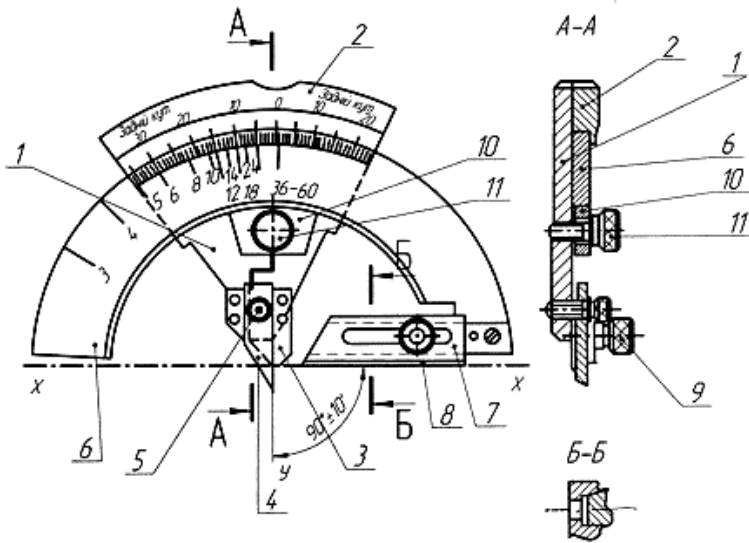


Рис. 8. Загальний вид приладу М. І. Бабчиніцера

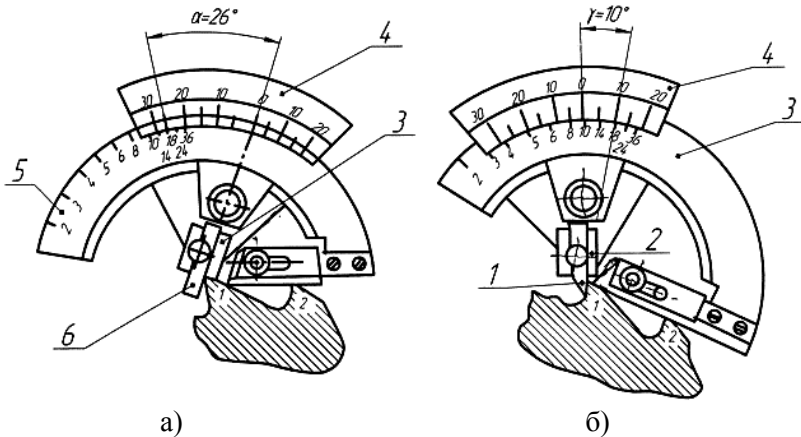
Замір заднього кута α проводять в наступній послідовності (рис. 9,а): накласти прилад на вершини двох сусідніх зубів так, щоб площина приладу була перпендикулярною до осі фрези; повернути шкалу 2 з вимірювальною лінійкою 5 вправо або вліво в залежності від положення задньої поверхні зуба (до сумісності пластини 3, що встановлена на кронштейні 1 з задньою поверхнею) і повернути гвинт 4; напроти значення $Z=18$ прочитати на шкалі 2 величину заднього кута; це значення відповідає дузі, що міститься між рисою 0 на шкалі 2 і рисою 18 на шкалі Z , тобто 26° .

При вимірюванні переднього кута (рис. 9,б) поступають так само, як і при вимірюванні заднього кута, з тією різницею, що в даному випадку вимірювальна лінійка 5 суміщається з передньою поверхнею зуба. Напроти значення $Z=18$ читають величину переднього кута γ . Це

значення переднього кута відповідає дузі між рискою 0 на градусній шкалі і рискою 18 на шкалі Z, тобто 26° .

Передній кут γ фрези в головній січній площині визначається за формулою: $tg \gamma = tg \gamma_1 \cdot \cos \omega$.

Кут різання в головній січній площині: $\delta = 90^\circ - \gamma$.



**Рис. 9. Вимірювання кутів циліндричної фрези
а) заднього кута б) переднього кута**

Конструкції зубів фрез

По конструкції зубів фрези діляться на дві великі групи: із гострокінцевими і затілваними зубами. Принципові відмінності цих фрез полягають в способі заточування, формі і кількості зубів, трудомісткості виготовлення, стійкості, продуктивності і якості обробленої поверхні.

Існують три форми гострокінцевого зуба: трапецієвидна (рис. 10, а) для фрез з мілким зубом; підсилена (рис. 10, б) для фрез з круглим зубом; підсилена (рис. 10, в) у якій ломана лінія затилка зуба заміщена колом радіус якого приблизно дорівнює 0,3-0,45 діаметра фрези. Фрези з гостро заточеними зубами заточуються в основному по заданій поверхні.

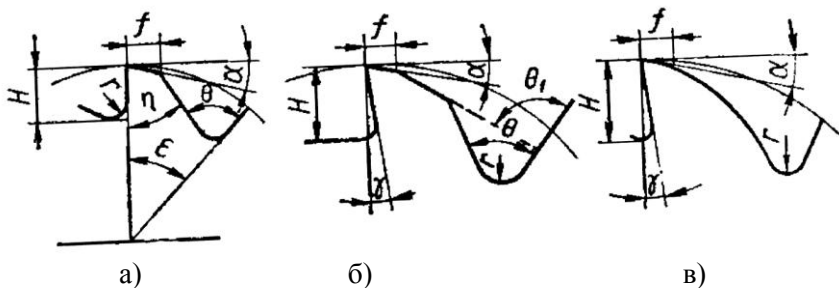


Рис. 10. Форми гострокінцевих зубів

У затіланих зубах форма задньої поверхні виконана по Архімедові спіралі, перетинається по передній поверхні, що забезпечує зберігання профілю зуба (рис. 11). Затіловані зуби, як правило у фасонних фреззах.

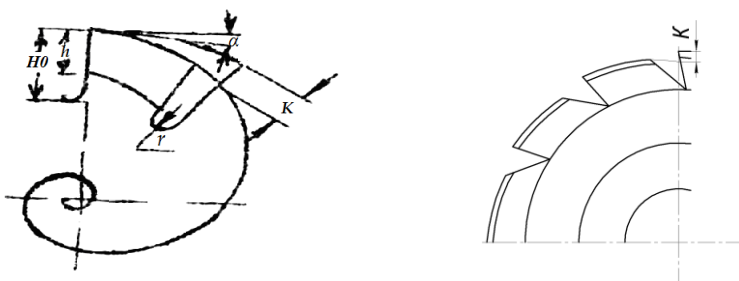


Рис. 11. Форма затілого зуба по архімедовій спіралі

У фреззах з гострокінцевим зубом задня поверхня окреслюється по прямій лінії. Заточку проводять по задній поверхні. У фреззах з затіланим зубом задню поверхню окреслюють по архімедовій спіралі, а заточують по передній поверхні. Після переточки затілової фрези зберігають постійний фасонний профіль ріжучих кромки.

Для фрез простішого типу, які оброблюють плоскі поверхні, вибирають гострокінцеву форму зуба, а для фасонних – затіловану форму зуба.

До групи з гострокінцевим зубом відносяться: циліндричні, торцеві, кутові та дискові фрези, а також різні фрезерні головки. До

групи фрез з затилованим зубом відносяться: радіусні, випуклі і увігнуті, дискові, модульні фрези, черв'ячні модульні та шліцьові.

На рис. 12 і 13 показані торцеві фрези, з яких одна кінцева (рис. 12), друга торцева насадна з вставними зубцями (рис. 13).

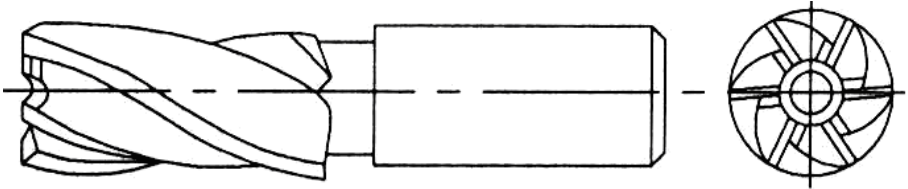


Рис. 12. Кінцева фреза

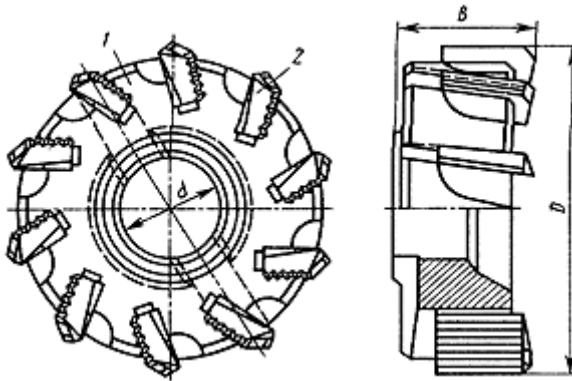


Рис. 13. Фрезерна торцева головка

У кінцевих фрез ріжучі зубці розташовані як на циліндричній поверхні, так і на торцевій. Стружку знімають зубці, розташовані на циліндричній поверхні, торцеві ж зубці зачищають оброблену поверхню.

Фрези торцеві насадні збірного типу застосовують для високопродуктивного фрезерування площин. Вставні зубці для торцевих фрез виготовляють з швидкоріжучих сталей чи з твердого сплаву.

Кутові фрези діляться на однокутові (рис. 14,а) та двокутові (рис. 14,б). Застосовують їх для прорізання канавок на зенкерах, розвертках, фрезах та інших інструментах.

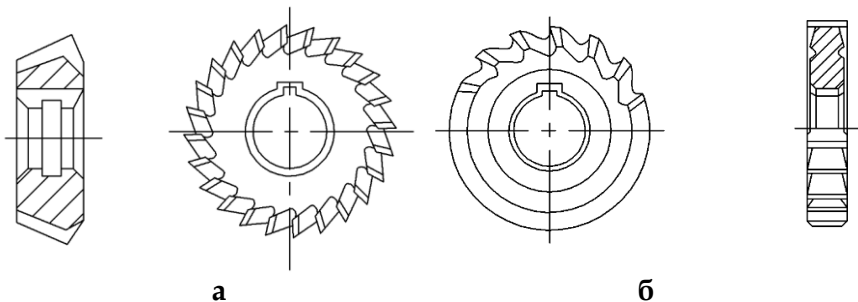


Рис. 14. Кутові фрези: а – однокутова; б – двокутова

Дискові фрези діляться на односторонні (рис. 15,а), двосторонні (рис. 15,б) та трьохсторонні (рис. 15,в). З них перші дві з прямими зубцями, третя з різнонаправленими зубцями. Всі вище розглянуті фрези відносяться до групи фрез з гострокінцевими зубцями.

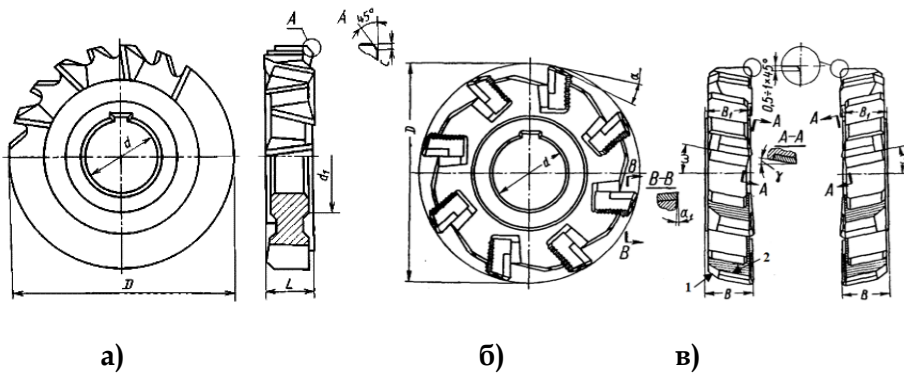


Рис. 15. Дискові фрези: а – одностороння, б – двостороння; в – трьохстороння.

На рис. 16 зображені фасонні фрези з затіленими зубцями: перша – з випуклим профілем та друга – з увігнутим профілем.

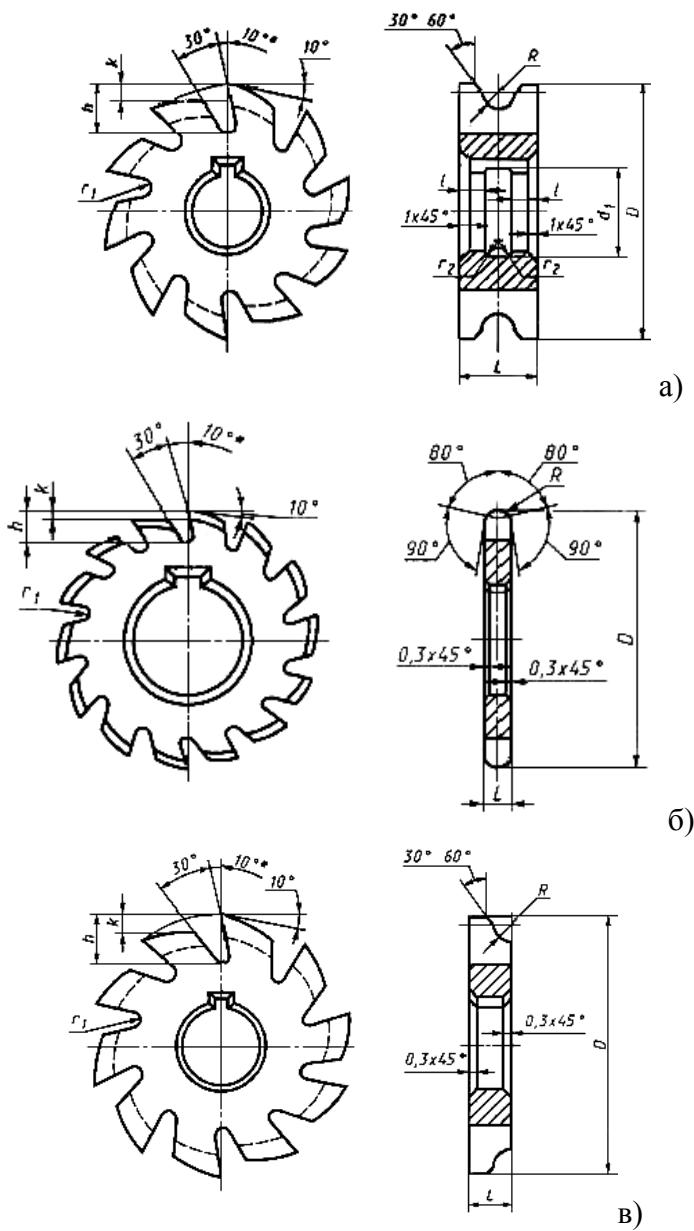


Рис. 16. Фасонні фрези: а - з випуклим профілем; б - з увігнутим профілем; в - радіусні

Конструкція фасонної фрези з напаяними пластинами з твердого сплаву для фрезерування канавок приведена на рис. 17.

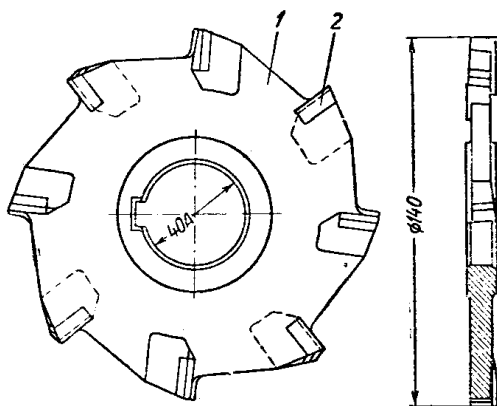


Рис. 17. Фасонні фрези з напаяними пластинами з твердого сплаву

Звіт до лабораторної роботи №8

Вивчення геометрії, конструкції та заточування фрез.

Геометрія фрези

№ з/п	Матеріал фрези
	Твердість фрези
	Діаметр фрези d , мм
	Число зубів фрези, Z
	Ширина фрези b , мм
	Кут нахилу гвинтової лінії ω , град
	Крок гвинтової лінії H , мм
	Задній кут в торцевій площині α , град
	Передній кут в торцевій площині γ , град
	Кут загострення в торцевій площині β , град
	Передній кут в площині нормальній до ріжучої кромки до ріжучої кромки γ_n , град
	Кут різання в нормальній площині δ_n , град
	Формули перерахунків
	Типи фрез
	Примітка кути: β, δ, β_n

Контрольні питання

1. Зустрічне і попутне фрезерування. Переваги і недоліки.
2. Які особливості конструкції пазових фрез?
3. Від чого залежать кути заточування зубів фрез?
4. Які абразивні круги використовують для заточування і доводки тврдосплавних фрез?
5. Охарактеризувати фрези, якими здійснюють нарізування зубчастих коліс?

Лабораторна робота № 7

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І МЕТОДІВ НАЛАГОДЖЕННЯ ДІЛИЛЬНОЇ ГОЛОВКИ

Мета роботи: Практичне ознайомлення з конструкцією і роботою ділильної головки.

Обладнання: ділильна головка моделі УДГ-Д-200, набір змінних зубчатих коліс, інструмент.

Основні положення

Ділильна головка – один з важливих пристроїв деяких типів верстатів, які значно розширюють їх технологічні можливості.

Ділильні головки призначені для здійснення періодичних поворотів заготовки на рівні, а інколи і на нерівні долі кола. Існує кілька конструкцій ділильних головок: лімбові, безлімбові, оптичні та інші. Найбільше поширення в промисловості отримали універсальні лімбові ділильні головки УДГ

Універсальна ділильна головка УДГ-Д-200 застосовується для різних фрезерних, зубофрезерних, розточних, свердлильних, розмічальних та інших робіт, зв'язаних з поворотом деталі на задану величину. Ділильна головка дає можливість ділити коло на будь-яке число частин до 400. Обробку деталі за допомогою ділильної головки можна виконувати в центрах, в патроні або на шпindelній оправці. Її застосовують при виготовленні різних інструментів (фрез, розверток, зенкерів, мітчиків), нормативних деталей машин (головок гвинтів, граней гайок, корончатих гайок), при фрезеруванні зубчатих коліс, пазів і т.д.

Основні дані універсальної ділильної головки УДГ-Д-200

Найбільший діаметр оброблюваної деталі – 200 мм.

Конус шпindelя – Морзе. № 3.

Діаметр отвору шпindelя – 19,7 мм.

Передаточне відношення черв'ячної пари – 1:40.

Число отворів подільного диска:

– на одній стороні – 16,17,19,21,23,29,30,31;

– на другій стороні – 33,37,39,41,43,47,49,54.

Ціна поділки лімба безпосереднього поділу, (град. – 15).

Кінематична схема

Кінематична схема універсальної ділильної головки показана на рис. 1. При простому обертанні шпинделю 1 передається обертовий рух від ручки 2 з фіксатором через пару циліндричних шестерень 3, черв'як 4 і черв'ячне колесо 5, розміщене в середній частині шпинделя. При цьому, ділильний диск 6 повинен бути закріплений за допомогою стопора 7, а фіксатор 8 лімба 9 безпосереднього поділу вимкнутий.

При диференціальному діленні кут повороту шпинделя визначається величиною повороту ручки з фіксатором відносно ділильного диска і величиною повороту самого диска, який одержує обертовий рух від шпинделя через змінні шестерні 10 гітари 11 і пару кінчних шестерень 12. Для передачі обертового руху від шпинделя змінним шестерням гітари застосовується оправка 13, на циліндричній шийці якої встановлюється змінна шестерня 14. При цьому ділильний диск повинен бути звільнений від стопора, а фіксатор 8 лімба безпосереднього поділу вимкнутий.

При нарізанні спіралі шпиндель одержує обертовий рух від ходового гвинта фрезерного верстата через змінні шестерні гітари, пару кінчних шестерень 12, проміжний вал 15, циліндричні шестерні 3, черв'як 4 і черв'ячне колесо 5. Ділительний диск при цьому повинен бути звільнений від стопора, а фіксатор диска безпосереднього поділу вимкнений.

Призначення УДГ:

- безпосереднє ділення кола на число, яке є кратним 24, тобто 2, 3, 4, 6, 8, 12;
- просте та комбіноване ділення кола на число частин від 2 до 400;
- диференціальне ділення кола на число частин від 43 до 400;
- фрезерування спіралей з кроком від 25 до 4000 мм;
- різні роботи на фрезерних верстатах, пов'язані з діленням кола на нерівні частини в градусному вираженні та з нарізуванням спіралей;
- різні роботи на свердлильних і розточувальних верстатах, пов'язані з діленням кола на частини, а також різні розмічувальні роботи.

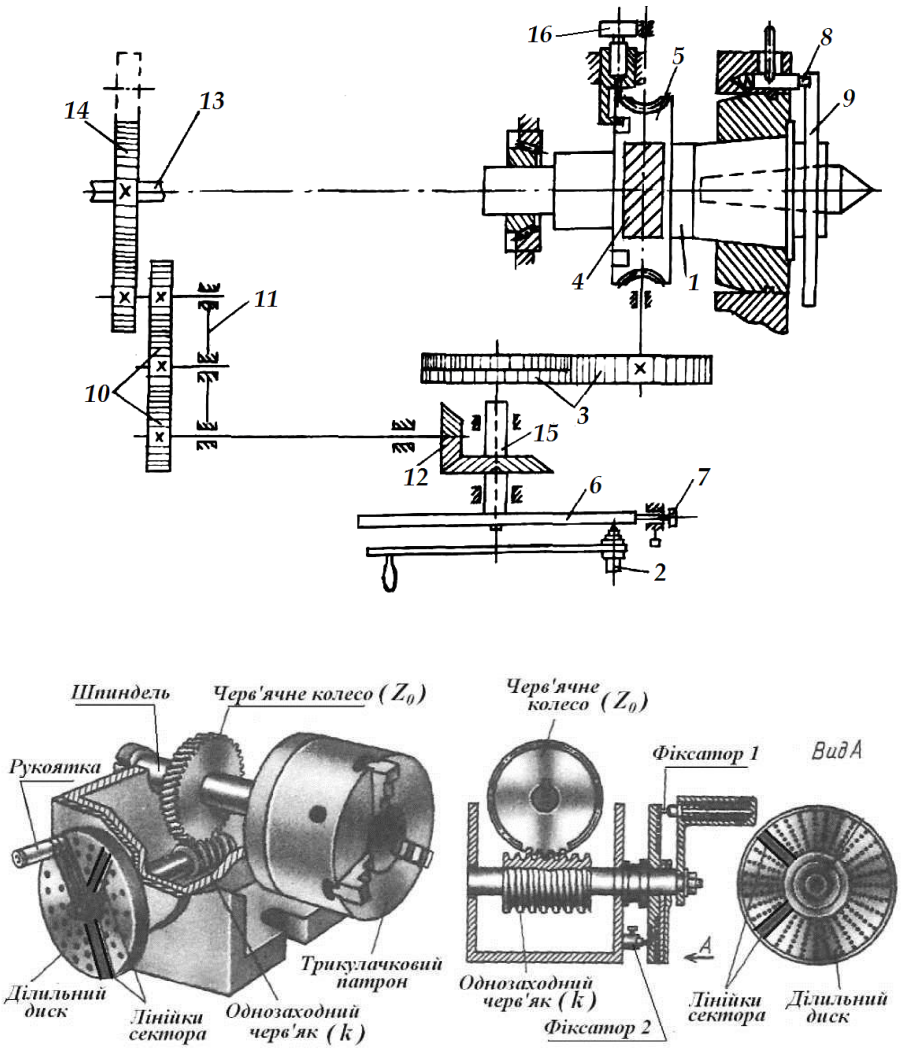


Рис. 1. Кінематична схема та будова універсальної ділильної головки

Схеми настроювання УДГ показані на рис. 2.

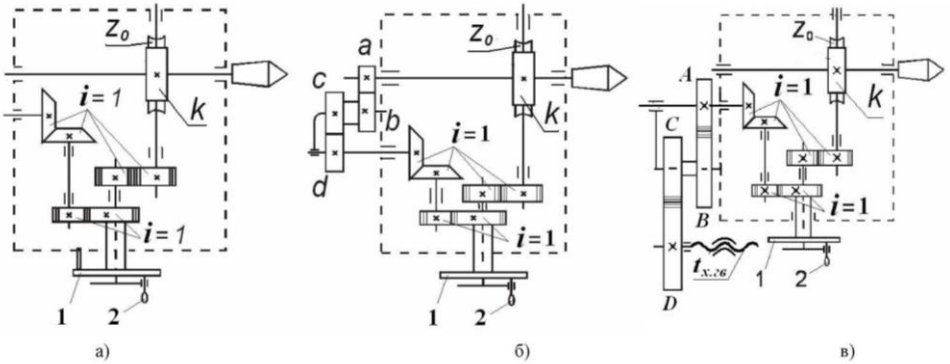


Рис. 2. Схеми настроювання УДГ: а) для простого та комбінованого ділення; б) для диференціального ділення; в) для нарізання спіральних канавок, де 1 - ділильний диск, 2 - рукоятка з фіксатором

Конструкція УДГ

Комплектація універсальної ділильної головки зображений на рис. 3 (праворуч – ділильна головка, ліворуч – задня бабка, в центрі – люнет).

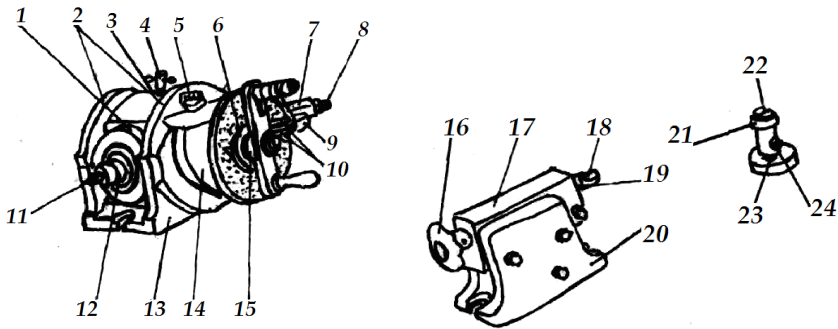


Рис. 3. Комплектація універсальної ділильної головки

Ділильна головка має основу, зроблену з чавуна 13 зі стяжними дугами 2, на основі встановлений корпус 3. Послабивши гайки

2 (рис. 4), можна повертати корпус на деякий кут. Відлік кутів повороту виконується по шкалі і ноніусу 5 (рис. 3).

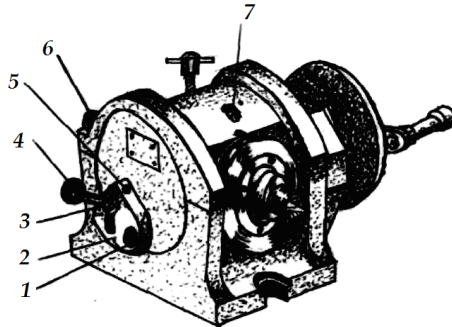


Рис. 4. Загальний вигляд універсальної ділильної головки

На площині основи ділильної головки розташовані два точно підігнані паралельно шпинделю сухарі, які служать для встановлення головки і задньої бабки в пази стола фрезерного верстата. В корпусі знаходиться шпиндель із наскрізним отвором.

Кінці шпинделя розточені на конус Морзе. На одному кінці встановлюється центр 11 (рис. 3), а на другому – оправка 13 (рис. 1) для диференціального ділення.

Передній кінець шпинделя має різьбу і центруючий поясok 12 (рис. 3) для встановлення і кріплення планшайби або повідка. На буртику шпинделя встановлений лімба 1 (рис. 3) безпосереднього поділу, який має 24 отвори.

На шпинделі, в середній його частині насаджене черв'ячне колесо з круговою виточкою на торці, в яку заходить кінець затискача 16 (рис. 1) змонтованого в корпусі 2 (рис. 3). Черв'ячне колесо одержує обертовий рух від черв'яка, розташованого в ексцентричній втулці. Черв'як може бути введений в зачеплення або виведений з нього поворотом ексцентричної втулки за допомогою рукоятки 4 (рис. 4) сектором 2 (рис. 4). Ділильний диск насаджений на вал, змонтований в підшипниках ковзання; один кінець вала розташований в корпусі 10 (рис. 3), другий – в кришці 14 (рис. 3). Кришка фіксується на корпусі 2 (рис. 3) центруючого до основи.

На валу ділильного диска встановлені конічна і циліндрична шестерні, а також приводна рамка, яка має рукоятку з фіксатором, що переміщується по потрібному ряду отворів на ділильному диску. До ділильного диска за допомогою пружини прижаний роздвижний сектор

15 (рис. 3), який складається з лінійок 10 (рис. 3) і зтяжного гвинта 6 (рис. 3), за допомогою якого лінійки встановлюються під потрібним кутом. Пружинна шайба запобігає самостійному повороту сектора. Вал 8 (рис. 3) механічного приводу від верстата змонтований в підшипниках ковзання і розташований у втулці 7 (рис. 3) з фланцем. Вал кріпиться на кришці 14 (рис. 3). На кінці його розташована конічна шестерня, яка знаходиться в постійному зачепленні з конічною шестернею, яка сидить на валу ділильного диска. Ділильний диск фіксується в потрібному положенні стопором 9 (рис. 3).

Задня бабка служить для кріплення оброблюваної деталі. Центр бабки можна переміщувати в горизонтальному і вертикальному напрямку. В основі 20 (рис. 3) розташований корпус 17 (рис. 3), який штифтом з'єднаний з рейкою. Обертанням головки зубчатого вала корпус можна переміщувати доверху і повертати відносно осі штифта. В потрібному положенні задня бабка кріпиться на столі верстата за допомогою гвинтів і гайок.

Переміщення пінолі 19 (рис. 3) з напівцентром 18 (рис. 3) здійснюється обертанням маховика 16 (рис. 3), закріпленого гвинтом.

На опорній площині основи розташовані два направляючих сухарі. Сухарі забезпечують співпадання центрів ділильної головки і задньої бабки при встановленні їх на стіл верстата.

Люнет являється доповнюючою опорою при обробці довгих і тонких деталей. Він складається з корпусу 23 (рис. 3), в якому розташований гвинт, який переміщується за допомогою гайки 21 (рис. 3). Гвинт має призматичну головку 22 (рис. 3). За допомогою затискного гвинта 24 (рис. 3) головку можна закріплювати на відповідній висоті.

Методика роботи

Перед роботою на ділильній головці необхідно:

1. Очистити від бруду стіл верстата і стопорні площини ділильної головки і задньої бабки.
2. Закріпити ділильну головку в середньому пазу стола з правої сторони.
3. За допомогою індикатора або рейсмуса перевірити по горизонтальній і вертикальній направляючим паралельність шпинделя ділильної головки столу верстата.
4. Закріпити задню бабку в положенні яке відповідає довжині оброблюваної деталі.

5. Вирівняти центр задньої бабки по центру ділильної головки.
6. Встановити фрезу по осі ділильної головки і задньої бабки.
7. Встановити рукоятку з фіксатором на потрібне коло ділильного диска.
8. Встановити сектор на потрібну кількість отворів (проміжків).
9. Звільнити затискач шпинделя.
10. Змастити всі деталі, які труться, маслом індустріальним (И-20). (ГОСТ 1707-81).

За допомогою універсальної ділильної головки можна виконувати такі операції:

- безпосередній поділ кола на число, кратне 24, тобто на 2, 3, 4, 6, 8, 12;
- простий поділ кола на число частин від 2 до 400 з деяким інтервалом;
- диференціальний поділ кола на число частин від 43 до 400 без інтервалів;
- фрезерування спіралей з кроком від 25 до 4000 мм;
- різні роботи на фрезерних верстатах, пов'язані з діленням кола на нерівні частини в градусному вираженні, нарізанням спіралей і т.д.;
- різні роботи на свердлильних і розточних верстатах, пов'язані з діленням кола на частини, а також різні розмічальні роботи.

Для роботи з ділильною головкою необхідно перш за все добре засвоїти схему керування (рис. 5).

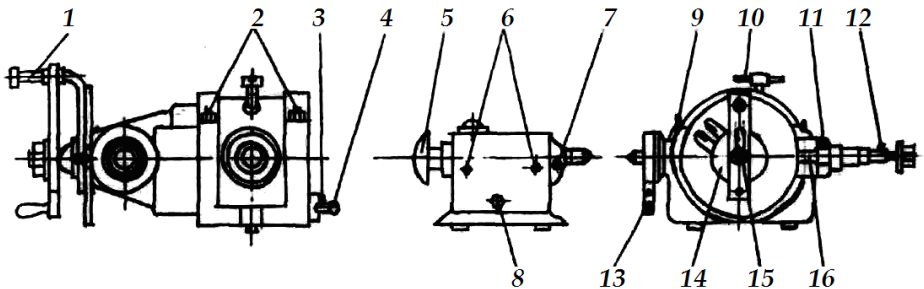


Рис. 5. Схему керування УДГ

Безпосередній поділ

Безпосередній поділ застосовується при діленні кола на 2, 3, 4, 6, 8, 12 і 24 частини в тих випадках, коли не вимагається великої точності.

При безпосередньому поділі необхідно виконати такі дії.

Виключити черв'як із зачеплення з черв'ячним колесом поворотом рукоятки 4 (рис. 3) до упора.

Звільнити від зачеплення фіксатор лімба безпосереднього поділу.

Поворот шпинделя здійснюється від руки поворотом оброблюваної деталі або патрона. Відлік кута повороту виконується по градусній шкалі, нанесеній на лімбі безпосереднього поділу, і на штриху на передній втулці шпинделя.

Закріпити шпиндель в потрібному положенні за допомогою затискача 16 (рис. 1).

При діленні на частини або грані розрахунок проводять за формулою:

$$n = \frac{24}{Z}; \quad \text{або} \quad n = \frac{360^\circ}{Z},$$

де Z – число частин або граней; n – кут повороту шпинделя.

Простий поділ

Простий поділ кола на рівні і нерівні частини виконується при нерухомому ділильному диску за допомогою рукоятки з фіксатором.

Величина повороту рукоятки відраховується по отворах на ділильному диску і фіксується стержнем фіксатора.

Величина повороту рукоятки визначається за формулою:

$$n = \frac{40}{Z},$$

де Z – число, на яке потрібно розділити оброблювану деталь.

Приклад № 1. Потрібно відфрезерувати 10 канавок. Визначити число обертів рукоятки:

$$n = \frac{40}{Z} = \frac{40}{10} = 4.$$

Число 4 вказує, що після фрезерування кожної канавки рукоятку необхідно повернути на чотири повних оберт.

Якщо при обчисленні число обертів рукоятки одержується дробовим, то його потрібно перетворити таким чином, щоб знаменник дробу був рівний числу отворів одного з кіл на ділильному диску.

Приклад № 2. Потрібно відфрезерувати 18 канавок. Визначити число обертів рукоятки.

$$n = \frac{40}{Z} = \frac{40}{18} = 2 + \frac{4}{18} = 2 + \frac{12}{54}.$$

Число $2 + \frac{12}{54}$ вказує, що після фрезерування кожної канавки рукоятку необхідно повернути на два повних оберти і дванадцять отворів на колі з числом отворів 54. Для встановлення рукоятки з фіксатором на потрібне коло ділильного диска потрібно відпустити гайку 15 (рис. 5), повернути рукоятку так, щоб стержень фіксатора попав в отвір кола і знову закріпити гайку. Для зручності рахунку користуються роздвижним сектором, який складається з лінійок, затискного гвинта для їх кріплення під потрібним кутом і зовнішньої шайби, яка утримує сектор від самостійного повороту.

Після визначення кола на подільному диску і знаходження числа отворів, на яке потрібно переставити фіксатор, сектор встановлюють так, щоб число отворів між лініями було на одиницю більше за число, одержане при підрахунку і повертають його зразу ж після того, як буде проведена перестановка фіксатора. Сектор повинен знаходитись в положенні для наступного поділу, причому підводити його до отвору потрібно плавно і обережно, так, щоб фіксатор, знятий з запобіжника, зайшов в отвір під дією пружини. Якщо рукоятка переведена далі потрібного нам отвору, її відводять назад на чверть або півоберта і знову доводять до відповідного отвору. Для точності ділення рукоятку з фіксатором потрібно обертати завжди в одному напрямку.

Ділення кола в градусному вираженні

Для визначення кола оброблюваної деталі на кут між осями канавок, що фрезеруються необхідно спочатку визначити число канавок за формулою:

$$Z = \frac{360^\circ}{\alpha},$$

де α – кут між осями канавок, які фрезеруються.

Підставивши значення Z в формулу $n = \frac{40}{Z}$, отримаємо:

$$n = \frac{40 \cdot \alpha}{360} = \frac{\alpha}{9}.$$

Кутове ділення легко виконати, якщо пам'ятати, що при повному оберті рукоятки кут повороту шпинделя рівний 90° , при повороті на один проміжок між отворами на колі ділильного диска з 30 отворами кут рівний 18° , а з 54 отворами 10° .

Кути повороту шпинделя ділильної головки при повороті рукоятки з фіксатором на один проміжок по колам ділильного диска з різним числом отворів вказані в таблиці.

Число отворів на колі подільного диска	Кут повороту шпинделя	Число отворів на колі подільного диска	Кут повороту шпинделя
16	$33^\circ - 46^\circ$	33	$16 - 22^\circ$
17	$31 - 46^\circ$	37	$14 - 36^\circ$
19	$28 - 13^\circ$	39	$13 - 51^\circ$
21	$25 - 28^\circ$	41	$13 - 10^\circ$
23	$22 - 29^\circ$	43	$12 - 33^\circ$
29	$18 - 37^\circ$	47	$12 - 29^\circ$
30	$18 - 00^\circ$	49	$11 - 10^\circ$
31	$17 - 25^\circ$	54	$10 - 00^\circ$

Диференціальне ділення

Ділення кола на число частин більше 42, не кратне числу отворів на ділильному диску, може проводитись диференціальним методом, який полягає в тому, що кут повороту шпинделя визначається величиною повороту рукоятки з фіксатором відносно ділильного диска і величиною повороту диска, що одержує обертовий рух від шпинделя через змінні шестерні гітари.

Гітара встановлюється на циліндричний хвостовик, на якому вона може бути повернута і закріплена в потрібне положення. Для встановлення змінних шестерень гітара укомплектована передвижними пальцями і перехідними втулками. Для передачі обертання змінним шестерням в задній корпус шпинделя встановлюється оправка, на циліндричну шийку якої встановлюється змінна шестерня. Перед початком роботи необхідно поворотом рукоятки перевірити плавність

обертання всіх встановлених шестерень. При виконанні диференціального ділення стопор ділильного диска повинен бути виключеним. Порядок налагодження при диференціальному діленні такий же, як і при простому діленні.

Диференціальне ділення можливе тільки при горизонтальному положенні шпинделя. Передаточне число змінних шестерень визначаються за формулою:

$$i = \frac{40}{Z_0}(Z_0 - Z),$$

де Z_0 – допоміжне число; Z – число частин, на яке потрібно поділити деталь.

Допоміжне число Z_0 , по якому визначається напрямок обертання ділильного диска відносно рукоятки, повинно бути кратним числу 40 і близьким по величині до заданого числа. Якщо Z_0 більше Z , то напрямок обертання ділильного диска співпадає з напрямком обертання рукоятки і передаточне число буде мати додатне значення.

У тому випадку коли Z_0 менше Z , напрямок обертання рукоятки протилежний напрямку обертання ділильного диска і передаточне число буде мати від'ємне значення. Якщо передача здійснюється однією парою шестерень, то при додатному значенні передаточного числа необхідно ввести в набір змінних шестерень одну паразитну шестерню, при від'ємному значенні змінних шестерень – дві паразитні шестерні. Якщо передача здійснюється двома парами змінних шестерень, то при додатному значенні передаточного числа встановлення передаточних шестерень не потрібне, при від'ємному значенні необхідно ввести одну паразитну шестерню. Схема встановлення шестерень показана на рис. 6, де a , b , v , z – змінні шестерні, d – паразитна шестерня, яка не впливає на передаточне число і служить для зміни напрямку руху. Після визначення передаточного числа набір змінних шестерень підбирається за формулою:

$$i = \frac{a}{b} \cdot \frac{v}{z},$$

де a – число зубів змінної (ведучої) шестерні на шпинделі;

b – число зубів першої проміжної (веденої) шестерні;

v – число зубів другої проміжної (ведучої) шестерні;

z – число зубів змінної шестерні на валу приводу ділильної головки.

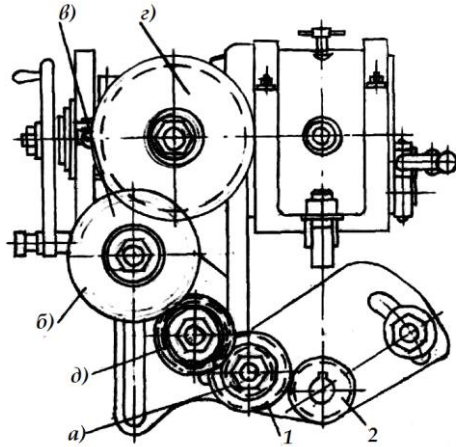


Рис. 6. Схема встановлення шестерень УДГ

Приклад. Потрібно нарізати шестерню з числом зубів 93.

Підбираємо допоміжне число Z_0 , близьке до заданого і кратне числу 40. Приймаємо $Z_0 = 90$, тоді:

$$i = \frac{40}{Z_0} (Z_0 - Z) = \frac{40}{90} (90 - 93) = -\frac{4}{3}.$$

Одержаний дріб потрібно перетворити так, щоб значення чисельника і знаменника відповідали числу зубів змінних шестерень:

$$-\frac{4}{3} = -\frac{40}{30}.$$

Знак “-“ перед дробом вказує на необхідність введення двох паразитних шестерень. Число обертів рукоятки і ділильне коло визначаються не по дійсному числу зубів шестерні, на якій їх нарізують, а по допоміжному числу:

$$n_{рук} = \frac{40}{Z_0} = \frac{40}{90} = -\frac{4}{9} = \frac{24}{54}.$$

Знаменник дробу вказує, що фіксатор потрібно встановити на ділильне коло, яке має 54 отвори, а чисельник – число отворів, на яке потрібно повернути рукоятку при діленні.

Для того, щоб не проводити кожний раз підрахунків при діленні в таблиці вказано число обертів рукоятки, число отворів на ділильному колі і число зубів змінних шестерень.

Фрезерування спіральних канавок

Фрезерування спіральних канавок здійснюється в процесі поздовжньої подачі стола 1 фрезерного верстата з одночасним обертанням деталі 2, встановленої в шпинделі УДГ 3 та задньому центрі 4. Для узгодження обертання деталі з поздовжньою подачею стола використовується гітара змінних коліс $\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D}$ (рис. 7), що

кінематично зв'язує ходовий гвинт поздовжньої подачі стола з кроком з приводною шестернею ділильного диска. При цьому ділильний диск повинен бути звільнений від стопора, а фіксатор диска безпосереднього ділення – вимкнений. Площина обертання фрези 5 повинна збігатися з кутом підйому β спіральної канавки. Для цього стіл фрезерного верстата треба повернути на кут, що відповідає куту підйому спіральної канавки.

Для фрезерування спіральної канавки необхідно, щоб за один оберт деталі стіл фрезерного верстата перемістився в поздовжньому напрямку на крок спіралі T .

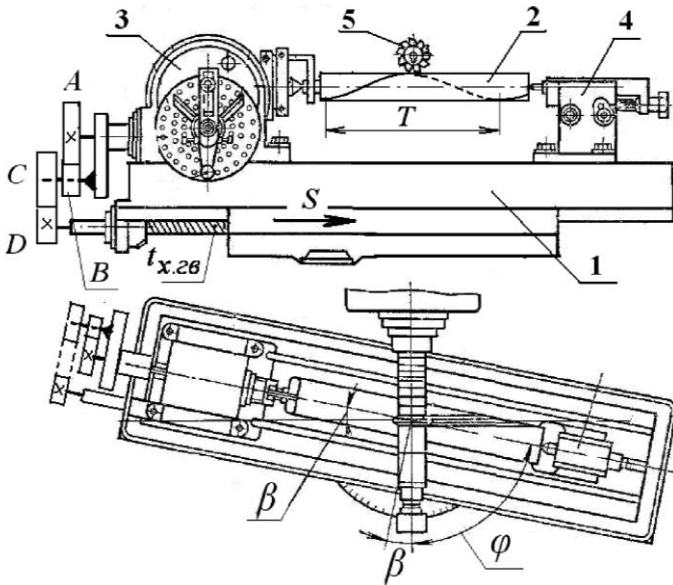


Рис. 7. Схема нарізання спіральної канавки за допомогою УДГ на фрезерному верстаті

Послідовність виконання роботи

1. Вивчити вузли ділильної головки.
 2. Вивчити кінематичну схему головки.
 3. Ознайомитись з різними методами ділення.
 4. Виконати необхідні розрахунки, налагодити ділильну головку для виконання простого і складного ділення (за вказівкою викладача).
 5. Оформити протокол роботи.
- Ділильна головка має наступні змінні зубчасті колеса з такими числами зубів: 25 (два), 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100.

Варіанти завдань

№ варіантів	Число частин ділення	№ варіантів	Число частин ділення
1	3, 38, 57	8	12, 78, 101
2	4, 34, 59	9	5, 84, 103
3	6, 42, 67	10	3, 68, 127
4	5, 58, 83	11	8, 124, 113
5	8, 62, 73	12	9, 94, 117
6	9, 66, 131	13	10, 98, 137
7	10, 74, 97	14	6, 108, 157

Лабораторна робота №8

СКЛАДАННЯ ПАСПОРТУ ТА ВИВЧЕННЯ ШКІЛЬНОГО ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТУ ТВ-4

Мета роботи: Ознайомитися зі змістом паспорту і навчитися користуватися його даними. Навчитися розбиратися у використанні механізмів верстатів та визначити їх взаємозв'язок при роботі. Набути практичних навиків в складанні кінематичних схем металорізючих верстатів.

Для виконання роботи необхідно:

1. Вивчити основні вузли і механізми верстата їх взаємодія та призначення.
2. Заповнити паспорт верстата.
3. Скласти кінематичну схему верстату:
 - головного руху;
 - руху подачі.

Обладнання, інструменти, матеріали: Шкільний токарно-гвинторізний верстат ТВ-4 або ТВ-6М, штангенциркуль, лінійка, рулетка, крокомір.

Згідно з прийнятою системою класифікації металорізальних верстатів усі токарні верстати належать до першої групи і поділяються на 9 типів: 1 і 2 – відповідно одно - і багатошпindelні автомати і напівавтомати; 3 – револьверні; 4 – свердлильно-відрізні; 5 – карусельні; 6 – токарні і лоботокарні (лобові); 7 – багаторізцеві; 8 – спеціалізовані; 9 – різні токарні. На верстатах цієї групи обробляють зовнішні та внутрішні поверхні тіл обертання: циліндричні, конічні, фасонні а також плоскі поверхні, перпендикулярні до осі обертання заготовки.

Токарні верстати, зазвичай, виготовляють високої і особливо високої точності і вони відрізняються від токарно-гвинторізних відсутністю ходового гвинта. На машинобудівних заводах, в ремонтних майстернях тощо використовують, головним чином, токарно-гвинторізні верстати, на яких крім вказаних вище робіт можна ще нарізати різьби різцем на зовнішніх та внутрішніх поверхнях а також спіральні канавки на торцевих поверхнях заготовок. Токарно-гвинторізний верстат має такі основні вузли (рис. 1): станину 2, закріплену на тумбах 1 з електродвигуном головного привода і 12 з баком для мастильно-охолодної рідини і насосною станцією; передню

бабку 6 з коробкою швидкостей, керування якою виведено на панель 5; задню бабку 11; поздовжній супорт 7 із закріпленими на ньому фартухом 10, верхнім супортом 9 і різцетримачем 8; коробку подач 3; гітару 4. Станина 2 має напрямні, по яких переміщуються супорт 7 і задня бабка 11. Переміщення супорта може бути як поздовжнім так і поперечним і здійснюватись як через коробку подач, так і вручну маховиками, змонтованими на фартусі 10. Поздовжнє переміщення супорта може відбуватися або від ходового гвинта при нарізанні різьб, або від ходового вала при інших видах токарних робіт.

Переміщення задньої бабки по напрямних станини здійснюється вручну. В корпусі задньої бабки є шпиндель (піноль) з конічним отвором, в якому встановлюється задній центр для підтримування довгих заготовок, наприклад, валів, або інструменти для обробки отворів у заготовці (свердла, зенкери, розвертки). Корпус задньої бабки можна зміщувати в поперечному напрямі на невелику величину, що необхідно для обточування довгих зовнішніх конічних поверхонь.

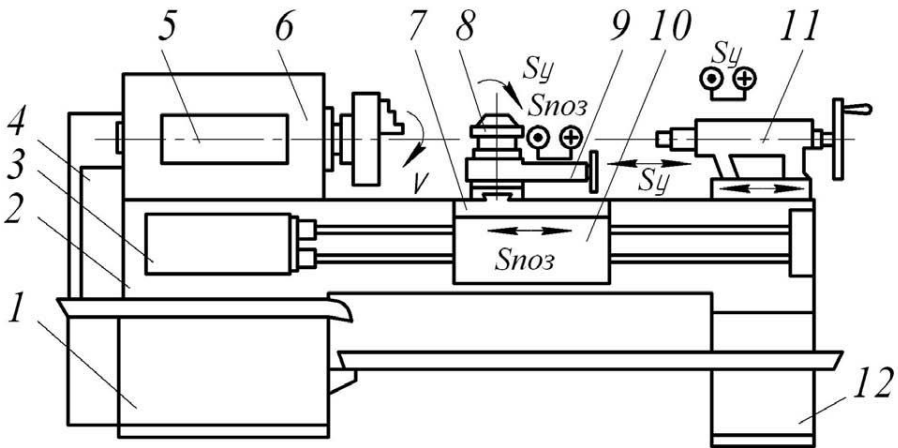


Рис. 1. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з будовою верстата та визначити призначення кожного механізму.
2. Прослідкувати за передачею руху від електродвигуна до шпинделя та від шпинделя до ходового гвинта і ходового вала.
3. Установити механізми, за допомогою яких вимірюють величини обертів шпинделя та подачі, вивчити їх дію.
4. Визначити кількість можливих переключень чисел обертів шпинделя та кількість подач.
5. Вивчити будову та розміщення опор всіх валів.
6. Використовуючи умовні позначення елементів кінематичних схем, послідовність від джерела руху до споживача, зобразити всі механізми кожної кінематичної ланки верстату, які можуть передавати цей рух. Визначити характер посадок на вали шківів, зубчатих коліс, муфт і т. д.
7. Послідовно, починаючи від електродвигуна, визначити параметри ланок приводу шпинделя.
8. Скласти рівняння кінематичних ланок верстату.
9. Підрахувати число зубів зубчатих коліс.
10. Визначити можливі числа обертів шпинделя верстату за хвилину.
11. Визначити міжосьову відстань валів коробки швидкостей.
12. Визначити модуль кожної пари зубчатих коліс, які знаходяться в зачепленні.
13. Заповнити паспорт верстату.
14. Скласти звіт.

Паспорт верстата

Тип верстата:

Модель верстата:

Габарити, мм: довжина – ____, ширина – ____, висота – ____, вага, кг – ____.

Електродвигун: потужність, кВт – ____, число обертів за секунду – ____

Основні дані верстата

Висота центрів, мм – _____

Найбільша відстань між центрами, мм – _____

Найбільший діаметр, мм:

прутка – _____

над супортом – _____

над станиною – _____

Найбільша довжина обточки, мм – _____

Вид приводу – _____

Патрон (3-х, 4-х кулачковий) – _____

Найбільший та найменший діаметр закріплення заготовки в патроні, мм – _____

Діаметр отвору шпинделя, мм – _____

Модуль зубчатих коліс гітари, мм – $m = \frac{D_E}{z + 2}$

Діаметр шківів пасової передачі, мм:

ведучого – _____

веденого – _____

Тип пасу: _____

Задня бабка

Конус Морзе №

Найбільше переміщення піноля, мм –

Переміщення піноля за один оберт маховика, мм –

Поперечне переміщення задньої бабки, мм –

Супорт

Число різців в різцетримачі – _____

Найбільші розміри державки різця, мм – _____

Найбільша відстань від осі центрів до кромки різцетримача, мм:

повздовжня – _____

поперечна – _____

Переміщення на одну поділку, мм

повздожня – _____

поперечна – _____

Переміщення за один оберт маховика, мм

повздожня – _____

поперечна – _____

Найбільший кут повороту різцевих салазок, град –

Ціна однієї поділки шкали обертів, град – _____

Контрольні запитання

1. Як визначається частота обертання шпинделя? Швидкість різання при точінні? Модуль зубчатих коліс? Міжосьова відстань?

2. Назвіть механізми коробки швидкостей, подач, зворотно-поступального руху, переривистого руху, механізми реверсування, методи реверсування.

3. Назвіть інструменти, які використовуються на токарно-гвинторізних верстатах та види робіт, які виконуються на них.

ДОДАТКИ

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Вуглецеві і низьколеговані інструментальні сталі

Для виготовлення різальних інструментів використовують такі марки сталей: У9А, У10А, У12А, У13А.

Для одержання високої твердості вуглецеві сталі піддають загартуванню з наступним відпуском для зняття залишкових напруг і підвищення міцності та в'язкості. Цифра в маркуванні сталі вказує на відсоток вуглецю в десятих частках (хрому 0,2 %, марганцю 0,2 %, кремнію 0,2 %). Твердість даних сталей 61...63 НRC, що дає можливість обробляти конструкційні сталі і чавуни. Внаслідок відсутності легуючих елементів вуглецеві сталі добре шліфуються.

Головним недоліком вуглецевих сталей є їхня низька теплостійкість (температура червоностійкості $\Theta = 200-250^{\circ}\text{C}$).

З вуглецевих сталей виготовляють ручні інструменти, обробка якими деталей виконується із низькими швидкостями різання.

Зі сталі У12А виготовляють ручні розвертки, мітчики і плашки, із сталі У13А – шабери і напилки, із сталі У9А – зубила.

Низьколеговані інструментальні сталі відрізняються від вуглецевих підвищеним вмістом кремнію або марганцю, чи наявністю одного або декількох легуючих елементів: хрому, нікелю, вольфраму, ванадію, кобальту, молібдену.

Для різальних інструментів використовують низьколеговані сталі марок 9ХФ, 11ХФ, 13Х, В2Ф, ХВ4, ХВСГ, ХВГ, 9ХС тощо. Ці сталі мають більш високі технологічні властивості – кращу загартованість, але їх теплостійкість дорівнює $350...400^{\circ}\text{C}$ і тому вони використаються для виготовлення ручних інструментів або інструментів, призначених для обробки на верстатах з низькими швидкостями різання.

Так, сталь ХВ5 має у своєму складі велике число складних карбідів, тому їх твердість становить 65...67НК.С. Ця сталь застосовується для виготовлення фасонних різців і розверток. Сталь ХВ5 має твердість НRC 63...65, проте має велику карбідну неоднорідність і застосовується для виготовлення інструментів значних розмірів.

Сталь 9XC має твердість HRC 63...64 і застосовується для виготовлення розверток, мітчиків, плашок і кінцевих фрез малих діаметрів.

Висока твердість вуглецевих сталей зберігається до температури 220 °С, тому інструментами можна обробляти метали зі швидкостями не більше 20...25 м/хв.

Високолеговані швидкорізальні сталі

У виробництві швидкорізальні сталі є основним матеріалом для виготовлення різального інструмента, незважаючи на те, що інструмент із твердого сплаву, кераміки й НТМ забезпечує більш високу продуктивність обробки (близько 60 % всіх інструментів). Основним легуючим елементом багатьох марок швидкорізальних сталей є вольфрам, що входить до складу всіх марок у кількості 5,5...19,5 %. Вольфрам взаємодіє з вуглецем і утворює карбіди вольфраму, завдяки цьому сталь набуває високої твердості, температуро- і зносостійкості. Крім вольфраму швидкорізальні сталі легують молібденом, ванадієм, кобальтом. Введення молібдену дозволяє зменшити вміст в сталі дефіцитного вольфраму. Проте вміст молібдену у високолегованих сталях не перевищує 5 %, це пов'язано з тим, що при збільшенні вмісту молібдену сталі набувають крихких властивостей. Присутність молібдену сприяє підвищенню теплопровідних властивостей.

Легування ванадієм призводить до помітного збільшення контактної твердості (Ф). Ванадій сприяє утворенню дрібнозернистої структури, що зменшує крихкість сталей. Тому ванадієві сталі успішно використовують при обробці матеріалів підвищеної міцності і твердості.

Недоліком ванадієвих сталей є схильність до появи припикань і тріщин при заточенні.

Присутність у сталі кобальту підвищує її зносостійкість і теплопровідність. Тому такі сталі можна використовувати при більш високих швидкостях різання. Висока теплостійкість і твердість сталей забезпечується їх загартуванням до температур 1250-1300°C і охолодженням в олії.

У позначенні швидкорізальної сталі буква Р означає, що сталь швидкорізальна, а наступна за буквою цифра – вміст середньої масової частки вольфраму в %. Наступні букви означають: М – молібден, Ф – ванадій, К – кобальт, А – азот. Цифри за буквами означають їх середню масову частку в %. Вміст масової частки азоту становить 0,05-0,1 %.

Найбільш поширеними марками сталей нормальної теплостійкості є P18, P9, P12, P6M3 і P6M5.

Сталь P18 має твердість HRC 63...64 і високу теплостійкість ($\theta = 600^{\circ}\text{C}$). Сталь має гарні міцнісні властивості: межа тривкості на вигин $\sigma_B = 2900\text{-}3100$ МПа. Основним недоліком сталі P18 є велика кількість надлишкових карбідів. Карбідну неоднорідність характеризують карбідним балом від 1 до 10, бал 1 відповідає рівномірному розподілу карбідів. Інструмент із великою карбідною неоднорідністю має знижену стійкість, крихку міцність і підвищену схильність до викришування різальних лез.

У сталях P9 і P12 значне зменшення кількості вольфраму компенсовано збільшенням ванадію (у 2-1,5 рази). Це призводить до зменшення карбідної неоднорідності, але погіршує шліфувальні якості.

Так, у сталей P9 і P12 карбідна неоднорідність на 2 бали нижче, ніж у сталі P18. При режимах різання характерним інтенсивним тепловиділенням інструмент із сталі P9 має більш високу стійкість внаслідок кращого відводу теплоти із зони різання. При режимах різання з малою інтенсивністю тепловиділення стійкість інструментів із сталі P18 вища, ніж із сталі P9, завдяки більшому вмісту надлишкових карбідів.

Молібден є хімічним аналогом вольфраму, 1 % молібдену заміняє 1,5 % вольфраму. Твердість сталей P6M5, P6M3 складає HRC 62...64, а температуростійкість – до 620 C .

Вольфрамо-молібденові сталі більш пластичні і куються краще, ніж вольфрамові, а карбідна неоднорідність на 2 бали нижча, ніж сталі P18. Обсяг виробництва сталі P6M5 досягає 80% від усього обсягу випуску швидкорізальної сталі. Вона використовується при обробці конструкційних сталей, чавунів, кольорових металів, пластмас. Сталі P6M5, P6M3 доцільно застосовувати при виготовленні інструментів, що використовуються при невисоких швидкостях різання, але з великими перетинами зрізаного шару, тобто при важкому силовому режимі. Зазначені сталі внаслідок їхньої високої пластичності придатні для виготовлення інструментів методами пластичного деформування.

Найбільш поширеними сталями підвищеної теплостійкості є сталі, леговані ванадієм і кобальтом.

Промислове застосування знайшли такі марки: P18Ф2, P14Ф4, P9Ф5 і кобальтові P9К5 і P9К10. Дані сталі більш тверді і теплостійкі, ніж сталь P18.

Твердість кобальтових сталей складає HRC 66...67, а критична температура – 625-635 С, проте вартість кобальтових сталей у 2 рази вища вартості сталі Р18.

Із швидкорізальних сталей виготовляють інструменти, якщо: виготовлення інструментів із твердих сплавів пов'язане зі значними технологічними труднощами і має велику вартість (фасонні інструменти й інструменти зі складними конструктивними формами); механічна стійкість інструментів, виготовлених із твердих сплавів, при різанні недостатня, і це може призвести до аварії інструмента.

Із швидкорізальних сталей виготовляють: фасонні різці, гвинтові свердла, мітчики, плашки, осьові і кінцеві фрези, черв'ячні фрези, зуборізні довбачі, шевери, протяжки.

Вітчизняна промисловість засвоїла технологію виробництва швидкорізальних сталей методом порошкової металургії, що включає розпилення рідкого металу в порошок газоподібним азотом, компактування капсул із порошком газостатичним методом і гарячою екструзією, деформацію заготовки пластичною обробкою. Надзвичайно високі швидкості кристалізації рідкого металу і його охолодження (103... 104 С/с) дозволяють одержати високолеговану швидкорізальну сталь із рівномірним розподілом карбідів, розмір яких не перевищує 2 мкм.

Технологія порошкової металургії швидкорізальних сталей має ряд переваг: підвищення технологічної пластичності; зменшення схильності до росту зерна при нагріванні і, як результат – зниження чутливості до перегріву; зниження деформованості і зміни розмірів інструментів при загартуванні; зменшення небезпеки утворення безвуглецевого прошарку; більш високий рівень механічних властивостей, особливо в заготовках значних розмірів; значне поліпшення шліфування, у тому числі сталей, що містять 3-5 % ванадію.

Застосування порошкових швидкорізальних сталей з аналогічним хімічним складом традиційного зливкового методу виробництва забезпечує підвищення стійкості різального інструмента в 1,5-2 рази.

Найбільш значного підвищення стійкості інструмента досягається при виготовленні з порошкових сталей великогабаритних фрез, протяжок, довбачів тощо, призначених для різання важко-оброблюваних матеріалів – жароміцних сплавів і високоміцних конструкційних сталей. У даний час випускаються порошкові швидкорізальні сталі таких марок: Р6М5К5-МП, Р9М4К8-МП, Р12М3К8Ф2-МП, Р12М2К10Ф3-МП; Р6М5Ф3- МП; Р12МФ5-МП; Р12М3К5Ф2-МП.

ВИМІРЮВАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ

Вимірювання кутів ріжучих інструментів

Для вимірювання кутів ріжучих інструментів застосовуються прилади, в яких застосовується спосіб порівняння вимірюваного кута з кутовою шкалою: кутоміри з ноніусом (рис 1), оптичні кутоміри (рис. 2), ділильні головки, ділильні столи, рівні, теодоліти, квадранти, гоніометри і т. д. Цей спосіб часто називають гоніометричним.

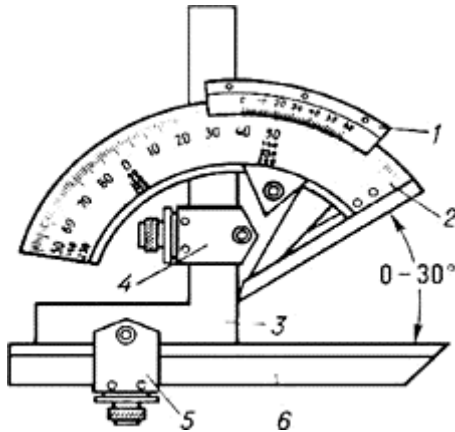


Рис. 1. Універсальний кутомір УГ-2:
1 - ноніус; 2 - шкала, 3 - косинець; 4 і 5 - тримачі;
6 - знімна лінійка

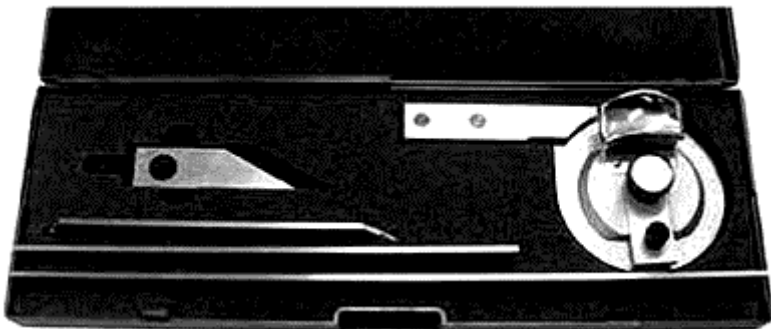


Рис. 2. Оптичний кутомір

Кутоміри з ноніусом випускаються двох типів: УН – для вимірювання зовнішніх і внутрішніх кутів; УМ – для вимірювання зовнішніх кутів.

Кутомір УГ-1 (рис. 3, а) вимірюють зовнішні кути від 0 до 180°.

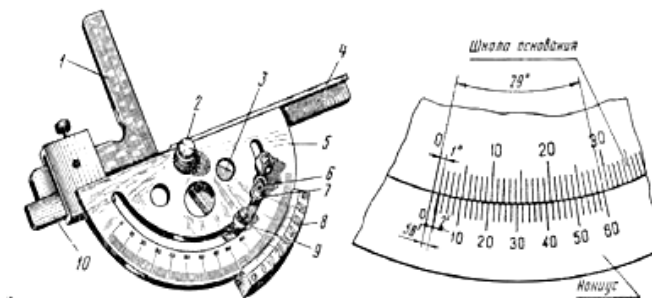


Рис. 3. Кутомір УГ-1 з ціною поділки ноніуса

Основою цього кутоміра служить транспортер 5 зі шкалою, що має ціну поділки 1°; у центрі транспортера розташована вісь 2, на ребрі транспортера укріплена нерухома вимірювальна лінійка 4. На осі 2 повертається сектор 3 разом із рухомою лінійкою 10, ноніусом 8 (ціна поділки ноніуса становить 2' або 5'), а також стопором 9.

Кути вимірюють трьома основними методами: 1) методом порівняння з жорсткими контрольними інструментами – кутовими приладами, косинцями, конусними калібрами і шаблонами;

2) абсолютним гоніометричним методом, який оснований на використанні приладів із кутомірною шкалою; до універсальних засобів вимірювання кутів належать ноніусні, оптичні й індикаторні кутоміри;

3) непрямим тригонометричним методом, який полягає у визначенні лінійних розмірів, пов'язаних із вимірюванням кута тригонометричною функцією.

Якщо потрібно виміряти зовнішній кут у межах від 0 до 90°, то збирається весь комплект кутоміра, для чого на рухому лінійку 10 надягають тримач зі знімним косинцем 1 і гвинтом затиску. Для плавності підведення до потрібного стану кутомір забезпечений мікроподачею 6, 7. Якщо потрібно виміряти зовнішній кут у межах від 90 до 180°, то, звільнивши затискач, знімають кутник 1.

При визначенні величини кута використовують так зване правило штангенциркуля.

Передній і задній кути фрез можна заміряти шкальними шарнірно – кутовими приладами Бабчиніцера (кутомір типу 2 УРИ ТУ 2-034-617-68) і Неприна. Основною базою цих приладів, що спираються при вимірюванні на 2 сусідніх зуба, служить хорда, яка проходить через вершину двох суміжних зубів фрези і яка спирається на центральний кут між цими зубами. Прилад типу 2УРИ (рис. 4) складається з наступних основних частин: сектора 1, до якого прикріплені градусна шкала 2 і пластина 3, що має паз для вимірювальної лінійки 4, ця лінійка в залежності від висоти зуба вимірювального інструмента закріплюється гвинтом 5 в необхідному положенні; дуги 6, на якій нанесена нерівномірна шкала Z в межах від 3 до 60 зубів, при чому до цієї дуги прикріплена лінійка 7, на якій може переміщуватись рухома лінійка 8, яка фіксується гвинтом 9, прижимом 10, яким з допомогою гвинта 11 забезпечують напрям дуги 6 при її переміщенні відносно сектора, а з іншої сторони прижимом 10 ця дуга закріплюється в тому чи іншому положенні. Пружинна шайба 12 попереджує можливість защемлення притискача.

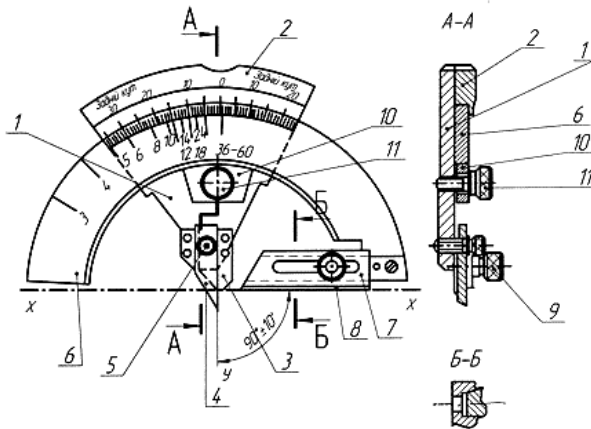


Рис. 4. Загальний вид приладу М. І. Бабчиніцера

Лінія XX перпендикулярна до лінії YY . Методика вимірювання на даному приладі переднього і заднього кутів показана на прикладі заміру цих кутів циліндричної фрези із кількістю зубів $Z=18$.

Замір заднього кута α проводять в наступній послідовності (рис. 5,а): накласти прилад на вершини двох сусідніх зубів так, щоб площина приладу була перпендикулярною до осі фрези; повернути шкалу 2 з вимірювальною лінійкою 5 вправо або вліво в залежності від положення задньої поверхні зуба (до сумісності пластини 3, що

встановлена на кронштейні 1 з задньою поверхнею) і повернути гвинт 4; напроти значення $Z=18$ прочитати на шкалі 2 величину заднього кута; це значення відповідає дузі, що міститься між рисою 0 на шкалі 2 і рисою 18 на шкалі Z , тобто 26° .

При вимірюванні переднього кута (рис. 5,б) поступають так само, як і при вимірюванні заднього кута, з тією різницею, що в даному випадку вимірювальна лінійка 5 суміщається з передньою поверхнею зуба. Напроти значення $Z=18$ читають величину переднього кута γ . Це значення переднього кута відповідає дузі між рисою 0 на градусній шкалі і рисою 18 на шкалі Z , тобто 26° .

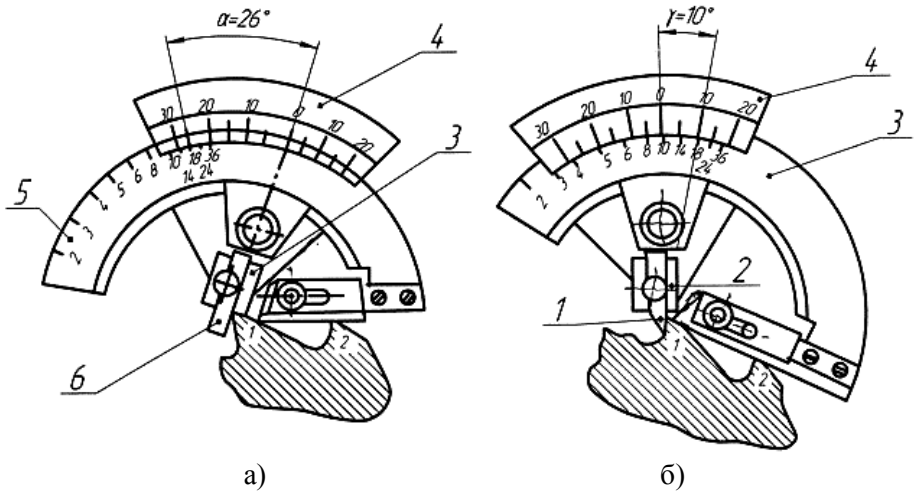


Рис. 5. Вимірювання кутів циліндричної фрези:
а) заднього кута б) переднього кута

Вимірювання лінійних розмірів ріжучих інструментів

Штангенцикуль застосовують для вимірювання лінійних розмірів, які не вимагають високої точності, а також здійснюють розмічання деталей при слюсарних роботах.

Допоміжна шкала-ноніус закріплена на рамці і може переміщуватися по основній лінійці-штанзі.

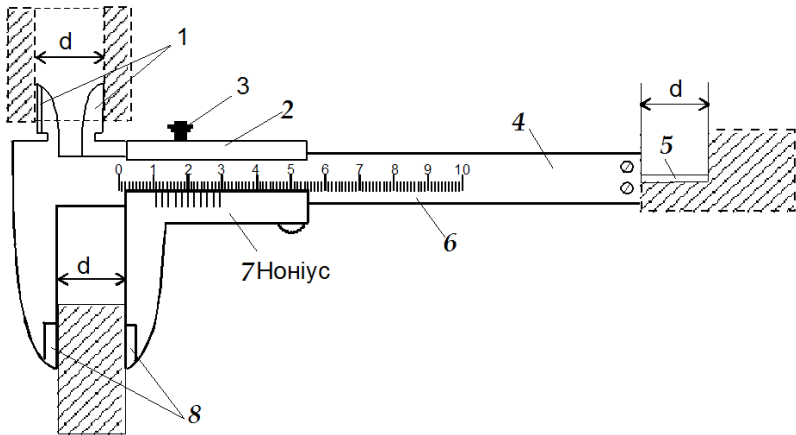


Рис. 2.3. Штангенциркуль ШЦ-I.

**1 - губки для внутрішніх вимірів; 2 - рамка;
3 - фіксатор рамки; 4 - штанга; 5 - лінійка глибиноміра;
6 - шкала штанги; 7 - ноніус; 8 - губки для зовнішніх вимірів.**

На штанзі нанесені позначки з довжиною поділок 1 мм, які утворюють основну шкалу, а на рухомій рамці закріплений ноніус.

При вимірюванні зовнішніх розмірів деталь охоплюється внутрішніми поверхнями губок, а при вимірюванні внутрішніх розмірів, в них вводять зовнішні поверхні губок. При зсунутих губках їх спільна ширина становить 10 мм.

При відліку по шкалах штангенінструментів слід притримуватися наступного порядку:

- 1) визначити число цілих міліметрів, розташованих між нульовими позначками основної шкали і шкали ноніуса;
- 2) визначити частку міліметра (помножити порядковий номер позначки ноніуса, яка збігається з будь-якою позначкою основної шкали, на величину відліку по ноніусу);
- 3) додати одержану частину міліметра до числа цілих міліметрів.

Грецький алфавіт

буква	Назва букви	буква	Назва букви
Αα	Альфа	Νν	Ню
Ββ	Бета	Ξξ	Ксі
Γγ	Гамма	Οο	Омікрон
Δδ	Дельта	Ππ	Пі
Εε	Епсилон	Ρρ	Ро
Ζζ	Дзета	Σσ	Сигма
Ηη	Ета	Ττ	Тау
Θθ	Тета	Υυ	Іпсилон
Ιι	йота	Φφ	Фі
Κκ	Каппа	Χχ	Хі
Λλ	Ламбда	Ψψ	Псі
Μμ	мю	Ωω	Омега

ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

МОДУЛЬ 1

Тема 1. Вступ. Задачі курсу. Інструментальні матеріали та вимоги до них

1. Короткий історичний огляд розвитку різання металів.
2. Особливості процесів різання неметалевих матеріалів.
3. Синтетичні матеріали.

Тема 2. Конструктивні та геометричні параметри токарного прохідного різця

1. Типи і класифікація різців.
2. Залежність кутів від установки різця.
3. Фізичні явища, які виникають в процесі різання.

Тема 3. Інструменти для обробки отворів

1. Геометрія зуба розвертки.
2. Протяжки та прошивки.

Тема 4. Фрези і процес фрезерування.

1. Типи фрез, матеріал фрез.
2. Будова і настроювання ділильних головок.
3. Геометрія ріжучих елементів фрез.

МОДУЛЬ 2

Тема 5. Ряди чисел обертів подвійних ходів та подач. Кінематичний розрахунок коробок швидкостей

1. Побудова структурної сітки приводу.
2. Побудова графіка частоти обертання шпинделя.

Тема 6. Елементарні механізми, які застосовуються в металорізальних верстатах

1. Кулісний механізм.
2. Кулачковий механізм.
3. Механізм перервного руху.

Тема 7. Класифікація металорізальних верстатів

1. Обробка на токарних верстатах.
2. Обробка на свердлильних і розточувальних верстатах.
3. Обробка на фрезерних верстатах.
4. Обробка на стругальних, довбальних і протяжних верстатах.
5. Обробка на шліфувальних та довбальних верстатах.

Тема 8. Послідовність наладки металорізальних верстатів

1. Пристосування токарних верстатів.
2. Тепловий баланс в процесі різання.

МОДУЛЬ 3

Тема 9. Спрацювання ріжучого інструменту.

1. Критерії спрацювання.
2. Опір металів різанню.
3. Швидкість різання.

Тема 10. Часткові випадки розкладання рівнодіючої сили різання

1. Визначення сил різання дослідним шляхом.
2. Фактори, які впливають на сили різання.

Тема 11. Шліфування та абразивний матеріал

1. Абразивні матеріали.
2. Маркування абразивного матеріалу.
3. Види шліфування.

Тема 12. Електрофізичні способи обробки матеріалів

1. Електрофізичні способи обробки матеріалів.

Тема 13. Поняття про якість обробленої поверхні та її основні характеристики

1. Якість обробленої поверхні при різанні.
2. Агрегатні верстати з програмним керуванням, поточні і автоматні лінії.
3. Модернізація і ремонт устаткування

ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

до заліку з курсу

“Різання матеріалів, верстати та інструменти”

1. Обробка матеріалів різанням та їх значення в сучасному виробництві. Роль вітчизняних вчених в розвитку учення про різання, верстати та інструменти. Задачі і зміст курсу.

2. Інструментальні вуглецеві, леговані та швидкоріжучі сталі.

3. Тверді сплави: металокерамічні ТК та ВК; мінералокерамічні матеріали.

4. Синтетичні матеріали: алмаз, ельбор.

5. Основні види операцій різання: точіння, стругання, фрезерування, зубонарізування, шліфування. Головний і допоміжний рух.

6. Елементи режиму різання (v , s , t , a , b). Ширина і товщина зрізу.

7. Елементи геометрії різця (токарний прохідний різець).

8. Продуктивність. Штучний та машинний час.

9. Зміст процесу різання, фізичні процеси, які виникають при різанні.

10. Схема утворення стружки. Типи стружки.

11. Утворення наросту, його вплив на процес різання.

12. Фізичні характеристики стану обробленої поверхні (наклеп) .

13. Методи кількісної і якісної оцінки напружено-деформованого стану (коефіцієнт усадки, стружки).

14. Джерела тепла при різанні, визначення теплового балансу. Методи визначення температури різця.

15. Температурне поле різця. Вплив ЗОР та інших факторів на температуру різання.

16. Спрацювання ріжучого інструменту. Критерії спрацювання. Періоди спрацювання. Стійкість інструменту, фактори, які впливають на неї.

17. Опір металів різанню. Сили, які діють на різець, заготовку, верстат при точінні. Опір, який затрачується на різання. Фактори, які впливають на P_x , P_y , P_z .

18. Методи вимірювання сил різання.

19. Швидкість різання при точінні; фактори, які впливають на неї.

20. Швидкість різання при свердлінні та фрезеруванні; фактори, які впливають на швидкість різання.

21. Якість оброблювальної поверхні. Основні характеристики якості оброблюваної поверхні. Фактори, які впливають на якість оброблювальної поверхні.

22. Вібрації при різанні. Відвід та дробіння стружки. Оброблюваність матеріалів.

23. Електрофізичні способи обробки матеріалів.

24. Загальні поняття про верстати. Класифікація верстатів за характером виконуючих робіт, спеціалізації і точності. Класифікація основних рухів в верстатах.

25. Умовні позначення кінематичних елементів в верстатах.

26. Ряди чисел обертів та величин подач коробок швидкостей та подач.

27. Елементарні механізми коробок швидкостей.

28. Елементарні механізми коробок подач.

29. Графічне зображення розгорнутої структурної формули коробки швидкостей. Побудова графіка чисел обертання шпинделя.

30. Приводи безступінчатого регулювання швидкості. Реверсивні механізми.

31. Механізми обертово-поступального руху.

32. Методи обробки конічних поверхонь при точінні.

33. Механізми перервного руху.

34. Механізми обгону.

35. Види робіт, які виконуються на токарних верстатах.

36. Огляд типів токарних верстатів, їх класифікація.

37. Основні типи токарних різців.

38. Розрахунок різців на міцність та жорсткість.

39. Основні вузли токарно-гвинтового верстату.

40. Приналежності до токарних верстатів.

41. Особливості процесу свердління та розсвердлювання. Елементи режиму різання при свердлінні та розсвердлюванні.

42. Конструктивні та ріжучі частини спірального свердла.

43. Геометрія ріжучої частини спіральних свердел. Заточка свердел. Типи. Матеріали.

44. Призначення операції зенкерування та розвертування.

45. Конструктивні елементи зенкера та розвертки.

46. Геометричні параметри розвертки.

47. Типи зенкерів та розверсток. Матеріал.

48. Число розвертки та нерівномірний крок.
49. Призначення та класифікація свердильних та розточних верстатів. Пристосування свердильних верстатів.
50. Зміст процесу фрезерування. Схеми фрезерування.
51. Елементи режиму різання при фрезеруванні.
52. Геометрія ріжучих елементів фрез. Типи зубців фрез.
53. Типи фрез, матеріали, заточка.
54. Призначення і основні типи фрезерувальних верстатів. Принципи дії копірувально-фрезерного верстату.
55. Будова, налагодження ділильних головок для простого та складного ділення.
56. Шліфування та абразивний інструмент. Загальні відомості.
57. Характеристика абразивного інструменту, абразивні матеріали, зернистість абразивних матеріалів.
58. Зв'язка абразивних матеріалів.
59. Твердість абразивного інструменту. Структура.
60. Маркування абразивного інструменту, його форми.
61. Закріплення абразивного інструменту, його експлуатація, спрацювання, правка.
62. Види шліфування.
63. Абразивно-стрічкове шліфування.
64. Оздоблювальні методи абразивної обробки: хонінгування, суперфініш.
65. Призначення й типи шліфувальних верстатів.
66. Призначення процесу зубонарізування, методи зубонарізування.
67. Зубонарізний інструмент. Основні типи зубооброблювальних верстатів.
68. Агрегатні верстати. Верстати з програмним управлінням. Поняття про автоматичні лінії, про цехи і заводи-автомати.
69. Розвиток верстатобудування та інструментальної промисловості.
70. Призначення процесу протягування. Конструкції протяжок. Матеріал протяжок.
71. Стругання і довбання. Схема стругання і довбання. Стругальні і довбальні різці, їх особливості.
72. Модернізація та ремонт верстатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Різання матеріалів, верстати та інструменти: навчальний посібник для студ. пед. ін-тів / за заг. ред. О. І. Гедвилло. – К. : Вища шк., 1980. – 199 с.
2. Гапонкин В. А. Обработка резанием. Металлорежущий инструмент и станки: [учеб. для средн. спец. учебн. завед. по машиностроит. спец.] / В. А. Гапонкин, Л. К. Лукашев, Т. Г. Суворова. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
3. Зіль В. В. Теорія різання. Лабораторний практикум для студентів напряму підготовки б. 050502 / В. В. Зіль, В. А. Безрукава. – Д.: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2012. – 66 с.
4. Металорізальні інструменти. Проектування : Навч. посіб. / М. Л. Кукляк, І. С. Афтаназів, І. І. Юрчишин. – Львів: Нац. ун-т "Львів. політехніка", 2003. – 556 с.
5. Грицай І. Є. Різання металів. Теорія різання : навч. посіб. для вищ. навч. закл. / І. Є. Грицай, М. Л. Кукляк. – Львів: Нац. ун-т "Львів. політехніка", 2005. – 131 с.
6. Матеріалознавство та обробка металів / [Кондратюк С. Є., Кіндрачук М.В., Степаненко В.О., Москаленко Ю.Н.]. – Київ: Вікторія, 2000. – 385 с.
7. Ревнівцев М. П. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні [Текст]: навчальний посібник / М. П. Ревнівцев, Н. П. Паршина. – К. : А.С.К., 2006. – 416 с.
8. Металлорежущие инструменты : учебник для вузов / [Сахаров Г. Н., Арбузов О. Б., Боровой Ю. Л. и др.] – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с: ил.
9. Родин П.Р. Металоріжучий інструмент. – К.: Вища школа, 1986. – 454 с.
10. Горбунов Б. И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент і станки / Б. И. Горбунов. – М.: Машинобудування, 1981.
11. Гуліда Е. Н. Теорія різання металів, металоріжучі станки та інструменти / Е. Н. Гуліда. – Львів: Вища школа, 1976. – 334 с.

12. Різання матеріалів, верстати та інструменти [Текст]: лабораторні роботи: навч. посіб. для студ. пед. ін-тів / Д. Ф. Рудик, Д. О. Тхоржевський, Л. О. Кульчицький. – К. : Вища шк., 1978. – 183 с.

13. Єрмаков Ю. М. Металорежущие станки / Ю. М. Єрмаков, Б. А. Фролов. – М.: Машинобудування, 1985. – 320 с.

14. Петрик В. М. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з різання металів, верстатів та інструментів. Частина 1 / Петрик В. М., Гетта В. Г., Меркулов В. П. – Чернігів, 1990. – 52 с.

15. Петрик В. М. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з різання металів, верстатів та інструментів. Частина 2 / Петрик В.М., Меркулов В.П. – Чернігів, 2005.

Додаткова література

16. Чернов Н. Н. Металлорежущие станки / Н. Н. Чернов. – М. : Машиностроение, 1978. – 416 с.

17. Попов С.А. Заточка и доводка режущего инструмента / С.А. Попов. – М.: Высшая школа., 1986. – 223 с.

18. Технологія конструкційних матеріалів. [Сологуб М. А., Рожнецький І. О., Некоз О. І. та ін.]. – Київ: Вища школа, 2002. – 425 с.

19. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник / Хільчевський В. В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О. – К.: Либідь, 2002. – 326 с.

Навчально-методичне видання

**РІЗАННЯ МАТЕРІАЛІВ,
ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ**

Методичний посібник з лабораторних робіт

**БИВАЛЬКЕВИЧ
Леонід Мстиславович**

**ЛЮЛЬКА
Василь Степанович**

Технічний редактор

О. Клімова

Комп'ютерна верстка та макетування

Л. Бивалькевич

*Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
серія КВ № 17500-6250 ПР від 16.11.2010 р.*

Підписано до друку 25.04.2018 р. Формат 60 x 84 1/16.

Папір офсетний. Друк на різнографі.

Ум. друк. арк. 6,05. Обл.-вид. 4,56.

Наклад 100 прим. Зам. № 849.

Редакційно-видавничий відділ ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка.

14013, вул. Гетьмана Полуботка, 53, к. 208.

Тел. 65-17-99, Chdpu_tipograf_208@gmail.com

