

УКРАЇНА

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ
НА КАФЕДРІ “ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ
МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА”
«механічна обробка на металорізальних верстатах
токарної і фрезерної групи»**

КИЇВ 2020

Затверджено методичною комісією факультету конструювання та дизайну НУБіП України.

Укладачі: Афтандіянц Є.Г., Зазимко О.В., Семеновський О.Є., Похиленко Г. М.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ЖУРНАЛ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ
“ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА” механічна обробка на
металорізальних верстатах токарної і фрезерної групи

Журнал теоретичних і практичних робіт розділів дисциплін
«Матеріалознавство», «Технологія конструкційних матеріалів»,
«Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів»

для студентів спеціальностей факультетів конструювання та дизайну,
механіко-технологічного, харчових технологій та управління якістю
продукції АПК

Зав. видавничого центру НУБіП
Редактор

Підписано до друку _____ Формат 60/84 1/18
Ум. друк. арк. _____ . Обл.-вид.арк. _____. Тираж _____

Механічна обробка на металорізальних верстатах

Мета роботи: ознайомлення з обладнанням, інструментами та суттю технологічних операцій, які виконуються на металорізальних верстатах токарної і фрезерної групи.

Заготовки для механічної обробки

Деталі машин виготовляються із заготовок. Перед тим, як стати деталлю, заготовка може проходити декілька видів обробки (рис.1).

Вихідним матеріалом для будь-якої металевої деталі є металургійна сировина, з якої за допомогою ливарних процесів отримують метали та їх сплави.

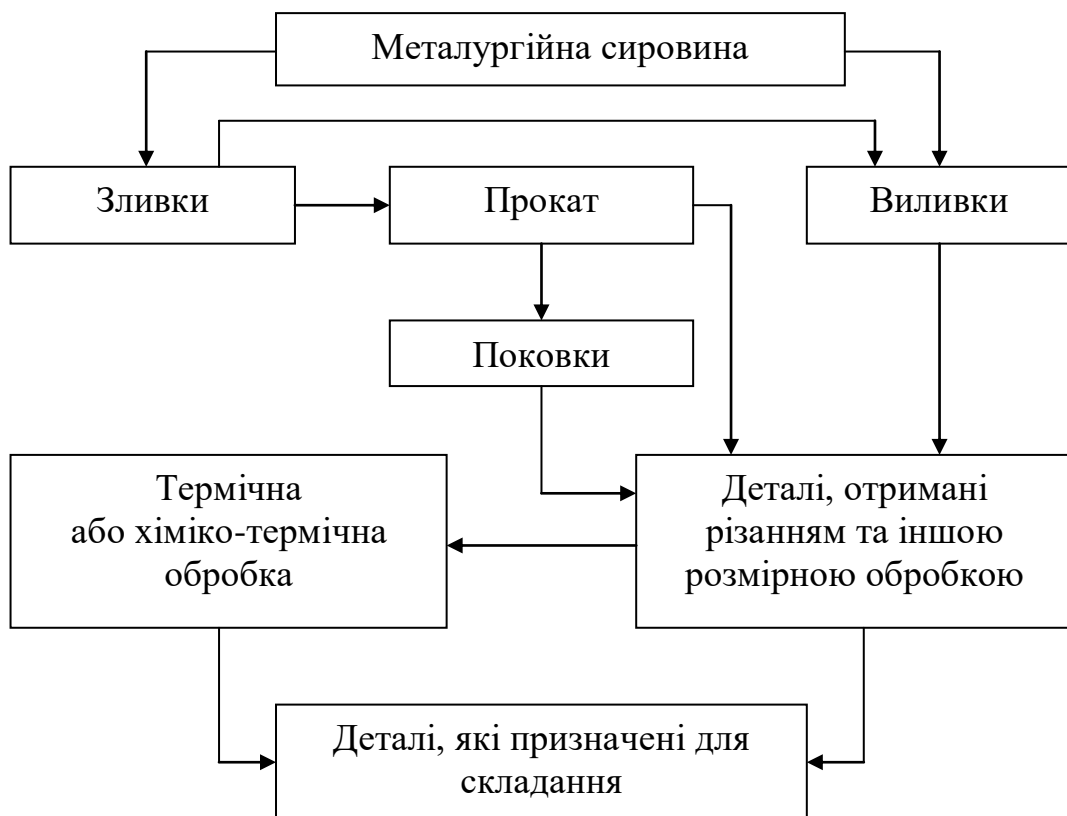


Рис. 1. Принципова схема виготовлення деталей машин

Отримані зливки мають дефекти: пористість, неметалеві включення, неоднорідність структури і, як наслідок, нерівномірність механічних властивостей. Для покращення структури та механічних

властивостей зливки піддають пластичному деформуванню і попередній термічній обробці (відпалу або нормалізації).

У результаті деформації зливки приймають форму прокату різного профілю (листи, круги, шестигранники, балки, рейки, кутники та ін.). У заготівельному виробництві машинобудівного заводу прокат ріжуть на мірні заготовки, з яких на молотах, пресах та інших машинах виготовляють заготовки (поковки), за розмірами і формою наближені до деталі.

Заготовки для деталей складної конфігурації можуть бути отримані зі спеціальних ливарних сплавів (чавун, бронзи, ливарні латуні, алюмінієві ливарні сплави) в ливарному виробництві. Вибір способу отримання заготовки регламентується техніко-економічними показниками та її матеріалом.

Виливки або поковки потрапляють в механічні цехи, де на токарних, фрезерних, шліфувальних та інших верстатах досягаються задані кресленням форма, розміри та шорсткості обробленої поверхні.

Для покращення структури, механічних властивостей та якості поверхні майбутню деталь після обробки на токарних, фрезерних, стругальних, довбальних верстатах піддають термічній та хіміко-термічній обробці.

Механічна обробка металів та їх сплавів зі зняттям стружки

Вивчення процесу обробки металів та їх сплавів зі зняттям стружки має практичний інтерес. Для проектування різального інструменту і верстатів, створення технологічних умов отримання заданих кресленням точності і шорсткості поверхні деталей потрібне розуміння комплексу фізичних явищ, що відбуваються при точінні, фрезеруванні, шліфуванні, струганні та інших видах обробки.

Суть процесу різання полягає у руйнуванні (порушенні суцільності) матеріалу, який обробляється, під дією інструменту і прикладених зовнішніх сил. Але це руйнування повинно бути *керованим*.

З позиції будови матеріалу процес руйнування – це розрив електричних сил взаємодії атомів, тобто зв'язків кристалічної решітки. З позиції механіки деформованих тіл руйнуванню передують пружна і пластична деформація в процесі врізання інструменту (різця, фрези, зерен шліфувального круга) у заготовку.

Руйнування характеризується стружкоутворенням, тобто при механічній обробці частина матеріалу відокремлюється від заготовки, перетворюючись у стружку.

Стружкоутворення. На рис. 2 розглянуто послідовність утворення стружки. У момент торкання різця і заготовки (рис.2,а), під дією зовнішніх сил (рух інструменту зі швидкістю V) виникають пружні деформації інструменту і заготовки. Матеріал оброблюваної заготовки створює опір врізанню в неї інструменту (різця, фрези, тощо). Подальша дія інструменту на заготовку викликає пластичну деформацію в оброблюваному матеріалі, тобто відбувається зсув однієї частини заготовки відносно інших (рис.2,б). При цьому опір матеріалу переміщенню інструменту зростає, що приводить до збільшення енергетичних затрат на стружкоутворення.

Збільшення напружень і деформацій в елементі об'єму матеріалу, що знімається, приводить до зсуву цього елемента. Зсув відбувається по площині, яка називається *площиною сколювання* (рис.2,в).

Продовження процесу веде до утворення другого, третього і т.д. елементів стружки (рис.2,г).

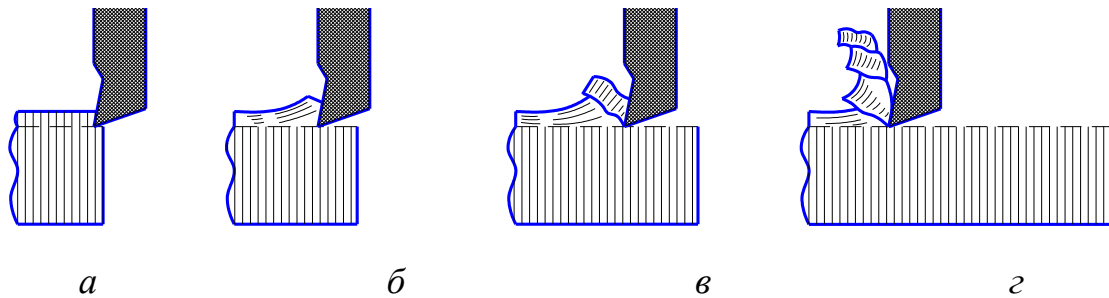


Рис. 2. Послідовність утворення стружки

За класифікацією стружка поділяється на зливну, сколювання і надлому (рис.3).

Зливна стружка (рис.3,а) утворюється при обробці в'язких і пластичних матеріалів низької твердості при певних режимах різання. Зовнішня сторона стружки вигладжена, блискуча, а внутрішня – матова з великою кількістю дрібних зазубрин (слідів зсуву).

Стружка сколювання утворюється при обробці матеріалів середньої твердості при певних режимах різання. Зовнішня сторона стружки вигладжена, блискуча, а внутрішня – в крупних зазубринах; добре видно окремі елементи стружки (рис.3,б).

Стружка надлому утворюється при обробці крихких, твердих та малопластичних матеріалів. Вона складається з окремих шматочків (рис.3,в).

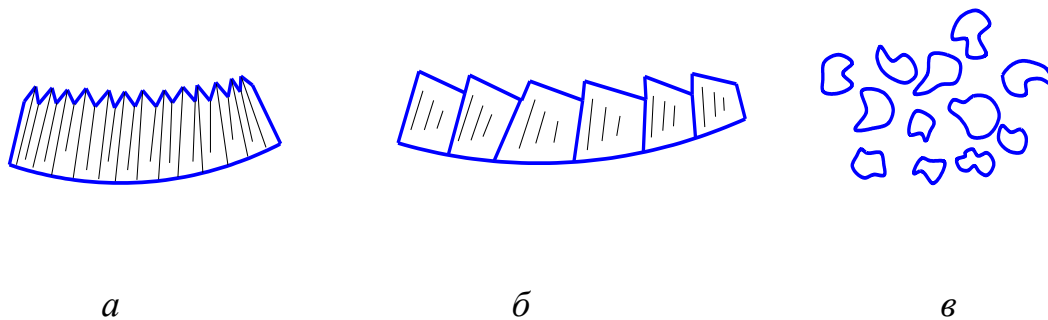


Рис. 3. Види стружки

а – зливна; б – сколювання; в – надлому

В умовах виробництва вид стружки має велике значення. Найбільш безпечна для робітника стружка циліндричної чи конічної форми у вигляді відрізків довжиною 30-80 мм при діаметрі до 20 мм.

Різновид стружки пояснюють різними механічними характеристиками матеріалу, який обробляється (пластичність, в'язкість, твердість), геометрією різця (величина кутів, наявність спеціальних стружколомальних і стружкозавивальних канавок), параметрами режиму різання (частота обертання, глибина різання, подача).

Довжина стружки завжди значно менша за довжину шляху, пройденого різцем. Тому стружка є товщою за шар (глибина різання), що знімається різцем. Це явище називають *усадкою стружки*.

При обробці пластичних матеріалів на передній частині різця утворюється *наріст* – застійне накопичення матеріалу оброблюваної заготовки. Наріст нашаровується на поверхню різця та погіршує процес різання.

Основні види обробки металів та їх сплавів різанням

Для виготовлення деталей у сучасному машинобудуванні використовують декілька видів обробки матеріалів різанням. Токарна і фрезерна обробка складає лише частину з них. Різноманіття видів обробки металів різанням відображається в класифікації (рис.4). Види різання розрізняють за використанням інструментом і характером його руху.

Види обробки матеріалів різанням розрізняються також відповідно до виготовлення кожної конкретної деталі за продуктивністю, складністю і вартістю верстатів, стійкістю інструмента та складністю його виготовлення, кваліфікацією працівника. Ось чому знання основних видів обробки є важливим

практичним питанням, без вирішення якого неможлива розробка технологічного процесу виготовлення деталі.

Технологічний процес механічної обробки включає в себе послідовність зміни стану (геометричної форми, розмірів та якості поверхонь) від вихідної заготовки до отримання готової деталі. Технологічний процес поділяють на операції. *Технологічною операцією* називається закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці.

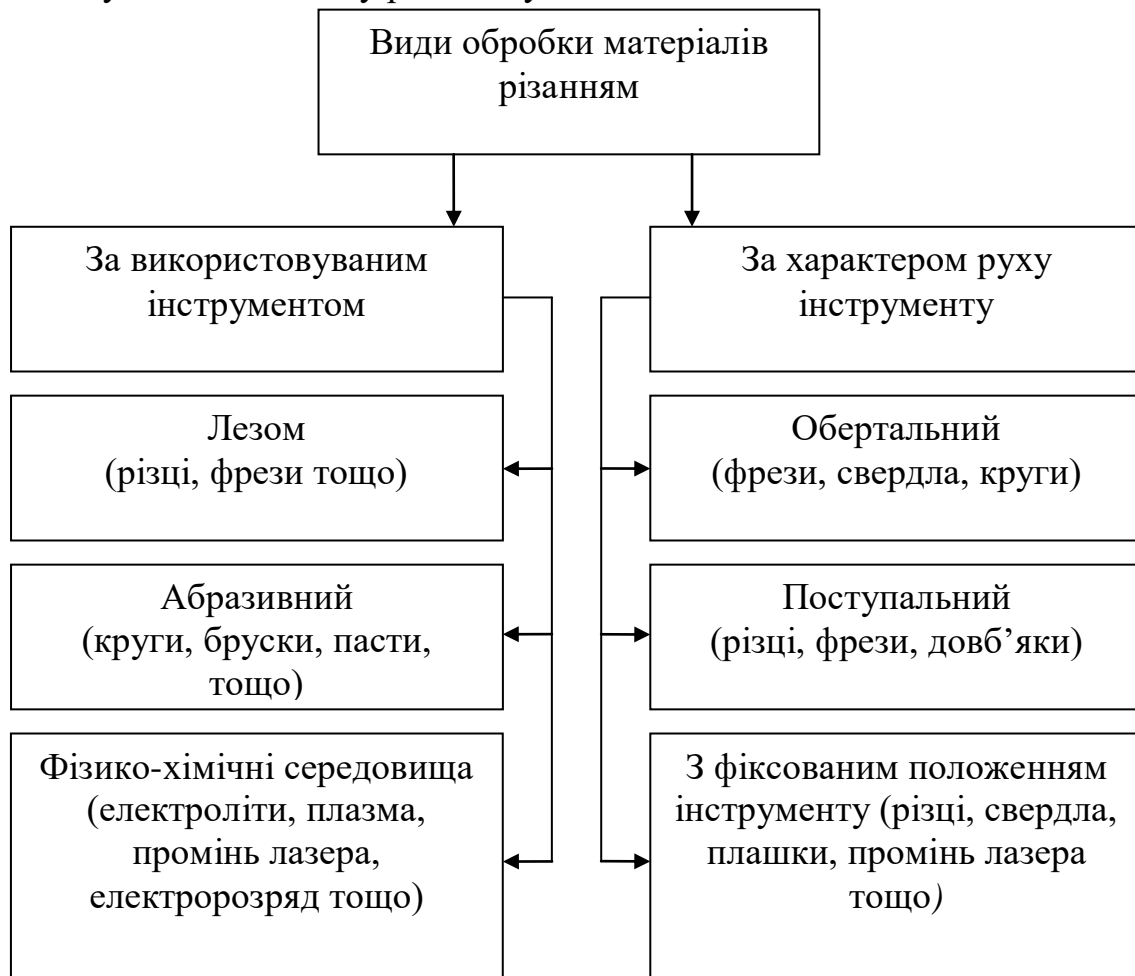


Рис.4. Класифікація видів обробки матеріалів різанням

У табл. 1 наведено найбільш використовувані види обробки металів різанням. Для всіх видів обробки різанням (за винятком фізико-хімічного) загальним є врізання клиновидної різальної кромки інструменту в матеріал заготовки, утворення стружки і формування обробленої поверхні.

Параметри процесу обробки металів різанням

Для того, щоб обробити поверхню на верстаті, потрібне поєднання взаємного переміщення різального інструменту і заготовки.

Основну роль при цьому грають робочі рухи: головний рух різання і рух подачі. Для обробки чергової заготовки інструмент чи стіл верстату повертають у вихідне положення, виконуючи один чи декілька холостих рухів, при яких різання немає.

Головний рух різання – це прямолінійний, поступальний чи обертальний рух заготовки або різального інструменту, який здійснюється з найбільшою швидкістю у процесі різання. Головний рух (рух різання) є *поступальним* при струганні, протягуванні, довбанні тощо чи *обертальним* при точінні, фрезеруванні, свердлінні, шліфуванні тощо (див. табл. 1).

Рух подачі – це рух різального інструменту або заготовки, швидкість якого менше швидкості головного руху різання і призначений для охоплення всієї поверхні, яка обробляється.

Подача – це шлях, пройдений інструментом чи заготовкою вздовж руху подачі за один цикл. Циклом може бути оберт заготовки при точінні чи інструменту при свердлінні (подача на оберт - S , мм/об), поворот на один зуб фрези (подача на один зуб - S_z , мм/зуб), подвійний хід інструменту при струганні або довбанні (подача на подвійний хід – $S_{п.х.}$, мм/подв.хід), переміщення стола при фрезеруванні (хвилинна подача - S_x , мм/хв).

Порівняємо свердління на токарному і свердлильному верстатах. У першому випадку (токарний верстат) головний рух – обертання заготовки; різання забезпечується поєднанням цього руху і поступальним прямолінійним рухом свердла (подачею). На свердлильному верстаті головний рух – обертання свердла; різання забезпечується поєднанням цього руху з поступальним рухом свердла (чи столу верстата). При фрезеруванні - обертання фрези (головний рух) поєднується з підніманням і опусканням стола верстата та переміщенням стола в горизонтальній площині.

При обробці на токарних верстатах головним рухом є обертання заготовки. Подача – це шлях, який проходить інструмент (різець) за один оберт шпинделя (цикл).

При фрезеруванні таке співвідношення між подачами:

$$S_x = S \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n,$$

де Z – число зубів фрези;

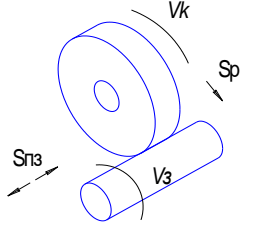
n – частота обертання фрези, $хв^{-1}$.

Припуск – це шар матеріалу, який необхідно видалити в процесі механічної обробки заготовки для отримання заданих точності і шорсткості обробленої поверхні. Для зняття припуску інструмент необхідно заглибити в заготовку на певну величину, яка визначається

1. Види обробки металів різанням

Вид обробки	Схема обробки	Головний рух	Рух подачі
Точіння на верстатах токарної групи		Обертання заготовки	Переміщення різця вздовж осі заготовки
Стругання на поздовжньо – та поперечно – стругальних верстатах		Поздовжньо – поступальний рух заготовки або різця	Переривисте переміщення різця або заготовки перпендику- лярно до головного руху
Довбання на довбальних верстатах		Поздовжньо – поступальний рух довбального різця	Переривисте переміщення різця або заготовки перпендику- лярно до головного руху
Свердління на свердлильних верстатах		Обертальний рух свердла	Поступальне переміщення свердла в осьовому напрямку
Фрезерування на фрезерних верстатах		Обертальний рух фрези	Поступальне прямолінійне переміщення заготовки

Продовження табл. 1

<p><i>Шліфування</i></p> <p>на круглошліфу- вальних верстатах</p>		<p>Обертальний рух шліфувально- го круга</p>	<p>Обертальне переміщення заготовки</p>
-------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

глибиною різання. *Глибиною різання t* називається відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями, виміряна по перпендикуляру до останньої за один прохід інструменту (рис.5).

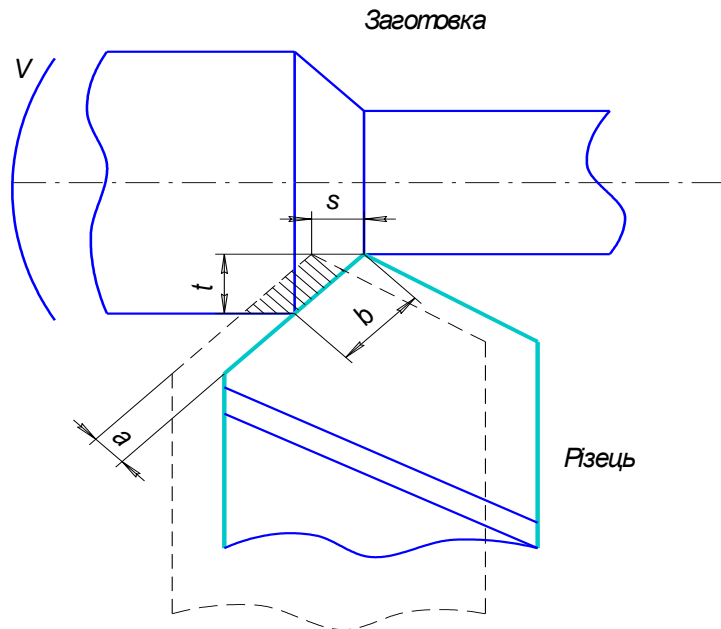


Рис.5. Подача і глибина різання при точінні

Головний рух характеризується швидкістю різання. *Швидкістю різання V* називається швидкість переміщення точки оброблюваної поверхні відносно різальної кромки інструменту у напрямку головного руху.

Для верстатів з обертальним головним рухом швидкість різання – це колова швидкість заготовки (наприклад, при токарній обробці) чи інструменту (наприклад, при фрезеруванні):

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

де D – діаметр оброблюваної поверхні чи інструменту, мм;

n – частота обертання заготовки чи інструменту, хв^{-1} .

Швидкість різання вимірюється в м/хв, а при шліфуванні – в м/с.

Правильний вибір режимів обробки (швидкості різання, подачі, глибини різання) – важлива практична задача. На вибір режимів обробки впливають такі основні фактори: властивості оброблюваного матеріалу; матеріал різального інструменту; стійкість інструменту; задані продуктивність, точність і шорсткість поверхні, а також розміри деталі та припуску на механічну обробку; верстат та жорсткість системи верстат – пристосування – інструмент – деталь (система ВПД).

Металорізальні верстати

Металорізальні верстати залежно від виду обробки діляться на дев'ять груп (табл. 2). Кожна група включає десять типів (підгруп), що характеризують призначення верстатів, їх конструювання, ступінь автоматизації чи вид використовуваного інструменту. Група 4 призначена для неінструментальної обробки, тобто електроерозійних, ультразвукових та інших верстатів.

Позначення моделі верстата складається з поєднання трьох-чотирьох чисел і букв. *Перша цифра* означає номер групи, *друга* – номер підгрупи (тип верстату), *остання (одна чи дві)* – типорозмір (найбільш характерні технологічні параметри верстату). Наприклад, 1E116 означає токарно-револьверний одношпиндельний автомат з найбільшим діаметром оброблюваного прутка 16 мм. 2Н125 означає вертикально-свердлильний верстат з найбільшим умовним діаметром свердління 25 мм. *Буква, що стоїть після першої цифри*, вказує на різне виконання (модернізацію) основної базової моделі верстату.

Буква в кінці числової частини означає модифікацію базової моделі, клас точності верстату чи інші його особливості. Клас точності верстатів позначають: Н – нормальної; П – підвищеної; В – високої; А – особливо високої точності і С – особливо точні верстати (прецизійні). Прийнята така індексація моделей верстатів з програмним управлінням: Ц – з цикловим управлінням; Ф1 – з числовою індексацією положення, а також з попереднім набиранням координат; Ф2 – з позиційною системою ЧПУ; Ф3 – з контурною системою ЧПУ; Ф4 – з комбінованою системою ЧПУ. Наприклад:

16П20Д – токарно-гвинторізний верстат підвищеної точності;

6P13K-1 – вертикально-фрезерний консольний верстат з копіювальним пристроєм;

1Г340ПЦ – токарно-револьверний верстат з горизонтальною головкою підвищеної точності, цифровим програмним управлінням;

2455АФ1 – координатно - розточувальний двостояковий верстат особливо високої точності з попереднім набором координат і числової індикації;

2P135Ф2 – вертикально-свердлильний верстат з револьверною головкою, хрестовим столом і позиційною системою ЧПУ;

16K20Ф3 – токарний верстат з контурною системою ЧПУ;

2202ВМФ4 – багатоцільовий (свердлильно-фрезерно-розточувальний) горизонтальний верстат високої точності з інструментальним магазином і комбінованою системою ЧПУ (літера М означає, що верстат має магазин з інструментами).

Основні технологічні операції при роботі на токарних верстатах.

Обробка зовнішніх циліндричних і торцевих поверхонь включає операції обточування, підрізання, прорізання канавок, відрізання заготовок і нарізання різьби.

Обточуванням можна отримати гладкі і ступінчаті циліндричні, а також конічні і фасонні зовнішні поверхні.

При обробці циліндричних поверхонь заготовка кріпиться в патроні (рис. 6,а) або центрах (рис 6,б) і отримує обертальний рух. На деталь, встановлену в центрах, одягають хомутик, який обертається повідковою планшайбою. Щоб заготовка великої довжини не прогиналась під дією сил різання, використовують люнети: рухомий, який встановлюється на каретці супорта і рухається разом з нею, і нерухомий, який кріпиться на напрямних станини верстата.

Для кожної операції обробки металів різанням, в тому числі і для токарних, складається операційний ескіз, на якому оброблювана деталь показується в тому стані, який вона приймає після виконання даної операції.

Поверхні, що обробляються, на операційному ескізі виділяються суцільною жирною лінією за ГОСТ 2.303-68. На ескізі вказуються всі дані, необхідні для виконання операції: розміри, граничні відхилення, шорсткість поверхні. Різальний інструмент на ескізі можна не вказувати. Операційний ескіз не повинен містити нічого, що не належить до даної операції.

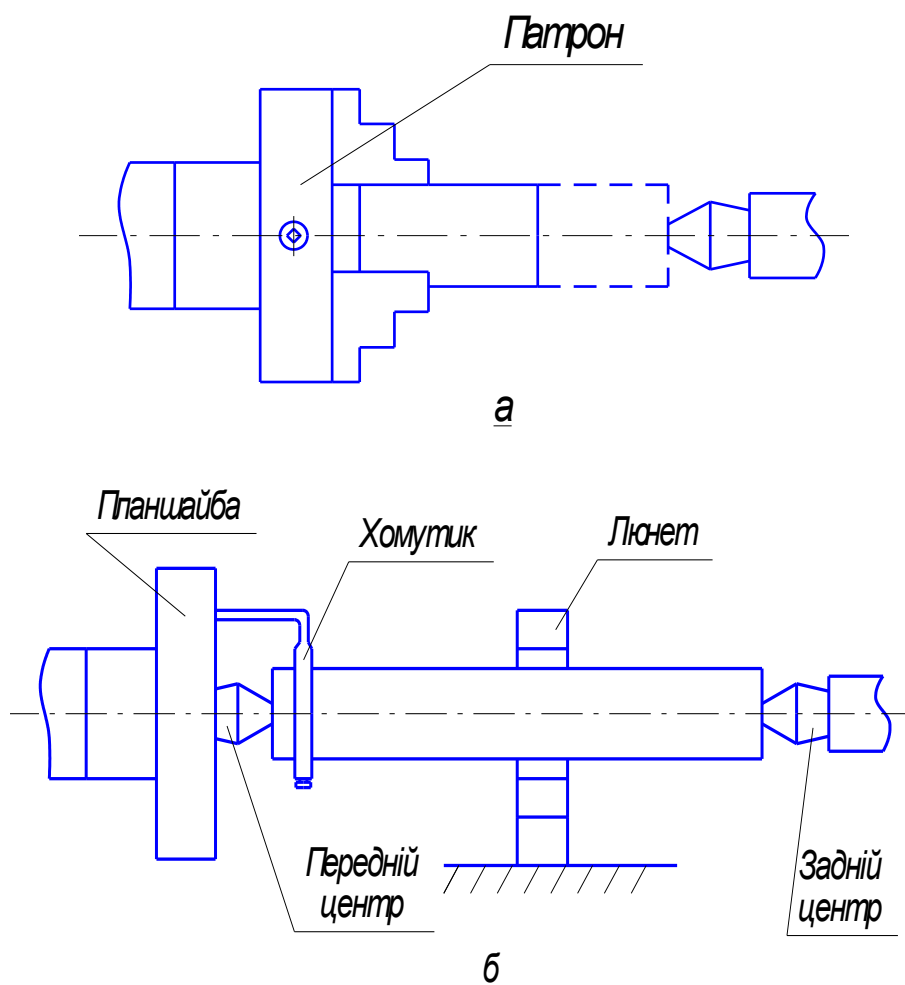


Рис.6. Способи закріплення заготовок на токарному верстаті:
а – в патроні; *б* – в центрах

Підрізанням обробляють торцеві поверхні валів і втулок, площини в корпусних деталях. Воно виконується підрізними і прохідними відігнутими різцями, які отримують поперечну подачу. Прорізання канавок і відрізання заготовок (чи готових виробів) від прутка або труби виконується так само при поперечній подачі.

Якість обробки деталей істотно залежить від правильності вибору різців, конструкції яких визначені призначенням.

Токарні різці

За призначенням токарні різці поділяють на прохідні, підрізні, прорізні (канавочні), відрізні, фасонні, різьбові, розточувальні (рис.7).

Прохідні різці (рис.7,а-в) призначені для точіння зовнішніх поверхонь, утворення фасок, прохідні упорні різці (рис.7,г) – для точіння і обробки торця сходинки, що утворюється.

Підрізані різці (рис.7,д) служать для обробки площини торця

заготовки.

Канавки на зовнішній і внутрішній поверхнях деталі можна отримати за допомогою канавочних різців (рис.7,е,з). Аналогічні за конструкцією різці використовують для відрізання і називаються відрізними (рис.7,ж). Фасонні різці (рис.7,к) заточені по формі оброблюваної деталі і, як підрізні, канавочні і відрізні, мають лише поперечну подачу. Розточувальні різці використовують для розточування отворів, попередньо просвердлених чи отриманих в процесі штампування або лиття. Розточувальні різці служать для розточування глухих (рис.7,л) або наскрізних (рис.7,м) отворів.

Різьбу великих діаметрів на заготовках можна нарізати спеціальними різцями, які називаються різьбовими (рис.7,и).

За формою головки різці для обточування розділяють на прямі, з прямолінійним стержнем (рис. 7а,в), і відігнуті, з головкою, відігнутою праворуч або ліворуч (рис.7,б).

За розміщенням різальної кромки розрізняють праві (рис.7,а) і ліві (рис.7,в) різці. Праві при обробці переміщуються в повздовжньому напрямку від задньої бабки до передньої (тобто справа наліво), ліві – від передньої до задньої (зліва направо).

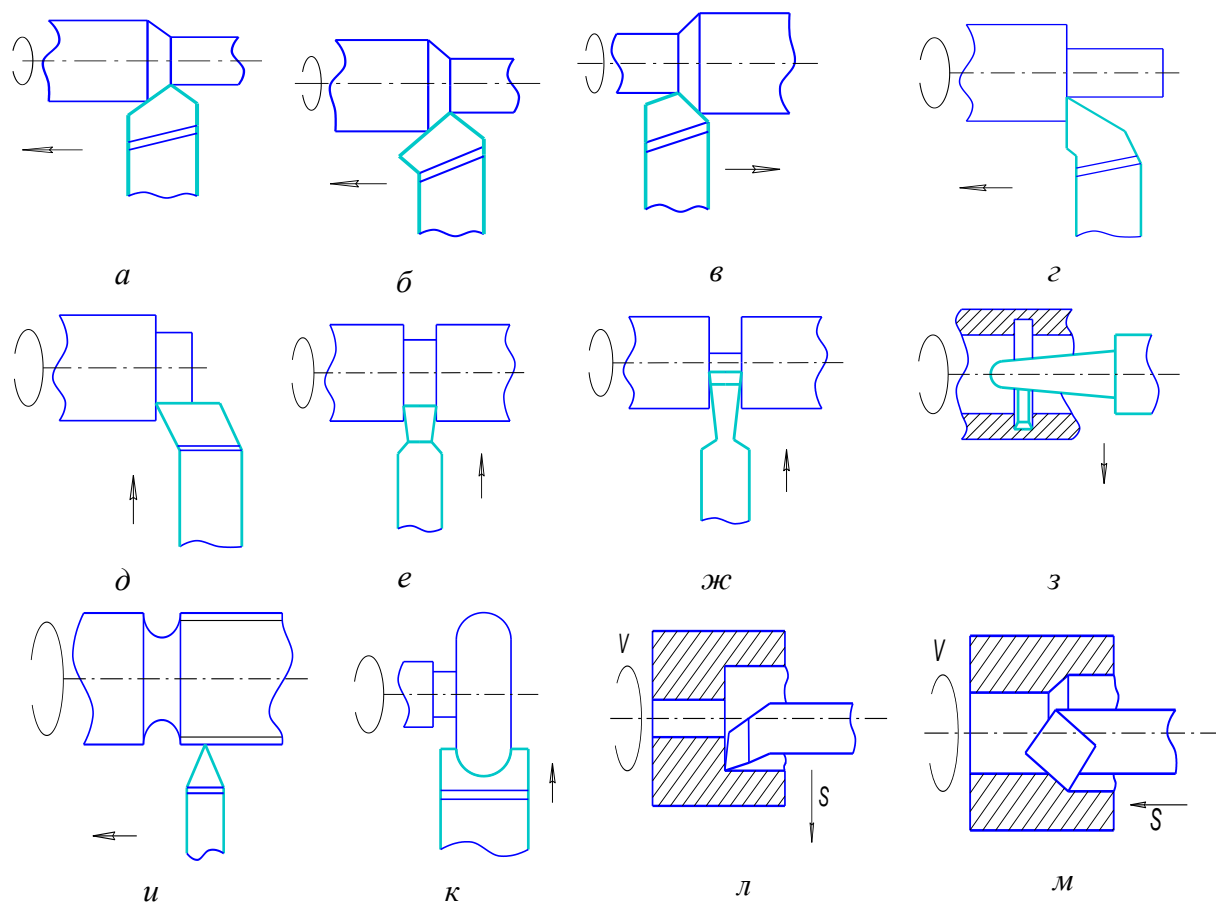


Рис.7. Основні види токарних різців

При точінні деталі до заданого діаметра різець встановлюють на необхідну глибину різання наступним чином:

- включають верстат і надають заготовці обертального руху;
- обертанням маховика повздовжньої подачі та рукоятки гвинта поперечної подачі вручну підводять різець до правого торця заготовки так, щоб його вершина торкнулась поверхні;
- вручну відводять різець праворуч та обертанням гвинта поперечної подачі встановлюють його на необхідну глибину різання.

Після цього деталь проточують на довжину 3-5 мм, відводять різець праворуч, вимикають верстат і вимірюють діаметр обробленої поверхні штангенциркулем. Таким чином обточують заготовку до тих пір, поки не буде отриманий необхідний розмір. Циліндричні поверхні обточують за два робочих ходи: спочатку знімають більшу частину припуску (3-7 мм на діаметр), а потім частину, яка залишилась (1-2 мм на діаметр).

Для встановлення різця на глибину різання на верстатах є спеціальний пристрій – *лімб*. Це – кільце з поділками, яке закріплено на гвинті поперечної подачі супорта. На лімбі позначена *ціна поділки* - величина, на яку зміститься різець при повороті лімба на одну поділку. Щоб одержати потрібний діаметр деталі, застосовують метод пробних робочих ходів. Різець підводять до заготовки, яка обертається, до торкання з оброблюваною поверхнею, і момент торкання помічають за появою на заготовці ледь помітної кільцевої риски. Потім різець відводять вправо за межі заготовки подовжнім переміщенням супорту. Лімбове кільце встановлюють спочатку в нульове положення і поворотом ручки за годинниковою стрілкою подають поперечні салазки супорта за лімбом вперед на розмір, менший потрібного для одержання остаточного розміру. Після цього ручною подачею обточують ділянку поверхні на довжину 3-5 мм, відводять різець вправо і вимірюють розмір обточеної ділянки.

За даними виміру уточнюють, на яку відстань потрібно додатково подати різець уперед. Цей розмір встановлюють за лімбом і знову обточують пробну ділянку. Коли різець остаточно встановлений на розмір, інші заготовки партії обробляють зі встановленням різця за лімбом без пробних робочих ходів.

Між гвинтом поперечних салазок і його гайкою завжди є *люфт* - зазор між контактуючими поверхнями. Щоб люфт не викликав похибки при встановленні різця за лімбом, ручку гвинта обертають тільки за годинниковою стрілкою, попередньо зробивши один оберт проти руху годинникової стрілки.

Верхні (різцеві) салазки супорта також мають лімб.

Основні причини браку при точінні і підрізанні торців.

Основні причини браку при точінні і підрізанні торців наведені в табл. 3.

3. Основні причини браку при точінні і підрізанні торців

Причина браку	Попередження браку
<i>Частина поверхні залишилась необробленою</i>	
<p>Недостатній припуск на обробку</p> <p>Невірно виконане центрування: центрові отвори зміщені від осі заготовки</p> <p>Кріплення заготовки в патроні з недопустимим биттям чи перекосом</p>	<p>Контролювати розміри заготовок, порівнюючи їх з розмірами на кресленні</p> <p>Перевіряти у сумнівних випадках відстань від осі до центрального отвору, до периферії торця заготовки</p> <p>При закріпленні добиватися мінімального биття заготовки по зовнішній поверхні і торцю</p>
<i>Не витримано розміри діаметрів обточених поверхонь</i>	
<p>Помилка виміру при знятті пробної стружки</p> <p>Неусунутий зазор перед встановленням розміру за лімбом</p>	<p>Ретельно вимірювати заготовку при пробних проходах</p> <p>Усунути зазор при користуванні лімбом</p>
<i>Не витримано лінійні розміри обточених поверхонь</i>	
<p>Ненадійне кріплення упорів</p> <p>Різне положення заготовок у патроні</p> <p>Несвоєчасне вимикання автоматичної подачі</p> <p>Неоднакові лінійні розміри рівнів у партії деталей</p>	<p>Надійно закріплювати гвинти упорів</p> <p>Встановлювати шпindelний упор і надійно закріплювати заготовку, не допускаючи її зміщення</p> <p>Вимкнути автоматичну подачу за 2-3 хв до того, як різець дійде до контрольної риски, і далі доводити його до риски ручною подачею супорта</p> <p>Використовувати “плаваючий” передній центр</p>
<i>Конусність</i>	
<p>Зміщення осі центру бабки відносно осі шпindelного центра</p>	<p>Своєчасно усунути зміщення осі центра задньої бабки</p>

Продовження табл. 3

<p>Не усунуто зазор у поперечних салазках супорта (відтискання салазок)</p> <p>Ненадійне закріплення різця у різцетримачі (відтискання різця)</p>	<p>Не допускати зазору у поперечних салаках</p> <p>Надійно закріплювати різець при встановленні</p>
<p><i>Неперпендикулярність торцевої поверхні до осі деталі</i></p>	
<p>Відтискання різця через люфти у напрямних поперечних салазок супорта</p> <p>Відтискання різця внаслідок великого вильоту</p> <p>Відтискання упорного різця внаслідок великого припуску</p>	<p>Підтягувати клини поперечних салазок супорта</p> <p>Не допускати великого вильоту різця</p> <p>Знімати припуск спочатку при чорновому, а потім при чистовому переходах; чистовий перехід виконувати подачею від центра</p>
<p><i>Бочкоподібність</i></p>	
<p>Прогин заготовки під дією відтискаючого зусилля різця</p> <p>Розміщення різця нижче центру середньої частини напрямних станини</p>	<p>Не перевищувати необхідну глибину різання і подачу; використовувати прохідний упорний різець</p> <p>Своєчасно ремонтувати станок (шабрувати напрямні станини)</p>
<p><i>Сідлоподібність (великий діаметр з боку задньої бабки)</i></p>	
<p>Ненадійне закріплення різця у різцетримачі</p> <p>Відтискання заготовки різцем</p>	<p>Затягувати болти різцетримача для надійного закріплення різця</p> <p>Не перевищувати необхідну глибину різання і подачі; при закріпленні заготовки в центрах не допускати дуже великого вильоту пінолі задньої бабки; надійно закріплювати піноль</p>
<p><i>Підвищена шорсткість обробленої поверхні</i></p>	
<p>Погане заточування різця</p>	<p>При заточуванні різця ретельно виконувати доведення різальної кромки</p>

Низька оброблюваність (в'язка сталь, загартована сталь)	Звернути увагу технолога і ВТК на необхідність термообробки заготовок з метою покращання оброблюваності
Неправильне встановлення різця відносно осі центрів верстата	Встановлювати різець точно по осі центрів
Неправильний вибір режиму різання	Уважно вибирати режим різання, користуючись довідником

Основні види обробки при роботі на фрезерних верстатах

Деталі машин часто мають плоскі, фасонні та інші поверхні. Для їх обробки використовують фрезерні верстати. Шпиндель фрезерного верстата разом з встановленою на ньому фрезою отримує обертальний (головний) рух. Заготовка кріпиться на столі верстата і отримує прямолінійне переміщення - рух подачі. Фреза – багатолезовий інструмент. Кожний зуб фрези являє собою різець, який знімає стружку у вигляді коми. Велика кількість зубів забезпечує високу продуктивність обробки.

Серед лезового інструменту фрези відрізняються найбільшою різноманітністю і мають багато конструктивних варіантів (рис 8).

Для відведення стружки служать канавки. Фрезерування ведуть у вертикальній площині, коли вісь фрези перпендикулярна горизонтально розташованій поверхні, що обробляється; в горизонтальній площині, коли вісь фрези паралельна поверхні, що обробляється, та в площині під нахилом. Ці відмінності та різноманітність фрез визначають області використання горизонтально- , вертикально - та поздовжньо – фрезерних верстатів.

Основні види обробки, що виконуються на фрезерних верстатах, показані на рис.9.

Фрезерні роботи можна виконувати на різних верстатах фрезами різних конструкцій (табл. 4).

При фрезеруванні циліндричними і дисковими фрезами розрізняють: зустрічне (проти подачі) і попутне (у напрямку подачі) фрезерування. Зустрічне фрезерування виконується при протилежних напрямках руху фрези і заготовки, що обробляється, у місці їх контакту (рис. 10,а). Попутне фрезерування виконується при збіганні напрямку руху фрези і заготовки у місці їх контакту (рис. 10,б).

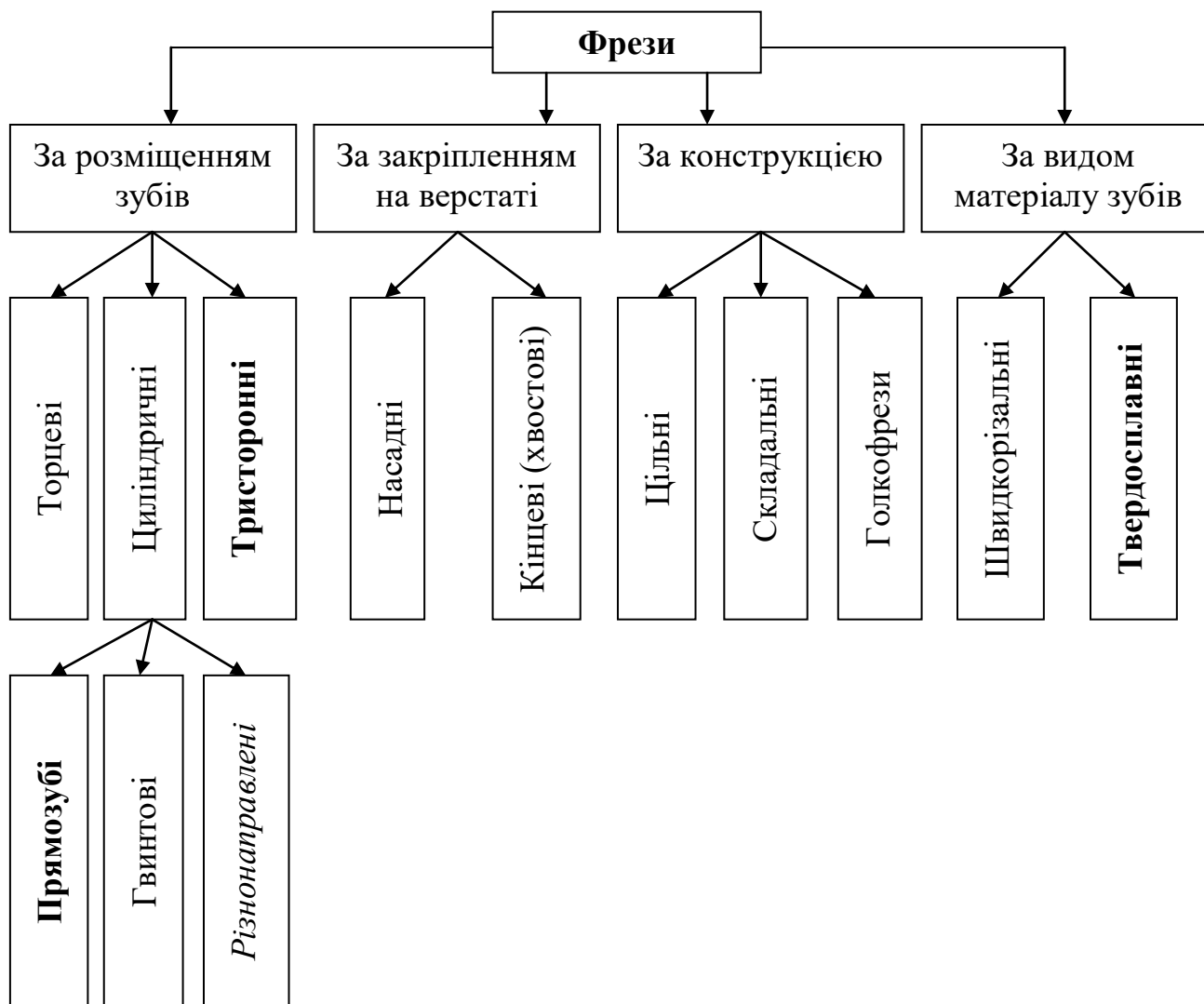


Рис. 8. Конструктивна класифікація фрез

При зустрічному фрезеруванні товщина шару, що зрізається, змінюється від нуля (при вході зуба в матеріал заготовки) до максимального значення (при виході зуба із контакту з матеріалом, що обробляється). При попутному фрезеруванні навпаки - від максимального значення в момент входу зуба в матеріал до нуля при виході із контакту з матеріалом заготовки. Таким чином, при зустрічному фрезеруванні процес різання відбувається спокійніше і, як наслідок, навантаження на верстат і зуб фрези зростає повільніше.

При попутному фрезеруванні в момент входу зуба в контакт із заготовкою навантаження зростає різко, спостерігається явище удару. Тому попутне фрезерування виконується на верстатах, які мають достатню жорсткість і вібростійкість. До того ж не всі

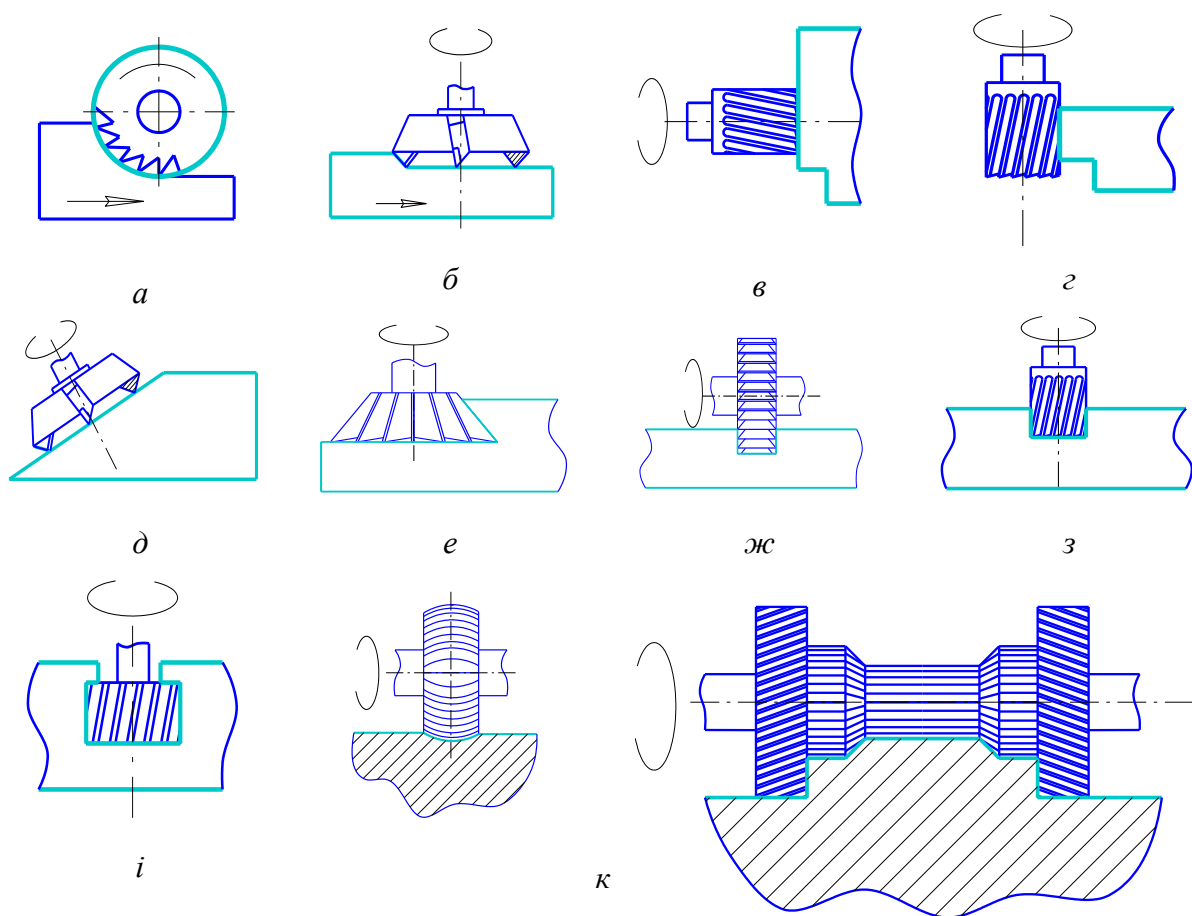


Рис. 9. Основні види обробки, що виконуються на фрезерних верстатах

інструментальні матеріали і конструкції фрез розраховані на ударні навантаження. Однак, при попутному фрезеруванні заготовка діючими силами притискається до столу верстата, а стіл - до напрямних, що забезпечує кращу якість оброблюваної поверхні.

При обох схемах фрезерування заготовка, яка встановлюється на фрезерному верстаті, повинна займати певне положення відносно фрези. Від встановлювання заготовки залежить безпосередньо точність обробки та взаємне розміщення оброблених поверхонь. Крім того, заготовка повинна бути надійно закріплена для запобігання нещасному випадку. Неточність, недбайливість і неправильність встановлення заготовки може призвести до руйнування інструменту або браку.

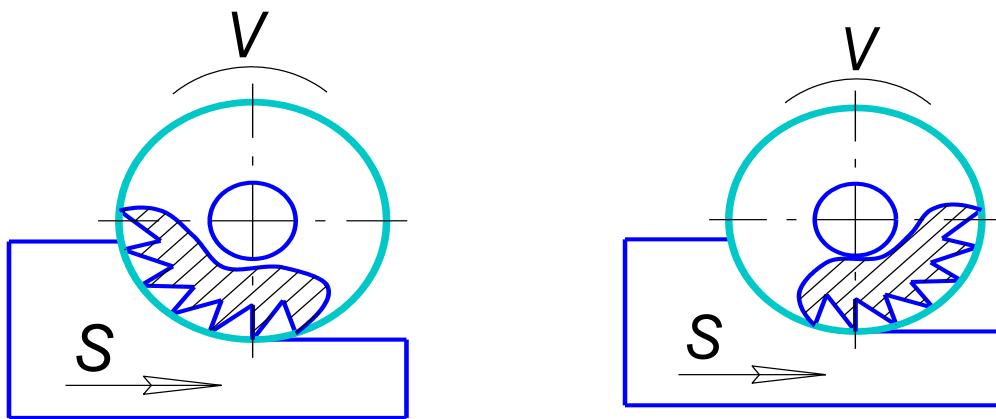
У найпростішому випадку заготовку закріплюють безпосередньо на столі фрезерного верстата. Це можливо, коли

заготовка має опорну поверхню (рис. 11). При правильному закріпленні заготовка повинна щільно прилягати до стола опорною поверхнею. Стіл фрезерного верстата зазвичай має три повздовжні пази, в які заводять кріпильні болти. Для кріплення заготовки до стола верстата використовують прихвати, які притискають болтами. Прихват одним боком опирається на заготовку, а іншим - на підкладку. Кількість прихватів повинна забезпечувати надійність закріплення заготовки на столі верстата.

4. Види робіт, які виконуються на фрезерних верстатах

Вид робіт	Інструмент і спосіб виконання робіт	
	На горизонтально-фрезерному верстаті	На вертикально-фрезерному верстаті
Фрезерування горизонтальних площин	Циліндричними фрезами на оправці (рис. 9,а)	Торцевими фрезами, фрезерними головками (рис. 9,б)
Фрезерування вертикальних площин	Торцевими фрезами, встановленими на кінцевій оправці, чи дисковими дво- і тристоронніми фрезами на центровій оправці (рис. 9,в)	Кінцевими (рис. 9,г) і торцевими фрезами
Фрезерування похилих площин	Одно-та двокутовими фрезами, встановленими на оправці	Торцевими і кінцевими фрезами з поворотом шпиндельної головки (рис. 9,д), одно- і двокутовими фрезами (рис.9,е)
Фрезерування пазів і канавок	Прямокутні пази – дисковими і тристоронніми фрезами (рис. 9,ж), пази з похилими площинами – кутовими фрезами	Прямокутні пази – кінцевими фрезами (рис. 9,з), Т-подібні пази – пазовими Т-подібними фрезами (рис. 9,і)
Фрезерування фасонних поверхонь	Фасонними фрезами чи набором фрез на циліндричній оправці (рис. 9,к)	Криволінійні канавки і деталі кривоподібної форми – пальцевими фрезами ; деталь встановлюється на поворотному столі.

Заготовки круглого перерізу встановлюють і закріплюють у призмах. Якщо заготовка коротка, то достатньо однієї призми. Призму і заготовку закріплюють на столі верстата прихватами. Якщо довжина заготовки набагато довша за довжину призми, то її встановлюють на двох призмах (рис 12).



а

б

Рис. 10. Схеми зустрічного (а) і попутного (б) фрезерування

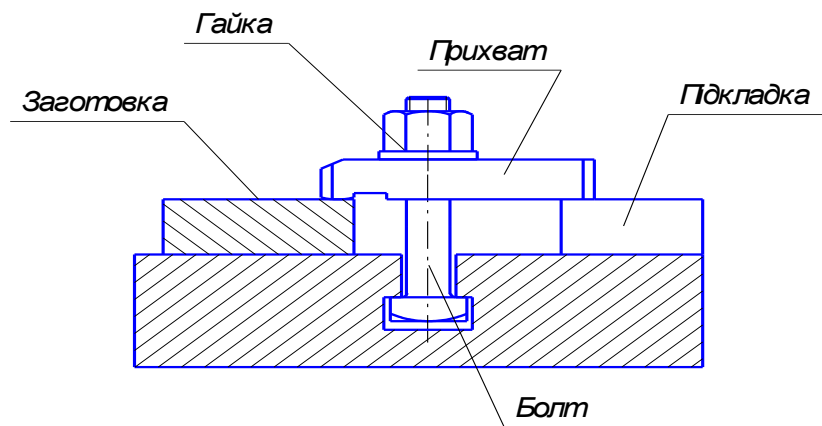


Рис. 11. Закріплення заготовки на столі фрезерного верстата

Для фрезерування заготовки, оброблювані площини якої повинні складати визначений кут, використовують кутову плиту (кутник). Кутова плита опорною площиною кріпиться на столі верстата за допомогою болтів, введених у пази верстата (рис. 13), а заготовку закріплюють на кутовій плиті за допомогою прихватів або струбцин.

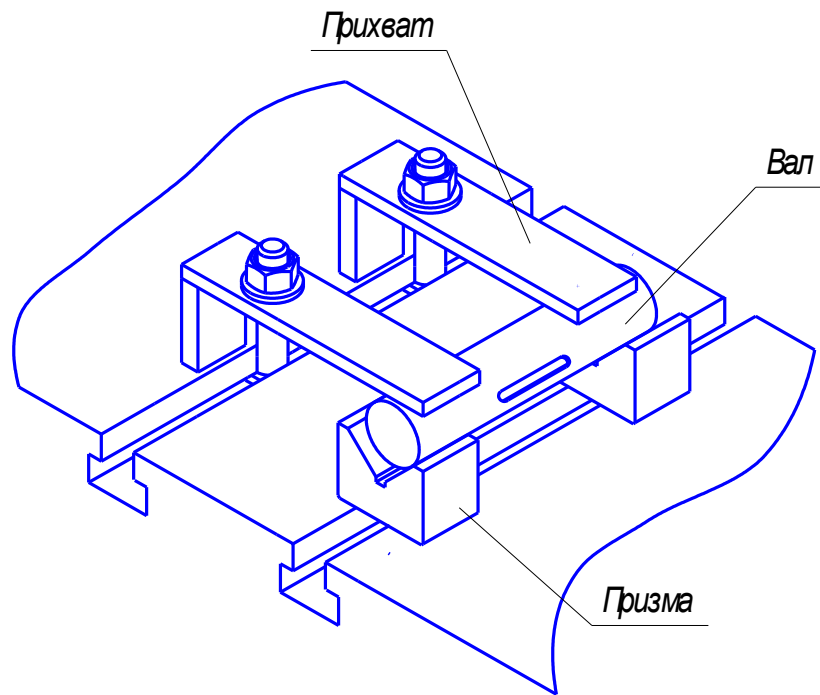


Рис. 12. Закріплення заготовки в призмах на столі фрезерного верстата

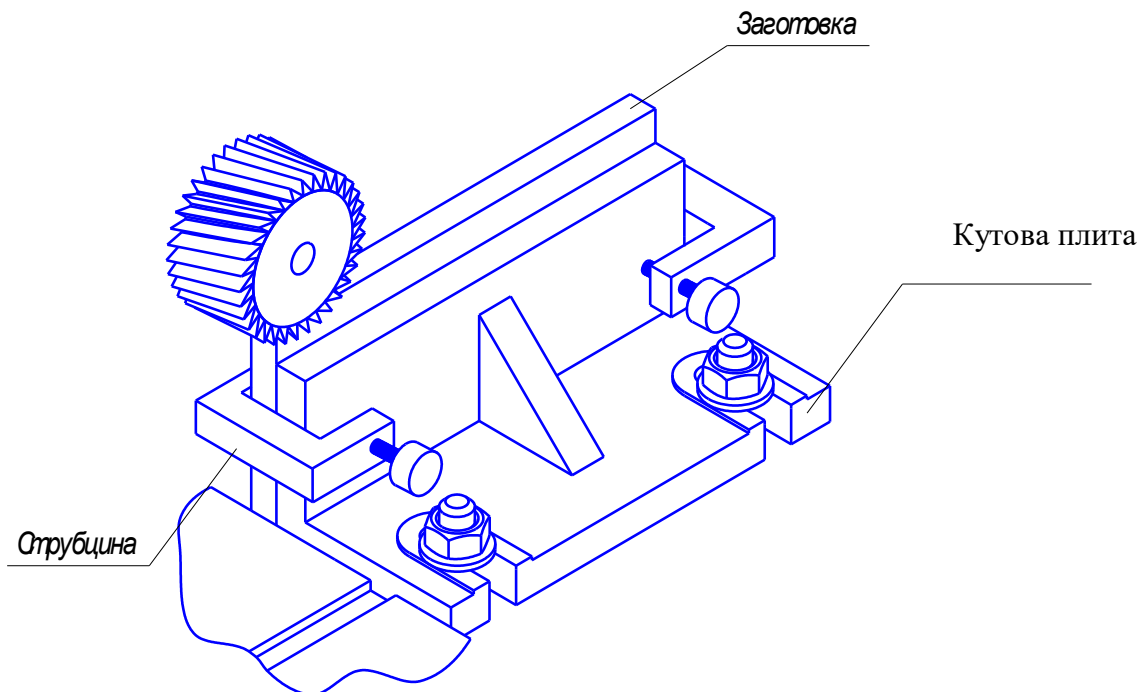


Рис. 13. Встановлення заготовки за допомогою кутової плити на столі фрезерного верстата

Широко використовують закріплення заготовки в машинних лещатах. Для цього необхідно розвести губки на ширину, більшу за ширину заготовки, протерти губки та дно лещат. Якщо заготовка по висоті менша за висоту губок лещат, то потрібно взяти одну або дві сталеві підкладки з правильно обробленими паралельними площинами, протерти і покласти між губками на напрямні лещат (рис. 14). Встановлена на підкладки заготовка повинна бути вища за губки лещат на 10 – 15 мм. Поклавши заготовку в лещата на підкладку, необхідно затиснути лещата та, простукавши заготовку мідним або латунним молотком, пересвідчитися в її надійному закріпленні. При неповному стиканні заготовки з підкладками її необхідно осадити ударом молотка і додатково закріпити.

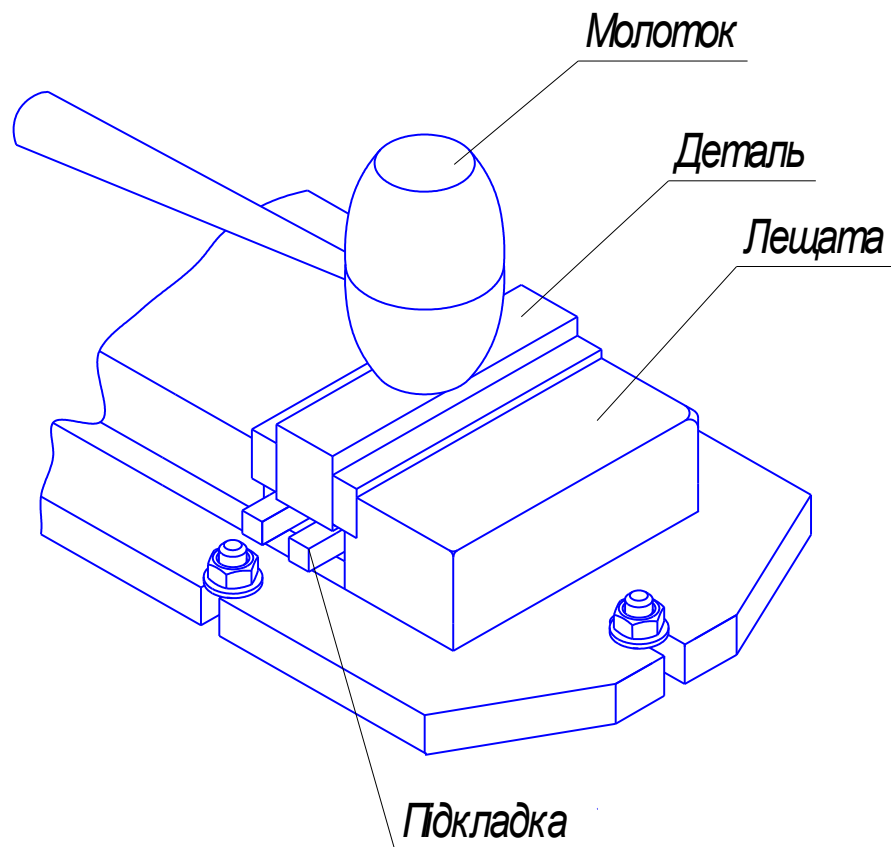


Рис. 14. Закріплення заготовки у машинних лещатах

Основний інструмент та пристосування для технічного вимірювання

Поняття метрології. Слово “метрологія” утворене з двох грецьких слів: “*метрон*” – міра і “*логос*” – вчення, отже метрологія – вчення про міри.

Метрологія – це наука про виміри, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення потрібної точності.

Вимірювання – це знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів.

Вимірювання може бути прямим чи непрямим.

При прямому вимірюванні величину, яку визначають, знаходять безпосередньо з дослідних даних (наприклад, вимірювання маси на циферблаті ваги, температури термометром, розміру штангенциркулем).

При непрямому вимірюванні величину, яку визначають, знаходять на основі відомої залежності між цією величиною і величинами, що вимірюються (наприклад, для визначення діаметра D великого вала вимірюють довжину кола l і знаходять $D = l/\pi$).

Абсолютне вимірювання ґрунтується на прямих вимірах однієї чи декількох основних величин.

Відносне вимірювання – це знаходження відношення величини, яку вимірюють, до величини, що грає роль одиниці чи яку приймають за вихідну (еталон).

При виборі вимірювальних засобів користуються метрологічними показниками. До основних показників належать: ціна поділки шкали, інтервал ділення шкали, допустима похибка вимірювальних засобів, межі виміру і зусилля вимірювання.

Ціною поділки шкали називається різниця значень величин, що відповідають двом сусіднім відміткам шкали. Наприклад, у індикатора часового типу ціна поділки 0,01 мм; якщо стрілка приладу переміститься від одного ділення шкали до іншого, це означає, що вимірювальний наконечник перемістився на 0,01 мм.

Інтервал ділення шкали – відстань між двома сусідніми відмітками. У більшості вимірювальних засобів інтервал ділення в межах 1-2,5 мм. Чим більший інтервал, тим зручніший відлік.

Допустимою похибкою вимірювального засобу називається найбільша похибка, при якій він може використовуватись.

Межі вимірювання вимірювального засобу – це найбільше і найменше значення величини, яке може виміряти засіб.

Вимірвальне зусилля – зусилля, що виникає у процесі вимірювання при контакті вимірвальних поверхонь з контролюючим засобом.

Вимірвальний засіб і методи його використання в сукупності утворюють *метод вимірювання*.

Основні вимірвальні інструменти, що використовуються при токарних і фрезерних роботах

Серед *штангенінструментів* найбільш розповсюджені штангенциркулі.

Штангенциркуль – універсальний вимірвальний інструмент, призначений для вимірювання зовнішніх та внутрішніх діаметрів, довжин, товщин, глибин тощо.

Точність вимірювання штангенциркулем визначається шкалою ноніуса. Використання ноніуса дозволяє отримувати відрахування дрібних частин міліметра (0,1; 0,05). Основною частиною штангенциркуля є штанга з міліметровими поділами. Шкала ноніуса має ділення, які відрізняються від цілого числа ділень штанги на величину відліку. У штангенциркуля з величиною відліку 0,1 мм ділення ноніуса дорівнює 1,9 мм, у штангенциркуля з величиною відліку 0,05 ділення ноніусу – 1,95, при довжині ноніуса відповідно 19, 39 мм, та кількістю ділень ноніуса 10,20.

Штангенциркуль ШЦ-I, з двостороннім розташуванням губок, призначених для зовнішніх і внутрішніх вимірювань, та лінійкою для вимірювання глибин. Границі вимірювання 0 – 125 мм та величину відліку 0,1 мм (рис. 15).

Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 16), з двостороннім розташуванням губок, використовується для вимірювання і розмічування. Границі вимірювання такого штангенциркуля 0 – 200 та 0 – 300 мм, величина відліку 0,05 і 0,1 мм. При встановленні штангенциркуля на заданий розмір стопорні гвинти слід ослабити. Переміщуючи рамки 5 і 3, штангенциркуль встановлюють по можливості точно на заданий розмір і закріплюють рамку 5 гвинтом 6, який називається мікрометричним пристроєм. Обертаючи гайку 8, переміщують рамку 3 і ноніус в тому чи іншому напрямку, добиваючись точного суміщення відповідної поділки ноніуса з поділкою штанги. Після суміщення загвинчують стопорний гвинт 4 рамки 3.

Якщо здвинути рамку до суміщення першого штриха ноніуса з другим штрихом штанги, то між вимірвальними поверхнями губок

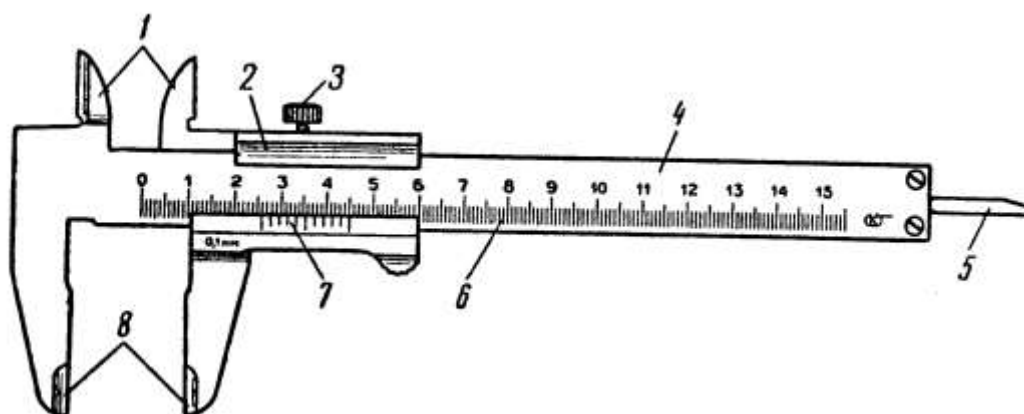


Рис. 15. Штангенциркуль ШЦ I:

1 – губки для внутрішніх вимірювань; 2 – рамка; 3 – стопорний гвинт рамки; 4 – штанга; 5 – лінійка глибиноміра; 6 – шкала штанги; 7 – ноніус; 8 – губки для зовнішніх вимірювань

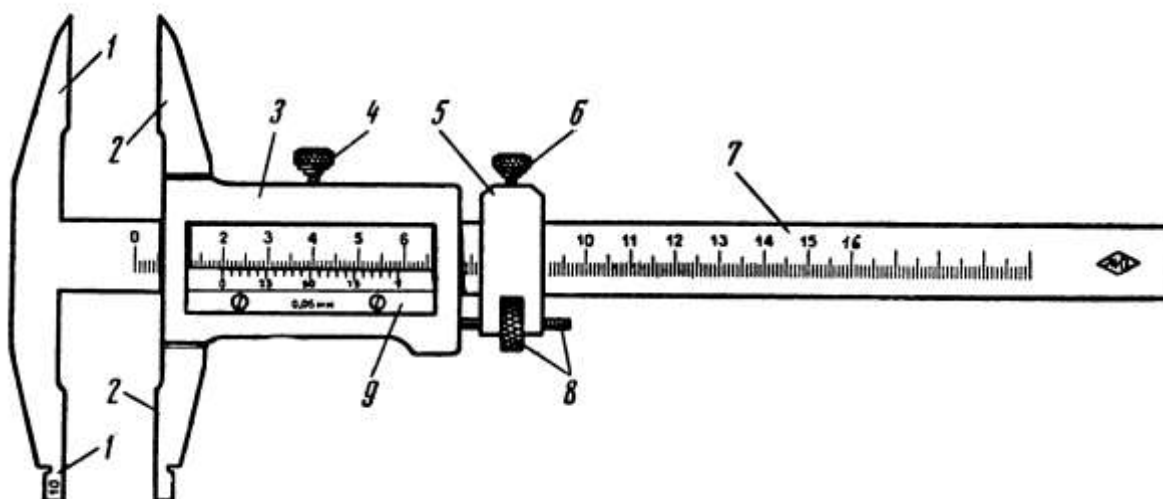


Рис. 16. Штангенциркуль ШЦ II:

1 – нерухомі вимірювальні губки; 2 – рухомі вимірювальні губки; 3 – рамка; 4 – стопорний гвинт рамки; 5 – рамка мікрометричної подачі; 6 – стопорний гвинт рамки мікрометричної подачі; 7 – штанга; 8 – гайка і гвинт мікрометричної подачі рамки; 9 – ноніус

штангенциркуля утвориться зазор: $(2-1,95)$ мм = 0,05 мм. При суміщенні другого штриха ноніуса з четвертим штрихом штанги зазор між вимірювальними поверхнями губок рівний $(4-2 \cdot 1,95)$ мм = 0,1 мм. При суміщенні третього штриха ноніуса з третім штрихом штанги зазор буде 0,15 мм, тощо.

До мікрометричних інструментів належать мікрометри.

В їх принциповій схемі використовується мікрометрична пара, що складається з гвинта і гайки, виготовлених з високою точністю.

Якщо при нерухомій гайці повернути гвинт на один повний оберт, то він переміститься вздовж осі на відстань l , яка дорівнює кроку різьби. Оскільки у мікрометричних вимірювальних інструментах часто використовується різьба з кроком 0,5 або 0,1 мм, то при одному повному оберті гвинта він переміщується вздовж осі відповідно на 0,5 чи 0,1 мм. Для відліку цього переміщення на стеблі є розміщена вздовж осі шкала з поділками через 0,5 мм. До мікрогвинта прикріплено барабан, який має на торці 50 рівних поділок, що дозволяє визначати, на яку частину оберту перемістився мікрогвинт. При вимірюванні мікрометром деталь розміщують між вимірювальними поверхнями і, обертаючи тріскачку, притискають деталь гвинтом до п'ятки. Після того, як тріскачка починає провертатись, закріплюють стопор мікрометра і відраховують показники.

Мікрометри призначені для вимірювання зовнішніх розмірів з точністю 0.01 мм. При токарних роботах найбільш часто використовують мікрометр гладкий для вимірювання зовнішніх діаметрів та різьбовий мікрометр із вставками.

Всі мікрометри, крім мікрометра з нижньою границею вимірювання нуль, мають встановлювальні міри. Мікрометри з верхньою границею більше 300 мм мають гільзи до встановлювальних мір, які забезпечують вимірювання любого розміру у межах вимірювання даного мікрометру.

При роботі мікрометричними інструментами для притискання вимірювальних поверхонь з деталлю слід користуватись тріскачкою. Не можна вимірювати розміри деталі, що обертається.

Мікрометричні інструменти слід берегти від нагріву, забруднення, вчасно протирати і змащувати. Зберігати їх слід у футлярі.