

Механічна обробка металів різанням

План

1. Рух робочих органів у верстаті та основні види обробки металів різанням
2. Частини і елементи різця, поверхні оброблюваної деталі
3. Елементи режиму різання
4. Процес стружкоутворення при різанні металів
5. Теплові явища в процесі різання. Спрацювання різця

1. Рух робочих органів у верстаті та основні види обробки металів різанням

Обробка металів різанням - технологічний процес обробки металів шляхом зняття стружки, що здійснюють ріжучими інструментами на металоріжучих верстатах з метою додавання деталям заданих форм, розмірів і якості поверхневих шарів.

Важливими критеріями оцінки ефективності обробки металів різанням є продуктивність верстата, його точність, надійність, гнучкість.

Для здійснення обробки різанням заготовка і різальний інструмент мають виконувати один відносно одного певні рухи, які поділяють на основні, або робочі, і допоміжні. Основними називають рухи, при яких із заготовки знімається стружка; допоміжними - рухи, при яких стружка не знімається (підведення інструменту до оброблюваної заготовки перед початком обробки, відведення).

Основний рух поділяють на головний рух і рух подачі. Головним рухом називається такий, швидкість якого є найбільшою. На більшості верстатів стружка знімається лише при поєднанні цих двох рухів, оскільки рух подачі дає змогу розпочати процес різання і поширити його на необроблені ділянки поверхні заготовки.

У металорізальних верстатах використовують два основних види головного руху — обертальний (у токарних, свердлильних, фрезерних, шліфувальних верстатах) і зворотно-поступальний (у стругальних і довбальних верстатах). У верстатах з обертальним головним рухом рух подачі безперервний і завдяки цьому процес різання також безперервний. У верстатах із зворотно-поступальним головним рухом робочий хід чергується з холостим, рух подачі здійснюється перед початком робочого ходу, тому процес різання є переривчастий.

Основними видами О. м. р. точіння, свердління, фрезерування, стругання, довбання, протягування, шліфування, і ін.

Методом **точіння** обробляють зовнішні і внутрішні поверхні,

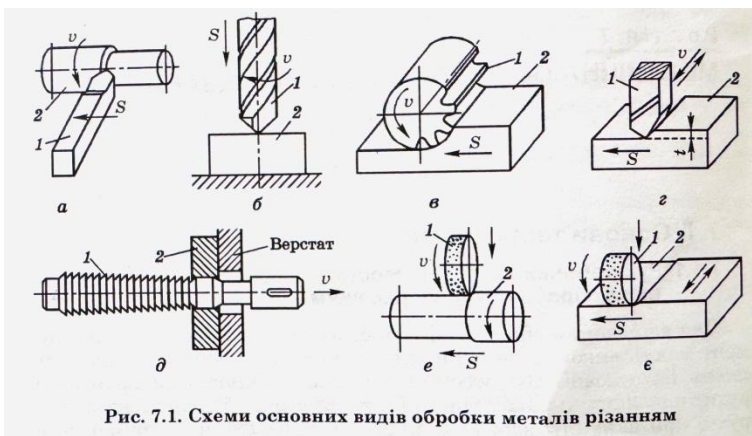


Рис. 7.1. Схеми основних видів обробки металів різанням

які мають форму тіл обертання, нарізають зовнішні і внутрішні різьби. Під час точіння головним рухом зі швидкістю v є обертання заготовки 2 навколо її осі, а рухом подачі S – поступальне переміщення різця 1 відносно заготовки.

Свердління – дуже розповсюджений спосіб одержання отворів у суцільному металі за допомогою різального інструмента – свердла, якому надають обертального та поступального руху відносно його осі. Рух подачі в осьовому напрямку дістає свердло 1. На свердлильних верстатах обробляють переважно отвори у нерухомо закріплених заготовках.

Фрезерування – процес обробки площин, фасонних і гвинтових поверхонь, нарізання шліців, різей і зубчастих коліс, отримання гвинтових канавок за допомогою обертового різучого інструмента що називається фрезою. Під час обробки фреза обертається, виконуючи головний рух різання, а заготовка пересувається прямолінійно, виконуючи рух подачі. При фрезеруванні головним рухом є обертання фрези 1, а рухом подачі – поступальне переміщення заготовки 2.

Стругання – спосіб обробки поверхонь заготовки різцем завдяки двом прямолінійним горизонтальним рухам. Головний рух різання щоразу чергується зі зворотним ходом. Головний рух (прямолінійний, зворотно-поступальний) здійснює різець 1, а рух подачі (прямолінійний, перпендикулярний до головного руху, переривчастий) – заготовка 2. Стругальні верстати використовують для тих же робіт, що і фрезерні, тобто для обробки площин, різного виду пазів і фасонних лінійних поверхонь

Довбання є різновидом стругання. Головний рух різання відбувається у вертикальній площині, а рух подачі в горизонтальній.

Довбальні верстати застосовують для обробки отворів різної форми, шпонкових рівчаків у отворах.

Протягування застосовують для обробки внутрішніх і зовнішніх поверхонь за допомогою різального інструмента – протяжки. При протягуванні за один хід інструмента зрізується весь припуск заготовки. Протяжка – металорізальний інструмент у вигляді стрижня, на якому послідовно розташовані зубці заданого профілю і кожен наступний зубець виступає над попереднім. Головним рухом при протягуванні є повздовжнє переміщення інструменту 1 (протяжки), а руху подачі немає. Протягування – продуктивний метод обробки, що забезпечує високу точність і малу шорсткість оброблюваної поверхні заготовки 2.

Шліфування - процес обробки деталей за допомогою шліфувальних кругів. В більшості випадків шліфування є оздоблюваною операцією, яка забезпечує високу точність розмірів і високу якість обробленої поверхні.

При шліфуванні на круглошліфувальних верстатах, різальний інструмент 1 (шліфувальний круг) дістає головний обертальний рух і поперечну переривчасту подачу, заготовка 2 – колову і повздовжню подачу.

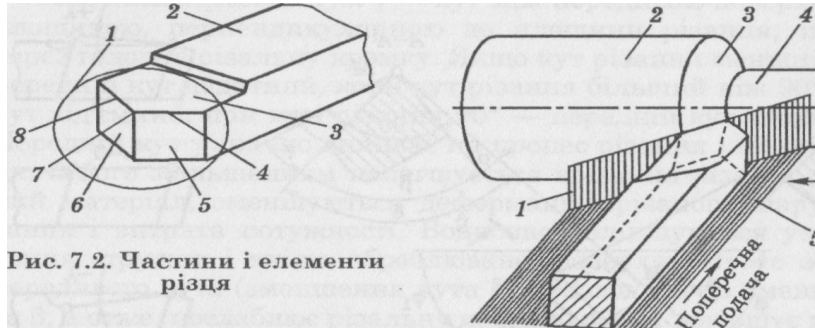
При шліфуванні на плоскошліфувальних верстатах головний обертальний рух дістає шліфувальний круг 1, повздовжню подачу (зворотно-поступальний рух) і поперечну переривчасту подачу здійснює заготовка 2, вертикальну переривчасту подачу здійснює шліфувальний круг.

2. Частини і елементи різця, поверхні оброблюваної деталі

Токарний різець є клиноподібним різальним інструментом, який під час обробки заглиблюється в тіло заготовки й поступово зрізує стружку.

Різець (рис. 7.2) складається з двох частин — робочої частини 1, або головки, і стрижня (тіла) 2, потрібного для закріплення різця у різцетримачі.

Головка є робочою частиною різця і складається з таких елементів:



передньої поверхні 3, головної різальної кромки 4, головної задньої поверхні 5, допоміжної задньої поверхні 6, допоміжної різальної кромки 8, вершини 7.

Передня поверхня призначена для того, щоб у процесі різання по ній сходила стружка.

Головна задня поверхня проходить через головну різальну кромку і обернена до поверхні різання.

Допоміжна задня поверхня проходить через допоміжну різальну кромку і обернена до обробленої поверхні.

Головна різальна кромка утворюється перетином передньої і головної задньої поверхнь.

Вершина різця — це перетин головної і допоміжної кромки. Практично вершина різця завжди заокруглена. Радіус заокруглення становить 0,5...5,0 мм.

При обробці заготовки на верстаті на ній розрізняють такі поверхні (рис. 7.3): оброблювану 2, оброблену 4, різання 3 — поверхня, що утворюється в процесі різання називається безпосередньо різальною кромкою

3. Елементи режиму різання

Основними елементами режиму різання є глибина, подача і швидкість різання.

Глибиною різання t називають товщину шару металу, що знімається за один прохід. Її визначають як відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями, виміряну по перпендикуляру до обробленої.

$$t = \frac{D-d}{2},$$

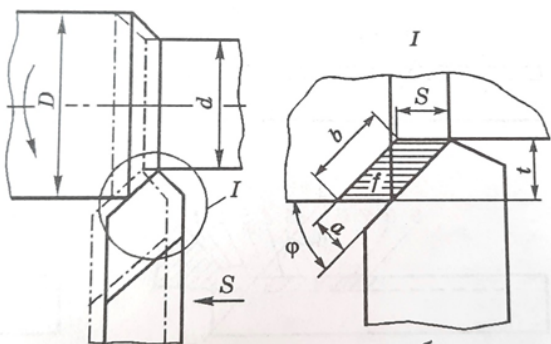
де D — діаметр заготовки, мм; d — діаметр обробленої поверхні, мм.

Подачею S , мм/об, називають величину переміщення різця в напрямку руху подачі за один оберт заготовки.

Швидкістю різання v , м/хв, називають швидкість головного руху.

$$v = \frac{\pi D n}{1000},$$

де D — діаметр заготовки, мм; n — частота обертання заготовки, хв⁻¹.



на рисунку **а** суцільною лінією показано вихідне положення різця, а штрихпунктирною — друге його положення після переміщення на величину S подачі за час, коли заготовка

зробить один оберт, а на рисунку (б) – поперечний переріз зрізуваного шару. Основними елементами перерізу зрізуваного шару є його ширина і товщина, глибина різання і подача.

Шириною зрізуваного шару **b** називається відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями, виміряна по поверхні різання.

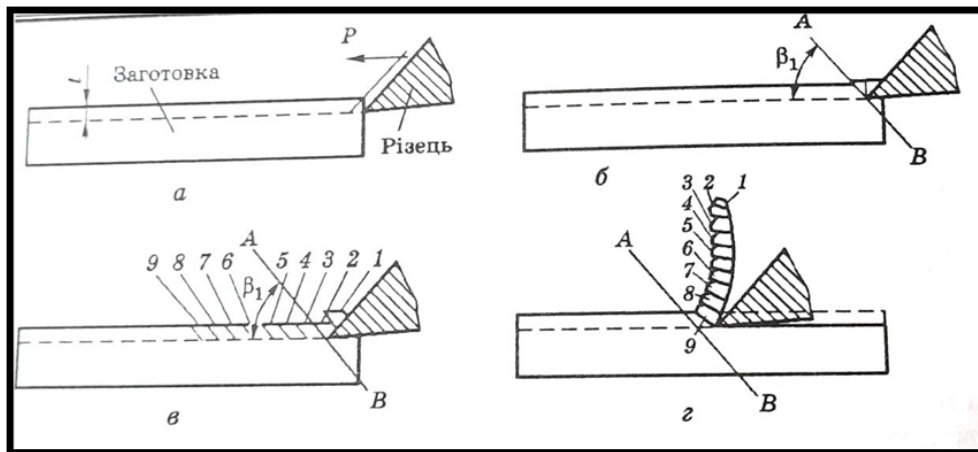
Товщина зрізуваного шару (**a**) – це відстань між двома послідовними положеннями головної різальної кромки за один оберт заготовки, виміряна в напрямку, перпендикулярному до ширини зрізуваного шару ($a = S \sin \phi$)

4. Процес стружкоутворення, види стружок

Різання металів є складною сукупністю різних деформацій: зсуву, зрізу, зминання, що супроводжується тертям зрізаної стружки об передню поверхню різця і тертям поверхні різання заготовки об задню поверхню різця.

Першим дослідником процесів різання та утворення стружки був професор І.А. Тіме, який опублікував свої праці ще в 1870 р.

Різець під дією сили P вдавлюється в оброблюваний метал стискаючи



розміщений перед ним шар (рис. 7.6, а), внаслідок чого у зрізуваному шарі утворюються значні напруження, які зумовлюють пружні і пластичні деформації. В

момент, коли напруження, що виникло, перевищує міцність оброблюваного металу, відбувається зсув (сколювання) елемента стружки по площині $A-B$ (рис. 7.6, б), яку називають *площиною зсуву*. З обробленою поверхнею вона утворює кут β_1 , який називають *кутом зсуву*. Цей кут не залежить від геометричних параметрів різального інструменту і властивостей оброблюваного матеріалу, становить приблизно 30° .

Переміщуючись далі, різець передньою поверхнею послідовно стискує і зсуває наступний об'єм зрізуваного шару, внаслідок чого утворюються елементи стружки 1, 2, - 9 і т.д. отже процес різання можна уявити собі, як процес безперервного зсуву окремих елементів стружки.

Залежно від умов різання і властивостей оброблюваного матеріалу стружка може бути:

Звивна (стрічкоподібна) це безперервна стрічка, яка звивається в спіраль. Окремі елементи такої стружки міцно зв'язані між собою. Бік стружки, звернутий до передньої грані інструменту, блискучий і гладенький, другий (внутрішній) бік матовий, оскільки з цього боку окремі елементи стружки трохи

зміщенні один відносно одного. Звивна стружка утворюється при різанні м'якої сталі (сталь 10- сталь 30) і пластичних металів (латунь, алюміній)

Стружка сколюванням також суцільна, на зовнішній поверхні видно зазубринки й складається з розмежованих елементів. Обернений до різця бік гладенький, а протилежний пилкоподібний. Така стружка утворюється при обробці металів підвищеної твердості, з невеликою швидкістю різання і великою товщиною зрізуваного шару (наприклад сталь 45, сталь 50).

Стружка надлому складається з незв'язаних між собою окремих елементів різноманітної форми і утворюється під час обробки крихких металів (чавуну, бронзи, деяких сплавів алюмінію).

Під час різання пластичних металів, як сталь, латунь відбувається явище, що має назву **наростоутворення**. Воно полягає в тому, що внаслідок взаємодії великого тертя між стружкою і різцем, тиску і значного виділення теплоти на передній поверхні різця біля різальної кромки затримується і дуже міцно утримується на ній шар металу стружки - **наріст**

Наріст — це застій металу на передній поверхні різця, що відокремився від стружки і закріпився на різці. Внаслідок значної деформації наріст набуває твердості в 2,5...3,5 рази більшої за твердість основного металу і бере безпосередню участь у різанні. Наріст з'являється у певному діапазоні швидкостей різання. При малих швидкостях (2... 10 м/хв) наросту майже немає. Особливо інтенсивно наріст утворюється при швидкостях різання 15...40 м/хв.

При збільшенні швидкості наростоутворення зменшується і зникає зовсім при швидкості 70 м/хв. Наріст періодично руйнується, виноситься стружкою. Чистота і точність обробки, коли є наріст погіршується. При чистовій обробці потрібно працювати на підвищених швидкостях різання, використовуючи мастильно-охолодні рідини.

5. Теплові явища в процесі різання. Спрацювання різця

Теплота, що виділяється при різанні, негативно впливає на спрацювання і стійкість різальних інструментів, на якість обробленої поверхні.

Теплота складається із:

Q_д - теплоти, що утворюється в результаті пластичних деформацій;

Q_{п.п} - теплоти, що виділяється від тертя стружки об передню поверхню інструменту;

Q_{з.п} - теплоти від тертя задніх поверхонь інструменту об заготовку, що обробляється.

Тепловий баланс процесу різання визначається за рівнянням:

$$Q_d + Q_{п.п} + Q_{з.п} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Де Q₁ — кількість теплоти, що відводиться стружкою (залежно від технологічного процесу становить 28...85%);

Q₂ — кількість теплоти, що переходить у деталь (12...50);

Q₃ — кількість теплоти, що переходить у різець (2...8%);

Q₄ — кількість теплоти, що відводиться у навколишнє середовище (близько 1%)

Зі збільшенням швидкості різання кількість теплоти, що відводиться стружкою, збільшується, а та, що йде у виріб та інструмент, — зменшується.

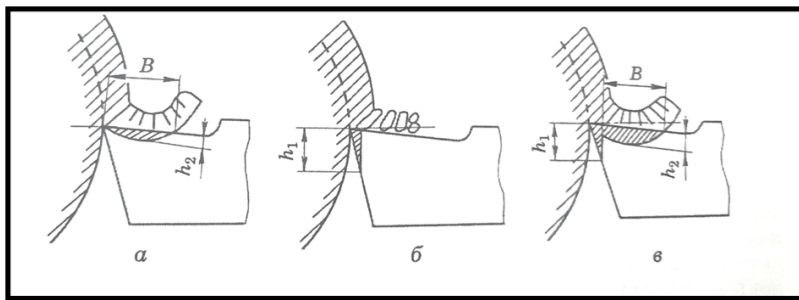
У поверхневому шарі інструменту, що перебуває в контакті із стружкою, температура може досягати точки плавлення оброблюваного металу. На нагрівання інструменту найчастіше впливає швидкість різання, дещо менше — подача і ще менше — глибина.

Нагрівання інструменту та оброблюваної деталі змінює її геометричні параметри, що спричинює виникнення похибок, розмірів і відхилення від геометричної форми оброблених поверхонь. Отже, теплові процеси, що відбуваються при різанні металів, негативно впливають на точність оброблюваної деталі.

Спрацювання різця зумовлюється тертям, яке виникає під час сходження стружки з передньої поверхні, а також внаслідок тертя задніх поверхонь різця об оброблювальну поверхню.

На спрацювання різця впливає багато чинників

- якість оброблюваного матеріалу і матеріалу інструменту;
- стан поверхонь і різальних кромek інструменту;
- режими різання;
- геометрія різальної частини інструменту;
- якість мастильно-охолодної рідини.



Розрізняють три види спрацювання інструментів по передній поверхні (рис. а); по задній поверхні (рис. б); по передній і задній поверхнях (рис. в).

Мастильно-охолодні рідини (МОР) застосовують для зменшення тертя, зусилля і температури різання. МОР повинні мати антикорозійні властивості, бути нетоксичними, стійкими при зберіганні та експлуатації.

Рідини поділяють на охолодні, мастильні і зчіплювальні. Охолодні рідини лише охолоджують, тобто відводять частину теплоти, яке виникає під час різання, і таким чином сприяють зниженню температури різальної частини інструменту та оброблюваної деталі. Найпоширенішим способом є охолодження вільним струменем рідини, яку підводять зверху на зрізуваний шар металу. Для охолодження, крім рідин, застосовують гази (азот, вуглекислий газ, стиснене повітря), проте обмежено.

Мастильні рідини призначені в основному для зменшення тертя, зусилля різання і поліпшення якості оброблюваної поверхні, крім цього, вони частково охолоджують її. При чистовій обробці застосовують саме рідини з високим мастильними властивостями — це мінеральні оливи, рослинні олії.

Зчіплювальні рідини сприяють заглибленню інструменту в метал. Для цього при обробці чавуну застосовують гас або скипидар.

6. Швидкість різання і фактори що впливають на неї

Швидкістю різання називають переміщення в одиницю часу оброблюваної поверхні відносно різальної кромки інструмента, або переміщення інструменту відносно оброблюваної поверхні

Чинники, що впливають на швидкість різання: стійкість різального інструменту; фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу; властивості матеріалу різальної частини різця; подача і глибина різання; геометричні параметри різця; метод охолодження і охолодне середовище.

З підвищенням вмісту в сталі вуглецю, мангану, хрому і вольфраму збільшується її міцність і твердість, знижується теплопровідність. Це підвищує температуру в зоні різання і прискорює спрацювання різального інструменту. Тому твердіші й міцніші матеріали обробляють при менших швидкостях різання, а алюміній та його сплави — при швидкостях різання, в 4...6 разів більших.

Залежно від теплостійкості, міцності і теплопровідності матеріалу різальної частини інструменти при тому самому періоді стійкості можуть працювати з різними швидкостями різання.

Зі збільшенням глибини різання і подачі швидкість різання зменшується. Проте це зменшення відбувається значно повільніше, ніж збільшення.

Вибір режиму різання значною мірою впливає на продуктивність обробки. Призначення елементів режиму різання виконують у такій послідовності. Вибирають глибину різання і з таких міркувань, щоб весь припуск на обробку зняти за один прохід, якщо чистова обробка не потрібна. Якщо після чорнової обробки проводять чистову обробку для досягнення потрібної шорсткості поверхні і точності, то припуск слід видаляти при мінімальній кількості проходів, залишаючи для чистового точіння невеликий припуск.