**Тема № 6**

**Обробка металів різанням**

**1. Основні схеми обробки різанням**

**Обробка конструкційних матеріалів різальними інструментами** (оброб­ка різанням) полягає у відокремленні ними з заготовки шару матеріалу з метою виготовлення деталі потрібної форми, відповідних розмірів і шорст­кості поверхонь. Методи формування поверхонь при обробці різальними інструментами є поверхневими, послідовними, тому за продуктивністю і раціональністю використання матеріалів така обробка поступається більш сучасним методам виготовлення деталей - без зняття стружки (точне лит­тя, точне штампування, висадка тощо). Проте більшості деталей остаточ­ної форми і розмірів надають обробкою різанням на металорізальних верстатах. Тільки такою обробкою вдається задовольнити зростаючі вимо­ги щодо точності розмірів і чистоти поверхонь.

Обробка різанням значною мірою визначає якість виготовлення ма­ниш, їхню точність, довговічність і надійність, а також вартість.

До основних методів обробки різанням належать:

* точіння;
* свердління;
* фрезерування;
* стругання;
* протягання;
* шліфування.

Головним рухом при *точінні* (рис. 5.1, *а)* є обертання виробу 2 навколо своєї осі, а рухом подачі - поступальний рух інструмен­та *1* відносно виробу.

При *свердлінні* отворів на свердлильних верстатах (рис. 5.1, *б)* головним рухом є обертання інструмента *1,* а рухом подачі - переміщення інструмента вздовж своєї осі. При свердлінні отворів на верстатах токарної групи головним рухом є обертання заготовки 2, а рух подачі здійснює свердло.

При *фрезеруванні* (рис. 5.1, *в)* головним рухом є обертання інструмен­та *1*, а рухом подачі – поступальне переміщення



Рис. 5.1. Схеми основних методів обробки різанням

заготовки 2 або фрези. Застосовуючи різноманітні фрези і фрезерні верстати, можна обробляти різні поверхні та їхні комбінації: площини, криві поверхні, уступи, пази тощо.

Головним рухом при *струганні* (рис. 5.1, *г)* є зворотно-поступальне переміщення різця *1* в поперечно-стругальних верстатах або заготовки 2 в поздовжньо-стругальних. Рухом подачі є періодичне переміщення заго­товки або різця.

*Протягання* (рис. 5.1, *д)* здійснюють за допомогою спеціального рі­зального інструмента-протяжки *1,* що має на робочій частині різця зубці, які рівномірно підвищуються вздовж протяжки. Головним рухом є поз­довжнє переміщення інструмента 2, а руху подачі немає.

Головним рухом у *шліфуванні* (рис. 5.1, *е)* є обертання шліфувального круга *1*. Рух подачі здебільшого комбінований, тобто складається з кіль­кох рухів. Наприклад, при круглому зовнішньому шліфуванні - це обер­тання заготовки 2, поздовжнє переміщення заготовки відносно шліфуваль­ного круга і періодичне поперечне переміщення шліфувального круга від­носно заготовки.

**2. Режими різання та геометрія шару, який зрізається**

Основними елементами режиму різання є глибина різання, 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. При поздовжньому точінні

t = (D – d)/2,

де D - діаметр заготовки, мм; d *-* діаметр обробленої деталі, мм.

**Подачею****s** називають переміщення різця у напрямі руху подачі за час, поки деталь зробить один оберт. Залежно від напряму руху подачі вона може бути поздовжньою, поперечною або розташованою під кутом до заготовки.

Швидкість головного руху називають **швидкістю різання.** Це шлях, який проходить точка, що лежить на оброблюваній поверхні заготовки, віднос­но різальної кромки інструмента за одиницю часу. Швидкість різання при обертальному русі, м/хв,

v = πDn/1000,

де D *-* діаметр заготовки, мм; *п* - частота обертання заготовки, хв.-1.

Основними елементами зрізуваного шару є ширина і товщина його, глибина різання і подача.

**Шириною зрізуваного шару** називають відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями, виміряну на поверхні різання.

**Товщина зрізуваного шару –** це від­стань між двома послідовними по­ложеннями різальної кромки за один оберт заготовки, виміряна у напрямі, перпендикулярному до ширини зрізува­ного шару.

**Номінальну площину поперечного перерізу зрізуваного шару** визначають як добуток подачі на глибину різання або товщи­ни зрізуваного шару на його ширину, мм2:

**3. Металорізальні верстати, їх класифікація**

Металорізальні верстати класифікують за такими ознаками:

1. За рівнем спеціалізації вер­стати поділяють на:

*- універсальні,* призначені для виконання різноманіт­них операцій в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва;

- *спе­ціалізовані,* на яких обробляють однотипні деталі різних розмірів у серій­ному виробництві;

- *спеціальні,* призначені для обробки певних деталей у масовому виробництві.

Залежно від характеру виконуваних робіт і типу різальних інструмен­тів, що застосовуються, всі металорізальні верстати поділяються на такі 9 груп:

* *токарні;*
* *свердлильні* і *розточувальні;*
* *шліфувальні;*
* *для електрофі­зичної і електрохімічної обробки;*
* *зубо- і різьбообробні;*
* *фрезерні;*
* *стругаль­ні, довбальні* і *протяжні;*
* *розрізні;*
* *різні верстати* (до цієї групи належать верстати, які не ввійшли в жодну з перелічених вище груп).

Кожна група верстатів, у свою чергу, поділяється на 9 типів за тех­нологічним призначенням, конструкційними особливостями, кількістю головних робочих органів верстата або інструмента, ступенем автоматизації.

За ступенем точності розрізняють верстати нормальної точності і ви­сокоточні (прецизійні).

**4. Обробка заготовок на токарних, свердлильних, фрезерувальних верстатах**

Усі **токарні верстати** належать до першої групи і поділяються на такі типи: напівавтомати і автомати одношпиндельні; напівавтомати і авто­мати багатошпиндельні, револьверні, свердлильно-відрізні, карусельні, токарні і лобові, багаторізцеві, спеціалізовані, різні.

На верстатах токарної групи обробляють різні поверхні тіл обертання: циліндричні, конічні й фасонні, а також площини, перпендикулярні до осі обертання заготовки. Крім цього, на токарно-гвинторізних верстатах можна нарізати різцем різьби на циліндричних і конічних поверхнях, а також спіральні канавки на торцевих площинах заготовок.

З усіх типів верстатів токарної групи на машинобудівних заводах і в ремонтних майстернях найширше застосовують токарні, карусельні і ре­вольверні верстати. Залежно від висоти центрів Н над станиною токарні верстати поділяють на дрібні (Н ≤ 150 мм), середні (Н = 150...300 мм) і великі (Н > 300 мм). Найпоширеніші середні токарно-гвинторізні верста­ти, типовим представником яких є верстат 16К20.

На **свердлильних верстатах** виконують такі основні операції:

* *свердлін­ня, розсвердлювання, зенкерування* (рис. 5.2, *а)* – процес обробки цилінд­ричних литих, штампованих або попередньо просвердлених отворів зен­кером для надання їм правильної геометричної форми, потрібних розмірів і необхідної шорсткості по­верхні;
* *розточування отворів* (рис. 5.2, *б)* – здійснюєть­ся різцями у тих випадках, коли осі отворів мають бути розташовані за точними ко­ординатами;
* *розвертання* (рис. 5.2, *в) –* точна оброб­ка отворів з метою надання їм точних розмірів і малої шорсткості поверхні;



Рис.5.2. Обробка отворів на свердлильних верстатах

* *зенку­вання* (рис. 5.2, *г) –* процес утворення циліндричних або конічних заглиблень у попе­редньо просвердлених отво­рах під головки болтів, гвин­тів та інших деталей за допо­могою циліндричних і конічних зенкерів (зенківок);
* *цекування* – обробка торцевих поверхонь під гайки, шайби і кільця пластинками або торцеви­ми зенкерами (рис. 5.2, *д, є);*
* *нарізання різьби* в отворах можна здійсни­ти на свердлильних верстатах мітчиками.

***Фрезерування*** - це процес обробки різанням, при якому різальний інструмент (фреза) виконує обертальний (головний) рух, а заготовка, що обробляється, - поступальний чи обертальний рух подачі. Фреза – це тіло обертання, на поверхні якого розміщено різальні губці.



Рис. 5.3. Схеми фрезерування

На рис. 5.3, *а* показано схему обробки площин циліндричною фрезою, а на рис. 5.3, *б* - торцевою. Залежно від напряму обертан­ня фрези і напряму подачі розрізняють **зустрічнефрезерування**, коли об­роблювана заготовка подається назустріч обертанню фрези (рис. 5.3, *в)*,і **попутне**– коли напрям обертання фрези і напрям подачі збігаються (рис. 5.3,*г).*

При зустрічному фрезеруванні товщина шару металу, що зрізується зубцем фрези, змінюється від 0 до найбільшого значення. Поступове збіль­шення товщини зрізуваного шару сприяє плавній роботі фрези. Однак перед тим як врізатися в оброблюваний метал, зубець фрези деякий час ковзає по поверхні різання.

При попутному фрезеруванні в момент врізання зубця відбувається удар, бо зразу знімається шар найбільшої товщини, що поступово змен­шується, виключається проковзування зубців, сили різання намагаються притиснути заготовку до стола верстата. Все це сприяє змен­шенню шорсткості поверхні. Попутне фрезерування раціонально вико­ристовувати при чистовій, а зустрічне - при чорновій обробці.

**5. Обробка заготовок на протягувальних, стругальних, шліфувальних верстатах та нарізання зубчастого вінця**

*Протягання* – високопродуктивний метод обробки отворів, зовнішніх поверхонь різного профілю спеціальним інструмен­том - протяжками, що забезпечує високу точність форми та розмірів і малу шорсткість.

Протяжка – багатолезовий різальний інструмент, форма якого відповідає формі оброблюваної поверхні. Внаслідок того, що в процесі протягування кожен наступний зубець вище попереднього, припуск на оброб­ку знімається поступово.

Розрізняють внутрішнє і зовнішнє протягання. При **внутрішньому про­тяганні**протяжку протягають крізь попередньо просвердлений або розточений отвір заготовки. Залежно від форми поперечного перерізу протяжками можна виготовити отвори різного профілю. Протяж­ки для **зовнішнього протягання**призначені для обробки зовнішніх плоских і лінійних поверхонь заготовокневеликої ширини.

**Стругання**– процес обробки поверхонь різцями при прямолінійному зворотно-поступальному головному русі, що здійснюється різцем або за­готовкою в горизонтальній площині.

**Довбання**відрізняється від стругання тим, що головний рух - зворот­но-поступальне переміщення різця - відбувається у вертикальній площи­ні. Струганням і довбанням обробляють площини, фасонні поверхні з прямолінійною твірною, пази і канавки.

Стругальні верстати поділяють на два основних типи:

* поздовжньо-стру­гальні, на яких обробляють переважно середні за розміром і великі дета­лі;
* поперечно-стругальні призначені для обробки деталей з довжи­ною стругання до 1 м.

Стругальні і довбальні верстати мають робочий хід різця або стола, під час якого зрізується стружка, і зворотний хід, тобто процес різання при струганні переривчастий, і наявність холостого ходу збіль­шує тривалість обробки.

**Шліфуванням**називається процес обробки поверхонь абразивним (шліфувальним) інструментом, найчастіше шліфувальними кругами, іноді брусками, шкурками, паста­ми. Абразивний інструмент складається із зерен абразивного (шліфуваль­ного) матеріалу, зв'язаних між собою спеціальною зв'язкою.

Застосування шліфування для остаточної чистової обробки і є основ­ним методом одержання високої точності і незначної шорсткості оброб­люваних поверхонь. Шліфуванням можна обробляти як дуже м'я­кі, так і тверді матеріали, у тому числі загартовані сталі і тверді сплави. Можна шліфувати поверхні різної форми: плоскі, циліндричні, конічні, фасонні. Відповідно до цього застосовують різні методи шліфування, най­поширенішими серед яких є кругле і плоске.

**Зубонарізання** полягає у прорізування западин між зубцями і наданні їм потрібного профілю. Є два основних методи нарізання зубців зубчастих коліс:

* метод копіювання;
* метод обкатки, або огинання.

**Метод копіювання** полягає в утворенні зубців зубчастого колеса спеціальним фасонним інструментом, профіль якого відповідає профілю западини між ними.

При нарізанні зубців зубчастого колеса методом обкатки потрібний профіль їх утворюється внаслідок узгоджених переміщень різальних кромок інструмента і заготовки колеса. Різальні кромки інструмента описують у просторі поверхню, яка відповідає поверхні зубчастої рейки або зубчастого колеса, що називають **виробною рейкою,** або **виробним колесом**. Внаслідок узгоджених рухів інструмента і заготовки заготовка огинається навколо виробної рейки або колеса, ніби перебуваючи з нею у постійному зчепленні. В цей час різальні кромки інструмента прорізають на заготовці западини між зубцями.

Нарізують зубці зубчастих коліс за методом обкатки спеціальними інструментами на зуборізних верстатах. Найпоширенішими є зубофрезерні, зубодовбальні та зубостругальні верстати.