

TORNITURA

La **tornitura** è una lavorazione meccanica che consente di ottenere superfici di rivoluzione interne ed esterne variamente conformate, tra cui filettature e zigrinature. Questa lavorazione sarà realizzata con una macchina utensile detta tornio, in cui il moto di taglio è sempre posseduto dal pezzo (Moto Rotatorio), mentre tutti gli altri moti (principalmente moto rettilineo) sono affidati all'utensile.

La tornitura è ottenuta tramite l'asportazione di truciolo. Con il termine "truciolo" si definisce la quantità di materiale in eccesso (Sovrametallo) del pezzo grezzo in lavorazione. Il tagliente principale dell'utensile (in genere negli utensili da tornio più comuni sono presenti due taglienti, Principale e Secondario) penetra sulla superficie esterna del pezzo e taglia il materiale in eccesso formando così il truciolo. Con il termine Passata (o "profondità di passata") si definisce (in mm) lo strato di materiale che viene asportato, con il termine Avanzamento viene definito (in mm) il piccolo spostamento relativo tra pezzo ed utensile durante il taglio (in pratica è la larghezza della striscia asportata).

La tornitura è caratterizzata da due fasi: una prima, detta Sgrossatura, con la quale si dà la forma voluta al pezzo senza preoccuparsi della rugosità della superficie ottenuta, ed una seconda detta Finitura, nella quale si esporta un piccolo strato di sovrametallo rimasto, ottenendo le esatte dimensioni richieste e facendo più attenzione alle rugosità della superficie lavorata.



FRESATURA

La **fresatura** è una lavorazione per asportazione di materiale che consente di ottenere una vasta gamma di superfici (piani, scanalature, spallamenti, forature ecc.) mediante l'azione di un utensile tagliente a geometria definita. Le caratteristiche più importanti della lavorazione per fresatura sono l'elevata precisione e la buona finitura superficiale del prodotto finito; una buona fresatrice può produrre pezzi con tolleranze inferiori al micron e una superficie a specchio. I principali parametri di lavoro della fresatura sono la velocità di taglio, da cui si ricava la velocità di rotazione della fresa, e l'avanzamento del pezzo. Poiché la fresatura lavora per sottrazione, è necessario che questo possa essere inscritto nel pezzo di partenza da cui verrà asportato il sovrametallo. La lavorazione viene effettuata mediante utensili, detti frese, montate su macchine utensili quali fresatrici o fresalesatrici.

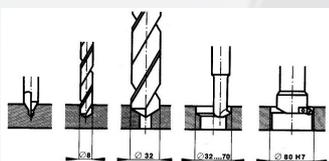
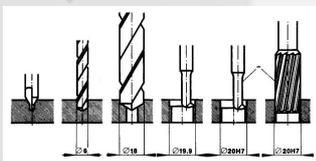
La fresatura, a differenza di altre lavorazioni più semplici, richiede la rotazione dell'utensile e la traslazione del pezzo: i taglienti della fresa, ruotando, asportano metallo dal pezzo quando questo viene a trovarsi in interferenza con la fresa a causa della traslazione del banco su cui il pezzo è ancorato. Il ciclo lavorativo prevede normalmente una prima fase di sgrossatura, in cui l'asportazione viene fatta nel modo più rapido e quindi più economico possibile, lasciando un sufficiente sovrametallo per la successiva fase di finitura in cui si asportano le ultime parti eccedenti per raggiungere le dimensioni previste ottenendo una superficie più liscia. La finitura, che consiste in una asportazione limitata di metallo, consente di rispettare il progetto per quanto riguarda le tolleranze delle dimensioni e il grado di rugosità delle superfici.



ALESATURA

L'**alesatura** è una lavorazione meccanica per correggere lievemente l'assialità e il diametro dei fori, chiamato alesaggio, precedentemente realizzati con il trapano. Si esegue a mano con gli alesatori montati sul giramaschi oppure a macchina con l'alesatrice. Il moto rotatorio dell'alesatore aumenta il diametro del foro e lo porta pian piano al valore corretto, eventualmente variando la posizione dell'asse. Per alesare i fori cilindrici e conici all'utensile viene impresso un moto di traslazione parallela all'asse.

L'alesatura è un'operazione di finitura leggera, che viene eseguita utilizzando un utensile multitagliente in grado di lavorare fori con un'elevata precisione, inoltre si ottengono ottime finiture superficiali e tolleranze dimensionali strette, le quali sono ottenute con un'elevata velocità d'avanzamento, ma questa lavorazione deve essere eseguita con un foro prelaborato entro limiti stretti, dato che la profondità del taglio radiale dell'utensile deve essere piccola.



LAVORAZIONI CNC

Le **macchine CNC** (*computer numerical control* in inglese), che fino agli anni ottanta erano usate solo per lavorazioni ad alta precisione, sono oggi molto diffuse e impiegate in quasi ogni campo della meccanica. La tecnologia delle macchine CNC ha coperto un po' tutti i rami della meccanica; le macchine a CNC più comuni sono presse piegatrici, punzonatrici, torni, fresatrici, saldatrici e macchine di taglio lamiera (laser, ossitaglio, plasma, a getto d'acqua, ecc.). Esse rappresentano l'evoluzione delle macchine CN, perché permettono il controllo diretto da un computer esterno (**CNC**). La maggior parte dei centri di lavoro controllati da computer sono dotati di movimento verticale del mandrino in grado di realizzare incisioni, sculture e lavorazioni di grandissima precisione. Lavorazioni realizzate su queste macchine possono anche arrivare ad essere indistinguibili ad un occhio non espertissimo rispetto a oggetti d'arte realizzati a mano. Se utilizzate con frese coniche o sferiche possono arrivare a creare superfici assolutamente lisce, di altissima precisione, in modo rapido, automatizzato e ad un costo estremamente contenuto.



Le migliori macchine CNC arrivano a una precisione di un decimillesimo di millimetro (100 nanometri). Le macchine CNC più avanzate sono dotate di teste orientabili (assi inclinabili) in grado di ruotare giroscopicamente lungo due assi. Questo consente di inclinare l'utensile rispetto a tutti i piani di lavoro rendendo possibile realizzare figure molto complesse anche con forme di tipo organico e difficilmente ottenibili persino con una lavorazione manuale, come ad esempio una cavità con un singolo foro molto stretto ma sufficiente per far passare la fresa. Le teste inclinabili permettono anche di ottimizzare la lavorazione consentendo di lavorare con l'utensile inclinato rispetto al piano d'avanzamento, evitando di utilizzare la parte dell'utensile a velocità zero (centro di rotazione della fresa). Con i controlli numerici più recenti si iniziano ad implementare funzioni di lavorazione avanzata delle superfici, permettendo di lavorare superfici 3D in modo nativo, senza bisogno di programmi CAM intermedi. Lo sfruttamento ottimale delle caratteristiche di queste macchine può avvenire attraverso appositi accessori per copiatura e stampi oppure via computer, attraverso una catena di programmi: prima si crea con il CAD un oggetto, che poi viene passato al CAM che si incarica di creare il programma per la realizzazione su una data macchina, e infine il programma viene eseguito dalla macchina creando l'oggetto materiale. Praticamente tutte le macchine CNC moderne sono "a circuito chiuso" (a catena chiusa o retroazionata): ogni asse è dotato di encoder (encoder rotativi oppure righe ottiche) che permettono al controllo di conoscere in ogni istante la posizione della testa di lavorazione rispetto al pezzo. L'uso di righe ottiche permette il recupero completo dei giochi della trasmissione misurando direttamente e non attraverso i meccanismi la posizione dell'asse e quindi una maggiore precisione di lavoro. Caratteristica principale di queste macchine è il numero di gradi di libertà disponibili, detti *assi* della macchina. Per le frese sono generalmente 3, 4 o 5, per i torni si va da 2 a 5.



I tipi più comuni sono:

- 2 assi: movimento solo su X e Y. Pezzi limitati a lavorazioni piane senza variazioni di profondità.
- 2.5 assi (due assi e mezzo): si tratta di macchine in grado di operare su tutti e tre gli assi, ma soltanto a passi discreti su uno di essi (generalmente l'asse Z), cioè gestiscono l'interpolazione soltanto su due assi. Sono oggi il tipo più economico.
- 4 e 5 assi: oltre al movimento sui tre assi X, Y e Z si aggiunge l'inclinazione (ed eventualmente la rotazione) del mandrino o di una tavola rotobasculante solidale al piano macchina. Queste macchine possono realizzare praticamente qualsiasi tipo di sagoma purché la forma delle concavità non vada in interferenza con il mandrino.

BROCCIATURA

La **brocciatura** è un'operazione di lavorazione nella quale l'utensile ha uno spostamento lineare. La forma dell'utensile è come la forma della parte ed è adatta alla produzione di sezioni complesse. Nella brocciatura, ogni dente rimuove progressivamente del materiale, al fine di produrre la forma finale.

Tutte le operazioni (sgrossatura, semi-finitura, finitura) vengono effettuate in un singolo passaggio. Raccomandata soprattutto per grandi serie, la brocciatura è un'alternativa tecnologica alla fresatura, foratura / alesatura, tornitura, rettifica e EDM. Prerequisito: la superficie da brocciare deve essere parallela alla direzione dello spostamento del dente.

