

Scelta delle variabili di processo

La decisione di lavorare un componente è solitamente parte di un più ampio processo di progettazione simultanea che si estende all'intera sequenza di produzione. Una volta presa la decisione di lavorare il componente, viene pianificata la sequenza delle fasi di lavorazione.

Questa pianificazione terrà conto della lavorabilità del materiale del pezzo, della forma, delle dimensioni, delle tolleranze dimensionali e della finitura superficiale del pezzo finito, delle caratteristiche del processo di lavorazione che è ritenuto idoneo allo scopo, della disponibilità di macchine utensili nello stabilimento o presso i fornitori esterni e gli aspetti economici della produzione.

Nella forma più semplice, il risultato di queste deliberazioni sarebbe una decisione relative a una sequenza di operazioni, come tornitura, fresatura, foratura, ecc.

La lavorazione dei metalli è alquanto insolita in quanto a questo punto della pianificazione devono essere prese alcune importanti decisioni operative.

Anche se il processo è impostato, devono essere scelte le velocità e gli avanzamenti appropriati per i materiali del pezzo e dell'utensile.

Quando si devono rimuovere notevoli volumi di materiale, la produzione viene accelerata effettuando uno o più tagli di sgrossatura con grandi avanzamenti e profondità di taglio.

Ciò vale anche per sgrossare getti e forgiati che presentano scaglia, punti ruvidi o duri o inclusioni nella superficie.

La finitura superficiale richiesta e le tolleranze dimensionali vengono quindi ottenute eseguendo un taglio di finitura con valori piccolo di alimentazione e profondità di passata.

Una situazione particolare si presenta con parti near-net-shape; può essere necessario una sola passata, ma deve affrontare scalini o punti duri nella superficie, ponendo così maggiori requisiti agli utensili.

In una piccola officina la scelta di avanzamenti e velocità può essere basata sull'esperienza personale dell'operatore; quasi sempre, tale scelta sarà prudente.

In un ambiente produttivo competitivo, la scelta è più critica in quanto velocità e avanzamenti bassi comportano bassa produttività, mentre velocità e avanzamenti eccessivi riducono la durata dell'utensile al punto in cui il costo del cambio utensile supera il valore dell'aumento della produzione e, oltre un certo punto, anche i ritmi di produzione diminuiscono a causa del tempo perso nel cambio utensile.

Una scelta iniziale di velocità e avanzamenti ragionevoli è solitamente basata sull'esperienza collettiva, raccolta in molti stabilimenti produttivi e laboratori.

Le raccolte sono state preparate e sono continuamente aggiornate da varie organizzazioni, non solo all'interno di grandi aziende, ma anche in organizzazioni specializzate come il Machinability Data Center e il Metcut Research Associates.

I dati raccolti sono pubblicati nei manuali e sono disponibili anche nelle banche dati per computer.

La durata dell'utensile diminuisce rapidamente all'aumentare della temperatura che, a sua volta, dipende dall'energia consumata per unità di tempo e quindi dalla velocità di taglio e dallo sforzo di taglio (o, più in generale, dalla durezza) del materiale del pezzo. Quindi, all'interno di qualsiasi gruppo di materiali, velocità di taglio e avanzamenti diminuiscono con l'aumentare della durezza

Tuttavia, si notano grandi variazioni di velocità e avanzamenti tra diversi gruppi di materiali, e le raccomandazioni generali fornite nel Machining Data Handbook costituiscono la base delle figure.

Nell'utilizzare queste figure, si dovrebbe notare quanto segue:

1. Per alcuni materiali non ferrosi le velocità cambiano poco con la durezza, e in Fig. 16-46 la velocità viene quindi semplicemente indicata dalla posizione dell'identificazione della lega.

Per tutti i materiali, gli avanzamenti indicati si applicano agli intervalli di durezza indicati dalle frecce

2. I dati forniscono un punto di partenza prudente per la tornitura di sgrossatura con una profondità massima di taglio di 4 mm e una durata tipica dell'utensile di 1-2 ore.

I materiali degli utensili sono identificati genericamente. L'HSS è tipicamente M2 o, per compiti più pesanti, T15; il simbolo WC indica carburi cementati, non rivestiti, del grado appropriato per il materiale del pezzo.

Le velocità possono essere aumentate del 20% per gli inserti a perdere in metallo duro.

Se si scopre che la durata effettiva dell'utensile è molto maggiore di 2 ore, l'operazione potrebbe essere accelerate.

Ricordando che i tagli più pesanti sono più efficienti, la profondità di taglio e quindi l'avanzamento (che determina lo spessore del truciolo non deformato) vengono aumentati.

Velocità di taglio più elevate generano più calore e dovrebbero essere utilizzate solo quando la durata dell'utensile è ancora eccessiva.

3. Mentre i dati forniti sono validi principalmente per tornitura in sgrossatura, possono essere utilizzati anche come guida per la maggior parte degli altri processi.

La velocità v e l'alimentazione f per ogni particolare processo si trovano moltiplicando v_s e f_s dalle figure dai fattori Z_v e Z_f , rispettivamente.

Si noterà che l'avanzamento in limatura e piallatura è in genere piuttosto pesante; valori inferiori di avanzamento dovrebbero essere usati con materiali più duri.

4. Condizioni speciali si applicano alla foratura con punte elicoidali HSS. La velocità di taglio è $v = 0,7 v_s$ per il ferro e $v = 0,5 v_s$ per i materiali non ferrosi.

L'avanzamento è in genere una funzione del diametro della punta D ed è pari a $0,02D$ per giro per i ad alta lavorabilità, $0,01 D$ per giro materiali più duri o più tenaci e $0,005 D$ per giro per materiali molto duri ($HB > 420$).

Le punte rivestite hanno una durata significativamente maggiore e possono consentire una maggiore velocità. Con i carburi pieni si possono adottare velocità 2-3 volte superiori; un avanzamento maggiore è spesso migliore di una maggiore velocità.

Per i fori profondi, è necessario ridurre avanzamento e velocità:

5. Per la brocciatura con utensili HSS, le velocità vanno da $0,2 \text{ m/s}$ su materiale ad alta lavorabilità a $0,025 \text{ m/s}$ su materiale duro, mentre lo spessore del truciolo indeformato si riduce da $0,12$ a $0,05 \text{ mm}$ per dente.

6. I carburi rivestiti consentono velocità più elevate e devono essere prese le raccomandazioni del produttore per i primi tentativi.

In generale, la velocità può essere aumentata del 25% con TiN, 25-50% con TiC e 50-75% con rivestimenti in Al_2O_3 .

7. Gli utensili ceramici possono essere provati al doppio della velocità consigliata per i carburi cementati nei tagli di finitura e quindi portati a velocità più elevate (fino a 5 volte più alti).

8. Con gli utensili in PCBN, le velocità raggiungono 2 m/s su ghisa ad alto contenuto di cromo, 10-25 m/s su ghisa grigia e 2-5 m/s su superleghe e acciaio temprato con durezza HRC 50-65.
9. Gli utensili diamantati sono adatti solo per tagli di finitura di 0,05-0,2 mm di profondità con un'alimentazione di 0,02-0,05 mm e velocità di 4-15 m/s per metalli leggeri non ferrosi, sebbene siano state raggiunte velocità di 70 m/s su 7075- T6 Lega di alluminio.

I dati qui riportati sono sufficientemente accurati per la pianificazione iniziale. Le condizioni ottimali dipendono, tuttavia, da molti fattori, tra cui la rigidità degli utensili, del pezzo in lavorazione, del portapezzo e della macchina utensile.

Non è raro che le velocità adottate per la rimozione dei metalli raggiungano il doppio dei valori raccomandati e, in macchine appositamente costruite, è possibile eseguire lavorazioni ad altissima velocità con utensili in carburo rivestito o in ceramica.