

1 Potenzialità e aspetti progettuali

Le caratteristiche generali dei processi sono riportate nella Tabella. Come si può notare, tutti i materiali possono essere lavorati. Il costo delle macchine è abbastanza variabile, passando da quelle manuali a quelle programmabili, così come la competenza dell'operatore. Anche se i singoli processi possono essere limitati nelle forme che possono produrre, una successione di operazioni può realizzare forme estremamente complesse.

2 Infatti, ad eccezione delle cavità totalmente chiuse o con aperture molto piccole (forme T5 e F5 nella figura), tutte le forme possono essere prodotte da un blocco pieno, anche se il costo può essere esorbitante.

La produzione di forme complesse può essere giustificata se consente l'integrazione delle parti, riducendo così i problemi di adattamento e il costo dell'assemblaggio.

3 Le dimensioni sono limitate solo dall'apparecchiatura disponibile; esistono macchine utensili di grandi dimensioni, talvolta in impianti che prendono lavoro dall'esterno.

Ci sono poche limitazioni per quanto riguarda le dimensioni minime e su macchine di tipo svizzero è possibile realizzare solidi di rivoluzione molto snelli.

Esistono tuttavia limiti pratici sullo spessore minimo della parete, determinati da flessioni elastiche sotto l'influenza di forze tangenziali e normali sviluppate nel processo.

Supporti efficaci possono eliminare il limite.

Spesso, l'asportazione di truciolo è tra le ultime operazioni su componenti ottenuti con processi di colata, forgiatura, metallurgia delle polveri e persino parti in ceramica e plastica, quindi il suo scopo è quello di creare caratteristiche di forma non ottenibili con il procedimento precedente, o di migliorare le tolleranze e la finitura superficiale.

4 Le finalità dei possibili miglioramenti è evidente in quanto i processi di lavorazione possono produrre le tolleranze più strette e la finitura superficiale migliore, come si può notare dal grafico. A volte la finitura così ottenuta viene trasferita a prodotti di altri processi come, ad esempio, nello stampaggio a iniezione di materie plastiche e laminazione a freddo di metalli. Tuttavia, la maggiore accuratezza e finitura hanno un prezzo; spesso richiedono fasi di lavorazione supplementari e, anche se possono essere ottenuti nello stesso processo, è necessario ridurre avanzamento e profondità di taglio e ridurre la produttività.

5 Aspetti relativi al progetto

Nella progettazione di componenti per l'asportazione di truciolo, bisogna ancora seguire i principi del concurrent engineering.

In particolare, la scelta del materiale e la configurazione del pezzo devono essere presi in considerazione nella pianificazione del processo di lavorazione e della sequenza di processo.

Alcuni punti da considerare:

1. Entro i limiti imposti dai requisiti di servizio, scegliere il materiale con la massima lavorabilità. Pertanto, gli acciai trattati termicamente sono generalmente lavorati allo stato

ricotto (o normalizzato o sferoidizzato), quindi sottoposti a trattamento termico e finiti, solitamente mediante rettifica.

6 Deve essere previsto un sovrametallo sufficiente per la rettifica, compresa una tolleranza per le distorsioni nel trattamento termico.

In alternativa, tuttavia, il materiale completamente trattato termicamente può essere rifinito direttamente con lavorazione alla macchina utensile, in modo competitivo e talvolta risparmiando.

2. La lavorazione può alterare una distribuzione di tensioni residue in getti e pezzi forgiati e può generarne di nuove. Pertanto, le parti soggette a distorsioni vengono trattate termicamente, prima della lavorazione o dopo il completamento della maggior parte delle lavorazioni.

7 3. Il pezzo da lavorare deve avere una superficie di riferimento (una superficie cilindrica esterna o interna, una base piatta o altra superficie adatta a tenerla nella macchina utensile o in un sistema di fissaggio).

4. Se possibile, la forma della parte dovrebbe consentire la finitura con un'unico fissaggio; se la parte necessita di essere fissata in una seconda, diversa posizione o su una macchina diversa, una delle superfici già lavorate dovrebbe diventare la superficie di riferimento.

5. La forma delle parti sottili dovrebbe consentire un adeguato supporto aggiuntivo contro la deflessione.

8 6. I raggi (se non sono determinati da considerazioni relative a concentrazione di tensione) dovrebbero essere compatibili col raggio dell'utensile da taglio: il raggio del naso dell'utensile nella tornitura e nella piallatura, il raggio della fresa nella fresatura di una tasca (Fig. a), il bordo tagliente della fresa nella fresatura di cave, o il bordo arrotondato di una mola leggermente usurata (Fig. b).

Un sottosquadro consente di evitare raccordi nella rettifica con la faccia della mola, ma la deflessione della mola potrebbe rendere inclinata la superficie laterale (Fig. c).

9 7. I sottosquadri (Fig. d) possono essere lavorati se non troppo profondi, ma aumentano i costi. I sottosquadri sono essenziali quando è necessaria una certa conicità per gli utensili per filettare (Figg. E, f).

8. Le deflessioni dell'utensile nella tornitura interna o nella fresatura di fori interni e rientranze limitano il rapporto profondità/diametro (o profondità/larghezza). La flessione dello strumento nella lavorazione di cave profonde (Fig. g) richiede tecniche speciali (e più costose) o un peggioramento nelle tolleranze.

10 9. Caratteristiche di forma angolate rispetto alla direzione principale di movimento della macchina dovrebbero esser evitate perchè richiedono una macchina più complessa, il trasferimento su una macchina diversa, l'interruzione della lavorazione principale, utensili speciali o accessori speciali.

Il controllo CNC dei centri di tornitura o dei centri di lavoro multiasse rimuove alcuni dei limiti, ma i costi sono più elevati.

10. I fori con un grande rapporto profondità/diametro richiedono procedimenti speciali (comprese tecniche non convenzionali).

Quando si può scegliere, i fori passanti (Fig. i) sono preferibili a quelli ciechi (Fig. j).

11 I fori ciechi devono essere evitati su facce opposte del pezzo (Fig. k) poiché rendono necessario il trasferimento della parte.

11. Le caratteristiche di forma angolate rispetto alla superficie del pezzo deflettono l'utensile e richiedono un'operazione separata (Fig. l) o la riprogettazione del pezzo (Fig. m).

12. Abbiamo visto che le parti tranciate spesso hanno la bava. Questo vale anche per le parti lavorate alla macchina utensile. Sappiamo che una punta da trapano elicoidale produce un colletto di bava sul bordo del foro; simili bave si formano nel punto di uscita di frese e altri utensili.

La rimozione della bava è una delle operazioni più costose.

12 Lo spessore della bava è il fattore determinante nello sforzo richiesto per la sua rimozione e le bave più spesse di 0.4 mm devono essere rimosse mediante lavorazione, seguendo il contorno della parte.

Sia il progetto della parte che del processo sono (o dovrebbero essere) diretti a minimizzare la formazione di bave o, se è inevitabile, provocarne la formazione in una posizione facilmente accessibile.