

## 1 Durata degli utensili

### Criteri di durata.

La durata degli utensili influisce sulla scelta dell'utensile e dei parametri di processo, sull'economicità dell'operazione e sulla possibilità di automazione e di controllo al computer. Sfortunatamente, non esiste una semplice definizione di durata dell'utensile; la vita deve essere specificata con opportuno riferimento alla finalità dell'operazione. Di conseguenza, nelle operazioni di finitura la qualità superficiale e l'accuratezza dimensionale sono i fattori più importanti; in sgrossatura sono tollerabili un maggior deterioramento della qualità superficiale e dell'accuratezza dimensionale se consentono di avere una più rapida asportazione di materiale.

2 Un limite assoluto viene raggiunto quando le forze di taglio raggiungono valori così alti da provocare la frattura degli utensili. Tutte queste considerazioni devono normalmente essere tradotte in parametri facilmente misurabili. Molto spesso l'usura del dorso VB o  $VB_{max}$  vengono precisati come conclusione della vita utile dell'utensile. Altri criteri includono livelli di craterizzazione, perdita del tagliente o del naso o perdita complessiva di volume.

3 La vita dell'utensile è normalmente espressa come il tempo che è necessario per raggiungere un criterio specifico di usura sotto precise condizioni di lavorazione (velocità di taglio, velocità di avanzamento, profondità di passata), sebbene in produzioni di grande serie si preferisca esprimere la vita in termini di ore di lavorazione. La ragione è semplice. Se la vita dell'utensile fosse definita, per esempio, dal raggiungimento di un certo valore di VB, vuol dire che periodicamente dovremmo fermare la lavorazione, forse anche smontare l'utensile, misurare il VB e poi ripartire. Se invece fissiamo a priori la durata dell'utensile, non c'è bisogno di fermare la lavorazione. Nel caso di utensili come punte da trapano e maschi, un modo più pratico di esprimere la vita dell'utensile è il numero di fori o di filettature sotto specifiche condizioni.

## 4 Previsioni della durata degli utensili.

Anche se entrano in gioco vari meccanismi di usura, l'usura graduale è prodotta da meccanismi dipendenti dalla temperatura (anche l'usura abrasiva viene accelerata dalla temperatura perché diminuiscono la resistenza meccanica e all'abrasione del materiale dell'utensile). La temperatura è fortemente influenzata dalla velocità di taglio ed è noto che l'usura progressiva dipenda dalla distanza di strisciamento che, per una certa velocità di taglio, è proporzionale al tempo. E' prevedibile che, fissato un criterio di usura, la durata dell'utensile diminuisca in funzione della velocità.

5 Taylor è stato il primo ad osservare che la relazione segue una legge esponenziale  $vT^n = \text{cost}$ , dove  $v$  è la velocità di taglio in metri al minuto,  $T$  è la durata dell'utensile in minuti e  $C$  è la velocità di taglio nel caso la durata dell'utensile sia di un minuto. Nel grafico superiore della slide sono mostrate le curve vita utensile  $V_s$  velocità di taglio, nella lavorazione di alcuni acciai. Se rappresentata in un grafico doppio logaritmico relazione di Taylor si presenta sotto forma di una retta, come mostrato nel grafico inferiore, nel quale vengono presi in considerazione alcuni materiali per utensili. Si può vedere che per gli acciai rapidi (high-speed steel) basta un piccolo aumento della velocità di taglio per ridurre di molto la durata dell'utensile.

6 Poiché il taglio dei metalli è un sistema complesso, le costanti dipendono da un certo numero di variabili. In ogni caso  $C$  è sostanzialmente costante per un certo materiale del pezzo mentre l'esponente  $n$  è caratteristico del materiale degli utensili. Il suo valore è tipicamente 0,08-0,1 per gli acciai rapidi, 0,25-0,4 per i carburi cementati, 0,4-0,6 per i carburi rivestiti, 0,5-0,7 per i materiali ceramici.

7 Tuttavia nelle lavorazioni ad alta velocità la durata dell'utensile può essere molto maggiore di quanto previsto da Taylor perché le alte temperature stabilizzano la zona di taglio secondaria e il materiale aderente all'utensile lo protegge dall'usura abrasiva e dalla diffusione. Solo se la velocità viene ulteriormente aumentata lo strato protettivo sparisce e ne deriva un rapido aumento della velocità di usura. I rivestimenti degli utensili che prevengano la diffusione sono efficaci protezioni alle velocità più alte.

8 Per cogliere più chiaramente l'importanza dell'esponente di Taylor si può riorganizzare la formula esplicitando la durata dell'utensile. Si osservi che se  $n=0,1$ , cioè se facciamo riferimento agli acciai rapidi, la durata degli utensili diminuisce molto rapidamente con la potenza 10 della velocità.

9 La generazione di calore è determinata dall'input di energia che aumenta con lo spessore di truciolo indeformato  $h$  e la larghezza del truciolo (o profondità di passata)  $w$ . La formula di Taylor può essere estesa per prendere in considerazione anche questi due parametri. In generale  $n_1 < n_2 < n_3$ .

Questi esponenti non sono completamente indipendenti l'uno dall'altro e sono anche influenzati dalla geometria dell'utensile e del processo. Tipici valori per gli acciai rapidi sono  $n_1 = 0,1$ ,  $n_2 = 0,18$ ,  $n_3 = 0,45$ . Di conseguenza per aumentare la velocità di rimozione del materiale, cioè per eseguire lavorazioni ad alte prestazioni in sgrossatura, è preferibile aumentare prima di tutto la profondità di passata, poi la velocità di avanzamento e solo alla fine la velocità di taglio.

10 Ovviamente, quando la durata dell'utensile è limitata dalla rottura catastrofica, l'equazione di Taylor è inutile e deve essere sostituita da un criterio statistico di previsione. Anche quando si usa l'equazione di Taylor, la distribuzione statistica della durata degli utensili deve essere presa in considerazione, soprattutto se l'equazione è utilizzata per programmare la sostituzione degli utensili in macchine che lavorano autonomamente, senza presidio.