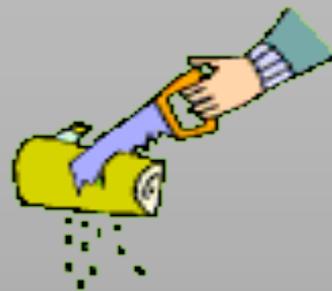


# LAVORAZIONI PER SEPARAZIONE



## ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO - 4

### DURATA DEL TAGLIENTE



# DURATA DEL TAGLIENTE

## INTRODUZIONE

### La velocità di taglio e gli altri parametri di lavorazione

Alla velocità di taglio sono correlati :

- ✓ durata dell'utensile
- ✓ tempo di lavorazione
- ✓ finitura superficiale del pezzo

Essa è denominata ***economica*** quando il suo valore risponde nel modo migliore alle caratteristiche delle singole operazioni, consentendo i ***minimi costi di lavorazione***.

I principali fattori che incidono sulla scelta economica della velocità di taglio sono :

- caratteristiche del materiale in lavorazione
- materiale dell'utensile
- condizioni di lubrorefrigerazione
- tipo di lavorazione e grado di finitura superficiale richiesto al pezzo

# DURATA DEL TAGLIENTE

## INTRODUZIONE

### Caratteristiche del materiale in lavorazione

Proprietà fisiche e meccaniche, composizione chimica, effetto delle lavorazioni precedenti. La durezza ed il carico di rottura incidono secondo relazioni del tipo

$$V_t = C/\sigma_r^a \quad V_t = C/HB^b \quad a \approx b > 1$$

A parità di durata dell'utensile, materiali di maggiore durezza o resistenza consentono velocità minori.

### Materiale dell'utensile

Una caratteristica determinante è la durezza ad elevate temperature. La temperatura dell'utensile è correlata alla velocità di taglio e per ogni materiale utensile esiste una temperatura oltre la quale i valori della durezza scendono.

### Forma, geometria e grado di affilatura dell'utensile

Influiscono tutti sulla velocità di taglio. Poiché la pressione specifica di taglio dipende dall'angolo di spoglia superiore e dall'angolo di attacco, la velocità di taglio può aumentare con l'aumento dell'angolo di spoglia superiore e con la diminuzione dell'angolo di attacco.

# DURATA DEL TAGLIENTE

## INTRODUZIONE

### Condizioni di lubrorefrigerazione

Poiché la temperatura limita la velocità di taglio riducendo la durezza del materiale, raffreddando l'utensile si possono ottenere maggiori velocità di taglio

### Tipo di lavorazione e grado di finitura superficiale del pezzo

La velocità di taglio dipende dal tipo di lavorazione (continua o intermittente), dalla forma e superficie del pezzo (grezza, regolare, con incavi), dal grado di omogeneità del materiale, ..... nel caso di condizioni irregolari di taglio, la velocità va ridotta per evitare logoramenti rapidi o rotture del tagliente.

Per quanto riguarda la finitura superficiale, i risultati migliori si ottengono con elevate velocità di taglio.

La velocità di taglio varia anche a seconda dei trattamenti subiti dal pezzo prima della lavorazione e dal tipo di strato superficiale presente.

# DURATA DEL TAGLIENTE

## DURATA DELL'UTENSILE

### Durata dell'utensile : misura

E' il tempo che intercorre fra due affilature successive. Può esprimersi come :

- ✓ tempo di effettiva lavorazione
- ✓ volume di materiale asportato
- ✓ numero di pezzi lavorati
- ✓ velocità di taglio equivalente (velocità alla quale l'utensile assume una durata prestabilita :  $V_{t60} = 50 \text{ m/min}$ )
- ✓ velocità di taglio relativa (lavorabilità materiale campione = 100 ; se un materiale ha lavorabilità = 200, la velocità di taglio può raddoppiare a parità di durata)

Accanto a queste prove di *lunga durata*, esistono anche prove di *breve durata*, le quali le quali segnalano il progredire dell'usura senza attendere la fine del tagliente. Le prove di breve durata sono di più difficoltosa applicazione perché l'usura non progredisce in modo lineare.

# DURATA DEL TAGLIENTE

## DURATA DELL'UTENSILE

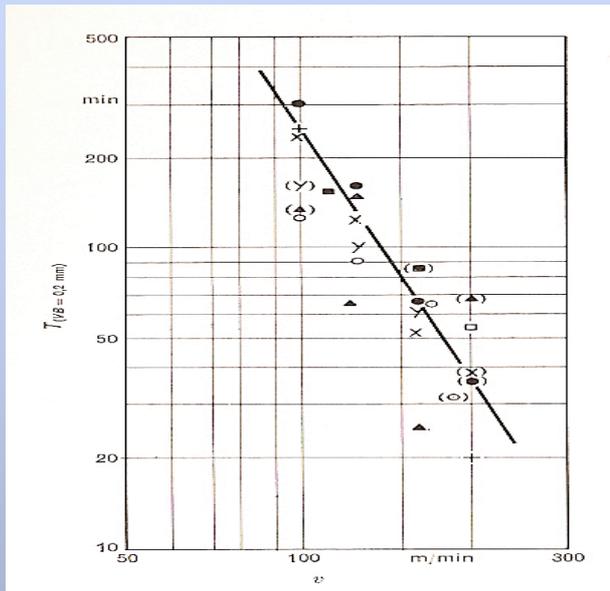
### Durata dell'utensile : criteri di determinazione

I più utilizzati sono:

- ✓ *distruzione totale del tagliente* . La lavorazione procede fino alla successiva riaffilatura o sostituzione dell'inserto
- ✓ *dimensioni prestabilite di labbro e cratere di usura* . Il procedere dell'usura del labbro produce variazioni dimensionali nel pezzo lavorato : ciò è molto importante nelle operazioni di finitura. La profondità del cratere di usura non deve superare un valore massimo ammissibile perché indebolisce il tagliente.
- ✓ *finitura superficiale del pezzo lavorato* . Il peggioramento della qualità superficiale corrisponde al procedere dell'usura dell'utensile; la misura è difficile perché la finitura superficiale non varia uniformemente con l'usura dell'utensile.
- ✓ *variazioni delle forze di taglio* . Le forze di taglio aumentano all'aumentare dell'usura dell'utensile; misurando l'aumento delle forze di taglio durante il procedere della lavorazione, si possono ottenere indicazioni circa il procedere dell'usura dell'utensile.

# DURATA DEL TAGLIENTE

## RELAZIONE FRA DURATA UTENSILE E PARAMETRI DI TAGLIO



### Equazione di Taylor

Fornisce coppie di valori *velocità di taglio - tempo*, che si dispongono su una curva esponenziale in coordinate cartesiane o su una retta in scala doppio logaritmica :

$$VT^\alpha = K$$

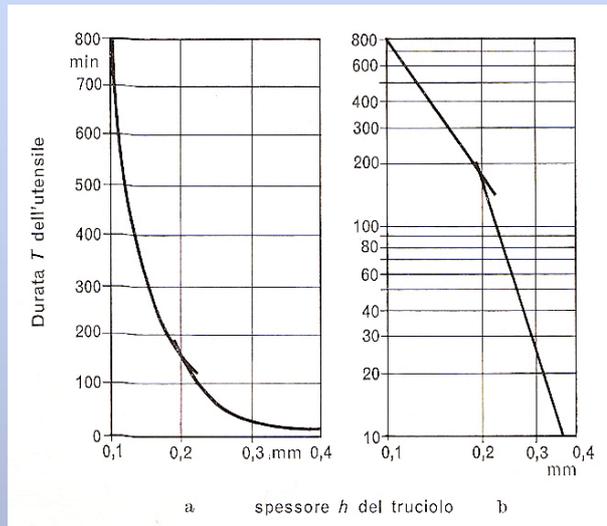
$$\log V + \alpha \log T = \log K$$

L'esponente dell'equazione dipende dal materiale dell'utensile e stabilisce la pendenza della retta ; K è una costante che dipende dalla geometria dell'utensile, dalla forma del truciolo (larghezza/spessore) e dalla lavorazione. L'equazione non è valida nei seguenti casi, per i quali non è verificata la linearità :

- lavorazioni di materiali con alta resistenza e resistenti a temperature elevate
- tempi di taglio inferiori a 10 min e superiori a 60 min
- lavorazioni con forti valori di asportazione
- certe operazioni di tornitura di finitura

# DURATA DEL TAGLIENTE

## RELAZIONE FRA DURATA UTENSILE E PARAMETRI DI TAGLIO



### Equazione di Taylor generalizzata

Gli studi seguiti al Taylor (Kienzle, Victor) hanno cercato di determinare gli altri parametri che influenzano la costante K e che non erano stati tenuti in considerazione dal Taylor :

- spessore del truciolo
- larghezza di taglio
- usura dorsale VB

### *Spessore del truciolo*

Se si diagrammano le curve durata utensile - spessore del truciolo, si nota che la velocità di taglio diminuisce all'aumentare dello spessore del truciolo con legge iperbolica :

$$V = \frac{K_1}{s^x T^\alpha}$$

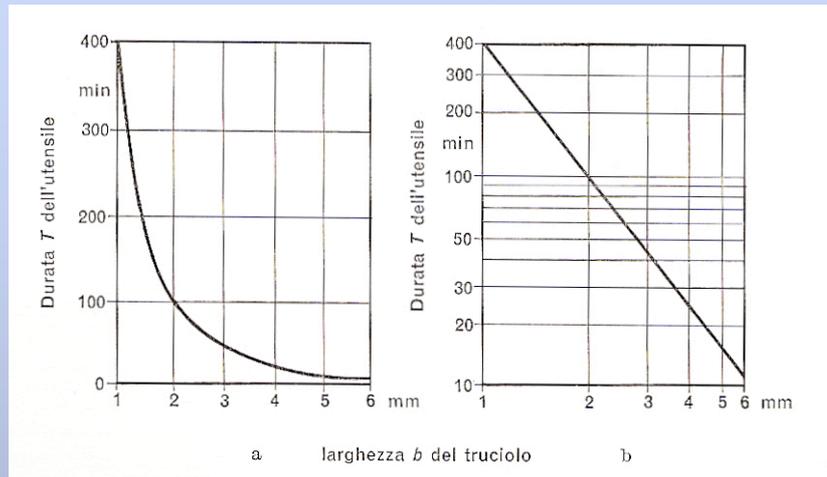
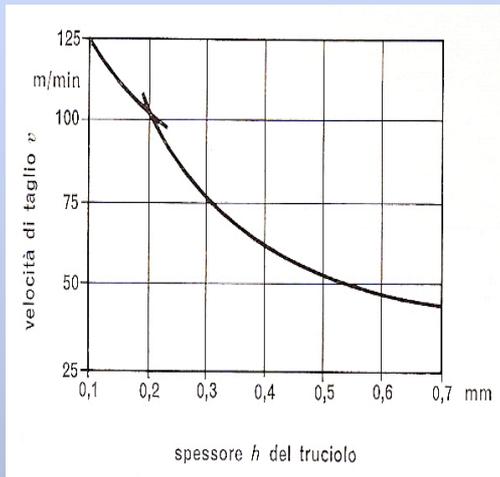
### *Larghezza del truciolo*

Se si diagrammano le curve durata utensile - larghezza del truciolo, si nota lo stesso comportamento dello spessore, ma meno accentuato perché la pressione specifica non aumenta con la larghezza :

$$V = \frac{K_1}{l^y T^\alpha}$$

# DURATA DEL TAGLIENTE

## RELAZIONE FRA DURATA UTENSILE E PARAMETRI DI TAGLIO



### *Usura*

E' generalmente compresa fra 0,3 e 0,8 mm e varia con una legge esponenziale

### *Costante K corretta*

L'influenza dei precedenti parametri sulla costante K sono così definiti :

$$K = \frac{K_{VB} V B^m}{s^x l^y}$$

$m$  è il coefficiente che indica l'influenza dell'usura sulla velocità di taglio

$Kvb$  è la velocità di taglio corrispondente alla durata di 1 min per  $Vb$ ,  $s$  ed  $l$  unitari (1 mm)

# DURATA DEL TAGLIENTE

## RELAZIONE FRA DURATA UTENSILE E PARAMETRI DI TAGLIO

### *Equazione di Taylor generalizzata*

$$V = \frac{K_{VB} VB^m}{s^x l^y T_{VB}^\alpha}$$

L'equazione esprime l'influenza dei dati di lavorazione sulla durata del tagliente.

La costante  $K_{VB}$  e gli esponenti  $x, y, \alpha$  dipendono dal materiale in lavorazione, dal materiale dell'utensile e dal tipo di lavorazione.

L'equazione sul piano pratico è di difficile utilizzazione perché :

- i valori di spessore e larghezza del truciolo non sono noti mentre sono noti avanzamento e profondità di passata
- i valori dei coefficienti sono imprecisi

Considerato che

$$l = a \operatorname{sen} \chi$$

$$s = p / \operatorname{sen} \chi$$

L'equazione espressa nei termini dei parametri di lavorazione assume la forma

$$V = \frac{K_{VB} VB^m}{a^x p^y (\operatorname{sen} \chi)^{x-y} T_{VB}^\alpha}$$

# DURATA DEL TAGLIENTE

## RELAZIONE FRA DURATA UTENSILE E PARAMETRI DI TAGLIO

### *Equazione di Taylor generalizzata*

$$V = \frac{K_{VB} VB^m}{a^x p^y (\text{sen}\chi)^{x-y} T_{VB}^\alpha}$$

### *Esponenti per l'equazione di Taylor*

L'equazione di Taylor assume per gli esponenti dell'equazione i seguenti valori in funzione del materiale dell'utensile :

| MATERIALE | $\alpha$ | X   | Y    | m    |
|-----------|----------|-----|------|------|
| HSS       | 0,15     | 0,4 | 0,36 | 0,44 |
| STELLITE  | 0,25     | 0,4 | 0,30 | 0,44 |
| CARBURO   | 0,30     | 0,4 | 0,22 | 0,44 |
| CERAMICO  | 0,70     | 0,4 | 0,15 | 0,44 |

# DURATA DEL TAGLIENTE

## ESEMPIO 1

### *Operazione di tornitura*

Sia da eseguire una operazione di tornitura su un cilindro di alluminio con una profondità di passata  $p = 3$  mm ed un avanzamento  $a = 0,3$  mm/giro . Il tagliente sia un inserto triangolare in carburo (metallo duro) con angolo di attacco  $= 60^\circ$ .

Determinare la velocità di taglio per una durata del tagliente pari a 30 min ed un valore del cratere di usura  $VB = 0,4$  mm.

I valori della velocità di taglio corrispondente ad una certa durata ed a certe condizioni di lavorazione sono tabellati. Siano :

$K_{vb} = 700$  m/min per  $VB = 1$  mm,  $p = 1$  mm,  $a = 1$  mm/giro,  $T_{vb} = 1$  min, angolo di attacco  $= 90^\circ$

Inserendo nell'equazione i valori di lavorazione si ottiene

$$V = \frac{K_{VB} VB^m}{a^x p^y (\text{sen}\chi)^{x-y} T_{VB}^\alpha} = \frac{700 \times 0,4^{0,44}}{0,3^{0,4} \times 3^{0,22} \times (\text{sen}60)^{0,4-0,22} \times 30^{0,3}} \approx 218 \text{ m/min}$$

che corrisponde ad una durata di 30 min del tagliente per le condizioni richieste di taglio e di usura.

# DURATA DEL TAGLIENTE

## ESEMPIO 2

### *Operazione di fresatura*

Sia da eseguire una operazione di fresatura con una fresa di diametro 30 mm a tre denti su una piastra di acciaio. La profondità di passata è  $p = 3$  mm ed l'avanzamento/dente  $Az = 0,2$  mm = 0,6 mm/giro. Il tagliente sia un inserto quadrangolare in carburo (metallo duro) con angolo di attacco =  $90^\circ$ .

Determinare la velocità di taglio per una durata del tagliente pari a 50 min ed un valore del cratere di usura  $VB = 0,4$  mm.

I dati da catalogo siano :

$V_{vb} = 240$  m/min;  $VB = 0,6$  mm;  $p = 5$  mm;  $Az = 0,15$  mm/dente;  $T_{vb} = 15$  min;  $a = Z \times Az = 3 \times 0,15 = 0,45$  mm/giro; angolo attacco =  $90^\circ$

Poiché i valori non sono unitari, va determinata  $K_{vb}$  :

$$K_{VB} = \frac{V_{VB} a^x p^y (\text{sen}\chi)^{x-y} T_{VB}^\alpha}{VB^m} = \frac{240 \times 0,45^{0,4} \times 5^{0,22} \times (\text{sen}90)^{0,4-0,22} \times 15^{0,3}}{0,6^{0,44}} \approx 700 \text{ m/min}$$

dalla quale

$$V = \frac{K_{VB} VB^m}{a^x p^y (\text{sen}\chi)^{x-y} T_{VB}^\alpha} = \frac{700 \times 0,4^{0,44}}{0,6^{0,4} \times 3^{0,22} \times (\text{sen}90)^{0,4-0,22} \times 50^{0,3}} \approx 139 \text{ m/min}$$

che corrisponde ad una durata di 50 min del tagliente per le condizioni richieste di taglio e di usura.