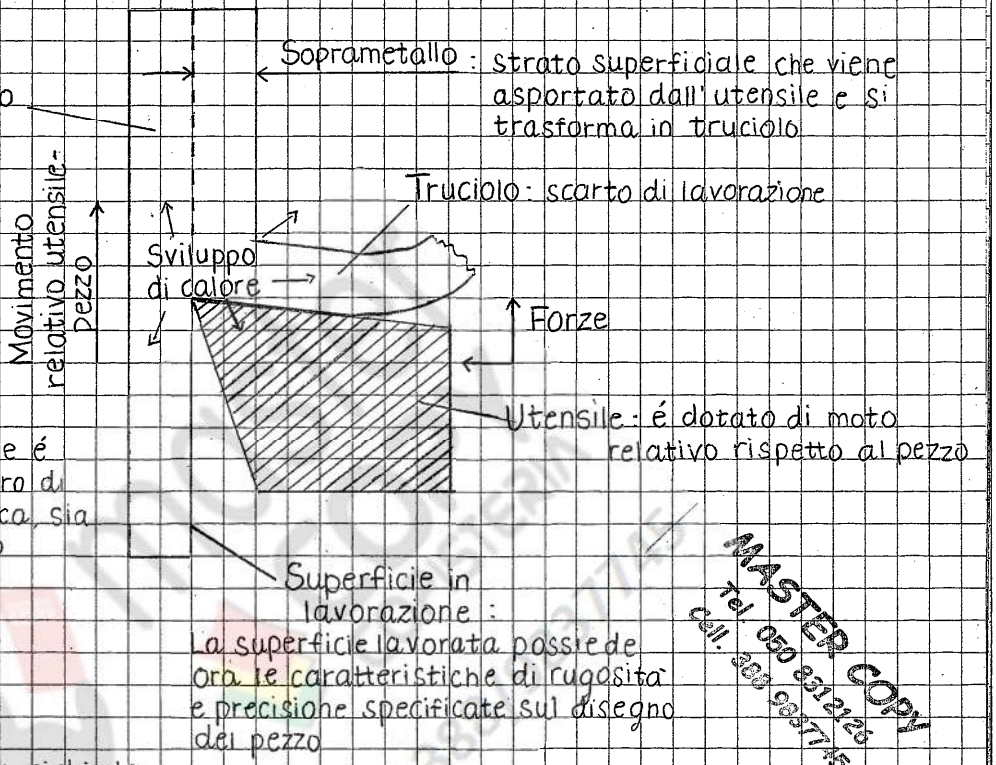
TECNOLOGIA MECCANICA

CAP 7 : I principi fondamentali del processo di taglio

MASTER COPY
Tel. 050 831 21 26
Cell. 388 98 37 745

- Generalità

Processo di taglio : processo per deformazione plastica



Lo sviluppo del calore é causato sia dal lavoro di deformazione plastica, sia dalle forze di attrito

MASTER COPY
Tel. 050 831 21 26
Cell. 388 98 37 745

I processo di taglio richiede:

1) Il pezzo grezzo (proveniente da lavorazioni precedenti come fusione, stampaggio, laminazione)
2) La macchina utensile (fornisce uno o più moti all'utensile per eseguire la lavorazione, oltre a generare forze)
3) L'utensile (con determinate caratteristiche di geometria e durezza, deve mantenere le sue proprietà nonostante le temperature elevate)
4) Attrezzatura (serve ad evitare che il pezzo si muova sotto l'azione delle forze)

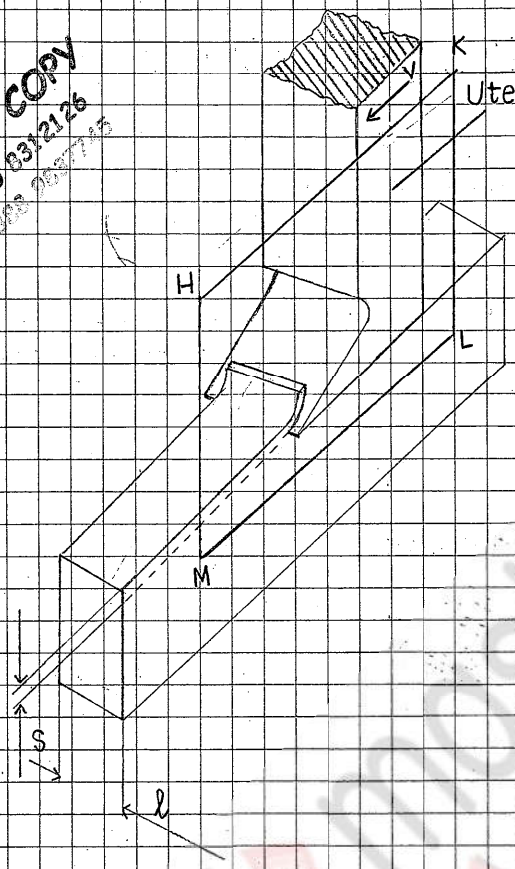
- Meccanica della formazione del truciolo

Per studiare il processo di formazione del truciolo ci si riferisce al caso semplice di taglio ortogonale (nessuna deformazione si produce nel senso di larghezza del taglio), infatti in tal caso il fenomeno della formazione del truciolo é un fenomeno bidimensionale. Le deformazioni del materiale sono identiche nei piani paralleli fra loro e non sono presenti componenti di forza perpendicolari al piano in cui il processo viene studiato.

Esempio di taglio ortogonale → piallatura, in cui il tagliente dell'utensile é ortogonale alla velocità di taglio

Lo studio del meccanismo avviene in un piano HKLM (ottenuto per mezzo di una sezione perpendicolare allo spigolo del tagliente dell'utensile)

MASTER COPY
Tel. 050 03121 26
Cell. 328 2057745



Caso di taglio ortogonale puro (piallatura):

S: spessore di taglio
l: larghezza di taglio
V: velocità di taglio
HKLM: piano di sezione

MASTER COPY
Tel. 050 03121 26
Cell. 328 2057745

Rapporto di taglio $C = \frac{S}{S_1}$ — S = spessore di taglio, S_1 = spessore del truciolo

(Analogamente, facendo il reciproco, si ha il fattore di ricalcolamento del truciolo)

C è sempre minore di 1 → Dimostrazione

$$S \cdot l \cdot L = S_1 \cdot l_1 \cdot L_1 \qquad \text{(volume del truciolo costante)}$$

S = spessore di taglio — S_1 = spessore del truciolo
l = larghezza del truciolo PRIMA del suo distacco dal pezzo
L = lunghezza di taglio (lunghezza del truciolo PRIMA del distacco)
l_1 = larghezza del truciolo DOPO il distacco dal pezzo
L_1 = lunghezza del truciolo DOPO il distacco

Data l'ipotesi fatta per il taglio ortogonale (nessuna deformazione si verifica nel senso della larghezza del taglio) possiamo scrivere:

$$l = l_1 \Rightarrow S \cdot L = S_1 \cdot L_1 \Rightarrow \frac{S}{S_1} = \frac{L_1}{L} < 1$$

La lunghezza del truciolo staccato sarà sempre < di quello sempre attaccato

La misura dello spessore del truciolo, affinché avvenga in maniera precisa, viene effettuata determinando la massa del truciolo:

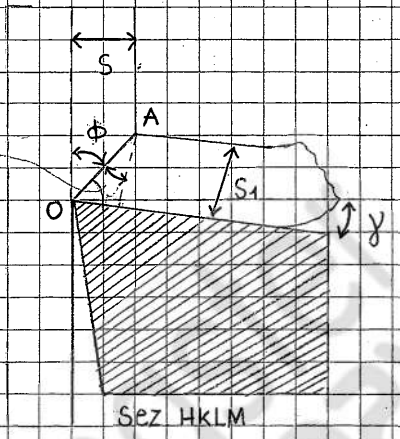
$$\rho V = Q \qquad V = S_t \cdot l_t \cdot L_t \Rightarrow S_t = \frac{Q}{\rho \cdot l_t \cdot L_t}$$

Sintesi processo di taglio:

1) Penetrazione del tagliente dell'utensile nello spessore s del materiale da lavorare
2) Compressione
3) Deformazione plastica per scorrimento sul piano di taglio OA (o piano di scorrimento)
4) Distacco dello strato metallico attaccato all'utensile che si trasforma in truciolo
5) Scorrimento del truciolo sul petto dell'utensile

Φ = angolo di scorrimento
γ = angolo di taglio o angolo di spoglia superiore dell'utensile

MASTER COPY
Tel. 050 831 2126
Cell. 392 9837745



MASTER COPY
Tel. 050 831 2126
Cell. 392 9837745

Si può scrivere: $s = \sin\Phi$ $\quad s_1 = \cos(\Phi-\gamma)$ $\quad C = \dfrac{\sin\Phi}{\cos(\Phi-\gamma)}$

Per conoscere dunque Φ: $\quad tg\,\Phi = \dfrac{C\cdot\cos\gamma}{1-C\cdot\sin\gamma}$

Perché? Partiamo dal fatto che:

$\cos(\Phi-\gamma) = \cos\Phi\cos\gamma + \sin\Phi\sin\gamma \longrightarrow C\cdot\cos\Phi\cos\gamma + C\cdot\sin\Phi\sin\gamma = \sin\Phi$

Dividendo tutto per $\cos\Phi$:

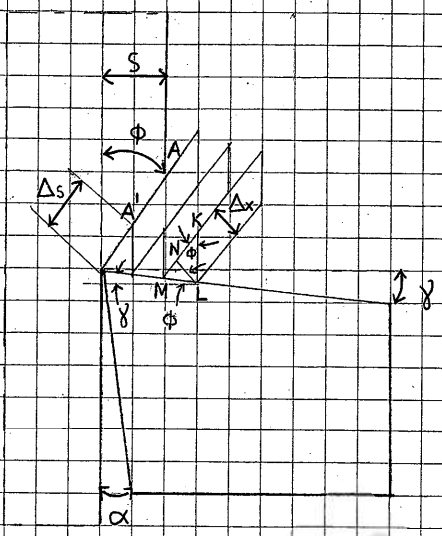
$C\cos\gamma + C\dfrac{\sin\Phi}{\cos\Phi}\sin\gamma = \dfrac{\sin\Phi}{\cos\Phi} \longrightarrow C\cos\gamma + C\,tg\Phi\sin\gamma = tg\Phi$

Isolando $tg\,\Phi$: $\quad tg\,\Phi = \dfrac{C\cos\gamma}{1-C\sin\gamma}$ □

$\gamma = 0 \quad C = tg\Phi \longrightarrow$ se $\Phi = \pi/4 \quad C = 1$

Per materiali metallici fragili (acciaio duro, ghisa, bronzo duro...) l'analisi del fenomeno della formazione del truciolo è la stessa, unica cosa che cambia è il fatto che le deformazioni plastiche, in questi casi, giocano un ruolo rilevante: lo strato di materiale asportato dall'utensile si distacca in corrispondenza del piano di taglio OA per rottura fragile.

In alcuni casi si suppone che la deformazione avvenga per scorrimento di blocchi rigidi a forma di parallelogramma in corrispondenza del piano di scorrimento OA



MASTER COPY
Tel. 070 831 21 26
Cell. 366 3377 [illegible]

Il valore γ_s della deformazione per scorrimento è:

$$\gamma_s = \frac{\Delta s}{\Delta x} = \frac{\overline{KM}}{\overline{NL}}$$

$$\overline{KM} = \overline{KN} + \overline{NM} = \overline{NL} \cdot ctg\Phi + \overline{NL}\, tg(\Phi - \gamma) \longrightarrow \overline{KM} = \overline{NL}\,(ctg\Phi + tg(\Phi - \gamma))$$

($\overline{NL} = \overline{KN}\tan\Phi$; $\overline{NL} = \overline{NM}\,ctg(\Phi-\gamma)$)

Quindi: $$\gamma_s = ctg\Phi + tg(\Phi - \gamma)$$

Si nota dunque che la deformazione per scorrimento γ_s è funzione dell'angolo di spoglia superiore γ, dell'angolo di scorrimento Φ e di conseguenza anche di c fattore di taglio.

- La deformazione γ_s aumenta al diminuire dell'angolo di spoglia superiore e, di conseguenza, aumentano le forze necessarie a provocare tale deformazione (fatto importante ai fini della scelta dell'angolo γ)
- Per ogni valore di γ esiste un valore di Φ per il quale la deformazione è minima:

$$\frac{2\gamma_s}{2\Phi} = -\frac{1}{sen^2\Phi} + \frac{1}{\cos^2(\Phi-\gamma)} = 0 \longrightarrow sen^2\Phi - \cos^2(\Phi-\gamma) = 0$$

Si può anche scrivere: $$[sen\Phi + \cos(\Phi-\gamma)]\cdot[sen\Phi - \cos(\Phi-\gamma)] = 0$$

Poniamo: $$[sen\Phi - \cos(\Phi-\gamma)] = [sen\Phi - sen(90°-\Phi+\gamma)]$$

↘ Ricordiamo che il membro tra parentesi quadre è pari a 0 e ciò vale $\Leftrightarrow 90-\Phi+\gamma = \Phi$
$\Rightarrow 2\Phi = 90+\gamma \Rightarrow \Phi = 45+\gamma/2$

E si ottiene: $$\Phi = \frac{\pi}{4} + \frac{\gamma}{2} = 45° + \frac{\gamma}{2}$$

Così, per $\gamma = 0$, il valore dell'angolo di scorrimento che rende minimo γ_s è $\Phi = 45°$ e, in tal caso, si ha $C = 1$ ($C = sen\Phi/\cos(\Phi-\gamma)$)

V_t = velocità del truciolo sul petto dell'utensile
V = velocità relativa
V_s = velocità di scorrimento del truciolo sul piano OA

Valgono le seguenti relazioni:

$$\overline{KL} = V_t \cos(\Phi - \gamma)$$

$$\overline{KL} = V \sin\Phi$$

Ponendo l'uguaglianza tra i due membri si ha

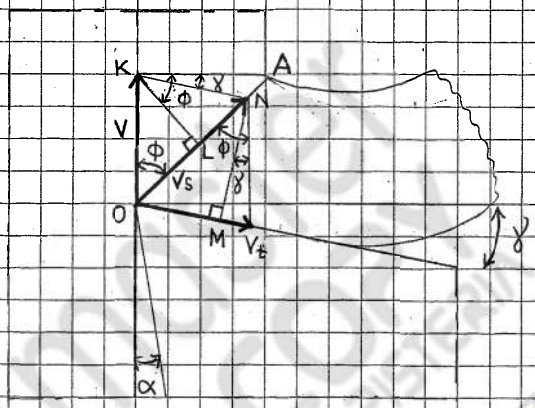
$$V_t \cos(\Phi - \gamma) = V \sin\Phi \longrightarrow V_t = V \frac{\sin\Phi}{\cos(\Phi-\gamma)} = V \cdot C$$

Risulta inoltre che: $\overline{NM} = V_s \cos(\Phi - \gamma)$

$$\overline{NM} = V \cos\gamma$$

$$V_s \cos(\Phi - \gamma) = V \cos\gamma \longrightarrow V_s = V \frac{\cos\gamma}{\cos(\Phi-\gamma)}$$

Disegno di riferimento:



MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

La velocità di deformazione $\dot{\gamma}_s$ può essere calcolata come la derivata rispetto al tempo della deformazione γ_s:

$$\dot{\gamma}_s = \frac{d}{dt}\frac{\Delta s}{\Delta x} = \frac{V_s}{\Delta x}$$

Dall'equazione precedente si ha che ($V_s = V\cos\gamma / \cos(\Phi-\gamma)$):

$$\dot{\gamma}_s = \frac{V}{\Delta x}\frac{\cos\gamma}{\cos(\Phi-\gamma)}$$

La velocità di deformazione è molto elevata nel taglio dei metalli, è infatti dell'ordine di $10^2 \div 10^6\ s^{-1}$

- Meccanismo di formazione del truciolo secondo Ernst e Merchant

Ipotesi semplificative:

1) Taglio ortogonale
2) Formazione di truciolo continuo per scorrimento secondo un piano di scorrimento OA
3) Assenza di attrito nel contatto fianco utensile - superficie di lavorazione
4) Strisciamento del truciolo sul petto dell'utensile con coefficiente d'attrito costante

La teoria considera il truciolo OADE in equilibrio sotto l'azione di due forze:

- R: applicata dall'utensile
- R': reazione uguale e contraria a R applicata dal pezzo in lavorazione in corrispondenza del piano di scorrimento