

# ESERCIZIO SULLA FORATURA

Si deve effettuare un foro profondo 25 mm del diametro di 20 mm su una piastra di acciaio  $R_m = 500 \text{ N/mm}^2$  noti i seguenti dati:

- punta elicoidale di acciaio superrapido con angolo tra i taglienti principali di  $120^\circ$ ;
- potenza del motore = 3 kW;
- rendimento del trapano = 0,8.

Determinare:

1. la velocità di taglio e l'avanzamento più idonei per eseguire la trapanatura, supponendo che i valori scelti siano realizzabili con il trapano in modo che la potenza erogata dal motore elettrico sia almeno il 50% della potenza di targa del motore;
2. il numero di giri/minuto della punta;
3. il tempo di lavoro per eseguire la trapanatura comprensivo del tempo richiesto per l'entrata della parte conoidica della punta;
4. la resistenza di taglio opposta da ciascun tagliente;
5. il momento torcente;
6. la potenza erogata dal motore;
7. la resistenza all'avanzamento della punta.

## Soluzione 1.

1) In base alla tabella 12.1 per una punta di acciaio superrapido con  $\phi=20 \text{ mm}$  che lavora un acciaio con  $R_m=500 \text{ N/mm}^2$  si possono scegliere:

$v_t=30 \text{ m/min}$  velocità di taglio

$a=0,22 \frac{\text{mm}}{\text{giro}}$  avanzamento assiale

$$2) n = \frac{1000v_t}{\pi D} = 478 \frac{\text{giri}}{\text{min}}$$

$$3) t = \frac{L}{v_a} = \frac{l + \frac{D}{2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} + e}{a \cdot n}$$

infatti (vedi figura nella pagina seguente)  $h \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{D}{2}$

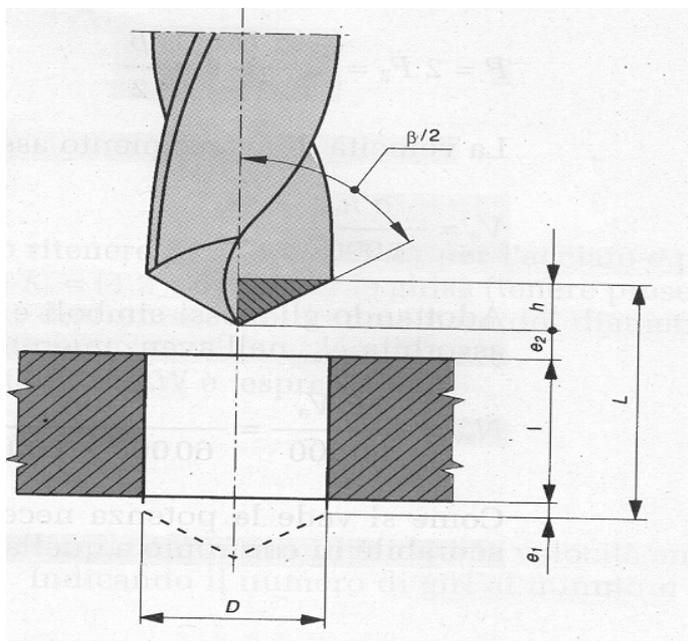
dove

$l$  è la profondità del foro

$D$  è il diametro del foro

$\beta$  è l'angolo tra i taglienti principali

$e = e_1 + e_2$  è l'extracorsa di attacco e di uscita: mediamente  $3 \div 4 \text{ mm}$ .



In questo caso:  $t = \frac{25 + \frac{20}{2 \tan 60^\circ} + 3}{0,22 \cdot 478} = \frac{25 + 5,8 + 3}{105,16} = 0,32 \text{ min} = 19,2 \text{ s}$

4)  $F = K_S S^I$

dove  $K_S$  è il carico di strappamento unitario del materiale (vedi valori indicati sotto).

In questo caso:  $K_S = 5,5 \quad R_m = 5,5 \cdot 500 = 2750 \text{ N/mm}^2$

$S$  è la sezione del truciolo distaccato dalla punta, che si calcola come segue:

$$S = \left(\frac{a D}{2}\right) \cdot 2$$

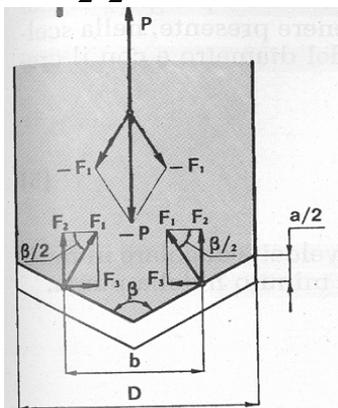


Figura 12.1 Sollecitazioni sulla punta durante l'esecuzione di un foro.

Ciascuno dei due taglienti asporta ad ogni giro della punta

una sezione di truciolo  $S^I = \frac{a D}{2}$

L'area di questa sezione è data dal parallelogramma i cui lati sono

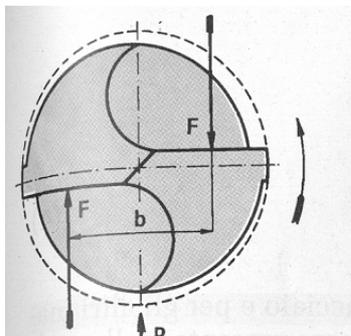
- uno uguale alla metà dell'avanzamento  $a$
- l'altro uguale alla lunghezza del tagliente

Il calcolo di  $S^I$  dà:

$$S^I = 0,11 \cdot 10 = 1,1 \text{ mm}^2$$

Quindi:

$$F = 2750 \cdot 1,1 = 3025 \text{ N}$$



5)  $M_t = F \cdot b$  momento torcente (o momento resistente di torsione) si tratta infatti del momento della coppia in figura:

- il materiale che si trasforma in truciolo oppone una reazione  $F$  all'azione di asportazione compiuta dai taglienti della punta
- $b/2$  è la distanza tra l'asse di rotazione della punta e il punto in cui si suppone applicata la forza  
 $b = (0,45 \div 0,60) D$   
 si prendono valori bassi di  $b$  nella foratura di materiali fragili, alti in quella di materiali tenaci

$$M_t = 3025 \cdot 0,6 \cdot 0,02 = 36,3 \text{ Nm}$$

$$6) N_t = M_t \omega = M_t \frac{2\pi n}{60} = 36,3 \cdot \frac{2\pi \cdot 478}{60} = 1816 \text{ W} = 1,81 \text{ kW} \quad \text{potenza assorbita dal motore}$$

7) Alla forza assiale +P, detta resistenza all'avanzamento, della figura 12.1, si oppone una forza uguale e contraria -P detta forza assiale di penetrazione, in grado di garantire la penetrazione della punta nel pezzo.

Infatti se per forare il pezzo si applica ad esso una forza -P, che si può scomporre in 2 forze uguali -F<sub>1</sub> perpendicolari agli spigoli dei taglienti, a ciascuna forza -F<sub>1</sub> ne corrisponde un'altra uguale e contraria F<sub>1</sub>, che si può scomporre in una forza F<sub>2</sub> parallela all'asse ed in una F<sub>3</sub> perpendicolare all'asse.

Supponendo che i taglienti siano perfettamente simmetrici le forze F<sub>3</sub> si elidono.

**La somma delle forze F<sub>2</sub> dà la resistenza all'avanzamento P.**

$$F_2 = F_1 \sin \beta_2$$

Considerando F<sub>1</sub> uguale alla forza di taglio F:

$$F_2 = F \sin \beta_2 = K_s \frac{aD}{4} \sin \beta_2$$

$$P = 2F_2 = 2 \cdot (2750 \cdot 0,22 \cdot 20 / 4) \sin 60^\circ = 5240 \text{ N}$$

Tabella 12.1 Valori orientativi della velocità di taglio e dell'avanzamento per punte elicoidali di acciaio superrapido per diametri da 1 a 60 mm - Forature dal pieno con adatta refrigerazione - I valori indicati per le velocità di taglio si riferiscono ad una durata per una lunghezza complessiva di foratura di circa 2 metri

materiale da lavorare	velocità di taglio m/min	avanzamento mm/giro
acciai da costruzione non legati ( $R_m \leq 700 \text{ N/mm}^2$ )	25 ÷ 40	0,015 ÷ 0,45
acciai da costruzione non legati ( $R_m > 700 \text{ N/mm}^2$ )	20 ÷ 30	0,01 ÷ 0,40
acciai legati ( $R_m \leq 900 \text{ N/mm}^2$ )	15 ÷ 20	0,01 ÷ 0,30
acciai legati ( $R_m > 900 \text{ N/mm}^2$ )	8 ÷ 15	0,007 ÷ 0,25
ghisa tenera ( $\leq 200 \text{ HBW } 10/3 \text{ } 000$ )	20 ÷ 30	0,025 ÷ 0,55
ghisa dura ( $> 200 \text{ HBW } 10/3 \text{ } 000$ )	10 ÷ 25	0,012 ÷ 0,40
acciai inossidabili	5 ÷ 10	0,01 ÷ 0,30
ottone (Cu $\leq 58\%$ )	65 ÷ 100	0,03 ÷ 0,70
ottone (Cu $> 58\%$ ), rame, bronzo	40 ÷ 65	0,02 ÷ 0,45
leghe di alluminio	50 ÷ 120	0,02 ÷ 0,50
leghe di magnesio	60 ÷ 150	0,03 ÷ 0,75

scegliere i valori minimi della velocità di taglio e dell'avanzamento per le punte di piccolo diametro, quelli maggiori per le punte di grande diametro.

**Piccolo diametro:  $d < 10 \text{ mm}$ ; grande diametro:  $d > 25 \div 30 \text{ mm}$**

Mediamente si può ritenere  $K_s = (4,8 \div 6) R_m$  per l'acciaio e per gli altri materiali non ferrosi e  $K_s = (4,2 \div 5) R_m$  per la ghisa (tenere presente, nella scelta dei valori, che  $K_s$  diminuisce con l'aumentare del diametro e con il crescere dell'avanzamento).