

Tecnologia Meccanica 1

Note:

- Indicare sul foglio di protocollo: Nome, Cognome, Matricola;
- Non è consentito utilizzare libri o dispense;
- Indicare sempre le ipotesi assunte, le formule di calcolo usate e i risultati numerici ottenuti;
- Qualora necessario, ipotizzare piane le sezioni d'intersezione tra volumi elementari.

QUESITO 1

Un grezzo di fonderia in acciaio è ottenuto attraverso un processo di fonderia in terra verde a partire dal modello rappresentato in Fig.1. Nella definizione del modello non si è tenuto conto di angoli di sformo e raggi di raccordo.

- 1) Identificare la direzione di solidificazione del getto e commentare i rapporti tra i moduli termici ottenuti. Dividere il modello in 4 zone come mostrato in Fig. 2.
- 2) Dimensionare il sistema di alimentazione ($\delta=1.5$, $x=1.3$, $a=0.1$, $b=0.03$, $c=1$).
- 3) Verificare la distanza di alimentazione (distanza max. alimentabile = $6\sqrt{T}$). Nel caso in cui la distanza di alimentazione non sia rispettata, proporre eventuali soluzioni.

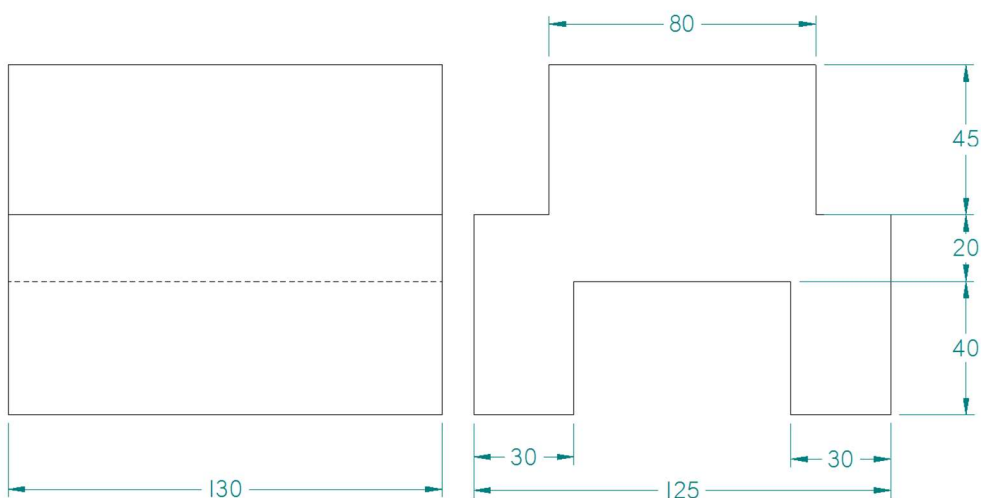


Fig. 1

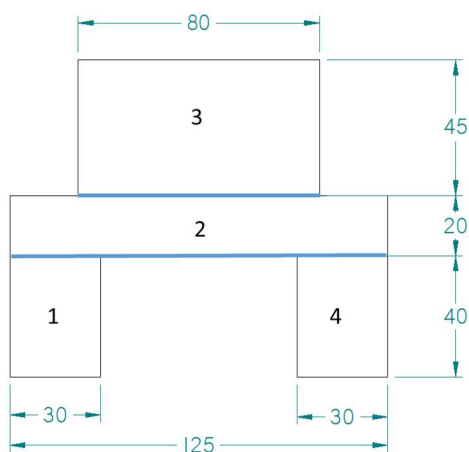


Fig. 2

QUESITO 2

Si deve realizzare una lavorazione di fucinatura a caldo su un grezzo prismatico di sezione quadrata ($p_{media} = \frac{2}{\sqrt{3}} \bar{Y} (1 + \frac{ma}{h})$) di lato $a=400\text{mm}$ e di profondità pari a $b=2500\text{mm}$. L'altezza finale è di 250mm . Il coefficiente di attrito è pari a $m=0.1$ e la tensione di flusso del materiale è $Y=180\text{MPa}$. Ipotizzando che la profondità del pezzo non vari in modo significativo durante il processo, determinare:

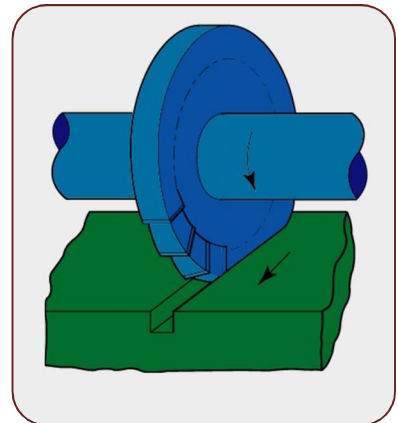
- 1) Le dimensioni della sezione finale.
- 2) La forza necessaria alla pressa per deformare il materiale all'inizio del processo.
- 3) La pressione media e massima di fucinatura quando si è raggiunto lo stato finale del processo.

QUESITO 3

Si deve realizzare la scanalatura di una cava a sezione rettangolare di profondità 10 mm e larghezza 12 mm su una piastra di acciaio C40 ($k_{cs}=1900\text{MPa}$, $x=0.18$) con lunghezza pari a 120 mm , tramite fresatura nella configurazione rappresentata in Figura 1.

Si utilizza una fresa di diametro $D=100\text{mm}$ e con $z=18$ denti che ruota a velocità di 10 rad/sec . La rugosità richiesta nel piano inferiore della cava è pari a $1\text{ }\mu\text{m}$ (R_a) e la potenza disponibile alla rete per la lavorazione è 18 kW ($\eta=80\%$).

- 1) Il processo di fresatura suggerito è:
 - a. Fresatura frontale o periferica?
 - b. In discordanza o in concordanza?
- 2) Determinare, in base alla potenza massima richiesta dal processo, se sia possibile effettuare la lavorazione in una passata o siano necessarie più passate. In tal caso, proporre una soluzione fattibile.
- 3) Per la soluzione determinata al punto 2, calcolare il tempo richiesto alla lavorazione, considerando solo i tempi attivi di taglio. Stimare il ritmo produttivo del processo (parti/minuto).

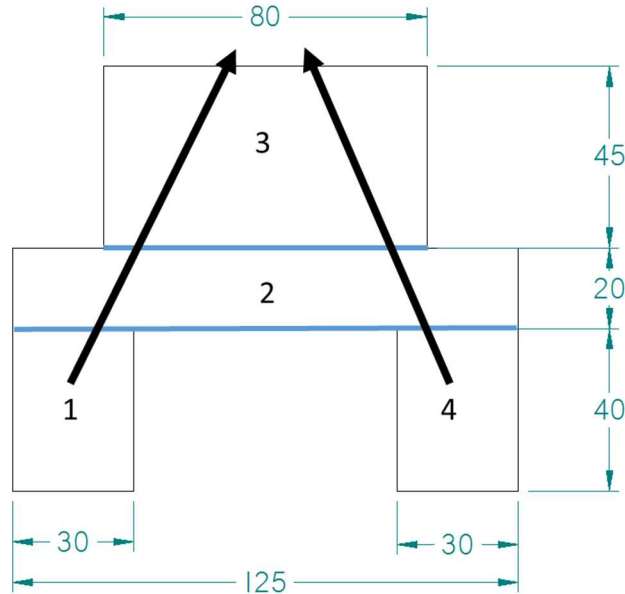


SOLUZIONE

QUESITO 1

Parte 1.

Le zone 1 e 4 sono identiche.



$$M_1 = M_4 = \frac{30 \cdot 40 \cdot 130}{30 \cdot 130 + 30 \cdot 40 \cdot 2 + 130 \cdot 40 \cdot 2} = \frac{156000}{16700} = 9.34 \text{ mm}$$

$$M_2 = \frac{20 \cdot 130 \cdot 125}{(125 - 30 \cdot 2) \cdot 130 + 20 \cdot 130 \cdot 2 + 20 \cdot 125 \cdot 2 + (125 - 80)/2 \cdot 130 \cdot 2} = \frac{325000}{24500} = 13.26 \text{ mm}$$

$$M_3 = \frac{130 \cdot 45 \cdot 80}{80 \cdot 130 + 45 \cdot 130 \cdot 2 + 80 \cdot 45 \cdot 2} = \frac{468000}{29300} = 15.97 \text{ mm}$$

Il rapporto tra i moduli termici risulta $M_2/M_1=1.42$ è elevato mentre il rapporto $M_3/M_2=1.2$ risulta adeguato. Sarà necessario posizionare una materozza in corrispondenza della zona 3 (zona a maggior modulo termico).

Parte 2.

Dal punto precedente si determina la necessità di una materozza che alimenterà tutto il volume.

Materozza zona 1

Utilizziamo Caine per la verifica del volume della materozza:

$$y = \frac{\pi}{4} \frac{M_3^3}{(2 \cdot V_1 + V_2 + V_3)} \frac{(4\delta + 1)^3}{\delta^2} x^3 = 0.97$$

$$y > \frac{a}{x - c} + b = 0.36$$

La materozza ha quindi il volume adeguato. Dimensioniamo il diametro e l'altezza:

$$V_m = y(2 \cdot V_1 + V_2 + V_3) = 1071929 \text{ mm}^3$$

$$D_m = \sqrt[3]{\frac{4 V_m}{\pi \delta}} = 96.9 \text{ mm}$$

$$H_m = \delta D_m = 145.35 \text{ mm}$$

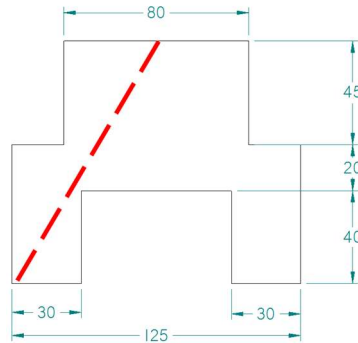
Parte 3.

Il modello è assimilabile ad una barra. Essendo presente effetto di bordo si avrà:

Distanza da alimentare: $\sqrt{(45 + 20 + 40)^2 + (125/2)^2} = 148.66 \text{ mm}$

Distanza di alimentazione: $6\sqrt{T} = 6\sqrt{(20 + 45 + 40)} = 61 \text{ mm}$

La distanza di alimentazione non è rispettata. E' possibile utilizzare un raffreddatore.



QUESITO 2

1- Dimensioni della sezione finale.

Il volume del grezzo è:

$$V = h \cdot l \cdot b = 0.4 \cdot 0.4 \cdot 2.5 = 0.4 \text{ m}^3$$

Noto che $h_{\text{finale}} = 250 \text{ mm}$ e che la profondità del pezzo rimane inalterata, utilizzando la conservazione del volume si ha:

$$l_{\text{finale}} = \frac{V}{b \cdot h_{\text{finale}}} = \frac{0.4}{0.25 \cdot 2.5} = 0.64 \text{ m}$$

2- Forza necessaria alla pressa per deformare il materiale all'inizio del processo.

Si applica la formula derivante dal metodo dello slab nelle condizioni iniziali del processo, dove $a = l/2$:

$$p_{\text{media}} = \frac{2}{\sqrt{3}} Y \left(1 + \frac{ma}{h} \right) = 218.23 \text{ MPa}$$

La forza è pertanto pari a:

$$F = b \cdot l \cdot p_{\text{media}} = 218.23 \text{ N}$$

3- Pressione media e massima di fucinatura quando si è raggiunto lo stato finale del processo.

Anche in questo caso si applica la formula precedente per trovare la pressione media, inserendo però le dimensioni caratteristiche del pezzo finale, cioè $a = 0.32 \text{ m}$.

$$p_{\text{media}} = \frac{2}{\sqrt{3}} Y \left(1 + \frac{ma}{h} \right) = 234.45 \text{ MPa}$$

La pressione è massima in corrispondenza della coordinata $x=0$, cioè dell'asse del pezzo. Il valore di tale pressione è dato da:

$$p_{\text{max,finale}} = \frac{2}{\sqrt{3}} Y e^{\frac{2m}{h}(a-x)} = \frac{2}{\sqrt{3}} Y e^{\frac{2ma}{h}} = 268.48 \text{ MPa}$$

QUESITO 3

La lavorazione è di fresatura periferica in discordanza.

E' richiesto esplicitamente nel testo di usare il modello di potenza massima. In ogni caso, anche analizzando il numero medio di denti in presa:

$$\phi = \arccos \left(\frac{\frac{D}{2} - a_e}{\frac{D}{2}} \right) = 36.87^\circ$$

$$\phi_0 = \frac{360}{Z} = \frac{360}{18} = 20^\circ$$

$$z = \frac{\phi}{\phi_0} = 1.84 < 2 \text{ Potenza massima}$$

Dato R_a ed il raggio dell'utensile, calcolo f_z massimo utilizzabile:

$$f_z = \sqrt{\frac{32 \cdot R \cdot R_a}{1000}} = \sqrt{\frac{32 \cdot 50 \cdot 1}{1000}} = 1.265 \text{ mm/giro}$$

Applico il modello della potenza massima. Primo tagliente:

$$h_1 = f_z \cdot \sin \phi = 1.265 \cdot \sin(36.87) = 0.758 \text{ mm}$$

$$A_1 = h_1 \cdot a_p = 0.35 \cdot 12 = 9.1 \text{ mm}^2$$

$$k_{c,1} = k_{cs} \cdot h_1^{-x} = 1900 \cdot 0.758^{-0.18} = 1997.7 \text{ MPa}$$

$$F_{c,1} = k_{c,1} \cdot A_1 = 1997.7 \cdot 9.1 = 18184 \text{ N}$$

$$M_{c,1} = F_{c,1} \frac{D/2}{1000} = 18184 \frac{100/2}{1000} = 909 \text{ Nm}$$

Secondo tagliente:

$$\theta = \phi - \phi_0 = 36.87 - 20 = 16.87^\circ$$

$$h_2 = f_z \cdot \sin \theta = 1.265 \cdot \sin(16.87) = 0.367 \text{ mm}$$

$$A_2 = h_2 \cdot a_p = 0.367 \cdot 12 = 4.4 \text{ mm}^2$$

$$k_{c,2} = k_{cs} \cdot h_2^{-x} = 1900 \cdot 0.367^{-0.18} = 2275.7 \text{ MPa}$$

$$F_{c,2} = k_{c,2} \cdot A_2 = 2275.7 \cdot 4.4 = 10023.9 \text{ N}$$

$$M_{c,2} = F_{c,2} \frac{D/2}{1000} = 10023.9 \frac{100/2}{1000} = 501.19 \text{ Nm}$$

$$P_{c,totale} = \frac{(M_{c,1} + M_{c,2}) \cdot \omega}{1000} = \frac{(909 + 501) \cdot 10}{1000} = 14.1 \text{ kW}$$

Posto che la potenza disponibile alla rete è 18 kW, la potenza disponibile alla lavorazione è pari a:

$$Potenza_{mandrino} = Potenza_{disponibile} \cdot \eta = 18 \cdot 0.8 = 14.4 \text{ kW}$$

Quindi la lavorazione è eseguibile con una sola passata ai requisiti di rugosità superficiale richiesti. Calcolo tempo di lavorazione per ogni gola:

$$A = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - a_e\right)^2} = \sqrt{a_e(D - a_e)} = 30 \text{ mm}$$

$$n = 60 \cdot \frac{\omega}{2\pi} = 95.49 \text{ giri/min}$$

$$T_m = \frac{L + A}{f_z \cdot n \cdot Z} = 0.069 \text{ min} = 4.14 \text{ s}$$

Ritmo produttivo massimo del processo:

$$TH = \frac{1}{t} = 14.5 \text{ parti/min}$$