

| Matricola | Cognome | Nome |
|-----------|---------|------|
| | | |

Note:

- Indicare sul foglio protocollo: Nome, Cognome, Matricola;
- Non è consentito utilizzare libri o dispense ad eccezione del formulario prestabilito;
- Riportare i risultati richiesti nella "scheda dei risultati"
- Non vi è interdipendenza tra le varie richieste degli esercizi pertanto la risoluzione deve essere adeguata a questa dichiarazione.

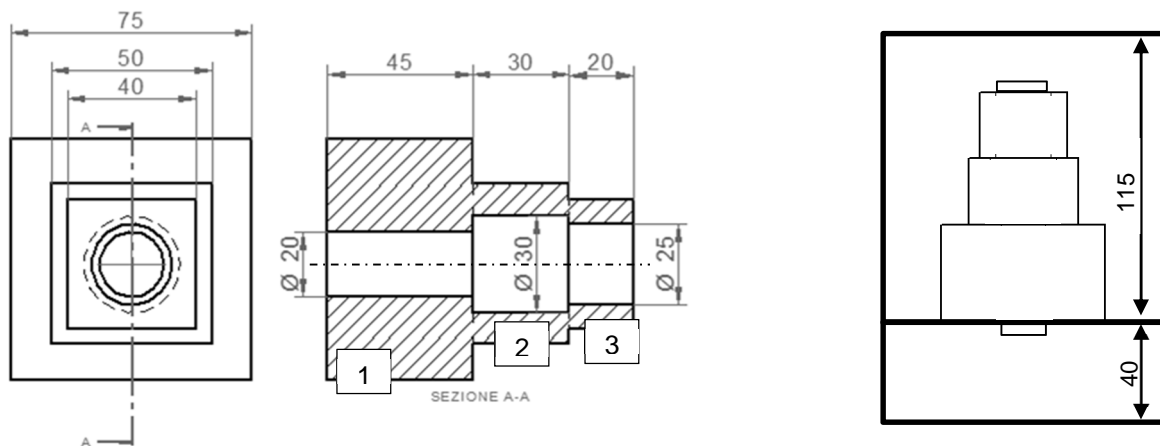
QUESITO 1 (10 punti)

Figura 1. Componente da realizzare e il posizionamento del modello nella forma

Si consideri il componente, in Fig. 1 da realizzare tramite fonderia a verde (sono stati omessi raggi di raccordo e angoli di sforno).

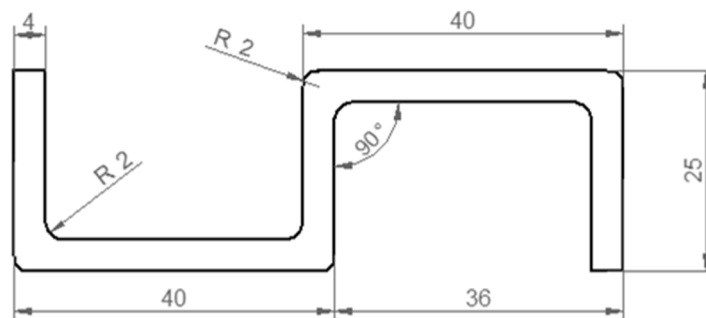
- 1) Calcolare i **moduli termici** del componente, scomponendolo in tre zone (come indicato in Fig. 1)
- 2) Indipendentemente dai risultati ottenuti al punto precedente, si ipotizzi di porre una materozza in corrispondenza di una zona avente $M = 10$ mm. Considerando un volume della cavità da riempire pari a $0,0004 \text{ m}^3$ indicare quale valore tra $\delta = 0,5$ e $\delta = 1$ sia maggiormente conveniente per il dimensionamento della materozza ($a = 0,1$; $b = 0,03$; $c = 1$; $x = 1,25$). Supportare la scelta con calcoli numerici.
- 3) Calcolare la velocità del metallo nella sezione di strizione per un sistema pressurizzato ($c = 0,5$) con colata in sorgente, considerando un tempo di riempimento pari a 15 s ed un volume totale della cavità da riempire pari a $0,0004 \text{ m}^3$.

QUESITO 2 (10 punti)

Si deve realizzare il componente (Fig. 2) in acciaio (proprietà elencate in Tabella 1) con diversi processi di deformazione plastica.

Richieste:

- 1) Valutare la **pressione e la forza richiesta per estrusione diretta** a caldo a 250°C partendo da una barra di acciaio con diametro 85 mm e lunghezza 100 mm ($a = 0,8$; $b = 1,2$)
- 2) Calcolare la **larghezza** della lamiera necessaria per ottenere il pezzo in piegatura. $K_{ba} = \begin{cases} 0,33 & \text{se } R < 2t \\ 0,5 & \text{se } R \geq 2t \end{cases}$
- 3) Calcolare la **forza di piegatura** per un singolo angolo considerando una matrice di piegatura a V con larghezza pari a 40 mm. $K_{bf} = \begin{cases} 1,33 & \text{piegatura V} \\ 0,33 & \text{flangiatura a } 90^\circ \\ 2,5 & \text{piegatura ad U} \end{cases}$



Profondità: 200 mm

Figura 2

Tabella 1

| Materiale | K | n | R_m | Y_f a 250°C |
|--------------------------|---------|------|---------|---------------|
| Acciaio basso %C ricotto | 530 MPa | 0.25 | 300 MPa | 60 MPa |

QUESITO 3 (10 punti)

Si vuole realizzare un foro passante avente diametro 18 mm su un componente in acciaio C40 ($k_{cs} = 1900 \text{ N/mm}^2$, $x = 0,19$) di spessore $t = 40 \text{ mm}$.

Come primo passo, viene realizzato un foro di diametro 17 mm mediante una punta elicoidale. L'avanzamento scelto è pari a $f = 0,2 \text{ mm/giro}$ e l'angolo tra i taglienti della punta elicoidale è pari a $\varepsilon = 120^\circ$.

- 1) Sapendo che la potenza di targa sulla macchina è $P_a = 1,8 \text{ kW}$ e che il rendimento è pari a $\eta = 0,9$, calcolare la **forza di taglio** e il **massimo numero di giri** a cui può essere effettuata la lavorazione.
- 2) Ipotezzando di avere un numero di giri pari a 600 giri/min, indicare il **tempo** impiegato per la realizzazione del foro (si trascurino le extracorse).

Successivamente, viene realizzata l'allargatura del foro per portare il diametro da 17 mm a 18 mm. L'utensile scelto è dotato di $Z = 10$ taglienti, la lavorazione viene eseguita con un avanzamento $f = 0,5 \text{ mm/giro}$ e con una velocità di taglio $v_c = 90 \text{ m/min}$.

- 3) Noto che il rendimento della macchina è pari ad 0,95, calcolate la **forza di taglio sviluppata dal singolo dente**, il **momento totale** e la **potenza macchina** richiesta della lavorazione.

SOLUZIONE

QUESITO 1

1)

1.1)

$$V_1 = 45 * 75^2 - 10^2 * \pi * 45 = 238988 \text{ mm}^3$$

$$S_1 = 2 * (75^2) + 45 * 75 * 4 - 10^2 * \pi + 2 * 10 * \pi * 45 - 50^2 + (15^2 - 10^2) * \pi = 25156 \text{ mm}^2$$

$$M_1 = \frac{V_1}{S_1} = 9,50 \text{ mm}$$

1.2)

$$V_2 = 30 * 50^2 - 15^2 * \pi * 30 = 53794 \text{ mm}^3$$

$$S_2 = 30 * 50 * 4 + 2 * 15 * \pi * 30 + 50^2 - 40^2 = 9727 \text{ mm}^2$$

$$M_2 = \frac{V_2}{S_2} = 5,53 \text{ mm}$$

1.3)

$$V_3 = 20 * 40^2 - 12,5^2 * \pi * 20 = 22183 \text{ mm}^3$$

$$S_3 = 40^2 - \pi * 12,5^2 + 40 * 20 * 4 + 2 * \pi * 12,5 * 20 + (15^2 - 12,5^2) * \pi = 6096 \text{ mm}^2$$

$$M_3 = \frac{V_3}{S_3} = 3,64 \text{ mm}$$

2) Per la scelta del valore di delta bisogna calcolare y_{caine} poi i valori di y ottenuti utilizzando i diversi tipi di delta.

2.1)

$$y_{caine} = \frac{a}{x - c} + b = \frac{0,1}{1,25 - 1} + 0,03 = 0,43$$

2.2)

$$y = \frac{\pi M_p^3 (4\delta + 1)^3}{4 V_p \delta^2} x^3$$

$$y(\delta = 0,5) = \frac{\pi}{4} \frac{10^3}{400000} \frac{(4 \cdot 0,5 + 1)^3}{0,5^2} 1,25^3 = 0,41 < y_{caine}$$

2.3)

$$y(\delta = 1) = \frac{\pi}{4} \frac{10^3}{400000} \frac{(4 \cdot 1 + 1)^3}{1^2} 1,25^3 = 0,48 > y_{caine}$$

2.4)

Quindi conviene utilizzare la materozza con $\delta=1$.

3)

Per la colata in sorgente

$$H_{sorgente} = \left(\frac{\sqrt{115} + \sqrt{(115 - 95)}}{2} \right)^2 = 58 \text{ mm}$$

$$v_2 = c \sqrt{2gH_{sorgente}} = 0,5 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \frac{58}{1000}} = 0,53 \text{ m/s}$$

QUESITO 2

1)

Estrusione diretta a caldo. Il materiale non incrudisce, però bisogna considerare il fattore di forma e l'attrito tra la camera di estrusione e la billetta.

$$A_f = 40 \cdot 25 - 17 \cdot 32 + 4 \cdot 25 = 556 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = \pi \left(\frac{85}{2} \right)^2 = 5674,5 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon = \ln \frac{A_0}{A_f} = 2,33$$

$$C_c = \sqrt{\frac{4 \cdot A_f}{\pi}} \pi = 83,6 \text{ mm}$$

$$C_x = 2 \cdot 23 + 2 \cdot 19 + 17 \cdot 2 + 36 \cdot 2 + 28 \cdot 2 + 2 \cdot 4 + 8 \cdot 2 \cdot \pi/2 = 279,1 \text{ mm}$$

$$K_x = 0,98 + 0,02 \left(\frac{C_x}{C_c} \right)^{2,25} = 1,28$$

$$p = Y_f \left(\left(a + b \ln \frac{A_0}{A_f} \right) + \frac{2L}{D_0} \right) = 60 \left(\left(0,8 + 1,2 \ln \frac{5674,5}{560} \right) + \frac{2 \cdot 100}{85} \right) = 356,4 \text{ MPa}$$

$$F = K_x p A_0 = 2,59 \text{ MN}$$

2)

Bisogna calcolare il margine di allungamento di piegatura che serve per realizzare i 4 angoli a 90°.

$$2 \cdot t = 2 \cdot 4 = 8 > 2 = R \Rightarrow K_{ba} = 0,33$$

$$A_b = 2\pi \frac{\alpha}{360} (R + K_{ba} t) = 2\pi \frac{180 - 90}{360} (2 + 0,33 \cdot 4) = 5,22 \text{ mm}$$

$$l_{tot} = 19 \cdot 2 + 13 + 28 \cdot 2 + 4 \cdot A_b = 128 \text{ mm}$$

3)

Si tratta di una piegatura V, quindi

$$F_t = K_{bf} \cdot \frac{bt^2}{D} R_m$$

$$K_{bf} = 1,33$$

$$F_t = 1,33 \cdot \frac{200 \cdot 4^2}{40} 300 = 31920 \text{ N}$$

QUESITO 3

1)

Per determinare il massimo numero di giri a cui può essere effettuata la lavorazione occorre determinare la coppia e imporre il vincolo sul rispetto della potenza massima.

Si calcola lo spessore di truciolo:

$$h = \frac{f}{2} \sin \left(\frac{\varepsilon}{2} \right) = 0,0866 \text{ mm}$$

Si determina la pressione di taglio:

$$k_c = \frac{k_{cs}}{h^x} = 3024,29 \frac{N}{mm^2}$$

La sezione del truciolo indeformato è pari a:

$$A_D = \frac{f}{2} \frac{D}{2} = 0,85 \text{ mm}^2$$

perciò la forza di taglio risulta:

$$F_c = k_c A_D = 2570,64 \text{ N}$$

La coppia in foratura si calcola come:

$$M_c = 2F_c \frac{D}{4} \frac{1}{1000} = 21,85 \text{ Nm}$$

quindi la velocità di rotazione massima è pari a:

$$\omega_{max} = \frac{P_c^{max}}{M_c} = \frac{P_a \eta}{M_c} = 74,14 \frac{rad}{s}$$

Da cui si deriva un numero di giri della macchina massimo pari a:

$$n_{max} = \frac{60 \omega_{max}}{2\pi} = 708 \frac{giri}{min}$$

2)

Si calcola la velocità di avanzamento:

$$V_f = f \cdot n = 120 \frac{mm}{min}$$

La corsa di entrata della punta elicoidale nel materiale dovuta al tratto conico dell'utensile è pari a:

$$A = 0.5D \tan \left(90 - \frac{\epsilon}{2} \right) = 4,9 \text{ mm}$$

Quindi la durata della lavorazione è pari a:

$$T_m = \frac{t + A}{V_f} = 0,37 \text{ min} = 22,45 \text{ s}$$

3)

Si calcola lo spessore di truciolo:

$$h = \frac{f}{Z} = 0,05 \text{ mm}$$

Si determina la pressione di taglio:

$$k_c = \frac{k_{cs}}{h^x} = 3356,98 \frac{N}{mm^2}$$

La sezione del truciolo indeformato in allargatura è pari a:

$$A_D = \frac{f}{Z} \frac{D_{est} - D_{int}}{2} = 0,025 \text{ mm}^2$$

perciò la forza di taglio è pari a:

$$F_c = k_c A_D = 83,92 \text{ N}$$

La coppia in allargatura si calcola come:

$$M_c = Z \cdot F_c \cdot \frac{\frac{D_{est}}{2} + \frac{D_{int}}{2}}{2} = 7,34 \text{ Nm}$$

Quindi la velocità di rotazione massima è pari a:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = 166,67 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

dunque la potenza richiesta risulta:

$$P_g = \frac{M_c \omega}{\eta} = 1,29 \text{ kW}$$