

Matricola	Cognome	Nome

Note:

- Indicare sulla prima facciata di ogni foglio protocollo e sulla "scheda dei risultati": 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 (11 punti)

Si deve realizzare il componente in Fig. 1 in ghisa con un processo di fonderia a verde.

A) Calcolare i moduli termici delle zone A e B come indicati, e identificare la direzione di solidificazione.

B) A magazzino sono disponibili materozze cilindriche a cielo aperto con un rapporto di forma pari a 0.5. Considerare un volume totale del pezzo pari a 0.0014 m^3 ed un modulo termico della zona dove sarà inserita la materozza pari a 14 mm. Indicare quale rapporto M_m/M_p può essere adottato scegliendo fra 1.25 e 1.35 ($a=0.1$, $b=0.05$, $c=1$).

C) Calcolare in un sistema di colata pressurizzato ($c=0.6$) la velocità nella sezione di strozzatura considerando sia una colata in sorgente ed in piano, come da Fig. 2.

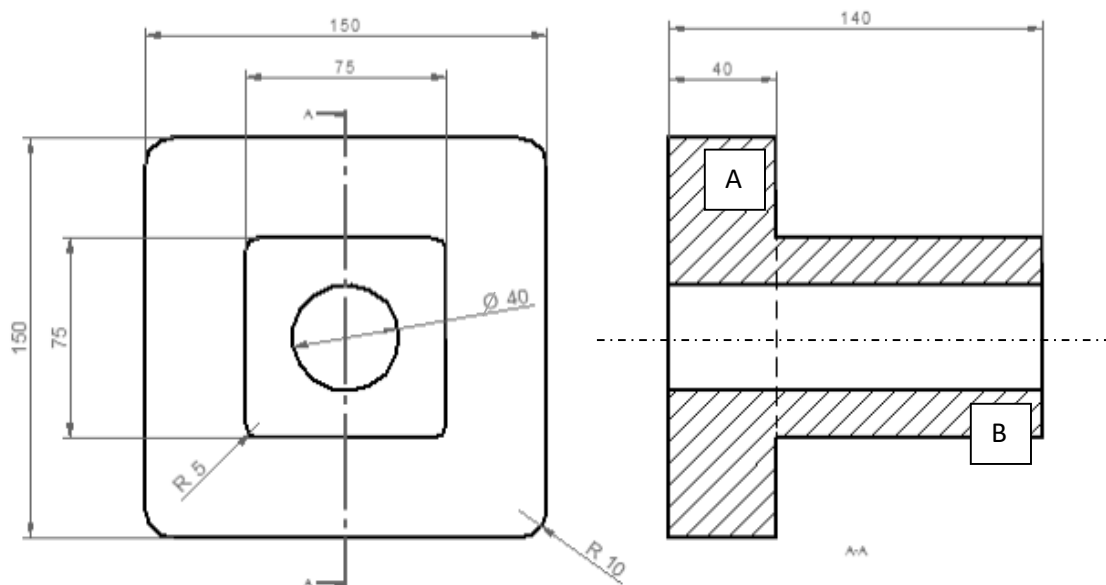


Figura 1. Componente da realizzare tramite la colata in terra.

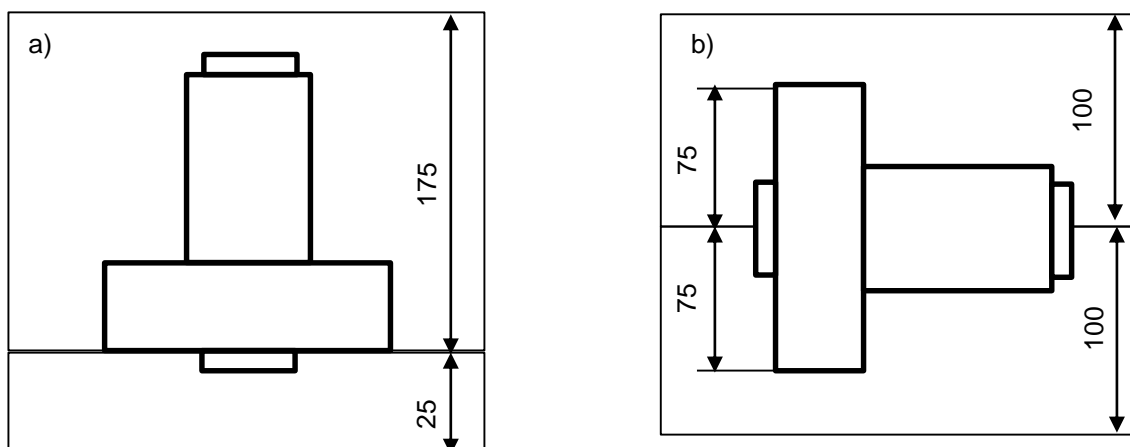


Figura 2. Posizionamento del modello nelle semi staffe. a) colata in sorgente, b) colata in piano.

QUESITO 2 (11 punti)

A) Un massello prismatico di acciaio a basso tenore di carbonio avente $b_e=50$ mm, $l_e=100$ mm, $h_e=70$ mm è sottoposto ad un processo di forgiatura a stampo aperto effettuato a 500°C ($\mu=0.4$). Si deve produrre una riduzione del 30 % sull'altezza.

- Determinare la lunghezza finale del componente
- Calcolare la forza necessaria per effettuare il processo utilizzando il valore di pressione media

B) Il pezzo ottenuto nel punto A), supposto $h_u=50$ mm, $l_u=200$ mm, $b_u=50$ mm, viene laminato a 500°C con rulli da 200 mm di diametro, per ridurre lo spessore a 45 mm. Calcolare la forza minima di laminazione applicata su un singolo rullo che consente la fattibilità del processo.

C) Il pezzo ottenuto nel punto B) deve essere utilizzato per ottenere il profilo dimostrato nella Fig. 3 tramite calibratura. Calcolare il numero minimo dei passaggi con un rapporto di sezioni medio pari a 1.4.

D) Calcolare la pressione massima di estrusione diretta a 500°C per ottenere il profilo nella Fig.3 partendo da una barra cilindrica di 50 mm in diametro e 0.75 m in lunghezza ($a=0.8$, $b=1.2$).

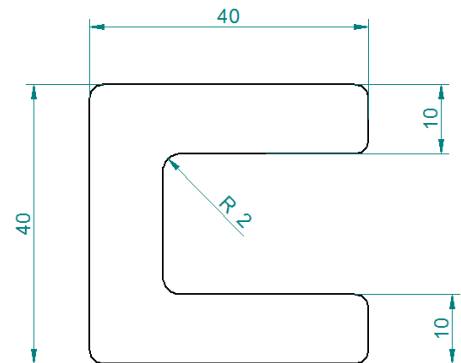


Figura.3. Profilo a C del componente

Tabella 1. Le proprietà meccaniche dell'acciaio a basso tenore di carbonio.

K	n	Y_f a 500°C	R_m
530 MPa	0.26	95 MPa	300 MPa

QUESITO 3 (8 punti)

Si deve eseguire una serie di lavorazioni su una barra cilindrica in acciaio con 50 mm di diametro esterno e 100 mm di lunghezza. Tutte le operazioni si eseguiranno su un tornio dotato di mandrino autocentrante con 3 pinze, ognuna delle quali agisce su di un'area pari a 135 mm² con 10 MPa di pressione. Le caratteristiche del materiale sono $k_{cs} = 1750$ N/mm², $x = 0.15$

- Determinare la forza di foratura per realizzare un foro lungo l'asse della barra con diametro 30 mm e lunghezza 75 mm. Si utilizza una punta elicoidale con $\varepsilon = 120^\circ$, $f = 0.12$ mm/giro, $v_c=150$ m/min,
- Calcolare il tempo di foratura considerando 2 mm di extra corsa.
- Il foro ottenuto in punto A) deve essere allargato per ottenere un diametro 34 mm tramite la tornitura interna (si consideri una singola passata). Calcolare la forza di taglio massima ammissibile considerando $\mu=0.2$.

SOLUZIONE

QUESITO 1

A)

$$V_A = ((150 - 2 * 10)^2 + (150 - 2 * 10) * 10 * 4 + \pi * 10^2) * 40 - \left(\frac{40}{2}\right)^2 * \pi * 40 = 846301 \text{ mm}^3$$

$$S_A = 21157.52 + 5200 * 4 + 628.32 * 4 + 16810.62 + \pi * 40 * 40 = 66308 \text{ mm}^2$$

$$M_A = \frac{V_A}{S_A} = 12.7 \text{ mm}$$

$$V_B = ((75 - 2 * 5)^2 + (75 - 2 * 5) * 5 * 4 + \pi * 5^2) * 100 - \left(\frac{40}{2}\right)^2 * \pi * 100 = 434690 \text{ mm}^3$$

$$S_B = 6500 * 4 + 785.4 * 4 + 4346.9 + 40 * \pi * 100 = 46055 \text{ mm}^2$$

$$M_B = \frac{V_B}{S_B} = 9.43 \text{ mm}$$

La direzione di solidificazione è B->A.

B)

$$y_{\text{caine}} = \frac{a}{x - c} + b = \frac{0.1}{x - 1} + 0.05$$

$$y = \frac{\pi M_p^3 (4\delta + 1)^3}{4 V_p \delta^2} x^3 = \frac{\pi}{4} \frac{14^3}{1400000} \frac{(4 * 0.5 + 1)^3}{0.5^2} x^3$$

$$y_{\text{caine}}(x = 1.25) = 0.45$$

$$y_{\text{caine}}(x = 1.35) = 0.34$$

$$y(x = 1.25) = 0.32$$

$$y(x = 1.35) = 0.40$$

L'unica soluzione dove $y_{\text{caine}} \leq y$ è con $x=1.35$.

C)

Colata in sorgente

$$H_{\text{sorgente}} = \left(\frac{\sqrt{h_1} + \sqrt{(h_1 - b)}}{2}\right)^2 = \frac{\left(\frac{\sqrt{175} + \sqrt{(175 - 140)}}{2}\right)^2}{1000} = 0.091 \text{ m}$$

$$v_2 = 0.6\sqrt{2 * 9.81 * 0.091} = 0.80 \text{ m/s}$$

Colata in piano

$$\sqrt{H_{\text{piano}}} = \frac{1}{\left(\frac{r'}{\sqrt{H_{\text{gravità}}}} + \frac{r''}{\sqrt{H_{\text{sorgente}}}}\right)}$$

$$H_{\text{gravità}} = \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ m}$$

$$H_{sorgente} = \left(\frac{\sqrt{h_1} + \sqrt{(h_1 - b)}}{2} \right)^2 = \frac{\left(\frac{\sqrt{100} + \sqrt{\left(100 - \frac{150}{2}\right)}}{2} \right)^2}{1000} = 0.056 \text{ m}$$

$$\sqrt{H_{piano}} = \frac{1}{\left(\frac{0.5}{\sqrt{0.1}} + \frac{0.5}{\sqrt{0.056}} \right)} = 0.27 \text{ m}$$

$$v_2 = 0.6\sqrt{2 * 9.81 * 0.27^2} = 0.72 \text{ m/s}$$

QUESITO 2

A)

A.1)

$$h_e b_e l_e = h_u b_u l_u$$

$$l_u = \frac{h_e b_e l_e}{h_u b_u} = \frac{70 * 50 * 100}{50 * (1 - 0.3) * 70} = 142.9 \text{ mm}$$

A.2)

$$p_{av} = \frac{2}{\sqrt{3}} Y_f \cdot \left(1 + \frac{\mu l_u}{h_u} \right) = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot 95 \cdot \left(1 + \frac{0.4 \frac{142.9}{2}}{(1 - 0.3) * 70} \right) = 173.7 \text{ MPa}$$

$$F = p_{av} \cdot l_u \cdot b_u = 173.7 * 50 * 142.9 = 1240425 \text{ N} = 1240.4 \text{ kN}$$

B)

Per calcolare la forza minima bisogna calcolare il coefficiente minimo di attrito che consente l'imbocco.

$$\Delta h = \mu^2 R$$

$$\mu = \sqrt{\frac{\Delta h}{R}} = \sqrt{\frac{50 - 45}{\frac{200}{2}}} = 0.22$$

$$L = \sqrt{\Delta h R} = \sqrt{(50 - 45) \cdot 100} = 22.36 \text{ mm}$$

$$p_{av} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot Y_f \cdot \left(1 + \frac{\mu \cdot L}{2 \cdot h_m} \right) = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot 95 \cdot \left(1 + \frac{0.11 \cdot 22.36}{2 \cdot \left(\frac{50 + 45}{2} \right)} \right) = 112.6 \text{ MPa}$$

$$F = p_{av} b L = 125872 \text{ N} = 125.9 \text{ kN}$$

C)

$$A_0 = 50 * 45 = 2250 \text{ mm}^2$$

$$A_n = 1008.6 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{\ln \lambda_t}{\ln \lambda_m} = \frac{\ln A_0 - \ln A_n}{\ln \lambda_m} = \frac{\ln 2250 - \ln 1008.6}{\ln 1.4} = 2.38 \Rightarrow n_{min} = 3$$

D)

$$A_0 = \left(\frac{50}{2} \right)^2 \pi = 1963.5 \text{ mm}^2$$

$$p = Y_f \left((a + b \ln r_x) + 2 \frac{L}{D_0} \right) = 95 \left((0.8 + 1.2 \ln \frac{1963.5}{1008.6}) + 2 \frac{750}{50} \right) = 3002 \text{ MPa}$$

QUESITO 3

A)

$$A_D = \frac{D}{2} \cdot \frac{f}{2} = \frac{30}{2} * \frac{0.12}{2} = 0.9 \text{ mm}^2$$
$$k_c = \frac{1750}{\left(\frac{f}{2} \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}\right)^x} = \frac{1750}{\left(\frac{0.12}{2} \cdot \sin \frac{120}{2}\right)^{0.15}} = 2727 \text{ MPa}$$
$$F_c = k_c A_D = 2454 \text{ N}$$

B)

$$n = \frac{v_c}{\pi D} = \frac{150}{\pi \cdot 0.030} = 1592 \frac{\text{giri}}{\text{min}}$$
$$v_f = n \cdot f = 0.12 * 1592 = 0.191 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$
$$A = 0.5D \tan\left(90 - \frac{\varepsilon}{2}\right) = 0.5 * 30 \tan\left(90 - \frac{120}{2}\right) = 8.66 \text{ mm}$$
$$T_m = \frac{t + A + e_i}{v_f} = \frac{75 + 8.66 + 2}{191} = 0.45 \text{ min} = 27 \text{ s}$$

C)

$$M_c < M_r$$
$$F_c \cdot \frac{D_f}{2} < z \mu p A \frac{D_0}{2}$$
$$F_{c,max} = z \mu p A \frac{D_0}{2} \frac{2}{D_f} = 3 * 0.2 * 135 * 10 \frac{50}{2} \frac{2}{34} = 1191 \text{ N} = 1.191 \text{ kN}$$