

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 (10 punti)

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

A) Indicare il piano di separazione (PdS) che si intende utilizzare motivando adeguatamente la scelta.

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

C) Calcolare per un sistema di colata pressurizzato ($c=0.6$) la sezione del singolo attacco S_A (numero attacchi: 2) nel caso in cui la velocità del metallo nella sezione di strozzatura sia pari a 0.5 m/s, il tempo di riempimento sia pari a 24s e il volume da riempire sia pari a 1000000 mm³.

D) A magazzino sono disponibili 4 attacchi triangolari ognuno con sezione pari a 18 mm². Nell'ipotesi di usare la velocità del metallo nella sezione di strozzatura ed il volume al punto C), calcolare il tempo effettivo di riempimento.

E) Si ipotizzi di utilizzare un sistema di colata in gravità. Si valuti l'altezza dal pelo libero tenendo in considerazione i dati forniti al punto C).

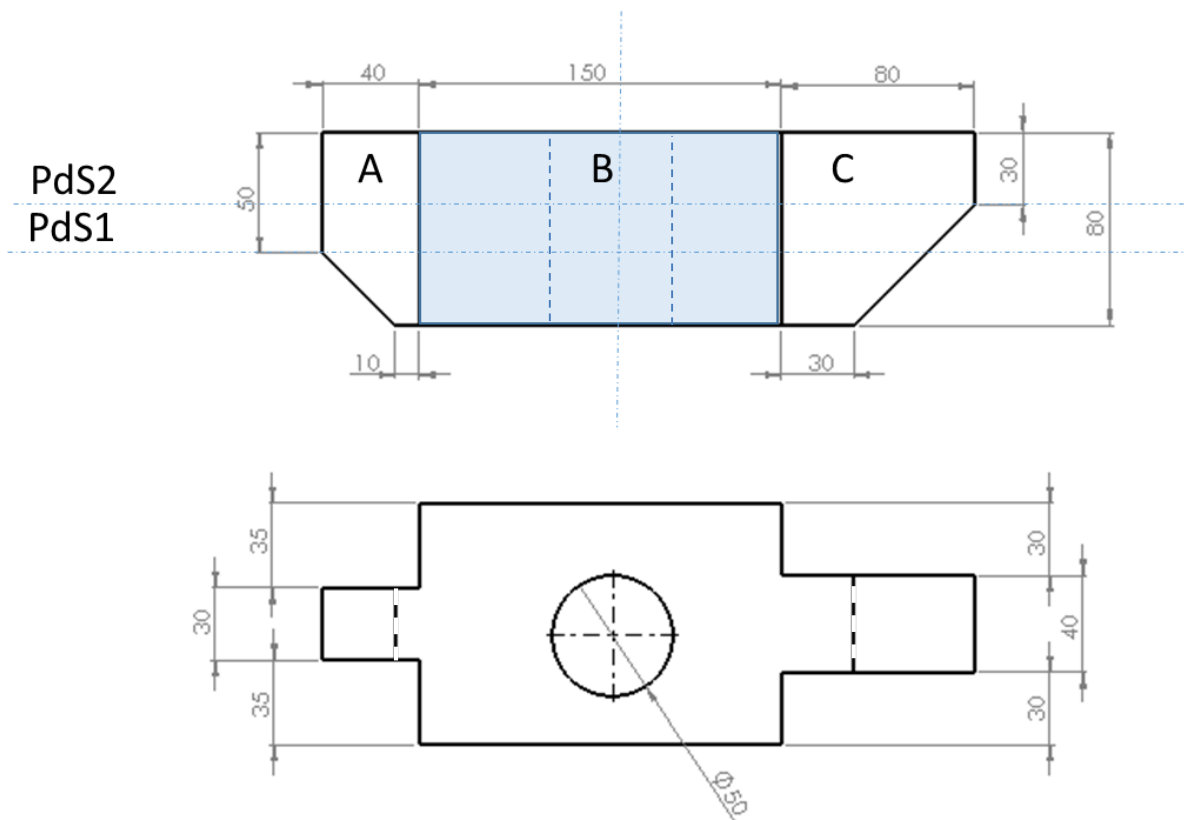


Figura 1

QUESITO 2 (10 punti)

A) Una bramma di acciaio avente $b_e=200\text{mm}$, $h_e=10\text{mm}$, $l_e=1\text{m}$, $R_m=300\text{MPa}$, $\sigma=500\epsilon^{0.25}$, è sottoposta a un processo di laminazione a caldo ($Y_f=80\text{MPa}$, $\mu=0.25$, $R=0.15\text{m}$) a valle del quale $h_u=5\text{mm}$.

- Determinare la lunghezza finale del componente nell'ipotesi che la variazione di larghezza, non trascurabile, segua la legge di Sedlaczeck.
- Sapendo che la potenza disponibile per ciascun rullo è pari a 200kW , determinare la velocità massima di rotazione dei rulli in giri/min. Si consideri una larghezza finale del laminato pari a 205mm .

B) Il laminato ottenuto nel punto A), supposto $h_u=5\text{mm}$, $l_u=2\text{m}$, $b_u=193\text{mm}$, viene tranciato per l'ottenimento di quadrati di lato $l=120\text{mm}$. Determinare, in base alla forza richiesta, l'angolo di inclinazione α del punzone sapendo che la forza massima disponibile è pari a 450kN .

C) Il tranciato ottenuto al punto B) viene piegato di 45° . Sapendo che la dimensione dell'apertura della matrice è pari a 80mm , calcolare la forza necessaria.

$$K_{bf} = \begin{cases} 1,33 \text{ piegatura } V \\ 0,33 \text{ flangiatura a } 90^\circ \\ 2,5 \text{ piegatura ad } U \end{cases}$$

QUESITO 3 (10 punti)

Si deve eseguire una lavorazione di spianatura di una piastra di acciaio di dimensioni $400 \times 100 \times 60 \text{ mm}^3$ ($L \times B \times H$) mediante fresatura periferica per portarla ad un'altezza finale di 52mm . La lavorazione viene eseguita ponendo l'asse della fresa lungo la dimensione B. Si ha a disposizione una fresa a denti dritti ($\kappa_{re}=90^\circ$) di diametro pari a 60 mm , in HSS, con $z=9$ denti ed una macchina con potenza di targa pari a 10kW , con rendimento pari a 0.8 . Ipotizzando di eseguire la lavorazione in un'unica passata con una velocità di taglio pari a 20 m/min e sapendo che il materiale presenta $K_{cs}=1850\text{N/mm}^2$ e che $x=0.17$:

- A) Determinare l'avanzamento per dente massimo per avere una potenza inferiore a quella disponibile.
- B) Determinare la rugosità totale e la rugosità media della superficie ottenuta nell'ipotesi che l'avanzamento per dente sia pari $0.1 \text{ mm} \cdot \text{giro/dente}$.
- C) Calcolare velocità di avanzamento e tempo di processo della lavorazione in oggetto nell'ipotesi che l'avanzamento per dente sia pari $0.1 \text{ mm} \cdot \text{giro/dente}$.

SOLUZIONE

QUESITO 1

A)

Il piano di divisione 1 non è ammissibile in quanto presenterebbe sottosquadro.

B)

$$V_A = 40 * 50 * 30 + 10 * 30 * (80 - 50) + \frac{(80 - 50)(40 - 10)}{2} * 30 = 82500 \text{ mm}^3$$

$$S_A = 40 * 50 * 2 + \frac{(80 - 50)(40 - 10)}{2} * 2 + 10 * (80 - 50) * 2 + 10 * 30 + 50 * 30 + 40 * 30 + 30 * \sqrt{(80 - 50)^2 + (40 - 10)^2} = 9772.79 \text{ mm}^2$$

$$M_A = \frac{V_A}{S_A} = 8.44 \text{ mm}$$

$$V_B = 150 * 80 * (30 + 40 + 30) - \pi(50/2)^2 * 80 = 1042920 \text{ mm}^3$$

$$S_B = 150 * 80 * 2 + 150 * (30 + 40 + 30) * 2 + (30 + 40 + 30) * 80 * 2 - 2\pi(50/2)^2 + \pi 50 * 80 - 80 * 30 - 80 * 40 = 73039 \text{ mm}^2$$

$$M_B = \frac{V_B}{S_B} = 14.28 \text{ mm}$$

$$V_C = 80 * 30 * 40 + 30 * (80 - 30) * 40 + \frac{(80 - 30)(80 - 30)}{2} * 40 = 206000.00 \text{ mm}^3$$

$$S_C = 80 * 30 * 2 + \frac{(80 - 30)(80 - 30)}{2} * 2 + 30 * (80 - 30) * 2 + 30 * 40 + 80 * 40 + 30 * 40 + 40 * \sqrt{(80 - 30)^2 + (80 - 30)^2} = 18728.42 \text{ mm}^2$$

$$M_C = \frac{V_C}{S_C} = 10.99 \text{ mm}$$

L'ultima zona a solidificare è B. Direzioni di solidificazione A->B e C->B

C)

$$A_A = \frac{V}{T_{MF} v} = 83.33 \text{ mm}^2$$

$$S_A = \frac{A_A}{n_A} = 41.66 \text{ mm}^2$$

D)

$$T_{MFeff} = \frac{V}{S_A n_A v} = 27.78 \text{ s}$$

E)

$$h_l = \left(\frac{v}{c}\right)^2 \frac{1}{2g} = 0.04 \text{ m}$$

QUESITO 2

A)

La lunghezza finale è pari a:

$$\Delta h = h_e - h_u = 5 \text{ mm}$$

$$L = \sqrt{R \Delta h} = 27.38 \text{ mm}$$

$$\Delta b = \frac{\Delta h}{6} \sqrt{\frac{R}{h_e}} = 3.22 \text{ mm}$$

$$b_u = \Delta b + b_e = 203.22 \text{ mm}$$

$$l_u = \frac{h_e l_e b_e}{h_u b_b} = 1.97 \text{ m}$$

La pressione media di laminazione è:

$$h_m = \frac{h_e + h_u}{2} = 7.5 \text{ mm}$$

$$p_{av} = \frac{2}{\sqrt{3}} Y_f \left(1 + \frac{\mu L}{2h_m} \right) = 134.53 \text{ MPa}$$

Il numero di giri considerando $b_u=205\text{mm}$ è:

$$b_m = \frac{b_e + b_u}{2} = 202.5 \text{ mm}$$

$$F_{av} = p_{av} b_m L = 746.1 \text{ kN}$$

$$M = \frac{F_{av} L}{2} = 10216.61 \text{ Nm}$$

$$n = \frac{60 \omega P}{2\pi M} = 186.93 \text{ giri / min}$$

B)

La forza massima richiesta con punzone orizzontale è pari a:

$$F_{\max} = 0.8 R_m h_e l_{est} = 0.8 * 300 * 5 * 120 * 4 = 576 \text{ kN}$$

L'inclinazione del punzone è pari a:

$$F'_{\max} (H + h_e) = F_{\max} h_e$$

$$H = h_e \left(\frac{F_{\max}}{F'_{\max}} - 1 \right) = 5 \left(\frac{576e3}{450e3} - 1 \right) = 1.4 \text{ mm}$$

$$\alpha = \text{atan} \frac{H}{D} = 0.67^\circ$$

C)

La forza di piegatura è:

$$Ft = k_{bf} \frac{b h_e^2}{D} R_m = 1.33 \frac{120 * 5^2}{80} 300 = 14.96 \text{ kN}$$

QUESITO 3

A)

L'avanzamento per dente massimo è quello che permette di rispettare il vincolo di potenza. L'angolo di lavoro ϕ è pari a:

$$\phi = \arccos \left(1 - \frac{2a_e}{D} \right) = 0.747 \text{ rad}$$

Il numero medio di denti in presa è pari a:

$$z = \frac{\phi}{2\pi} \cdot Z = 1.07$$

Pertanto si deve calcolare la potenza massima in funzione dell'avanzamento e, ponendo uguale la potenza massima a quella disponibile, si può trovare l'avanzamento massimo.

Nella condizione più critica (potenza massima) il primo dente si trova ad un angolo θ_1 pari a ϕ . Il momento di taglio sarà pari a:

$$M_{c,1} = K_{cs} \cdot a_p \cdot \text{sen}(\theta_1)^{1-x} \cdot f_z^{1-x} \cdot \frac{D}{2 \cdot 1000} = 4029.08 \cdot f_z^{1-x}$$

Il secondo dente si trova ad un angolo θ_2 pari a $\phi - 2\pi/Z = 0.0494$ rad. Il momento di taglio per questo dente è pari a:

$$M_{c,2} = K_{cs} \cdot a_p \cdot \text{sen}(\theta_2)^{1-x} \cdot f_z^{1-x} \cdot \frac{D}{2 \cdot 1000} = 457.42 \cdot f_z^{1-x}$$

Sommando i due momenti di taglio si ottiene:

$$M_c = M_{c,1} + M_{c,2} = 4486.51 \cdot f_z^{1-x}$$

la velocità angolare ω è pari a:

$$\omega = \frac{2 \cdot 1000 \cdot v_c}{D \cdot 60} = 11.1 \text{ rad / s}$$

Eguagliando la potenza richiesta alla potenza disponibile (avanzamento massimo) si ottiene:

$$P_c = \frac{M_c \cdot \omega}{\eta} = 6231264 f_z^{1-x}$$

Pertanto, nota la potenza della macchina P_c , l'avanzamento per dente massimo risulta pari a 0.1103 mm/dente_giro.

B)

La rugosità si può calcolare considerando la formula valida per operazioni di fresatura periferica.

$$R_t = \frac{1000 \cdot f_z^2}{8 \cdot R} = 0.04 \mu m$$

$$R_a = \frac{1}{4} R_t = 0.01 \mu m$$

C)

Per calcolare la durata dell'operazione si determina la velocità di avanzamento:

$$v_f = n \cdot f_z \cdot Z = 95.49 \text{ mm/min}$$

La durata della lavorazione è pari a:

$$T = \frac{L + \sqrt{a_e(D - a_e)}}{v_f} = 4.4 \text{ min}$$