Tecnologia Meccanica 1 **23 09 2016**

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 consegnato in aula.
- Riportare i risultati richiesti nella "scheda dei risultati".
- Nel caso di dubbi, fare le ipotesi necessarie per la soluzione e riportarle dietro la scheda dei risultati.

QUESITO 1 (12 punti)

Il componente rappresentato in *Figura 1* è in acciaio (ρ = 7.86 kg/dm^3) e deve essere realizzato per fonderia in terra.

A) Calcolare i moduli termici delle zone 1, 2 e 3 come indicate e, in base ai risultati ottenuti, dire se è opportuno realizzare i fori mediante il processo di fonderia.

B) Per l'alimentazione del getto si utilizza una materozza cilindrica posizionata sulla zona 2. Ipotizzando che il volume del getto sia pari a 14*10^6 mm^3, che il modulo termico della zona 2 sia *M2* = 29 mm e che *X* =1.3, scegliere e dimensionare la materozza più efficiente tra quelle con δ = 0.5, 1, 1.5. Si indichi il valore di *Y* ottenuto per la materozza selezionata. [*a* = 0.1, *b* = 0.03, *c* = 1]

C) Nell'ipotesi di utilizzare come piano di separazione il piano la cui traccia è indicata con A-A in Fig. 1, si dica se è possibile ottenere una velocità di colata accettabile (velocità limite = 1 m/s) scegliendo una staffa di altezza tale per cui la materozza impiegata per alimentare il getto sia a cielo aperto. Si considerino un volume del getto pari a 14*10^6 mm^3, una materozza con altezza = 300 mm (altezza del colletto trascurabile) e volume = 5*10^6 mm^3 e un coefficiente delle perdite di carico *c* = 0.5. Nel computo della velocità, considerare il volume della materozza.

D) Si vuole realizzare un sistema di colata pressurizzato con S_c:S_d:S_a= 2:1.4:1, composto da 1 canale di colata, 2 canali distributori e 4 attacchi di colata. Si calcolino le sezioni dei singoli canali, nell'ipotesi che il volume totale da colare sia pari a 18*10^6 mm^3, che il tempo di riempimento della forma sia 40 secondi e che la velocità di colata sia 0.8 m/s.

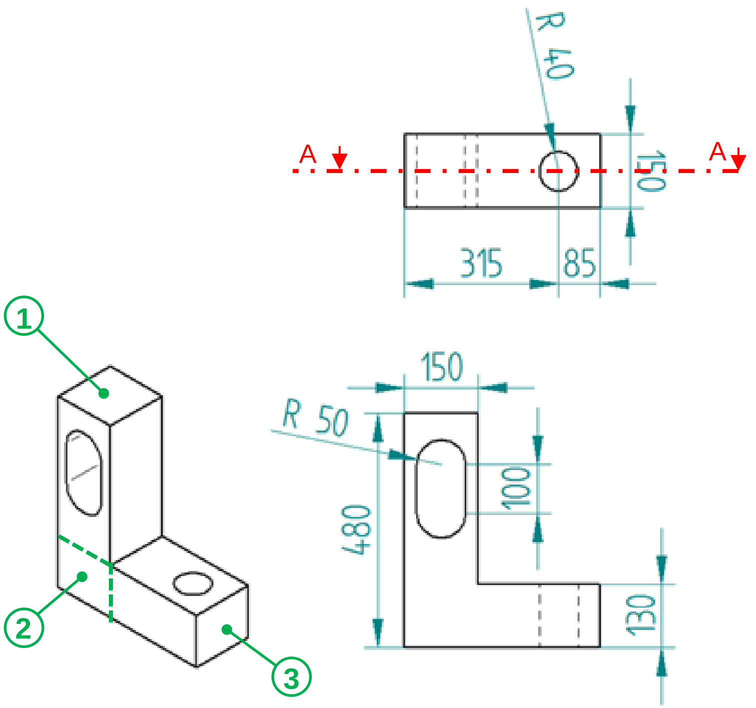

Figura 1. Componente da realizzare tramite fonderia in terra [dimensioni in mm].

QUESITO 2 (8 punti)

Si vuole realizzare una lavorazione di trafilatura a freddo per portare 60 m di filo di acciaio (K = 300 MPa; n = 0.5) di diametro pari a d_i = 5 mm ad un diametro finale pari a d_f = 3.5 mm. Si utilizza una filiera con angolo di inclinazione pari a α = 20° e viene stimato un coefficiente di attrito pari a μ = 0.2.

A) Verificare la realizzabilità della lavorazione con un unico stadio di trafilatura.
B) Determinare la forza ideale di trafilatura.
C) Determinare la forza reale di trafilatura, ipotizzando $\overline{Y}_f$ = 180 MPa.
D) Determinare il lavoro totale speso nel processo se la forza reale è uguale a 2 kN.

QUESITO 3 (10 punti)

Si realizzano delle lavorazioni di fresatura frontale mediante un utensile con le seguenti caratteristiche:

D [mm]	Z	κ_{re}	r_ε	$k_{c0,4}$ [MPa]	x	n [Taylor]	C [Taylor]
30	3	45°	0.8	2000	0.21	0.2	150

A) Verificare se è possibile eseguire la lavorazione illustrata in *Figura 2* in un'unica passata, con i seguenti parametri: f_z = 0.2 mm/giro, v_c = 160 m/min e sapendo che il centro di lavoro a disposizione ha: $P_{\text{elettrica nom}}$ = 15 kW, n_{max} = 3000 giri/min, η = 0.9.

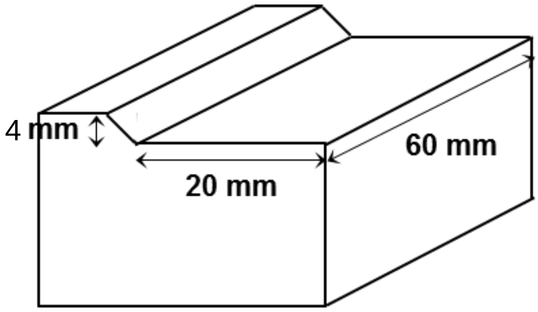

Figura 2: Spianatura realizzata mediante fresatura frontale.

B) Ipotizzando di eseguire una spianatura con la fresa completamente impegnata nel materiale, calcolare la velocità di taglio che permette di lavorare esattamente 50 parti adottando f_z = 0.3 mm/giro.

C) Qualora si adotti lo stesso avanzamento del punto precedente, qual è la rugosità media ottenibile?

SOLUZIONE

QUESITO 1

A)

$$V_1 = 150 \cdot 150 \cdot (480 - 130) - (100 \cdot 100 + \pi \cdot 50^2) \cdot 150 = 5196903 \text{ mm}^3$$

$$S_1 = 150 \cdot 150 + 4 \cdot 150 \cdot (480 - 130) - 2 \cdot (100 \cdot 100 + \pi \cdot 50^2) + 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 150 + 2 \cdot 100 \cdot 150 = 273916 \text{ mm}^2$$

$$M_1 = \frac{V_1}{S_1} = 18.97 \text{ mm}$$

$$V_2 = 150 \cdot 150 \cdot 130 = 2925000 \text{ mm}^3$$

$$S_2 = 2 \cdot 130 \cdot 150 + 150 \cdot 150 + 150 \cdot 130 = 81000 \text{ mm}^2$$

$$M_2 = \frac{V_2}{S_2} = 36.11 \text{ mm}$$

$$V_3 = (315 + 85 - 150) \cdot 130 \cdot 150 - \pi \cdot 40^2 \cdot 130 = 4221549 \text{ mm}^3$$

$$S_3 = 130 \cdot 150 + 2 \cdot 130 \cdot (315 + 85 - 150) + 2 \cdot 140 \cdot (315 + 85 - 150) - \pi \cdot 40^2 \cdot 130 + 2 \cdot \pi \cdot 40 \cdot 130 = 183019 \text{ mm}^2$$

$$M_3 = \frac{V_3}{S_3} = 23.07 \text{ mm}$$

I rapporti tra i moduli termici delle parti adiacenti sono:

$$\frac{M_2}{M_1} = 1.9 \quad , \quad \frac{M_2}{M_3} = 1.57$$

quindi non è opportuno realizzare i due fori mediante il processo di fonderia, ma bisognerà crearli entrambi successivamente.

B)

$$Y_{Caine} = \frac{a}{x - c} + b = \frac{0.1}{1.3 - 1} + 0.03 = 0.36$$

$$\delta = 0.5 \quad \Rightarrow \quad Y = \frac{\pi}{4} \frac{M_p^3}{V_p} \frac{(4\delta + 1)^3}{\delta^2} X^3 = 0.32$$

$$\delta = 1 \quad \Rightarrow \quad Y = 0.38$$

$$\delta = 1.5 \quad \Rightarrow \quad Y = 0.46$$

In generale, una materozza è più efficiente quanto minore è il suo volume, dato che ciò implica minor scarto di materiale nel processo. Tra le materozze proposte, quella con δ = 0.5 non può essere scelta perché non permette di ottenere un getto sano, in quanto la Y corrispondente è minore della Y_{Caine}. La materozza da scegliere è, quindi, quella con δ = 1.

Di conseguenza, le dimensioni della materozza sono:

$$V_m = Y \cdot V_p = 5260463 \text{ mm}^3$$

$$D_m = \sqrt[3]{\frac{4}{\pi} \frac{V_m}{\delta}} = 189 \text{ mm} = H_m$$

C)

Affinchè la materozza sia a cielo aperto, bisogna scegliere una staffa di altezza 375 mm. Quindi:

$$H_{gravità} = 375 \text{ mm}$$

$$H_{sorgente} = \left(\frac{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_1 - b}}{2} \right)^2 = 93.75 \text{ mm}$$

$$r' = \frac{V_{sotto}}{V_{tot}} = \frac{V_p/2}{V_p + V_m} = 0.37$$

$$r'' = \frac{V_{sopra}}{V_{tot}} = \frac{V_p/2 + V_m}{V_p + V_m} = 0.63$$

$$H_{piano} = \frac{1}{\left(\frac{r'}{\sqrt{H_{gravità}}} + \frac{r''}{\sqrt{H_{piano}}} \right)^2} = 140.87 \text{ mm}$$

$$v = c\sqrt{2gH_{piano}} = 0.83 \text{ m/s}$$

Dato che v < 1m/s, la staffa scelta permette di ottenere una velocità accettabile.

D)

Le sezioni complessive delle varie parti del sistema di colata sono pari a:

$$S_A = \frac{V}{T \cdot v} = 562.50 \text{ mm}^2$$

$$S_D = 1.4 \cdot S_A = 787.50 \text{ mm}^2$$

$$S_C = 2 \cdot S_A = 1125 \text{ mm}^2$$

quindi i singoli canali di ogni tipologia devono avere sezione:

$$A_A = S_A / 4 = 140.63 \text{ mm}^2$$

$$A_D = S_D/2 = 393.75 \text{ mm}^2$$

$$A_C = S_C = 1125 \text{ mm}^2$$

QUESITO 2

A)

Imponendo la condizione limite sul rapporto massimo di trafilatura si determina il valore di r=(A_i-A_f)/A_i massimo ammissibile:

$$r_{\max} = 1 - \frac{1}{e^{n+1}} = 0.776$$

Si calcolano le aree iniziali e finali:

$$A_i = \pi \cdot \left(\frac{D_i}{2} \right)^2 = 19.634 mm^2$$

$$A_f = \pi \cdot \left(\frac{D_f}{2} \right)^2 = 9.62 mm^2$$

Il valore minimo di A_f ammissibile in uno stadio di trafilatura è quindi pari a:

$$A_f = A_i \cdot (1 - r_{\max}) = 4.38 mm^2$$

Pertanto, con l'obiettivo di ottenere un filo di diametro pari a d_f=3.5 mm, il processo è realizzabile in un unico stadio.

B)

Per il calcolo della forza ideale è necessario calcolare la deformazione desiderata, la tensione di flusso media per il materiale che ha incrudimento e lo sforzo di trazione nella sezione di uscita.

$$\varepsilon = \ln\left(\frac{A_i}{A_f}\right) = 0.713$$

$$\bar{Y} = \frac{K \cdot \varepsilon^n}{n+1} = 168.92 MPa$$

$$F_{ID} = \bar{Y}_f \cdot \varepsilon \cdot A_f = 1159 N$$

C)

Per derivare la forza reale è necessario calcolare il diametro medio e la lunghezza della superficie di contatto del pezzo con la matrice.

$$D = \frac{(D_i + D_f)}{2} = 4.25 mm$$

$$L_C = \frac{D_i - D_f}{2 \cdot sen(\alpha)} = 2.19 mm$$

$$F_{reale} = \bar{Y}_f \cdot A_f \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\tan\alpha}\right) \cdot \phi \cdot \ln\left(\frac{A_i}{A_f}\right) = 2019.7 N$$

D)

Per derivare il lavoro è necessario moltiplicare la forza per la lunghezza di uscita del pezzo.

$$L_f = L_i \cdot \frac{A_i}{A_f} = 122.4 m$$

$$Lavoro = F_{reale} \cdot L_f = 0.245 MJ$$

QUESITO 3

A)

Per calcolare la potenza di taglio, bisogna innanzitutto determinare l'angolo d'impegno della fresa e il numero medio di denti in presa:

$$\phi = 90° + arcsen\left(\frac{a_e - D_1/2}{D_1/2}\right) = 90° + arcsen\left(\frac{20 - 15}{15}\right) = 109{,}47°$$

$$\phi_0 = \frac{2\pi}{Z} = \frac{2\pi}{3} = 120°$$

$$z = \frac{\phi}{\phi_0} = 0{,}91 < 2$$

Si deve quindi utilizzare l'approccio alla potenza massima.

$$h_{max} = f_z \cdot sen(\kappa_{re}) = 0.2 \cdot sen(45°) = 0.14\ mm$$

$$k_c = \frac{k_{c0,4} 0{,}4^x}{h_{max}^x} = 2488.02\ MPa$$

$$F_c = k_c \cdot h_{max} \cdot \frac{a_p}{sen(\kappa_{re})} = 1990.42\ N$$

$M_c = F_c \cdot D/2 = 29.86\ Nm$

$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi D} = 1697.65\ \ giri/min < 3000\ giri/min$ ✓

$$P_c = \frac{M_c \cdot \omega}{\eta} = \frac{M_c}{\eta}\frac{2\pi n}{60} = 5.9\ kW < 15\ kW$$ ✓

Quindi la lavorazione può essere eseguita in un'unica passata.

B)

La velocità di taglio da utilizzare nella lavorazione va ricavata facendo ricorso alla formula di Taylor per l'usura:

$$C = v_c T^n$$

Si devono poi ricordare le relazioni seguenti (si indica qui il numero di giri del mandrino con *N* per evitare confusione con *n*, esponente sperimentale nell'equazione di Taylor):

$$v_c = \frac{\pi D N}{1000} \quad , \quad T_m = \frac{corsa}{Z f_z N}$$

L'ipotesi sul tempo di vita dell'utensile impone che $T = 50 \cdot T_m$, quindi si ottiene:

$$C = v_c \left(\frac{50 \cdot corsa}{Z f_z N}\right)^n$$

$$C = v_c \left(\frac{50 \cdot corsa}{Z f_z}\frac{\pi D}{1000 v_c}\right)^n$$

$$C = v_c{}^{1-n} \left(\frac{50 \cdot corsa}{Z f_z}\frac{\pi D}{1000}\right)^n$$

$$v_c = \sqrt[1-n]{\left(\frac{Z f_z}{50 \cdot corsa}\frac{1000}{\pi D}\right)^n \cdot C}$$

Poiché nel caso in esame:

$$corsa = L + A = L + \frac{D}{2} = 75\ mm$$

si ha allora:

$$v_c = 117.92\ \ m/min$$

C)

La rugosità media è pari a:

$$R_a = 1000 \frac{f_z^2}{32 r_\varepsilon} = 3.52\ \mu\text{m}$$