

ARGOMENTO Dimensionamento di alberi e di perni

RIFERIMENTO Volume 3, Capitoli 5 e 6

Lo schema di Fig. 1 rappresenta un albero per motore elettrico che deve trascinare una puleggia calettata ad un'estremità.

L'albero del rotore è sostenuto, negli appoggi A e B, da due perni, uno intermedio tra rotore e puleggia ed uno all'estremità opposta rispetto alla puleggia. Il rotore e la puleggia siano calettati sull'albero tramite linguette.

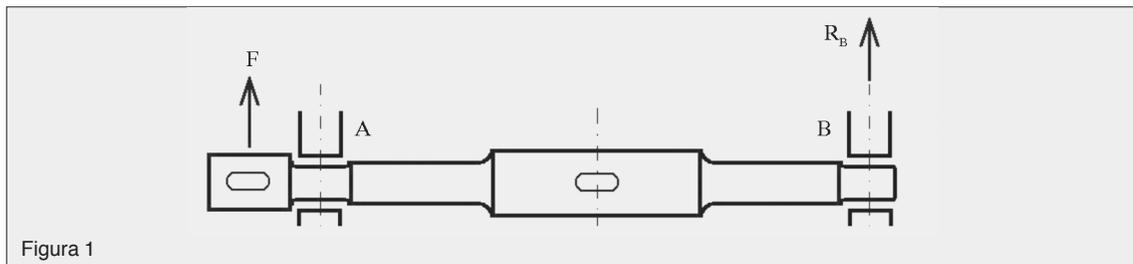


Figura 1

Si considerino i seguenti elementi di calcolo:

- peso del motore: $Q = 300 \text{ daN}$;
- potenza da trasmettere: $P = 12 \text{ kW}$;
- regime di rotazione: $n = 400 \text{ giri/min}$;
- tiro della cinghia della puleggia: $F = 700 \text{ daN}$;
- interasse perni: $l = 500 \text{ mm}$

Il candidato, accompagnando il calcolo con considerazioni tecniche congrue e coerenti, dopo aver scelto un acciaio da cementazione per l'albero ed aver fissato con motivati criteri ogni altro parametro o elemento di calcolo eventualmente mancante e necessario, determini:

- i diametri delle sezioni dell'albero in corrispondenza di motore e puleggia;
- a propria scelta, il diametro della sezione del perno intermedio o di quello di estremità.

Dimensionamento dell'albero

Un dato mancante nel testo è la posizione della puleggia; supporremo ragionevolmente che la puleggia sia calettata alla distanza di 100 mm dal perno A; in tal caso le reazioni agli appoggi valgono:

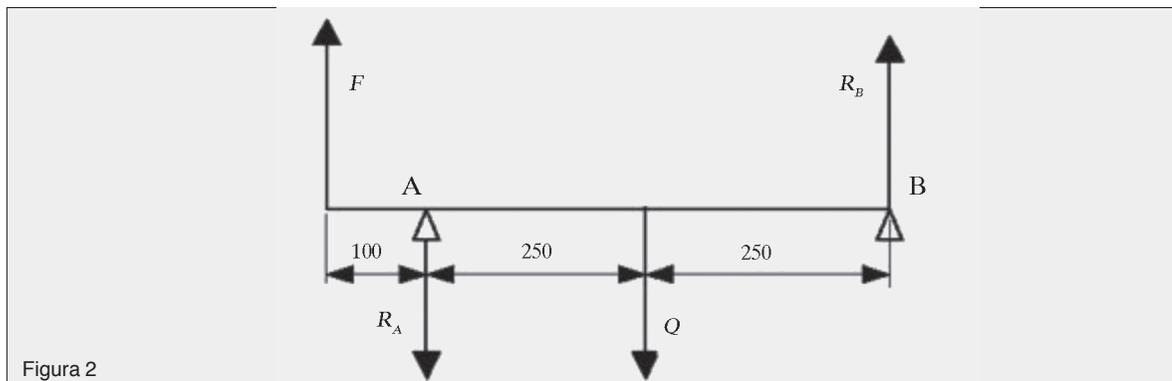


Figura 2

Per l'equilibrio rispetto a B:

$$R_A = \frac{F \cdot (100 + 500) - Q \cdot 250}{500} = \frac{7000 \cdot (100 + 500) - 3000 \cdot 250}{500} = 6900 \text{ N}$$

Per l'equilibrio rispetto ad A:

$$R_B = \frac{F \cdot 100 + Q \cdot 250}{500} = \frac{7000 \cdot 100 + 3000 \cdot 250}{500} = 2900 \text{ N}$$

Per verifica:

$$R_B = R_A + Q - F = 6900 + 3000 - 7000 = 2900 \text{ N}$$

Il momento torcente, conoscendo la potenza da trasmettere e il regime di rotazione, è:

$$M_t = 9549,3 \cdot \frac{P}{n} = 9549,3 \cdot \frac{12}{400} \cong 286,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Il momento flettente è:

$$\text{in A: } M_{fA} = F \cdot 0,1 = 7000 \cdot 0,1 = 700 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\text{in Q: } M_{fQ} = R_B \cdot 0,25 = 2900 \cdot 0,25 = 725 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Fra gli acciai da cementazione (richiesta del testo) si sceglie un acciaio UNI EN 10084 C10 (vedi tab.20 a pg. 367 del Manuale), che dopo cementazione ha un carico di rottura minimo $R = 540 \text{ N/mm}^2$.

Tenendo conto dei fenomeni di fatica consideriamo un coefficiente di sicurezza pari a 9, ottenendo quindi le seguenti sollecitazioni ammissibili:

$$\sigma_{am} = \frac{R}{9} = \frac{540}{9} = 60 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{am} = \frac{\sigma_{am}}{\sqrt{3}} = \frac{60}{\sqrt{3}} \cong 34,6 \text{ N/mm}^2$$

Dimensionamento dell'albero in corrispondenza della puleggia.

In corrispondenza della puleggia il momento flettente è nullo, e l'albero sarà sottoposto soltanto a sollecitazione di torsione, considerando come sempre trascurabile la sollecitazione di taglio.

Il diametro dell'albero in corrispondenza della puleggia dovrà essere quindi:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot \tau_{am}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 286\,500}{\pi \cdot 34,6}} \cong 35 \text{ mm}$$

Si adotta un diametro pari a quello minimo più due volte la profondità della cava sull'albero, necessaria all'alloggio della chiavetta.

Se la profondità della cava fosse di 5,5 mm, il diametro dell'albero dovrebbe essere: $D = 35 + 5,5 + 5,5 = 46 \text{ mm}$.

Dalla tabella 30 a pg.670 del Manuale si verifica che, per alberi con diametro da 44 a 50 mm, si deve usare una chiavetta UNI6607 (chiavetta diritta) di dimensioni nominali $b=14$ e $h=9$ mm, con profondità della cava sull'albero proprio di 5,5 mm.

Diametro dell'albero e dimensioni della sezione di chiavetta sono quindi state identificate.

La lunghezza minima della chiavetta si determina considerando che essa è sollecitata a taglio sulla sezione

media $b \times l$; la sollecitazione media unitaria di taglio vale approssimativamente: $\tau_m = \frac{2 \cdot M_t}{d \cdot b \cdot l}$;

Quindi assumendo un valore di τ_{am} pari a 34,6 N/mm² si determina il valore di l :

$$l = \frac{2 \cdot M_t}{\tau_{am} \cdot d \cdot b} = \frac{2 \cdot 286\,500}{34,6 \cdot 46 \cdot 14} \cong 25,7 \text{ mm}$$

Si adotterà quindi la lunghezza unificata di 28 mm.

Dimensionamento dell'albero in corrispondenza del rotore

In corrispondenza del calettamento del rotore agiscono invece sull'albero due sollecitazioni, una di torsione e l'altra di flessione (il taglio come al solito si considera trascurabile); si dimensiona quindi la sezione a flesso-torsione secondo il criterio di Von Mises, considerando il momento flettente ideale:

$$M_{f(id)} = \sqrt{M_f^2 + \frac{3}{4} \cdot M_t^2} = \sqrt{725^2 + \frac{3}{4} \cdot 286,5^2} \cong 766,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Il diametro di calettamento è:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{f(id)}}{0,1 \cdot \sigma_{am}}} = \sqrt[3]{\frac{766\,300}{0,1 \cdot 60}} \cong 50 \text{ mm}$$