

**ARGOMENTO** Albero di trasmissione, sistemi di calettamento

**RIFERIMENTO** Volume 3, Capitoli 5 e 8

Il tema riguarda la disciplina DISEGNO, PROGETTAZIONE E ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE; proponiamo qui la parte dello svolgimento che coinvolge contenuti del corso di meccanica, macchine ed energia.

**Il candidato svolga la prima parte della prova e risponda a due dei quesiti proposti nella seconda parte.**

**PRIMA PARTE**

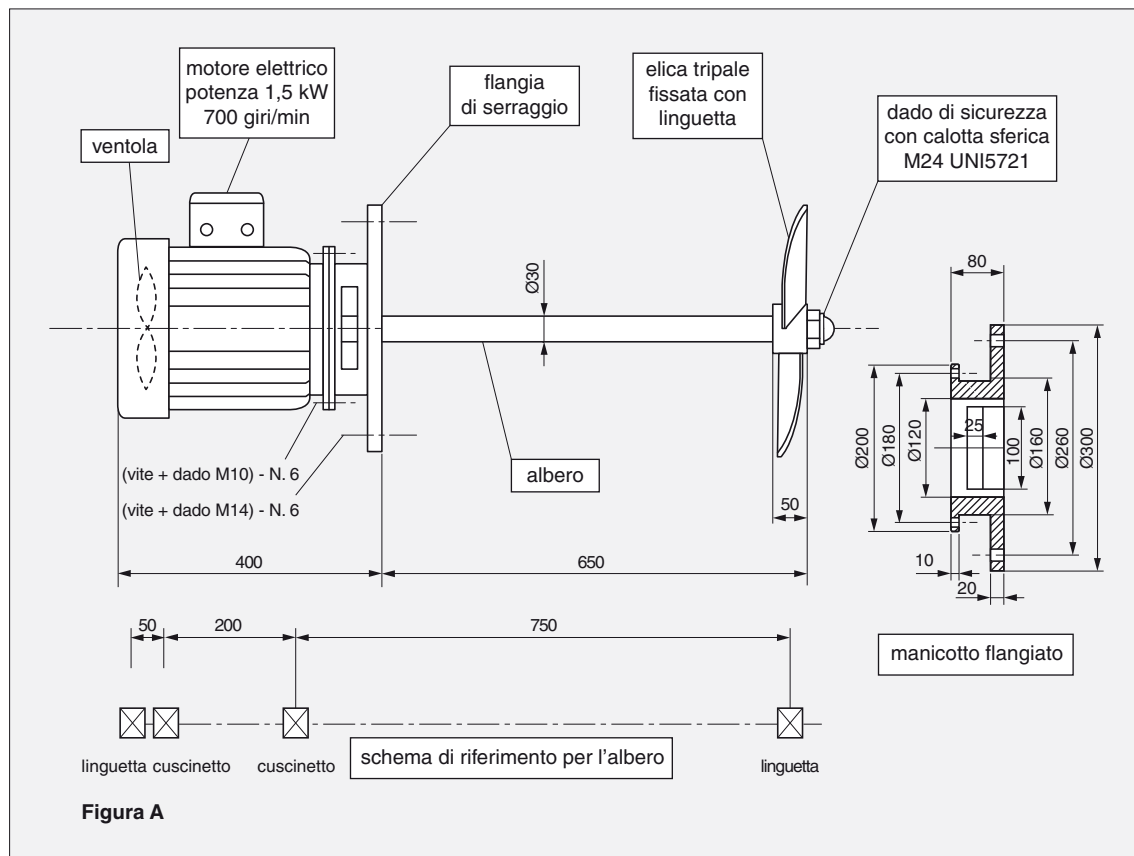
Un'azienda nazionale che produce componenti per l'industria chimica, alimentare e di depurazione delle acque riceve una commessa per la realizzazione di 200 agitatori meccanici verticali costituiti da motore elettrico, albero, elica tripale e manicotto di serraggio a un idoneo supporto.

Per la produzione si chiede di fare riferimento al disegno di massima allegato (figura A), ove sono indicate le caratteristiche di funzionamento e alcune dimensioni di ingombro. Il committente fa presente che gli agitatori verranno impiegati per liquidi corrosivi a bassa densità.

Il candidato, facendo riferimento allo schema proposto, ai dati di targa del motore e a quanto altro ritenga necessario considerare:

- a) effettui la verifica dimensionale dell'albero sulla base della quale indirizzerà la scelta dei materiali più idonei all'utilizzo richiesto;
- b) completi il disegno dello stesso considerando sia i collegamenti previsti sia gli alloggiamenti dei cuscinetti e della ventola del motore;
- c) completi altresì il disegno del manicotto flangiato rappresentandolo nelle viste da lui ritenute più significative;
- d) effettui il ciclo di lavorazione del manicotto flangiato indicando la successione delle fasi, gli utensili, le attrezzature e gli strumenti di misura utilizzati.

Lo sviluppo della parte grafica dovrà essere comprensivo di smussi e raccordi, della quotatura completa e delle tolleranze, nonché dei gradi di lavorazione previsti.



**Figura A**

## SECONDA PARTE

- 1) Il candidato effettui il ciclo di lavorazione dell'albero dell'agitatore indicando la successione delle fasi, gli utensili, le attrezzature e gli strumenti di misura, nonché il quantitativo di materiale necessario per l'intera commessa, tenendo conto che si possono utilizzare barre commerciali da 4 o 6 metri e che occorre stimare la situazione più conveniente sulla base degli scarti di lavorazione previsti in relazione al tipo di macchine utensili utilizzate.
- 2) Il candidato descriva come si caratterizza una produzione per commessa e quale è la differenza rispetto a una produzione per magazzino e/o di serie.
- 3) Il candidato descriva qual è il criterio che utilizzerrebbe per la scelta dei parametri di taglio nelle lavorazioni alle macchine utensili indicate nel ciclo produttivo prescelto.
- 4) Il candidato ipotizzi l'assetto planimetrico (layout) dell'impianto per il tipo di lavorazioni necessarie a evadere l'intera commessa, con indicazione delle zone di lavoro in cui saranno realizzati e/o assemblati i vari componenti utilizzati nella produzione degli agitatori meccanici.

### Svolgimento della prima parte

*L'unica parte del problema che riguarda la nostra disciplina di studio è la domanda a) della prima parte, ossia la verifica dell'albero di trasmissione, e a questo ci limiteremo.*

Il testo della prova dice chiaramente che per l'agitatore è previsto un montaggio in verticale, con il manicotto flangiato a un opportuno sistema di staffaggio.

Dovendo lavorare in ambienti corrosivi si è ipotizzato l'utilizzo di un acciaio inox X5CrNi1810, che ha un carico di rottura  $R = 650 \text{ N/mm}^2$ .

I carichi, con l'agitatore verticale con l'elica verso il basso, sono, oltre al momento torcente, tutti verticali; eventuali forze laterali che si possono sviluppare nel funzionamento dell'agitatore si considerano trascurabili; si sceglierà un coefficiente di sicurezza elevato, per l'eventualità che esse siano presenti.

Quindi l'albero di trasmissione è sollecitato contemporaneamente sia a torsione sia a trazione.

Calcoliamo dapprima il momento torcente. Il momento torcente da trasmettere è uguale alla potenza (1,5 kW) divisa per la velocità angolare, che vale:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{2\pi \cdot 700}{60} \cong 73,3 \text{ rad/s}$$

Quindi

$$M_t = \frac{1500}{73,3} \cong 20,4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

La sezione più critica dell'albero può essere considerata quella in corrispondenza dell'elica, dove l'albero ha diametro inferiore; infatti dal disegno si deduce che in tale sezione l'albero ha un diametro resistente di 30 mm, ridotto per la profondità della cava per la linguetta di accoppiamento.

Tale profondità, essendo la linguetta da utilizzare per diametri di 30 mm di dimensioni  $10 \times 8 \text{ mm}$ , sarà pari a 5 mm; quindi il diametro resistente sarà pari a 25 mm.

Si calcolano poi le due tensioni relative alla torsione e alla trazione. Per la torsione il momento torcente è noto, pari a  $20,4 \text{ N} \cdot \text{m}$ . Si calcola

$$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{\pi \cdot 25^3}{16} \cong 3068 \text{ mm}^3$$

quindi risulta:

$$\tau = \frac{M_t}{W_t} = \frac{20\,400}{3068} \cong 6,65 \text{ N/mm}^2$$

Per la trazione il carico non è noto, perché dipende dal peso dell'elica (che sarà abbastanza piccolo) e soprattutto dalla spinta che essa esercita. Ipotizzando un peso di 100 N e una spinta assiale 50 volte superiore (valore

molto elevato) e rivolta nella stessa direzione del peso, per un carico totale a trazione di 5100 N, la tensione assiale risulta

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{5100}{(\pi \cdot 25^2)/4} \cong 10,4 \text{ N/mm}^2$$

Combinando le due tensioni con la formula di Von Mises si calcola una tensione ideale pari a

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{10,4^2 + 3 \cdot 6,67^2} \cong 15,5 \text{ N/mm}^2$$

Se si considera un coefficiente di sicurezza pari a 8, la tensione ammissibile risulta

$$\sigma_{am} = \frac{650}{8} \cong 81 \text{ N/mm}^2$$

quindi largamente superiore alla tensione ideale calcolata. La sezione risulta pertanto verificata.