

M296 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE

CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzo: MECCANICA

Tema di: DISEGNO, PROGETTAZIONE ED ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE
(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “SIRIO”)

Il tamburo di un verricello ad asse orizzontale, sul quale si avvolge una fune metallica, presenta un diametro pari a 300 mm e una lunghezza di 600 mm; esso è realizzato con due dischi, saldati sull'albero e con un tamburo cilindrico saldato su essi. L'albero, che risulta essere solidale al tamburo, è sostenuto da due supporti con l'interposizione di cuscinetti a strisciamento e presenta un'estremità per il collegamento al gruppo riduttore.

Facendo riferimento ad a un carico massimo di sollevamento pari a 20 kN, il candidato, dopo aver scelto con giustificati criteri tutti i dati occorrenti, esegua:

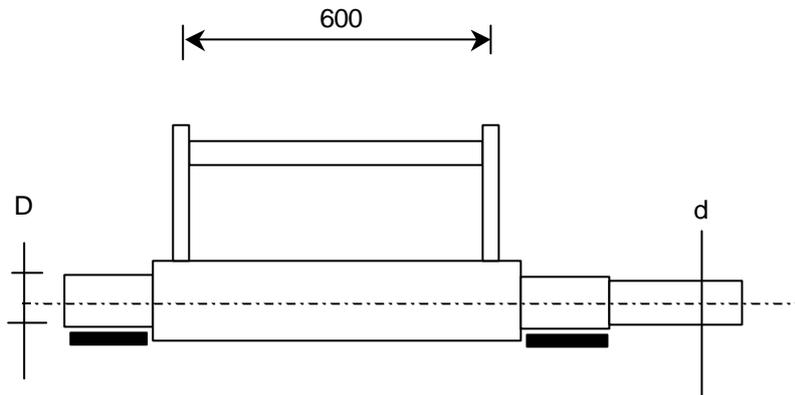
- a) il dimensionamento dell'albero e dei perni relativi ai supporti, limitando la pressione specifica a valori compatibili con i materiali utilizzati;
- b) il disegno di fabbricazione dell'albero, completo di tolleranze e gradi di rugosità superficiali;
- c) il ciclo di lavorazione dell'albero.

Durata massima della prova: 8 ore.

È consentito soltanto l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

Schema dell'albero porta-tamburo



Dimensionamento dell'albero

Dallo schema sopra rappresentato (in cui è visualizzato solo metà tamburo) appare evidente che il momento flettente agente sull'albero è trascurabile rispetto al momento torcente. La forza applicata dalla fune si scarica infatti sull'albero in corrispondenza dei due dischi di testata, a loro volta saldati quasi in prossimità dei supporti.

Pertanto un calcolo di massima potrebbe essere condotto dimensionando a sola torsione l'estremità collegata al gruppo riduttore.

Ritenuto di utilizzare un acciaio C40 bonificato, si può fare affidamento su di una tensione di torsione massima¹ pari a:

$$\tau_{amm} \cong 60 \text{ N/mm}^2$$

Il diametro dell'estremità risulta pertanto pari a:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16M_t}{\pi \cdot \tau_{amm}}} \cong \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 20000 \cdot 150}{\pi \cdot 60}} \cong 63 \text{ mm (diametro unificato UNI 6937-68)}$$

Il diametro D può essere posto pari a 70 mm

La lunghezza del perno può essere posta pari a D

La pressione specifica massima² risulta pertanto pari a:

$$p \cong \frac{20000}{60 \cdot 60} \cong 5.5 \text{ N/mm}^2$$

ben al di sotto dei valori massimi consentiti.

Il diametro massimo D_{max} dell'albero è condizionato dalla possibilità di realizzare uno spallamento adeguato in corrispondenza dei due perni. Secondo il Manuale Colombo tale diametro può porsi pari a:

$$D_{max} \cong D + 2 \cdot (0.07 \cdot D + 3) \cong 86 \text{ mm}$$

Il diametro D_{max} potrà essere poi posto pari a 85 mm per ragioni di unificazione (vedi disegno)

¹ Il valore della tensione ammissibile deve tenere conto sia degli eventuali effetti di intaglio sia di eventuali sovraccarichi di tipo dinamico sia infine di eventuali carichi radiali.

² Per ragioni di sicurezza si considera agente sul perno il carico massimo sollevabile. Non è assicurato infatti che il carico sia centrato assialmente sul tamburo.

Disegno dell'albero (punti critici)

1. possibile partenza da una barra $\Phi 85$ h 11 UNI 468-70
2. imporre una tolleranza di concentricità tra le sedi dei due perni;
3. porre una tolleranza h7-h8 sui diametri dei perni e m6-m7 sull'estremità dell'albero collegabile con il riduttore;
4. conformare l'estremità dell'albero secondo UNI 6937-67 prevedendo un foro da centro a 60° con fondo filettato;
5. limitare eventualmente la rugosità massima sulle sedi dei perni (0.6-0.8);
6. assicurare una lunghezza di linguetta pari a circa due diametri.

Ciclo di lavoro (punti critici)

1. data la lunghezza considerevole dell'albero, lavorare con lunetta e tra le punte (mai a sbalzo);
2. eseguire tutte le operazioni di sgrossatura prima della bonifica;
3. prevedere smussi e raccordi;
4. controllo dimensionale prima della bonifica;
5. esecuzione bonifica, sabbiatura, controllo assenza screpolature, controllo durezza, raddrizzatura dell'albero e infine controllo dimensionale;
6. esecuzione delle operazioni di finitura;
7. controllo finale

Critiche alla soluzione proposta sul Corriere e qui di seguito riportata:

1. l'analisi dei carichi non è coerente con lo schema proposto dalla traccia. Non è lecito considerare l'albero come una trave appoggiata e sottoposto ad un carico concentrato applicato in mezzzeria;
2. se è vero che i perni di estremità non sono soggetti a momento torcente è pur vero che il perno contiguo all'estremità dell'albero accoppiabile al riduttore NON è un perno di estremità bensì un perno intermedio: pertanto è sottoposto a torsione.
3. gli spallamenti dei cuscinetti paiono francamente sovradimensionati;
4. il diametro dell'estremità d'albero risulta troppo esiguo.

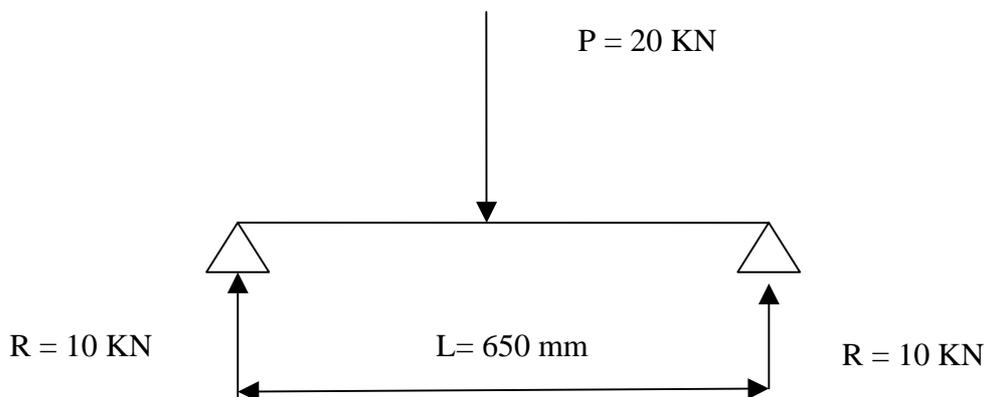
ESAME DI STATO 2006/07

INDIRIZZO MECCANICA

TEMA DI : DISEGNO, PROGETTAZIONE ED ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE

Dimensionamento albero

Utilizziamo come materiale per l'albero un acciaio non legato da bonifica UNI EN 10083 C40, carico di rottura R_m 600÷750 MPa e come materiale dei cuscinetti a strisciamento bronzo pressione ammissibile $p_{am} = 15\div30$ MPa.



Il dimensionamento dell'albero si effettua a flessotorsione.

Il calcolo viene eseguito a flessione considerando un momento flettente ideale M_{fi} che tenga conto della torsione M_t e della flessione M_f .

L'ipotesi di von Mises determina il momento flettente ideale con la relazione

$$M_{fi} = \sqrt{M_f^2 + 0.75 M_t^2}$$

e il diametro dell'albero d si calcola con la relazione:

$$d = \sqrt[3]{32M_{fi}/\pi\sigma_{amf}}$$

dove σ_{amf} rappresenta la tensione ammissibile a fatica del materiale.

la σ_{amf} può essere calcolata con la relazione:

$$\sigma_{amf} = R_m/8\div10$$

con R_m carico di rottura del materiale.

Si utilizza quindi una $\sigma_{amf} = 750/10 = 75$ MPa

Dato il massimo carico di sollevamento applicato in mezzaria di 20kN

$$M_t = P \times D/2 = 20.000 \times 0.150 = 3000 \text{ Nm}$$

ed il momento flettente, nell'ipotesi di una distanza degli appoggi di 650 mm,

$$M_f = R \times L/2 = 10000 \times 0,325 = 3250 \text{ Nm}$$

pertanto il momento flettente ideale $M_{fi} = 4160$ Nm

e il diametro dell'albero $d = 83$ mm.

I perni di estremità non sono sollecitati a torsione ma solo a flessione dal carico sul cuscinetto. Il perno viene equiparato ad una trave incastrata ad un estremo e caricata in mezzzeria dalla forza R.

Il calcolo del diametro si esegue imponendo che

$$\sigma_{amf} = 5R/d^2 \times L/d$$

il valore L/d è funzione del tipo di applicazione e del tipo di materiale del cuscinetto.

Per apparecchi di sollevamento e materiale bronzo il valore L/d è 0.8÷1.8

Adottando un rapporto pari ad 1, il diametro del perno risulta:

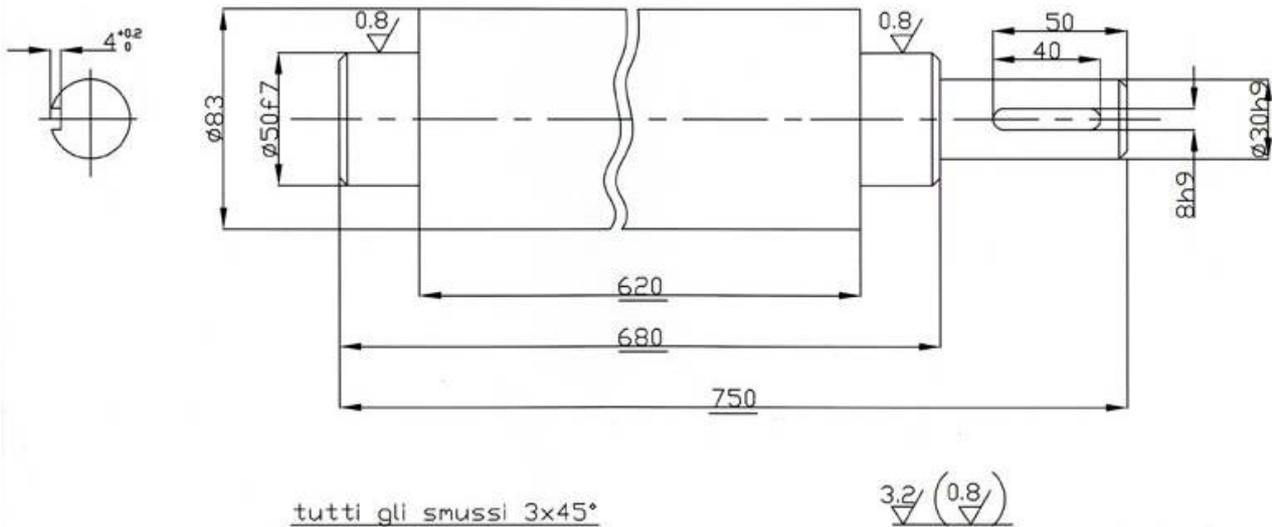
$$d = \sqrt{5R/\sigma_{amf}} \times L/d = 26 \text{ mm}$$

si arrotonda ad un valore di d = 30 mm e L = 30 mm

verifica a pressione

$$p = R/d \times L \leq p_{am}$$

$$p = 10000/30 \times 30 = 11.1 \text{ MPa} \leq p_{am}$$



ciclo di lavorazione

grezzo di partenza barra laminata UNI EN 10083 C40 $\Phi = 90 \text{ mm}$ L = 760 mm

fase	operazione	macchina	Utensili /attrezzi
10	Intestatura	Tornio CN	Utensile a placchetta
20	Tornitura cilindrica da $\Phi 90$ a $\Phi 83$ l=660 mm	Tornio CN	Utensile a placchetta
30	Tornitura cilindrica da $\Phi 83$ a $\Phi 50$ F7 l=30 mm	Tornio CN	Utensile a placchetta
40	Esecuzione smusso 3x45°	Tornio CN	Utensile a placchetta
50	Girare pezzo	Tornio CN	Utensile a placchetta
60	Intestatura	Tornio CN	Utensile a placchetta

70	Tornitura cilindrica da $\Phi 83$ a $\Phi 50$ f7 l=100 mm	Tornio CN	Utensile a placchetta
80	Tornitura cilindrica da $\Phi 50$ a $\Phi 30$ h9 l=70 mm	Tornio CN	Utensile a placchetta
90	Esecuzione 2 smussi 3x 45°	Tornio CN	Utensile a placchetta
100	Esecuzione sede linghetta	Centro CN	Fresa a candela

Strumento di controllo: calibro e micrometro centesimale.

Prof. Giuseppe Tripiciano

Prof. Fabio Mancini

Docenti di Meccanica, Itis Maxwell, Milano