

ESAME DI STATO 2012/2013

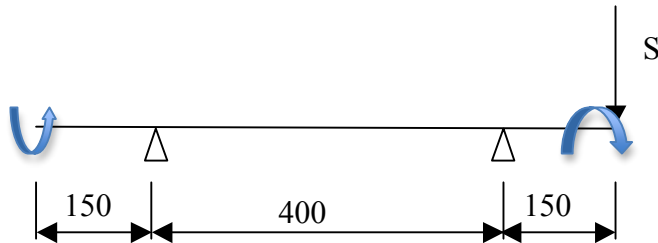
INDIRIZZO MECCANICA

TEMA DI: DISEGNO, PROGETTAZIONE, ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE

Dimensionamento dell'albero

L'albero rappresentato nell'allegato può essere assimilato ad una trave su due appoggi.

Esso risulta essere soggetto a sollecitazione di torsione, di taglio e di flessione secondo lo schema seguente:



Si calcola il momento torcente M_t e la spinta sull'albero S .

Data la potenza da trasmettere e il numero di giri, il momento torcente è dato da:

$$M_t = P/\omega$$

$$\text{dove } \omega = 2\pi n/60 = 2\pi \times 1500/60 = 157 \text{ rad/s.}$$

Essendo $P = 25 \text{ KW}$, risulta:

$$M_t = 159.24 \text{ Nm.}$$

La spinta sull'albero S viene calcolata nel seguente modo.

Si determina la forza tangenziale F_t :

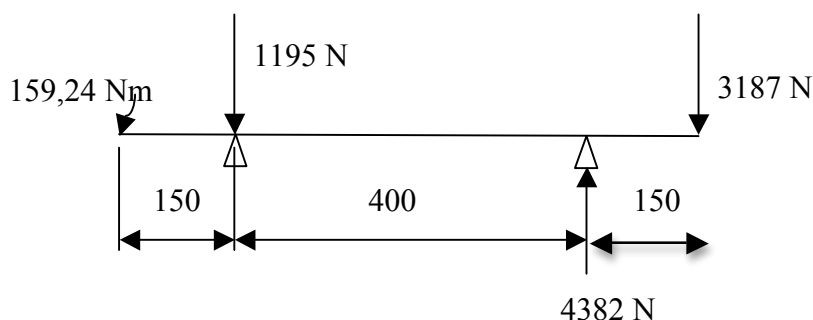
$$F_t = M_t/(d/2) = 1274 \text{ N}$$

essendo $d = 250 \text{ mm}$ il diametro della puleggia.

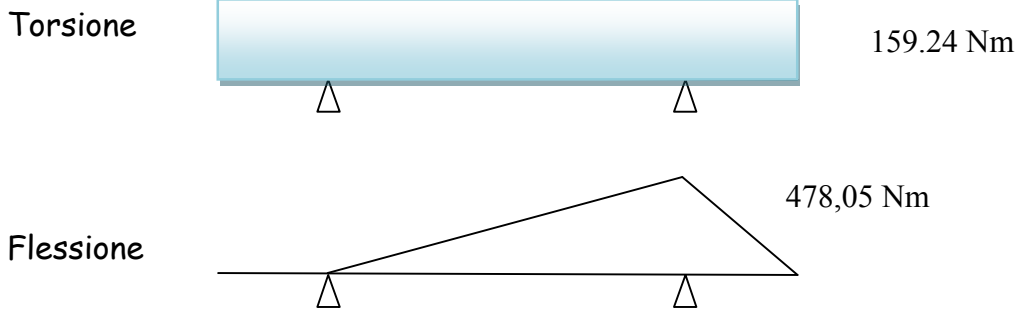
Calcolo poi la spinta S moltiplicando la forza F_t per un coefficiente pari a 2,5:

$$S = 2,5 \times F_t = 3187 \text{ N}$$

Si determinano poi le reazioni vincolari come da schema seguente:



Si tracciano quindi i diagrammi di sollecitazione a torsione e a flessione, trascurando il taglio:



Per calcolare le dimensioni dell'estremità dell'albero, lato puleggia, bisogna dimensionare la trasmissione a cinghie.

Si ipotizza di utilizzare un ventilatore con una velocità di rotazione pari a 500 g/min, utilizzando un interasse di 800 mm.

Sintetizzando i vari passaggi, si ricava la potenza di calcolo moltiplicando la potenza da trasmettere per un fattore di servizio F_s pari a 1,2: questo porta a scegliere delle cinghie di tipo B.

Successivamente si calcola il diametro equivalente della puleggia, la velocità periferica e la potenza teorica trasmissibile da una cinghia; si corregge quest'ultima con gli opportuni coefficienti correttivi e si arriva a determinare la potenza effettivamente trasmissibile, pari a 7,2 kW.

Occorrono perciò 4 cinghie trapezoidali.

La sede di calettamento della puleggia avrà perciò una lunghezza minima pari a 80 mm.

Si passa ora a dimensionare i diametri dell'albero in corrispondenza del giunto, dei cuscinetti e della puleggia.

In corrispondenza del giunto e della puleggia l'albero è sollecitato solo a torsione .

Il materiale dell'albero è un acciaio C40 UNi7845, con $R_m = 800$ MPa.

Assumendo un grado di sicurezza pari a 10, la σ_{amm} risulta pari a 80 MPa e la τ_{ammf} pari a 46 MPa.

Il diametro minimo dell'albero in corrispondenza del giunto e della puleggia è dunque:

$$d_{min} = \sqrt[3]{16 M_t / (\pi * \tau_{amm})} = 26,03 \text{ mm}$$

La linguetta da utilizzare è una linguetta 8x7 UNI 6604, la cava ha una profondità di 4 mm: di conseguenza si assume per l'albero un diametro pari a 30 mm.

Il diametro dell'albero nella sezione più sollecitata, in corrispondenza del cuscinetto di destra si calcola a flessotorsione con la formula:

$$d_{min} = \sqrt[3]{32 M_{fi} / (\pi * \sigma_{amm})} = 40 \text{ mm}$$

essendo $M_{fi} = \sqrt{(M_f^2 + 0,75 M_t^2)} = 497256 \text{ Nmm}$ il momento flettente ideale.

Scelta dei cuscinetti

La scelta di proporzionamento di un cuscinetto si effettua tenendo conto della durata prevista dalla macchina che lo monta o del tempo previsto tra due revisioni successive della macchina stessa.

La relazione che lega la durata di base o teorica e il coefficiente di carico dinamico è espressa dalla formula:

$L_{10} = (C/P)^p$ dove:

L_{10} = durata di base espressa in milioni di giri

C = carico dinamico, definito come il carico in N agente sul cuscinetto a cui corrisponde la durata di 1 milione di giri (è riportato nel catalogo dei cuscinetti)

P = carico dinamico equivalente (tiene conto del carico radiale ed assiale, nel caso in oggetto corrisponde al solo carico radiale)

p = esponente della formula di durata, vale 3 per cuscinetti a sfere e 10/3 per cuscinetti a rulli

Il legame fra L_{10} e le ore di funzionamento (L_{10h}) è dato da:

$$L_{10} = 60 \cdot n \cdot L_{10h} / 10^6 = 60 \cdot 1500 \cdot 10000 / 1000000 = 900.$$

Per il calcolo del diametro d dell'albero e della lunghezza B della sede in corrispondenza dei cuscinetti, calcolata la durata L_{10} pari a 900 milioni di cicli, si determina quindi il carico dinamico equivalente C.

Risulta:

- Cuscinetto di sinistra: $C1 = 11538$ N
- Cuscinetto di sinistra: $C2 = 42289$ N

Dalle tabelle del catalogo SKF:

- Cuscinetto di sinistra: $d = 35$ mm, $B = 17$ mm
- Cuscinetto di destra: $d = 45$ mm, $B = 29$ mm

Ciclo di lavorazione

Lo schema del ciclo di lavorazione è il seguente:

- Lotto di produzione 10 pezzi
- Grezzo di lavorazione: barra trafilata a fredda bonificata diametro 55 mm, materiale C40 UNI 7845, lunghezza 6 m, lunghezza spezzoni 760 mm, totale 2 barre
- Macchine utensili: segatrice, tornio a controllo numerico, fresatrice, rettificatrice
- Attrezzatura: attrezzatura d'officina.
- Utensili: a placchetta (sgrossatore, finitore, per gole, filettatore), fresa a disco, mola
- Strumenti di controllo: calibro centesimale.
- Sequenza operazioni di produzione
 - 1) Taglio spezzoni alla segatrice
 - 2) Montaggio a sbalzo su piattaforma autocentrante del tornio con sporgenza di 220 mm
 - 3) Sfacciatura
 - 4) Ruotare pezzo
 - 5) Seconda sfacciatura
 - 6) Montaggio pezzo su trascinatori per lavorazione di tornitura cilindrica
 - 7) Tornitura cilindrica a gradini lungo il profilo
 - 8) Controllo dimensionale
 - 9) Montaggio sulla fresatrice ed esecuzione sedi linguetta
 - 10) Controllo
 - 11) Rettifica sedi cuscinetto
 - 12) Controllo

Calcolo velocità di minimo costo

Per il calcolo della velocità di minimo costo devono essere individuati tutti i costi che concorrono a determinare quella operazione.

Considerando che la produzione si articola in più operazioni è necessario individuare ognuna di queste e determinarne il costo di ciascuna.

Si ha così:

Costo preparazione macchina [C_p]

Costo macchina [C_m]

Costo cambio utensile [C_{cut}]

Costo utensile [C_{ut}]

la loro somma determina il costo di una operazione [C_o]

Riferendo il costo dell'operazione al volume di truciolo asportato si determina quindi il costo per unità di volume [C_v].

Volendo individuare la velocità di minimo costo è necessario esprimere il tempo macchina in funzione della velocità di taglio e quindi una volta scritta la funzione che lega il costo per unità di volume alla velocità di taglio e tenendo conto della relazione di Taylor che lega la durata dell'utensile e la velocità di taglio con la legge $v_t T^n = C$ dove C ed n sono coefficienti che dipendono dalle variabili di processo, calcolare la derivata prima ed eguagliarla a zero. [manuale di Meccanica HOEPLI]

con i dati del Tema:

$M = 20 \text{ €/h} = 0.33 \text{ €/min}$; $p = 5 \text{ mm}$; $a = 0.3 \text{ mm/giro}$; $C_{ut} = 5$; $T_{cu} = 1 \text{ min}$; $T_p = 2 \text{ min}$; $C = 366$; $n = 0.25$

$A_3 = M \times T_{cu} + C_{ut} / 1000 \times p \times a = 0.0034$

velocità di taglio $v_t = C [A_2 / A_3 \times 1 / (1/n - 1)]^n = 140 \text{ m/min}$

Durata dell'utensile

Con la velocità di minimo costo si determina con la legge di Taylor la durata dell'utensile.

$T = (C/v_t)^{1/n} = 46.7 \text{ min}$

Tempo macchina

Il tempo macchina dipende dalla lunghezza del pezzo + un'extracorsa dell'utensile, e dalla velocità di avanzamento dell'utensile $V_a = n \times a$

Il numero di giri del mandrino data una certa velocità di taglio dipende dal diametro del pezzo da lavorare

$n = v_t \times 1000 / \pi \times d$

con un diametro dell'albero grezzo 55 mm ed una velocità di taglio di 140 m/min si ha un numero di giri di 810 giri/min.

Pertanto con un albero da lavorare lungo 750 mm e con un'extracorsa di 20 mm il tempo macchina è:

$T_m = L + e / v_a = 750 + 20 / 0.3 \times 810 = 3.17 \text{ min}$

Costo operazione

Per determinare il costo dell'operazione occorre determinare un lotto di produzione.

Fissato in 10 pezzi il lotto di produzione si ha:

$C_o = M \times t_p / n_p + M \times T_m + M \times T_{cu} \times T_m / T + C_u \times T_m / T$

$C_o = 1.50 \text{ €/p}$

Bibliografia: "Manuale di Meccanica" ed., Hoepli
F. Mancini / G. Tripiciano