

ESERCIZI PROPOSTI

Argomenti:

- A Dimensionamento di un ingranaggio cilindrico a dentatura dritta
- B Ingranaggi cilindrici a denti dritti: calcolo del rendimento
- C Dimensionamento di un ingranaggio cilindrico a denti elicoidali
- D Dimensionamento di un ingranaggio conico a denti dritti

A | Esercizio 1



Eseguire il dimensionamento di un ingranaggio costituito da due ruote dentate cilindriche a denti dritti. Il materiale è un acciaio avente carico unitario di snervamento $R_{eH} = 300 \text{ N/mm}^2$.

La potenza da trasmettere è 4 kW al regime di 800 giri/min. Il rapporto di trasmissione è $i = 3$.

Calcolare inoltre il rendimento della trasmissione.

[Si ricava: $\sigma_{adm\ stat} = 200 \text{ N/mm}^2$ (se si ipotizza come coefficiente di sicurezza relativo allo snervamento $k_{sn} = 1,5$); posto $\lambda = 10$, per $\vartheta = 20^\circ$ è $z_{min} = 16$ denti; se si assume $z_1 = 20$ denti, si ricava $m \approx 2,15 \text{ mm}$ che viene approssimato al valore $m_{UNI} = 2,5 \text{ mm}$. Di conseguenza è:

$p \approx 7,85 \text{ mm}$; $h_a = 2,5 \text{ mm}$; $h_f \approx 3,13 \text{ mm}$; $h \approx 5,63 \text{ mm}$; $b = 25 \text{ mm}$;

$d_1 = 50 \text{ mm}$; $d_{t1} = 55 \text{ mm}$; $d_{p1} \approx 43,74 \text{ mm}$;

$d_2 = 150 \text{ mm}$; $d_{t2} = 155 \text{ mm}$; $d_{p2} \approx 143,74 \text{ mm}$;

l'interasse l vale 100 mm; $z_2 = 60$ denti. Se si assume per l'acciaio un rapporto tra la forza premente e l'area dell'impronta rilevabile nella determinazione della durezza Brinell pari a 2600 N/mm^2 , una durata di funzionamento $t_h = 150\,000$ ore e un coefficiente d'attrito $f = 0,07$, si ricava: $\eta \approx 98,56\%$.

La verifica a pressione specifica dà esito positivo risultando:

$p_{sp} \approx 215,53 \text{ N/mm}^2 < 292,67 \text{ N/mm}^2 \approx p_{sp\ adm}$]

B | Esercizio 2



Calcolare il rendimento di una coppia di ruote dentate cilindriche a dentatura dritta aventi modulo $m = 2 \text{ mm}$ sapendo che l'interasse l vale 175 mm. La frequenza di rotazione della ruota motrice è $n_1 = 750$ giri/min, quella della ruota condotta è $n_2 = 300$ giri/min.

Ipotizzare un coefficiente d'attrito pari a 0,08.

[Essendo: $i = 2,5$; $d_1 = 100 \text{ mm}$; $d_2 = 250 \text{ mm}$; $z_1 = 50$ denti; $z_2 = 125$ denti, si ottiene: $\eta \approx 99,3\%$]

A | Esercizio 3

Il tamburo di un verricello è solidale a una ruota dentata cilindrica a denti diritti mossa da un pignone che, a regime, ruota con frequenza $n_1 = 420$ giri/min. La fune che si avvolge sul tamburo può sollevare un carico massimo pari a 2200 N. Il tamburo ha un diametro $D_{\text{tamb}} = 24$ cm. Calcolare il modulo dell'ingranaggio sapendo che il materiale di cui è costituito è una ghisa grigia avente carico unitario di sicurezza a trazione pari a 110 N/mm^2 e che il rapporto di trasmissione è $i = 4,5$.

[Il momento agente sull'albero condotto, sul quale sono calettati sia il tamburo del verricello sia la ruota dentata mossa, vale 264 Nm; se si sceglie un numero di denti pari a 18 per il pignone, si ricava:

$z_2 = 81$; $n_2 \approx 93,33$ giri/min; $\delta \approx 0,107$ e infine $m = 3,21$ mm. Verrà adottato pertanto $m_{\text{UNI}} = 3,25$ mm]

C | Esercizio 4

Un ingranaggio composto da una coppia di ruote dentate cilindriche a denti elicoidali con angolo d'elica $\beta = 20^\circ$ deve trasmettere una potenza di 8 kW al regime di 725 giri/min. Il materiale dell'ingranaggio è l'acciaio UNI EN 10025-E 360 avente carico unitario di sicurezza $\sigma_{\text{adm stat}} = 240 \text{ N/mm}^2$. Si richiede il dimensionamento dell'ingranaggio, sapendo che il rapporto di trasmissione richiesto è $i = 5,5$.

[Assumendo per il pignone un numero di denti $z_1 = 14$ (per $\beta = 20^\circ$), si ricava: $\phi = 112,12$; con $\lambda = 15$ risulta $m_n \approx 2,52$ mm, donde $m_{\text{UNI}} = 3$ mm; di conseguenza è: $h_a = 3$ mm; $h_f = 3,75$ mm; $h = 6,75$ mm; $b = 45$ mm; $b' \approx 47,89$ mm; $m_f = 3,19$ mm; $p_n = 9,42$ mm; $p_f = 10,02$ mm; $d_1 = 44,78$ mm; $d_{t1} = 50,7$ mm; $d_{p1} \approx 37,2$ mm; $d_2 = 245,83$ mm; $d_{t2} \approx 251,834$ mm; $d_{p2} \approx 238,33$ mm; $l \approx 145,26$ mm; essendo infine $M_1 \approx 105\,372$ Nmm e $w = 0,182$ risulta: $p_{\text{sp}} \approx 204,78 \text{ N/mm}^2$. Assumendo $HB \approx 2100 \text{ N/mm}^2$ e $t_h = 30\,000$ ore, si ottiene: $p_{\text{sp adm}} \approx 314,23 \text{ N/mm}^2$. Risultando $p_{\text{sp}} < p_{\text{sp adm}}$ la verifica a usura ha esito positivo]

C | Esercizio 5

Risolvere l'Esercizio 1 ipotizzando che l'ingranaggio sia costituito da due ruote dentate cilindriche a dentatura elicoidale con angolo d'elica $\beta = 20^\circ$.

[$\sigma_{\text{adm stat}} = 200 \text{ N/mm}^2$ se si assume $k_{\text{sn}} = 1,5$; siano: $\lambda = 10$; $z_1 = 14$ denti; risulta: $m_n \approx 2,42$ mm da cui: $m_{\text{UNI}} = 2,5$ mm. Di conseguenza si ha: $m_f \approx 2,66$ mm; $p_n \approx 7,85$ mm; $p_f \approx 8,36$ mm; $h_a = 2,5$ mm; $h_f \approx 3,125$ mm; $h \approx 5,625$ mm; $b = 25$ mm; $b' \approx 26,6$ mm; $d_1 \approx 37,25$ mm; $d_{t1} \approx 42,25$ mm; $d_{p1} \approx 31$ mm; $d_2 \approx 111,74$ mm; $d_{t2} \approx 116,74$ mm; $d_{p2} \approx 105,49$ mm; $z_2 = 42$ denti; $l \approx 74,5$ mm. Supponendo $HB = 2600 \text{ N/mm}^2$ e $t_h = 150\,000$ ore, si ha: $p_{\text{sp}} \approx 235,72 \text{ N/mm}^2$ con $M_1 = 47\,746$ Nmm; $p_{\text{sp adm}} \approx 292,67 \text{ N/mm}^2$.

Essendo $p_{\text{sp}} < p_{\text{sp adm}}$ la verifica a usura ha esito positivo.

Se si ipotizza: $f = 0,07$, si ha infine $\eta \approx 97,95\%$

D | Esercizio 6

Eseguire il dimensionamento di un ingranaggio conico a denti diritti nell'ipotesi che esso debba ridurre la frequenza di rotazione $n_1 = 896$ giri/min dell'albero motore al valore $n_2 = 320$ giri/min sull'albero condotto. I due alberi sono perpendicolari tra loro; la potenza trasmessa è $P_1 = 5$ kW; il materiale dell'ingranaggio è l'acciaio UNI EN 10025-E 360 che ammette un carico unitario di snervamento $R_{\text{eH}} = 360 \text{ N/mm}^2$ e un rapporto tra la forza premente e l'area dell'impronta rilevabile nella determinazione della durezza Brinell HB pari a 2100 N/mm^2 (Tabella 11.5).

[Essendo $i = 2,8$ risulta: $\delta_1 \approx 19,65^\circ$; $\delta_2 \approx 70,35^\circ$; si ricava inoltre: $z_{1 \text{ min}} = 15$ denti; $z_2 = 42$ denti; $\sigma_{\text{adm stat}} = 240 \text{ N/mm}^2$, se si pone $k_{\text{sn}} = 1,5$. Assumendo $\lambda = 6$, risulta $m \approx 3,3$ mm; pertanto sarà $m_{\text{UNI}} = 3,5$ mm.

Di conseguenza è: $p \approx 11$ mm; $h_a = 3,5$ mm; $h_f \approx 4,38$ mm; $h \approx 7,88$ mm; $b = 21$ mm; $d_1 = 52,5$ mm; $d_{t1} \approx 59,09$ mm; $d_{p1} \approx 44,25$ mm; $d_2 = 147$ mm; $d_{t2} \approx 149,35$ mm; $d_{p2} \approx 144,05$ mm; $R \approx 78,06$ mm; $\vartheta_a \approx 2,57^\circ$; $\vartheta_f \approx 3,21^\circ$; $\alpha_1 \approx 22,22^\circ$; $\alpha_2 \approx 72,92^\circ$.

La verifica a usura dà esito positivo; risulta infatti: $p_{\text{sp}} \approx 262,78 \text{ N/mm}^2$ essendo: $k = 151$; $M_1 \approx 53\,289 \text{ N} \cdot \text{mm}$; $d_{m1} \approx 46,28$ mm; $w = 1/2,8$; d'altra parte è: $p_{\text{sp adm}} \approx 324,54 \text{ N/mm}^2$ dove si sia posto $t_h = 20\,000$ ore]