PAUTA TAREA 3 / ME-4230 / PRIMAVERA 2022 / 24-11-2022

PROBLEMA 1

(a) Para la Tabla de demanda calculamos las velocidades y la carga tangencial en el diente del engranaje crítico.

(2) Engranaje crítico:
- todos los engranajes son idénticos
- El engranaje central (engranaje loco) es el crítico dado que está sometido a esfuerzo completamente reversible.

(6) Velocidades: $V = \dfrac{\pi d_p n}{12}$, $d_p = \dfrac{N_P}{P}$

Carga tangencial: $W_t = \dfrac{H \times 33000}{V}$

$\therefore$

$$d_p = \frac{N_P}{P} = \frac{18}{10} = 1.8 \text{ in}$$

800 rpm, 10 hp $\longrightarrow$ $V_1 \approx 377 \ \frac{ft}{min}$, $(W_t)_1 \approx 875.4$ lbf

1400 rpm, 10 hp $\longrightarrow$ $V_2 \approx 659.73 \ \frac{ft}{min}$, $(W_t)_2 \approx 500.2$ lbf

1600 rpm, 10 hp $\longrightarrow$ $V_3 \approx 754 \ \frac{ft}{min}$, $(W_t)_3 \approx 437.7$ lbf

(3) Resistencia nominal en el engranaje loco: De la Fig 14-2 tomamos el 70 % de la resistencia a carga repetida.

$$S_t = 0.7\,(102 \times HB + 16400) \text{ psi}$$
$$= 0.7\,(102 \times 250 + 16400) \approx 29330 \text{ psi}$$

Al tomar el 70 % de la resistencia volvemos a carga repetida.

Factor dinámico para cada velocidad:

$$B = 0.25(12 - Q_v)^{\frac{2}{3}} = 0.25(12-7)^{\frac{2}{3}} \approx 0.731$$

$$A = 50 + 56(1-B) = 50 + 56(1-0.731) \approx 65.06$$

$$K_v = \left(\frac{A + \sqrt{V}}{A}\right)^B$$

(6)

$\therefore$ $V_1 = 377 \ \frac{ft}{min} \rightarrow (K_v)_1 \approx 1.210$

$V_2 = 659.73 \ \frac{ft}{min} \rightarrow (K_v)_2 \approx 1.275$

$V_3 = 754 \ \frac{ft}{min} \rightarrow (K_v)_3 \approx 1.294$

(6)

Esfuerzo de flexión AGMA en el diente del engranaje loco para cada carga tangencial:

$$\sigma = W_t K_o K_v K_s \frac{P}{F} \frac{K_m K_B}{J}$$

Del enunciado:

$K_o = 1.25$; $J = 0.235$

$K_s = K_B = 1.0$; $P = 10 \ \frac{dientes}{in}$

$K_m = 1.316$; $F = 1.25 \ in$

Para los distintos K_v:

$(K_v)_1 \rightarrow \sigma_1 \approx 59330$ psi

$(K_v)_2 \rightarrow \sigma_2 \approx 35724$ psi

$(K_v)_3 \rightarrow \sigma_3 \approx 31704$ psi

(6)

Y_N para cada etapa:

$$Y_N = \frac{\sigma K_T K_R}{S_t}$$;

Del enunciado:

$K_T = 1$ ($T° < 250°F$)

$K_R = 1$ (Confiabilidad 99 %)

$\therefore$ para cada valor de σ con $S_t = 29330$ psi:

$\sigma_1 \rightarrow (Y_N)_1 \approx 2.02286$

$\sigma_2 \rightarrow (Y_N)_2 \approx 1.21802$

$\sigma_3 \rightarrow (Y_N)_3 \approx 1.08095$

(6)

Vida en ciclos para cada etapa: De la Fig. 14-14

$$Y_N = 4.9404\, N^{-0.1045} \Rightarrow N = \left(\frac{Y_N}{4.9404}\right)^{-\frac{1}{0.1045}}$$

$\therefore$ Para cada valor de Y_N calculado anteriormente:

$(Y_N)_1 \rightarrow N_1 = 5140.1$ rev

$(Y_N)_2 \rightarrow N_2 \approx 659516.2$ rev

$(Y_N)_3 \rightarrow N_3 \approx 2067167$ rev

(5)

Regla de Miner: sea L la vida total del sistema de engranajes en minutos

$$\frac{0.1 \times n_1 \times L}{N_1} + \frac{0.3 \times n_2 \times L}{N_2} + \frac{0.6 \times n_3 \times L}{N_3} = 1$$

Del enunciado:

$n_1 = 800$

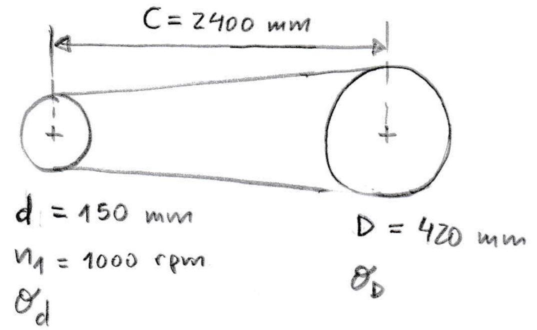
$n_2 = 1400$

$n_3 = 1600$

$\therefore$ $L \approx 60$ minutos//

PROBLEMA 2

Cálculos previos:



$$V = \frac{\pi d n_1}{60} = \frac{\pi\left(\frac{150}{1000}\right)1000}{60} = 7.854 \ \frac{m}{s} \quad \Big\} \ 1$$

$$\theta_d = \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right) = \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{420-150}{2(2400)}\right) = 3.029 \text{ rad} \quad \Big\} \ 1$$

$$\left.\begin{array}{l} F_c = 0 \\ f = 0.3 \\ \phi = \theta_d \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \exp(0.3 \times 3.029) = 2.481$$

$$\therefore \quad F_1 = 2.481\, F_2 \quad \Big\} \ 3$$

Potencia transmitida:

$$P = \frac{(F_1 - F_2)V}{1000} = \frac{(2.481 F_2 - F_2)\,7.854}{1000} = 18 \text{ kW}$$

$$\Rightarrow \quad F_2 = 1547.49 \text{ N}$$

$$F_1 = 2.481(1547.49) = 3839.32 \text{ N} \quad \Big\} \ 3$$

Tensión inicial:

$$T = \frac{d}{2}(F_1 - F_2) = \frac{150}{2}(3839.32 - 1547.49) = 171887.25 \text{ Nmm}$$

$$F_i = \frac{T}{d}\frac{\exp(f\phi)+1}{\exp(f\phi)-1} = \frac{171887.25}{150}\,\frac{\exp(0.3\times 3.029)+1}{\exp(0.3\times 3.029)-1}$$

$$= \frac{171887.25}{150}\,\frac{2.481+1}{2.481-1}$$

$$= 2693.4 \text{ N}$$

3

Alternativamente:

$$F_i = \frac{F_1+F_2}{2} - F_c$$

(a) incremento de tensión inicial en 10%.

$$F_i = 1.1(2693.4) = 2962.74$$

1

Pero

$F_1 = 2.481\,F_2$, ya que f no ha cambiado.

Recálculo de torque:

$$2962.74 = \frac{T}{d}\frac{\exp(f\phi)+1}{\exp(f\phi)-1} = \frac{T}{150}\frac{\exp(0.3\times3.029)+1}{\exp(0.3\times3.029)-1}$$

$$\Rightarrow \quad T = \frac{2962.74(150)(\exp(0.3\times3.029)-1)}{\exp(0.3\times3.029)+1} = 189082.72 \text{ Nmm}$$

3

Recálculo de F_1 y F_2:

$$T = \frac{d}{2}(F_1 - F_2) = \frac{150}{2}(2.481F_2 - F_2) = 189082.72$$

$$\Rightarrow F_2 = 1702.3 \text{ N}$$

$$F_1 = 2.481(1702.3) = 4223.41 \text{ N}$$

3

Recálculo de potencia transmitida:

$$P_a = \frac{(F_1 - F_2)V}{1000} = \frac{(4223.41 - 1702.3)\,7.854}{1000} = 19.8 \text{ kW} \Big\} \; 1$$

(b) incremento del coeficiente de fricción en 10%

$$f = 1.1(0.3) = 0.33 \Big\} \; 1$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \exp(0.33 \times 3.029) = 2.717$$

$$\therefore \quad F_1 = 2.717\, F_2$$

3

La tensión inicial se mantiene según lo calculado para 18 kW originales. Por lo tanto, $F_i = 2693.4$ N.

Tensión inicial:

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - \cancel{F_c}^{\,0} = \frac{2.717\,F_2 + F_2}{2} = 2693.4 \text{ N}$$

$$\Rightarrow \quad F_2 = \frac{2(2693.4)}{(2.717 + 1)} = 1449.23 \text{ N}$$

$$F_1 = 2.717(1449.23) = 3937.56 \text{ N}$$

3

Recálculo de potencia transmitida:

$$P_b = \frac{(F_1 - F_2)V}{1000} = \frac{(3937.56 - 1449.23)\,7.854}{1000} = 19.54 \text{ kW} \Big\} \; 3$$

Respuesta: dado que $P_a > P_b$, la opción de incrementar en 10% la tensión inicial es más efectiva para transmitir potencia. 1