Problema # 1 (50 puntos)
Se necesita un resorte helicoidal de compresión, fabricado con alambre de acero estirado duro A227 para servicio estático que soporte una carga máxima de 37.5 lbf, después de comprimirse 2.8 pulgadas. Tenga presente que la altura sólida del resorte no puede exceder 1.75 pulgadas y que la longitud libre no ha de ser mayor a 5 pulgadas. Considere de igual forma que lo extremos son sencillos y esmerilados, que el resorte está apoyado en sus extremos sobre superficies planas paralelas (extremos fijos), y que la deflexión al cierre y_s se relaciona con la deflexión a la carga estática máxima por medio de la siguiente expresión:

$$y_s = (1+\xi)y_{max}$$

Donde ξ es el rebase fraccional al cierre con un valor de 0.15.

Asuma de igual forma un factor de seguridad al cierre $n_s = 1.2$ y que al resorte no se le ha hecho *presetting*.

Diseñe el resorte. Considere que el resorte está libre. Es decir, el resorte no será colocado sobre una varilla ni dentro de un agujero. Tenga presente las diferentes consideraciones de diseño mencionadas en clase. No tome en cuenta la cifra de mérito (cdm).
Se aconseja pruebe los siguientes valores para el diámetro del alambre: 0.100 pulgadas, 0.120 pulgadas, 0.130 pulgadas.

Problema #1

Para HD A227, de la tabla A-4: A= 140 e3, m=0.190. De la tabla 10-5 (d entre 0.064 y 0.125) E=28.6 Mpsi, G=11.5 Mpsi, de la tabla 10-2: cns=0.5

De la tabla 10-6: segun se enrolla Ssy=0.45Sut

Leer correctamente valores tabulados: 10 puntos

$G = 1.14 \times 10^7$

$ME = 2.85 \times 10^7$

$y_{max} = 2.8$

$F_{max} = 37.5$

$n_s = 1.2$

$e = 0.15$

$A = 140000$

$m = 0.19$

$cns = 0.5$

$d = 0.13$

$$S_{sy} = 0.45 \cdot \frac{A}{d^{m}}$$

$$\alpha = \frac{S_{sy}}{n_s}$$

$$betha = \frac{8 \cdot [1 + e] \cdot F_{max}}{\pi \cdot d^2}$$

$$C = \frac{2 \cdot \alpha - betha}{4 \cdot betha} + \left[\left(\frac{2 \cdot \alpha - betha}{4 \cdot betha} \right)^2 - \frac{3 \cdot \alpha}{4 \cdot betha} \right]^{0.5}$$ *Calcular C: 10 puntos*

$$C = \frac{D1}{d}$$

$$Kb = \frac{4 \cdot C + 2}{4 \cdot C - 3}$$

$$t_s = \frac{Kb \cdot 8 \cdot [1 + e] \cdot F_{max} \cdot D1}{\pi \cdot d^3}$$

$$n_{s1} = \frac{S_{sy}}{t_s}$$

$$DE = D1 + d$$

$$ID = D1 - d$$

$$Na = \frac{G \cdot d^4 \cdot y_{max}}{8 \cdot D1^3 \cdot F_{max}}$$

$$Nt = Na + 1$$

$$Ls = d \cdot Nt$$

$$L0 = Ls + [1 + e] \cdot y_{max}$$ *Determinar L0: 10 puntos*

$$L0cr = \pi \cdot \frac{D1}{cns} \cdot \left[\frac{2 \cdot (ME - G)}{2 \cdot G + ME} \right]^{0.5}$$

Reconocer todos los críterios y ver si cumplen o no: 4 puntos por críterio, 16 puntos en total

Selección correcta del resorte: 4 puntos

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa J mass deg

A = 140000	α = 77359	betha = 6498
C = 10.56	cns = 0.5	d = 0.13
D1 = 1.373	DE = 1.503	e = 0.15

F_{max} = 37.5	G = 1.140E+07	ID = 1.243
Kb = 1.127	L0 = 4.877	L0cr = 7.042
Ls = 1.657	m = 0.19	ME = 2.850E+07
Na = 11.75	Nt = 12.75	n_s = 1.2
n_{s1} = 1.2	S_{sy} = 92831	t_s = 77359
y_{max} = 2.8		

No unit problems were detected.

Se desea seleccionar los cojinetes sobre los cuáles se apoya un árbol (eje) de sección circular. El cojinete A ha de ser un cojinete de bolas de contacto angular de la serie 02 (vea la tabla 11-2 de su libro de texto), en tanto que el cojinete B ha de ser un cojinete de rodillos cilíndricos de la serie 02 (vea la tabla 11-3 de su libro de texto). Sí del equilibrio estático se encuentra que el vector fuerza en el cojinete A está dado por $F_A = -500\mathbf{i} - 450\mathbf{j} + 1157\mathbf{k}$ lbf y en el cojinete B está dado por $F_B = 0\mathbf{i} + 415\mathbf{j} - 1350\mathbf{k}$ lbf. Aquí la dirección del vector unitario $\mathbf{i}$ coincide con el eje de simetría del árbol (eje axial). Los vectores unitarios $\mathbf{j}$, $\boldsymbol{k}$ son ortogonales entre sí y están orientados en direcciones perpendiculares al eje de simetría del árbol.

Especifique los cojinetes para una vida deseada de 22 500 h (para ambos cojinetes) y una confiabilidad combinada de 0.97, empleando un factor de aplicación de 1.2. Aquí considere que el árbol está rotando a 475 rpm y que ambos cojinetes tienen igual confiabilidad.

Utilice la vida básica y los parámetros de Weibull del fabricante que aparecen en la tabla # 1.

Vida nominal en revoluciones	Parámetros de Weibull		
1×10^6	x_0	θ	b
	0.02	4.459	1.483

Tabla # 1.

Para la selección del cojinete A se aconseja pruebe el 02-90 mm y el 02-95 mm.

Problema # 3

Cojinete B: 02-65 mm o 02-70 mm

$x_0 = 0.02$

$tetha = 4.459$

$b = 1.483$

$R = 0.97$

$RA = RB$

$R = RA \cdot RB$

$l_h = 22500$

$n = 475$

$L_D = n \cdot 60 \cdot l_h$

$L = 1000000$

$x_D = \frac{L_D}{L}$

$a_f = 1.2$

$F_B = [415^2 + 1350^2]^{0.5} \cdot \frac{4.44822}{1000}$ *Determinar $F_{B:}$ 6 puntos*

$a_1 = \frac{10}{3}$

$C_{10B} = a_f \cdot F_B \cdot \left[\frac{x_D}{x_0 + (tetha - x_0) \cdot \ln\left(\frac{1}{b}\right)\left(\frac{1}{RB}\right)} \right]^{\left[\frac{1}{a_1}\right]}$ *Determinar $C_{10B:}$ 10 puntos*

Seleccionar el cojinete B correctamente: 4 puntos

Cojinete A: Cojinete 02-95 mm

$F_{Ar} = [450^2 + 1157^2]^{0.5} \cdot \frac{4.44822}{1000}$ *Calcular $F_{Ar:}$ 6 puntos*

$F_{Aa} = 500 \cdot \frac{4.44822}{1000}$ *Calcular $F_{Aa:}$ 6 puntos*

$a_2 = 3$

$C_{0A} = 85$

$raz = \frac{F_{Aa}}{C_{0A}}$

$V = \frac{F_{Aa}}{F_{Ar}}$

$X_2 = 0.56$

$\frac{raz - 0.021}{0.028 - 0.021} = \frac{eA - 0.21}{0.22 - 0.21}$

$\frac{raz - 0.021}{0.028 - 0.021} = \frac{Y_2 - 2.15}{1.99 - 2.15}$

$F_{eA} = X_2 \cdot F_{Ar} + Y_2 \cdot F_{Aa}$ *Determinar $F_{eA:}$ 8 puntos*

$C_{10A} = a_f \cdot F_{eA} \cdot \left[\frac{x_D}{x_0 + (tetha - x_0) \cdot \ln\left(\frac{1}{b}\right)\left(\frac{1}{RB}\right)} \right]^{\left[\frac{1}{a_2}\right]}$ *Determinar $C_{10A:}$ 6 puntos*

Seleccionar el cojinete A correctamente: 4 puntos

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa J mass deg

$a_1 = 3.333$ $a_2 = 3$ $a_f = 1.2$

b = 1.483	C_{0A} = 85	C_{10A} = 119.8
C_{10B} = 76.45	eA = 0.2174	F_{Aa} = 2.224
F_{Ar} = 5.522	F_B = 6.282	F_{eA} = 7.612
L = 1000000	L_D = 6.413E+08	l_h = 22500
n = 475	R = 0.97	RA = 0.9849
raz = 0.02617	RB = 0.9849	tetha = 4.459
V = 0.4028	x_0 = 0.02	X_2 = 0.56
x_D = 641.3	Y_2 = 2.032	

No unit problems were detected.