PREGUNTA 1

Cuando el embrague es nuevo se utiliza el método de presión uniforme. Esta es equivalente a la presión media. Es decir Fa / Area disco.

Luego $p = \dfrac{4 \times 6200\ N}{\pi\left[(260 \times 10^{-3} m)^2 - (180 \times 10^{-3} m)^2\right]} = 56065,9\ Pa \times 4.$

o bién: $p = 56,066\ kPa \times 4 = \boxed{224,26\ kPa}.$

PREGUNTA 2

Para discos de embrague usados usamos el método de desgaste uniforme. En este caso la relación entre la fuerza total Fa, la presión p a una distancia r del centro (o del eje) viene dada por.

$rp = \dfrac{Fa}{2\pi(Re - Ri)}$ → evidentemente la presión máxima se obtiene para $r = Ri$

Luego: $P_{max} = \dfrac{Fa}{2\pi Ri(Re - Ri)} = \dfrac{2Fa}{\pi Di(De - Di)}$

$P_{max} = \dfrac{2 \times 6200\ N}{\pi(\cancel{180} \times 10^{-3} m)(260 - 180) \times 10^{-3} m} = \boxed{274,1\ kPa}$

PREGUNTA 3

Se observa en la tabla que para el asbesto moldeado sobre acero tiene una presión máxima admisible entre 350 y 1000 kPa. Por lo tanto, sea bajo desgaste uniforme o presión uniforme (disco usado y nuevo respectivamente), la presión es menor a la máxima y el material trabajará de forma segura.

PREGUNTA 4

Presión uniforme: el radio de rozamiento es: $2Rf = \dfrac{2}{3}\dfrac{De^3 - Di^3}{De^2 - Di^2}$

y el momento de rozamiento se obtiene como:

$M_r = \mu\, Fa \cdot Rf = \dfrac{\mu Fa\, Df}{2} = 0,35 \cdot 6200N \cdot \dfrac{2}{3}\left(\dfrac{260^3 - 180^3}{260^2 - 180^2} \times 10^{-3} m\right) \cdot \dfrac{1}{2}$

$\boxed{M_r = 241,33\ Nm}$ → Esto es para un solo par de superficies en contacto. Como hay dos pares de las dichas.

El par total es $M = 2 \times 241,33\ Nm = \boxed{482,66\ Nm}$

PREGUNTA 5

Se obtiene según: $\frac{TPu\text{-}total}{T} = k = \frac{482{,}66\ Nm}{300\ Nm} = \boxed{1{,}609}$

PREGUNTA 6

Para desgaste uniforme tenemos $R_f = R_m$ (radio medio) $= \frac{Re+Ri}{2}$

Luego: $Mr = \mu Pa R_f = \frac{\mu Pa D_f}{2} = \frac{0{,}35 \times 6200N}{4}(260+180)\times 10^{-3}m$.

$Mr = \frac{477{,}4\ Nm}{2}$ → Teniendo en cuenta dos pares de superficies en contacto será:

$\boxed{Tu = 477{,}4 Nm}$

Vale aclarar que $\mu = (0{,}2+0{,}5)/2$, es decir, el promedio obtenido con los valores de la tabla para la condición seca del asbesto moldeado en contacto con acero.

PREGUNTA 7

$k = \frac{Mu}{M}$ ó $k = \frac{Tu}{T} = \frac{477{,}4\ Nm}{300\ Nm} = \boxed{1{,}591}$

PREGUNTA 8.

Este será el problema inverso.

1°) Determino el par a transmitir desde el eje conductor al conducido.

$T\omega = P \longrightarrow T = P/\omega = 70\ HP \times \left(\frac{746\ W}{1HP}\right) \Big/ \frac{2\pi\ 3000\ rpm}{60}$.

$\boxed{T = 166{,}22\ Nm}$

2°) Determino el par máximo transmitido a partir del factor k.

$T_{max} = T/k = 166{,}22\ Nm/3 = 55{,}41\ Nm$ → esto está mal. El factor se aplica multiplicando no dividiendo.

3°) Determino Fa por desgaste uniforme.

$\frac{T_{max}}{2} = \mu Fa \frac{(De+Di)}{4} \rightarrow Fa = \frac{2T_{max}}{\mu(De+Di)} = \frac{2\times 55{,}41\ Nm}{\mu(260+180)\times 10^{-3}m}$

por 2 pares de secciones en contacto

$\boxed{Fa = 251{,}86\ N/\mu = 719{,}57\ N}$ X

↳ recordando que es $\mu = 0{,}35$.

esto está mal por estar mal 2°

De hecho el planteo anterior es incorrecto (incisos 2° y 3°). •
Es en efecto 166,22 Nm el par a transmitir.

Para este par Tmax hay que calcular la fuerza.

Esto también está mal. Sí hay que aplicarlo pero de forma correcta

Luego será:

$$Fa = \frac{2T_{max}}{\mu(De+Di)} = \frac{2 \times 166{,}22\,Nm}{0{,}35\,(260+180)\times10^{-3}\,m} = \boxed{2158{,}72\,N}$$ X

Dado que antes la fuerza era de $6200\,N > 2158{,}72\,N$ y el disco es el mismo, concluimos que también será $p_{max} < p_{adm}$ dado que para $Fa = 6200\,N$ esto se cumplía.

El resultado correcto será: $\boxed{Fa = 6476\,N} \rightarrow \boxed{p_{max} = 286\,kPa}$

PREGUNTA 9

6 resortes a 900 N cada uno.

Presión uniforme: $$p = \frac{4\,Fa}{\pi(De^2 - Di^2)} = \frac{4 \times \overbrace{6 \times 900\,N}}{\pi(280^2 - 210^2)\times10^{-6}\,m^2}$$

$$\boxed{p = 200{,}45\,kPa}$$

PREGUNTA 10.

Desgaste uniforme: $$p_{max} = \frac{2\,Fa}{\pi(De-Di)\,Di} = \frac{2 \times 6 \times 900\,N}{\pi\,(280-210)\times 210 \times 10^{-6}\,m^2}$$

$$\boxed{p_{max} = 233{,}86\,kPa}$$

Tenemos que $p_{unif} = \dfrac{4\,Fa}{\pi(De^2 - Di^2)}$ y $p_{max} = \dfrac{2Fa}{\pi(De-Di)Di}$

$$p_{max} = \frac{4\,Fa}{\pi(De^2-Di^2)} \; \frac{(De+Di/2)}{Di} = p_{unif} \cdot \frac{(De+Di)/2}{Di}$$

$$p_{max}/p_{unif} = \frac{Dm}{Di}$$ $Dm \longrightarrow$ Diametro medio; $Di \longrightarrow$ Diametro interno.

Entonces siempre será $p_{max} > p_{unif}$. Para este caso la relación es de: $$\frac{(210+280)/2}{210} = 1{,}17$$

PREGUNTA 11. La presión máxima admisible para el material según indica la tabla es de entre 300 y 1000 kPa.
Luego concluimos que el material trabaja de forma segura.

PREGUNTA 12

Para presión uniforme tenemos:

$$T_r = \frac{2\pi\mu}{3\times 8} p(De^3 - Di^3) = \frac{\mu\pi p}{3\times 4}(De^3 - Di^3)$$

$$T_r = \frac{0{,}35 \times \pi \times 20045\ kPa}{3\times 4}(280^3 - 210^3)\times 10^{-9}\ m^3 = \boxed{699{,}29\ Nm} / 3.$$

Donde $\mu = 0{,}35$ aquí se obtiene del promedio de los coef. en la tabla para asbesto moldeado trabajando en seco. $0{,}35 = (0{,}2 + 0{,}5)/2$.

Nuevamente, esto es para un solo par de superficies. Para ambas superficies será:

$$T_r = \frac{2 \times 699{,}29\ Nm}{3} = \boxed{1398{,}6\ Nm} / 3 = \boxed{466{,}2\ Nm}$$

PREGUNTA 13.

$$1/k = \frac{T}{T_r} = \frac{3\times 200\ Nm}{1398{,}6\ Nm} \rightarrow \boxed{k = 6{,}993/3} = \boxed{2{,}331}$$

PREGUNTA 14

Para desgaste uniforme: $T_r = \mu \cdot Fa \dfrac{Re + Ri}{2} = \mu\, Fa \dfrac{De + Di}{4}$

Para ambas caras será: $\underset{[Nmm]}{T_r} = \mu Fa(De + Di)/2 = \dfrac{0{,}35 \times 6\times 900 \times (210+280)}{2}$

$$T_r = 463050\ Nmm = \boxed{463{,}05\ Nm.}$$

PREGUNTA 15.

$$k = \frac{T_r}{T_{max}} = \frac{463{,}05\ Nm}{200\ Nm} = \boxed{2{,}315.}$$

PREGUNTA 16

1°) Para a transmitir: $T\omega = P \rightarrow T = \dfrac{P}{\omega} = \dfrac{70HP \times 746W/HP.}{2\pi \cdot 2300\, rpm/60}$

$$\boxed{T = 216{,}81\ Nm}$$

2°) $T_r = k \cdot T = 3 \times 216{,}81\ Nm = 650{,}43\ Nm.$

y por cara será $\boxed{T_r = 325{,}22\ Nm.}$

7°). Con desgaste uniforme tenemos:

$$T_r = \mu F_a \cdot \frac{D_e + D_i}{4} \rightarrow F_a = \frac{4 T_r}{\mu (D_e + D_i)}$$

$$F_a = \frac{4 \times 325{,}22\ Nm}{0{,}35 \times (280 + 210) \times 10^{-3}\ m} = 7585{,}31\ N.$$

Para cada resorte será $P_r = F_a / 6 = \boxed{1264{,}22\ N}$

La presión en este caso de desgaste uniforme será de:

$$p_{max.} = \frac{4 \times F_a.}{\pi (D_e^2 - D_i^2)} \cdot \frac{(D_e + D_i)/2}{D_i} = \frac{4 \times 7585{,}31}{\pi (280^2 - 210^2)} \cdot \frac{(280+210)/2}{210.} [N/mm^2]$$

$$P_{max}[MPa] = 328{,}5 \times 10^{-3} \Rightarrow \boxed{p_{max} = 328{,}5\ kPa}$$

PREGUNTA 17

En principio suponemos que el aporte de cada zapata al torque de frenado es el mismo.

$$T_{zap} = \frac{T_{NK}}{2} = \frac{5.162000\ lbf.in.}{2} = \boxed{405000\ lbf\,in}$$

$$T_{zap} = 405000\ lbf\,in \ \frac{pie}{12 in} = \boxed{33750\ lbft}$$

PREGUNTA 18

Se obtiene a partir de la ecuación 16-6.

$$T_{zap} = \frac{p_a \mu . b . r^2 (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)}{\operatorname{sen}\theta_a.} \rightarrow$$ en nuestro caso es $\theta_1 = 0$

$\theta_2 = 120°$; $\theta_a = \pi/2$

$b = 8\ in$; $r = 18\ in.$

$\mu = \frac{\mu_{min} + \mu_{max}}{2}$ (asbesto mold. rígido)

$\mu = \frac{0{,}31 + 0{,}49}{2} = \underset{T16\text{-}3.}{0{,}40.}$

$$\rightarrow p_a = \frac{T_{zap} \operatorname{sen} \pi/2.}{\mu b r^2 (1 - \cos 120°)}$$

$$p_a = \frac{33750\ lbf\,ft}{0{,}40 . 8 in (18 in)^2 (1 - \cos 120°)}$$

$$p_a = 260{,}42\ lb/in^2 = \boxed{260{,}42\ psi}$$

PREGUNTA 19: Tenemos $P_{max} = 750 psi$ (TABLA 16-3) y $p_a < p_{max}$.

PREGUNTA 20.

$$Mf = \frac{\mu pabr}{\sin \theta a} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta \,(r - a\cos\theta)\, d\theta$$

$$\int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\,(r - a\cos\theta)\,d\theta = -r\cos(\theta_2 - \cos\theta_1) - \frac{a}{2}(\sin^2\theta_2 - \sin^2\theta_1)$$

$$Mf = \frac{\mu pabr}{\sin \pi/2}\left(r\cos 0 - r\cos 120 + \frac{a}{2}\sin^2 0 - \frac{a}{2}\sin^2 120\right)$$

$$Mf = 0{,}40 \cdot 260{,}42\ psi \cdot 8\,in \cdot 18\,in \left(18\,in\,(1 - \cos 120°) - \frac{17{,}5\,in}{2}\sin^2 120\right)$$

$$\boxed{Mf = 306566\ lbf \cdot in} \rightarrow Mf = 306566\ lbf\,in \cdot \frac{1\,pie}{12\,in}$$

$$\boxed{Mf = 25547\ lbf\,ft}$$

PREGUNTA 21

$$M_N = \frac{pabra}{\sin \theta a} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin^2\theta\, d\theta = \frac{pabra}{\sin \theta a}\left(\frac{\theta}{2}\Big|_{\theta_1}^{\theta_2} - \frac{\operatorname{sen} 2\theta}{4}\Big|_{\theta_1}^{\theta_2} \right)$$

$$M_N = \frac{260{,}42\,psi \cdot 8\,in \cdot 18\,in \cdot 17{,}5\,in}{\sin \pi/2}\left(\frac{2}{3}\frac{\pi}{2} - \frac{\operatorname{sen} 2 \cdot 120}{4}\right)$$

$$\boxed{M_N = 69110\ lbf\,ft}$$

PREGUNTA 22

Como ambas zapatas son auto energizadas tendremos:

$$Fc = M_N - Mf \rightarrow F = (M_N - Mf)/c.$$

$$F = \frac{(69110 - 25547)\ lbf\,ft}{2 \times \cos 30° \times 17{,}5\ in \cdot \frac{1\,ft}{12\,in}}$$

$$\boxed{F = 17246\ lb} \rightarrow F = 17246\ lb \cdot \frac{4{,}448\ N}{lb}$$

$$\boxed{F = 76712\ N}$$

PREGUNTA 23.

$$Fx = F\cos 60° = 76712\,N \cos 60° = \boxed{38356\,N}$$

PREGUNTA 24.

$$Fy = F \operatorname{sen} 60° = \boxed{66434\,N}$$

PREGUNTA 25.

$$R_x = \frac{p_a b r}{\sin \theta_a}\left(\underbrace{\int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\cos\theta\, d\theta}_{A} - \mu \underbrace{\int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin^2\theta\, d\theta}_{B}\right) - F_x$$

$$A.\ \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\cos\theta\, d\theta = \left.\frac{\sin^2\theta}{2}\right|_{\theta_1}^{\theta_2} = \frac{\sin^2 120}{2} = 0{,}375.$$

PREGUNTA 26

$$B = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin^2\theta\, d\theta = \left.\frac{1}{2}\left(\theta - \frac{\sin 2\theta}{2}\right)\right|_{\theta_1}^{\theta_2} = \frac{1}{2}\left(\frac{2\pi}{3} - \frac{\sin 240}{2}\right)$$

$$\boxed{B = 1{,}264.}$$

PREGUNTA 27

$$R_x = \frac{260{,}42\ psi \cdot 8\ in \cdot 18\ in}{\sin \pi/2}\left(0{,}375 - 1{,}264 \cdot 0{,}40\right) - \frac{38356\ N}{4{,}448\ N}\ lbf.$$

$$R_x = -13521\ lbf \cdot \frac{4{,}448\ N}{lbf} = \boxed{-60140\ N}$$

PREGUNTA 28.

$$R_y = \frac{p_a b r}{\sin \pi/2}\left(B + \mu A\right) - F_y = 260{,}42 psi \cdot 8\ in \cdot 18 in \left(1{,}264 + 0{,}40 \cdot 0{,}375\right) - \frac{66434}{4{,}448}\ lbf$$

$$\boxed{R_y = 38090\ lbf = 169424\ N}$$

PREGUNTA 29

$$R = (R_x^2 + R_y^2)^{1/2} = \boxed{179781\ N}$$

PREGUNTA 30.

La distribució de p en la periferia de la zapata no cambia. Luego M_N y M_f no cambian en magnitud, solo que ahora ambos M_N y M_f son antihorarios respecto al perno, asea que se suman.

Así

$$F = \frac{M_N + M_f}{c} = \frac{(69110 + 25547)\ lbf}{(1/12) x : 217{,}5 \cdot \cos 30^\circ} = 37474\ lbf.$$

$$\boxed{F = 166690\ N}$$

Escaneado con CamScanner

PREGUNTA 31: $F_x = F\cos 60 = 166690\,N \cdot \cos 60 = \boxed{83343\ N}$

PREGUNTA 32: $F_y = F\operatorname{sen} 60 = \boxed{144350\ N}$

PREGUNTA 33:

$$R_x = \frac{p_a b r}{\operatorname{sen}\theta_a}\left(A + \mu B\right) - F_x.$$

$$R_x = 260{,}42\,psi \cdot 8\,in \cdot 18\,in \cdot \left(0{,}375 + 0{,}40 \cdot 1{,}264\right) - 83343\,N.$$

$$\boxed{R_x = 63543\ N}$$

PREGUNTA 34:

$$R_y = \frac{p_a b r}{\operatorname{sen}\theta_a}\left(B - \mu A\right) - F_y.$$

$$R_y = 260{,}42\,psi \cdot 8\,in \cdot 18\,in \left(1{,}264 - 0{,}375 \times 0{,}40\right) - 144350\,N.$$

$$\boxed{R_y = 41468\ N}$$

PREGUNTA 35:

$$R = \left(R_x^2 + R_y^2\right)^{1/2} = \boxed{75877\ N}$$

PREGUNTA 8.

2°) $T_{max} = kT = 3 \times 16622\,Nm = 49866\,Nm.$

3°) $$F_a = \frac{2T_{max}}{\mu(D_e + D_i)} = \frac{2 \times 49866\,Nm}{0{,}35 \times (260+180) \times 10^{-3}\,m} = \boxed{6476\ N}$$

En este caso $$p_{max} = \frac{4F_a}{\pi(D_e^2 - D_i^2)} \cdot \frac{((D_e + D_i)/2)}{D_i}.$$

$$p_{max} = \frac{4 \times 6476\,N}{\pi\left(260^2 - 180^2\right)mm^2} \cdot \frac{(260+180)/2}{180.} = 0{,}2863\,MPa.$$

$p_{max} = 286{,}3\,kPa.$ $\longrightarrow$ dentro de los parámetros.