

CÁLCULOS DISPOSITIVO PROTECTOR PARA EL ASIENTO (COJÍN) DE MOTOCICLETAS

Conducción de calor para tela protectora (7):

Se considera una conducción de estado estacionario de calor a través de la superficie plana de la tela protectora (7) con un espesor $\Delta x = L$ y área transversal S . La diferencia existente entre las temperaturas monitoreadas de forma experimental de uno a otro lado de la pared es equivalente a $\Delta T = T_2 - T_1$. Teniendo estos datos característicos de la experimentación con el material se puede obtener la razón de transferencia de calor, o conductividad térmica, a través de las capas existentes en la tela protectora (7). Los datos técnicos y experimentales se muestran a continuación:

- Espesor de la tela (7): $L = 0.3 \times 10^{-3} m$
- Longitud activa de tela (7): $l = 1.1 m$
- Ancho de tela (7): $a = 0.29 m$
- Conductividad térmica del poliéster: $K = 0.4 \frac{W}{mK}$
- Temperatura absoluta obtenida de forma experimental uno: $T_1 = 299.15 K$
- Temperatura absoluta obtenida de forma experimental dos: $T_2 = 307.15 K$

Se tiene que la razón de conductividad térmica según la ley de Fourier se expresa de la siguiente forma (Çengel, 2007):

$$\frac{dQ}{dt} = K * S \frac{T_1 - T_2}{L}$$

Aplicando esta ley a la tela protectora (7) del dispositivo se obtiene que:

$$\frac{dQ}{dt} = 0.4 \frac{W}{mK} * 0.319 m^2 * \frac{299.15 K - 307.15 K}{0.3 \times 10^{-3} m}$$

$$\frac{dQ}{dt} = -3402.66 W$$

Lo que indica que la tela va a disipar una cantidad de energía equivalente a 3402.66 julios de energía por segundo que emitan los rayos del sol sobre el asiento, reduciendo aproximadamente un 18.75% la propagación del calor hacia la parte inferior de la tela, manteniendo el asiento de la motocicleta a una temperatura confortable para el conductor y pasajero.

También se puede concluir que la razón de conductividad térmica a través de las capas de la tela protectora (7) es proporcional a la diferencia de temperatura que se

presenta sobre esta y al área de transferencia de calor, pero inversamente proporcional al espesor, lo que indica que la razón de conducción térmica aumenta cuando se varía el área perpendicular a las líneas de proyección de la conducción calorífica, pero se reduce cuando se aumenta el espesor de la capa.

Recuperación de humedad de la tela protectora (7)

La tela protectora (7) al ser impermeable y cumplir con la normatividad ASTM D-751/CFFA 3, cumple la característica de alcanzar un equilibrio molecular a partir del estado seco. Cuando ésta es sometida por 24 horas en un ambiente a 20°C con el 65% de humedad relativa en el aire, se obtiene que las fibras entrelazadas de poliéster tienen un porcentaje de recuperación del 0.4%, lo que permite a esta tela ser un óptimo aislante de fluidos en estado líquido y proteger el cojín de la motocicleta, además que el usuario no va a tener que limpiar la superficie para subirse después de un rato de lluvia, ya que va a estar en un alto porcentaje libre de partículas de agua (Marin, 2011).

Fuerza lineal aplicada por el resorte de torsión (5) cuando es sometido a un par de torsión:

Se considera que el resorte de torsión (5) es sometido a un par de torsión cuando se tensiona 'n' cantidad de vueltas por medio de la perilla (9), en sentido contrario de las manecillas del reloj para evitar una deformación no deseada, con el fin de acumular una energía mecánica suficiente para generar un movimiento giratorio de igual magnitud en sentido contrario al que se tensionó para disipar la energía y ubicar la tela protectora (7) nuevamente a su estado de reposo, donde la fuerza ejercida por el resorte (5) tiende a cero. Por esta razón es crucial determinar la fuerza ejercida por el resorte de torsión (5) para predecir el comportamiento del sistema y la resistencia al desgarre de la tela protectora (7).

El resorte (5) tiene unos parámetros físicos, definidos en el diseño, equivalentes a:

- Diámetro del alambre: $d = 0.035in$
- Diámetro medio: $D = 0.5708in$
- Número de espiras activas: $N = 250$

El resorte de torsión (5) usa como materia prima para su fabricación un acero austenítico AISI 302, por lo cual presenta un módulo de elasticidad (LLC., 2018) equivalente a:

- Módulo de elasticidad: $E = 28 \times 10^6 psi$

Se tiene en cuenta que la ecuación para calcular la cantidad de fuerza ejercida por un resorte cuando posee una deformación radial de 360° (Myszka, 2012) es equivalente a:

$$\tau = \frac{E * d^4}{10.8 * D * N}$$

Aplicando esta ecuación al resorte de torsión (5) se obtiene que:

$$\tau = \frac{28 \times 10^6 \text{psi} * 0.035 \text{in}^4}{10.8 * 0.5708 \text{in} * 250}$$

$$\tau = 0.027 \text{ libras/rev} = 0.04 \text{ Nm/rev}$$

Se puede observar que el resorte va a acumular un par de torsión equivalente a 0.04 Nm por cada vuelta a la que sea sometido, lo que es equivalente a 0.407 kilogramos por cada centímetro. Experimentalmente se observó que el resorte tenía un funcionamiento óptimo cuando se sometía a 20 revoluciones de tensión, por ende se puede observar que:

$$\begin{aligned} \tau_{total} &= 20 \text{rev} * 0.04 \text{ Nm/rev} \\ \tau_{total} &= 0.8 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Cuando el resorte de torsión se somete a 20 revoluciones va a presentar un par de torsión equivalente a 0.8 Nm, siendo esto 8.16 kilogramos por cada centímetro. Si se supone que el eje central (4) donde va a estar enrollada la tela protectora (7) tiene un radio estimado de 21.3 mm (2.13 cm) se puede estimar la fuerza lineal a la que va a ser sometida la tela protectora (7):

$$F = \frac{8.16 \text{kgcm}}{2.13 \text{cm}}$$

$$F = 3.83 \text{kgf} = 37.56 \text{N}$$

Se puede concluir que la fuerza lineal a la que se somete las fibras de la tela protectora (7) debido al par de torsión ejercido por el resorte de torsión (5) es equivalente a 37.56 N.

Fuerza de fricción ejercida al eje central (4) debido al rozamiento con los soportes laterales (2) y (3)

El resorte de torsión (5) transmite todo el par de torsión al eje central (4) con el fin de regresar la tela de protección (7) a su estado de reposo, fuerza y aceleración no

se transmiten directamente a la tela debido al efecto de fricción que se genera entre el eje central (4) y los soporte laterales (2) y (3), por esta razón se tiende a calcular el porcentaje de pérdida y cuál va a ser su magnitud real que se transmite a la tela protectora (7).

Se considera que el eje central (4) tiene una masa y un radio equivalentes a:

- Masa del eje central (4): $m_{(4)} = 0.05958kg$
- Radio del eje central (4): $r = 2.13cm$

Como el eje central tiene ajustado concéntricamente unos elementos que suman la masa total para el mecanismo central (Eje central (4), resorte de torsión (5), eje plástico (6), perilla de tensión (9), dispositivo auxiliar de movimiento (10)), se realiza el ajuste de la misma dando como resultado:

- Masa del mecanismo central: $m = 0.1534kg$
- Radio del eje de acople de los soportes laterales: $R = 2.4cm$

El eje central (4) se ve acelerado por la fuerza lineal, F , resultante del resorte de torsión (5). Teniendo en cuenta la segunda ley de Newton, fuerzas externas igual a fuerzas inerciales (Bragado, 2004), se puede definir:

$$F + f = m * a$$

Siendo 'F' la fuerza lineal resultante del resorte, 'f' la fuerza de fricción generada por el roce entre el eje central (4) y los soportes laterales, 'm' la masa del mecanismo central y 'a' la aceleración lineal del mecanismo central. Se debe tener en cuenta los momentos ejercidos sobre el mecanismo central (Beer, 2010), por esta razón se define que:

$$F * r - f * R = \frac{1}{2} m * r^2 * \alpha$$

Considerando que la aceleración lineal es igual a la aceleración angular por el radio, se despeja la aceleración angular en función de la lineal y se reemplaza en la ecuación anterior, obteniendo que:

$$F * r - f * R = \frac{1}{2} m * r^2 * \frac{a}{r}$$

Simplificando la ecuación:

$$F * r - f * R = \frac{1}{2} m * r * a$$

Despejando la aceleración lineal:

$$a = \frac{2F}{m} - \frac{2f * R}{m * r}$$

Después de tener la aceleración lineal en función de las fuerzas lineales, los radios y la masa del sistema central, se sustituye en la ecuación establecida a partir de la segunda ley de Newton, obteniendo lo siguiente:

$$F + f = m * \left(\frac{2F}{m} - \frac{2f * R}{m * r} \right)$$

Simplificando la ecuación:

$$F + f = 2F - \frac{2f * R}{r}$$

Despejando la fuerza de fricción se tiene:

$$f = \frac{F}{1 + \frac{2R}{r}}$$

Aplicando la ecuación resultante al sistema central para obtener la fuerza de fricción se obtiene que:

$$f = \frac{37.56N}{1 + \frac{2.4cm}{2.13cm}}$$

$$f = 17.66N$$

Con la fuerza de fricción obtenida, se puede calcular realmente la fuerza a la que se somete la tela protectora, obteniendo la diferencia entre la fuerza lineal y la fuerza de fricción:

$$F_f = 37.56N - 17.66N$$

$$F_f = 19.9 N$$

La fuerza lineal ejercida por el sistema central es equivalente a 19.9 N. La aceleración lineal que va a presentar el sistema central cuando la energía del resorte (5) es liberada para devolver a la tela (7) a su estado de reposo es equivalente a:

$$a = \frac{2 * 37.56N}{0.1534kg} - \frac{2 * 17.66N * 0.024m}{0.1534kg * 0.0213m}$$

$$a = 230.266 \frac{m}{s^2}$$

Velocidad libre de cierre de la tela protectora (7)

Se determina la velocidad de cierre a la que se somete la tela (7) cuando el resorte libera la energía, en función del tiempo, por esta razón se tiene en cuenta dos ecuaciones de movimiento uniformemente acelerado.

La primera ecuación del tiempo en función de la velocidad lineal y aceleración lineal (Bragado, 2004) es equivalente a:

$$t = \frac{v_f - v_o}{a}$$

La segunda ecuación de la distancia recorrida, considere que la distancia recorrida por la tela (7) es $x = 1.1m$, en función del tiempo, la velocidad lineal y la aceleración lineal (Bragado, 2004) es equivalente a:

$$x = v_o * t + \frac{a * t^2}{2}$$

Reemplazando la ecuación del tiempo en la ecuación de la distancia recorrida se obtiene:

$$x = v_o * \left(\frac{v_f - v_o}{a}\right) + \frac{a * \left(\frac{v_f - v_o}{a}\right)^2}{2}$$

Simplificando la ecuación:

$$x = \frac{v_f^2 - v_o^2}{2a}$$

Sabiendo que la tela se encuentra en estado estacionario se interpreta que la velocidad inicial es igual a cero y despejando la velocidad final en función de la aceleración y distancia recorrida se obtiene que:

$$v_f = \sqrt{2 * a * x}$$

Aplicando la ecuación resultante al sistema se tiene que:

$$v_f = \sqrt{2 * 230.266 \frac{m}{s^2} * 1.1m}$$

$$v_f = 22.507 \frac{m}{s}$$

Esfuerzo normal ejercido por el resorte de torsión (5) a las fibras de la tela protectora (7)

Si bien los resultados obtenidos del comportamiento del resorte de torsión (5) representan un paso necesario para el análisis estructural de la tela protectora (7) y verificar si sus fibras internas soportan la carga ejercida y qué porcentaje de trabajo está realizando antes de presentar una deformación considerable.

Considere que la tela protectora (7) compuesta por fibras entrelazadas de poliéster posee unas características de área transversal (S.A., 2018) equivalente a:

- Área transversal de la tela protectora: $A = 8.7 \times 10^{-5} m^2$
- Esfuerzo mínimo de resistencia al rasgado: $\sigma_{min} = 0.473424137 MPa$

Se comprende que el esfuerzo al que se somete la tela es representado por la fuerza resultante distribuida a lo largo del área A de la sección transversal y la intensidad promedio de estas fuerzas es igual a la fuerza por unidad de área en la sección (Beer, 2010), lo que se representa con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{F_f}{A}$$

Aplicando esta ecuación a la tela protectora (7), teniendo en cuenta la fuerza equivalente del resorte de torsión se tiene que:

$$\sigma = \frac{19.9 N}{8.7 \times 10^{-5} m^2}$$

$$\sigma = 0.228735632 MPa$$

Se puede observar que la tela protectora (7) puede trabajar de forma correcta sin presentar deformaciones o formación de grietas laterales debido al esfuerzo que se somete, ya que se encuentra trabajando un 51.6848% por debajo al esfuerzo mínimo de deformación de las fibras de poliéster.

Referencias

Beer, F. P. (2010). *Mecánica de materiales*. México: McGraw Hill Educación.

Bragado, I. M. (2004). *Física General*. Madrid : Civilgeeks.

Çengel, Y. A. (2007). *Heat and mass transfer*. Nevada : McGraw Hill Education.

LLC., M. (03 de Abril de 2018). *MAtWeb MAterial property data*. Obtenido de 302
Stainless Steel, annealed strip:
[http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=f290e46425d64
8f6963d16a9a80e63c4&ckck=1](http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=f290e46425d648f6963d16a9a80e63c4&ckck=1)

Marin, A. V. (2011). *Prueba de laboratorio para telas*. Distrito Federal México :
Academia.

Myszka, D. H. (2012). *Machines and mechanisms* . Dayton: PEARSON.

S.A., P. (06 de Abril de 2018). *Proquinal* . Obtenido de Impermeable :
<http://www.proquinal.com/nombre-productos/impermeable>