

INFORME PIRELLI SOBRE FÓRMULA DEGRADACIÓN:

En este informe se mostrará cómo hallar la fórmula de la degradación de los neumáticos en función de la aceleración que se ejerce sobre el coche.

1. ¿Por qué la fórmula va en función de la aceleración?

Porque lo que degrada al neumático es la fuerza, y según la segunda ley de Newton, se puede escribir $Fuerza = masa \cdot aceleración$. Como la masa del coche durante toda la carrera es muy parecida (aunque no igual), podemos poner la fórmula en función de la aceleración, y luego variar la masa en función del combustible que haya en el monoplace.

2. ¿Qué aceleraciones influyen principalmente en la degradación de los neumáticos?

Influyen la aceleración longitudinal, que es la de la fuerza que ejerce el monoplace para moverse, y la lateral, que es la de la fuerza centrípeta que se ejerce al tomar una curva. La aceleración longitudinal en las rectas viene dada por la ecuación diferencial de Euler no homogénea $y''(t) \cdot t^2 + v_0 \cdot t = y(t)$, mientras que la aceleración longitudinal en las rectas, al ser la anterior ecuación la característica del MRUA, se utiliza la ecuación $v(t) = v_0 + v'(t)$. Sabiendo que $v'(t) = y''(t)$, podemos poner esta última ecuación como $y'(t) = v_0 + y''(t)$. Por último, la aceleración lateral, se puede poner como la fórmula de aceleración = velocidad²/radio, y en función del tiempo: $ac(t) = v^2(t)/r$, que se puede convertir en $ac(t) = y'(t)^2/r$.

Ante todo, hay que tener en cuenta la siguiente nomenclatura para entender las ecuaciones:

$y(t)$ = Posición en función del tiempo

$y'(t) = v(t)$ = Velocidad en función del tiempo = Derivada de la posición en función del tiempo

$y''(t)$ = Aceleración longitudinal en función del tiempo = Segunda derivada de la posición en función del tiempo.

$ac(t)$ = Aceleración lateral en función del tiempo.

3.1. ¿Cómo sacamos la ecuación de posición en la recta en el tiempo?

Resolviendo la ecuación $y''(t) \cdot t^2 + v_0 \cdot t = y(t)$.

Esta es una ecuación de Euler no homogénea, y se resuelve por el cambio de variable $y = t^r$. La solución de esta ecuación queda: $y(t) = C_1 \cdot t^2 + C_2/t - v_0 \cdot t$

3.2. ¿Cómo sacamos la ecuación de la posición en la curva en el tiempo?

Resolviendo la ecuación $y'(t) = v_0 + y''(t)$, del mismo tipo que la anterior, cuya solución da $y(t) = C_1 \cdot t^2 + C_2 + v_0 \cdot t$.

3.3. ¿Cómo sacamos la aceleración lateral?

Pues derivando la función $y(t)$ para las curvas y dividiéndolas entre el radio de cada curva, es decir: $ac(t)=y'(t)^2/radio$.

4.¿Cómo hallamos los coeficientes C1 y C2?

Cogiendo el y final para el $y(t)$ y el t final de la zona para $y'(t)$, obteniendo así un sistema de ecuaciones.

Posteriormente, hallaríamos derivando la función $y(t)$ e $y'(t)$ la función $y''(t)$ para tanto las rectas como las curvas.

Luego resolveríamos el sistema de ecuaciones.

5.¿Cómo hallamos ahora cuanto se degrada el neumático para los neumáticos C2 y C1?

Pues para ello utilizamos la fórmula $Deformación=Esfuerzo/Coeficiente\ de\ Young$, donde $Esfuerzo=Fuerza/Área$. Para ello, es necesario saber el área que ocupa la llanta del neumático. La fuerza por otro lado, es equivalente a $masa*aceleración$, donde la aceleración es el sumatorio de todas las aceleraciones que influyen en cada zona, esto es, la aceleración longitudinal en rectas y la longitudinal y lateral en las curvas.

Por tanto, nos quedaría: $Deformación = masa*aceleración(tiempo)/(Área*Coeficiente\ de\ Young)$.

Luego sumaríamos las deformaciones en cada zona y hallaríamos la deformación al cabo de un tiempo t (que es el sumatorio de todos los tiempos de cada zona).

Igualando la deformación a un valor entre 0 y 1, para un tiempo t , se puede resolver este sumatorio de ecuaciones para hallar la incógnita del coeficiente de Young. Esto debería hacerse en algún programa de cálculo tipo MATLAB, ya que a mano es muy costoso.

6.¿Y para los neumáticos C3, C4 y C5?

Lo mismo pero con dos diferencias:

1)La función de degradación no es lineal, sino cuadrática.

2)El tiempo no es el de cada zona, sino el del stint total, ya que en este caso, el dominio de la función es continuo.

Por tanto, habría que hacer la integral de la aceleración, es decir coger la fórmula de la velocidad y la de la posición para la aceleración lateral.

7.Conclusión:

De este modo, ya obtendríamos el modelo de deformación de los neumáticos en función del tiempo. Ante todo, este modelo ha de obtenerse para una temperatura concreta, para poder

hallar después la sensibilidad térmica de la pista, donde: $\text{Sensibilidad térmica} = (\text{DeformaciónT1} - \text{DeformaciónT2}) / (\text{Temperatura1} - \text{Temperatura2})$ para dos stints con el mismo tiempo transcurrido en estos.