

CAPÍTULO 2

INTRODUCCIÓN A LA TRIBOLOGÍA.

1. ¿QUÉ ES LA TRIBOLOGÍA?

La tribología es la ciencia y técnica que estudia la interacción entre superficies en movimiento y los problemas relacionados con ellos: desgaste, fricción, adhesión y lubricación.

En la interacción entre dos superficies aparecen diversos fenómenos cuyo conocimiento es de vital importancia. Estos tres fenómenos fundamentales que aparecen son:

- **FRICCIÓN:** Efecto que proviene de la existencia de fuerzas tangenciales que aparecen entre dos superficies sólidas en contacto cuando permanecen unidas por la existencia de esfuerzos normales a las mismas.
- **DESGASTE:** Consiste en la desaparición de material de la superficie de un cuerpo como consecuencia de la interacción con otro cuerpo.
- **ADHESIÓN:** Capacidad para generar fuerzas normales entre dos superficies después de que han sido mantenidas juntas. Es decir, la capacidad de mantener dos cuerpos unidos por la generación anterior de fuerzas de unión entre ambos.

El objetivo de la tribología no solo es minorar las desventajas. Dependiendo de la situación el objetivo a alcanzar puede ser distinto.

- Mínimo desgaste y mínima fricción: rodamientos, engranajes, levas... gracias a la lubricación y las capas de recubrimiento.
- Mínimo desgaste y máxima fricción: frenos, embragues, neumáticos... con materiales resistentes al desgaste.
- Máximo desgaste y mínima fricción: lápices, deposición de lubricantes sólidos mediante deslizamiento.
- Máxima fricción y máximo desgaste: borradores.

Para que nos hagamos una idea de lo importante que son las soluciones a problemas tribológicos. Por ejemplo, en los automóviles, en los que existen más de 2000 contactos tribológicos, las mejoras tribológicas pueden suponer un ahorro estimado de energía del 18,6 %. En el campo energético, se estima que en EE.UU. un 11% de la energía total consumida en cuatro grandes sectores: transportes, turbo máquinas, generadores de potencia y procesos industriales, pueden ser ahorrados introduciendo avances tribológicos. Desde el punto de vista económico un informe realizado en Alemania revelaba que las pérdidas como

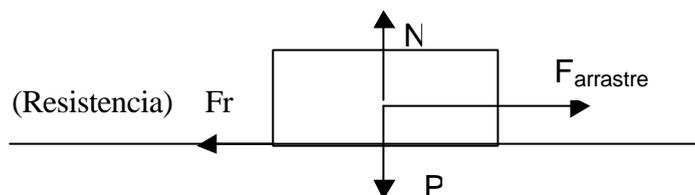
consecuencia de la fricción y el desgaste, equivale a un desperdicio energético anual del orden de 3 billones de pesetas.

2. FRICCIÓN.

Fricción es la resistencia al movimiento que existe cuando un objeto sólido se mueve tangencialmente con respecto a la superficie de otro sólido con el que está en movimiento.

La fricción se expresa en términos relativos de fuerza, como el coeficiente entre la fuerza de fricción y la carga nominal a la superficies de contacto, suele representarse por μ , que es un coeficiente adimensional, es decir, carece de unidades ya que las dos fuerzas se miden en las mismas unidades.

$$\mu = \frac{F}{N} \quad \frac{(Kg)}{(Kg)}$$



Hay que distinguir entre dos situaciones:

1. FUERZA DE FRICCIÓN ESTÁTICA: La necesaria para iniciar el movimiento. Si la fuerza tangencial aplicada es menor a este valor, no existe movimiento y la fuerza de fricción es igual o mayor a la tangencial aplicada.
2. FUERZA DE FRICCIÓN CINÉTICA O DINÁMICA: La necesaria para mantener el movimiento. De valor menor a la anterior.

Las leyes fundamentales de la fricción son:

- ◆ *La fuerza de fricción es proporcional a la fuerza normal.*
$$F = \mu \cdot N$$
- ◆ *La fuerza de fricción es independiente del área aparente de contacto (A_a). Por esta razón objetos grandes y pequeños del mismo par de materiales, presentan el mismo coeficiente de fricción.*
- ◆ *La fuerza de fricción teóricamente es independiente de la velocidad de deslizamiento (aunque no es así en la práctica debido a la sensibilidad*

de los materiales de fricción a la presión, a la velocidad y a la temperatura).

Los coeficientes de fricción típicos que presenta el acero cuando se desliza sobre otros materiales son los que aparecen en la siguiente tabla.

Material 1 Vs. Material 2		μ
Acero	Acero	0,62
Bronce	Acero	0,24
Grafito	Acero	0,10

A escala microscópica, las superficies de los sólidos presentan cimas y valles, que podemos evaluar midiendo su rugosidad. Debido a esta rugosidad cuando dos superficies entran en contacto, no lo hacen en todo el área aparente de contacto (A_a), sino que el contacto se verificará solo en algunos puntos de estas rugosidades.

A la suma de las áreas de los puntos en los que se verifica el contacto, la denominaremos área real de contacto (A_r). Esta área es independiente del área aparente de contacto.

Estos puntos de contactos son los encargados de soportar la carga normal y de generar la fuerza de fricción.

Cuando la carga normal aumenta, el número de puntos en contacto aumenta, aumentando el área real de contacto a pesar de mantenerse invariable el área aparente.

La fuerza de fricción es debida a varios efectos que suponen aportación de energía:

- ✓ Adhesión: principal componente de la fricción.
- ✓ Deformación.
- ✓ A la interacción entre asperezas.

La existencia de capas contaminantes entre el disco de freno y el material de fricción reduce considerablemente las fuerzas de fricción.

La existencia de una fuerza de fricción hace aumentar el área real de contacto y aumenta el barrido de la capa intermedia (tercera capa), aumentando la adhesión respecto al simple contacto.

Es importante destacar que a altas velocidades de deslizamiento de una superficie contra la otra, se aumenta la temperatura debido a la fuerza de rozamiento entre ambos materiales que se oponen al movimiento con lo cual se

produce una conversión de la energía cinética en calor (energía térmica) con el consiguiente aumento de la temperatura de ambas superficies.

3. EL FRENADO.

El frenado de un cuerpo en movimiento es uno de los estudios más complejos dentro de la tribología.

Al frenar un vehículo lo que estamos consiguiendo por medio de la fricción entre dos materiales, es la transformación de energía cinética y/o potencial (la que lleva el objeto por moverse o por encontrarse a una determinada altura) en energía calorífica. Esta transformación de energía lo que provoca es un aumento de la temperatura global de todo el sistema.

La transformación de la energía se produce en el contacto entre una parte fija que va anclada a la mangueta del vehículo (el caliper), y una parte móvil que gira solidaria con la rueda a la misma velocidad angular (el disco). Cuando accionamos el pedal del freno se presuriza el circuito y los émbolos de las pinzas empujan a las pastillas (elemento fijo) contra el disco (elemento móvil).

En el contacto entre las pastillas y el disco es donde se produce la transformación de la energía, de ahí que las características de ambos elementos sean muy peculiares, ya que deben de soportar altas temperaturas sin desgastarse en exceso pero con un buen coeficiente de rozamiento para poder conseguir frenar el vehículo.

También, el coeficiente de rozamiento del material de fricción ha de ser lo más estable posible a distintas velocidades y a diferentes presiones en el sistema de freno de forma tal que el conductor pueda prever el resultado cuando trata de decelerar su vehículo.