

# **ANALISIS Y DESGASTE EN MOTORES DE COMBUSTION INTERNA A DIESEL**

Karl Castillo Martín<sup>1</sup>, Freddy Cevallos Barberán<sup>2</sup>.

1. Ingeniero Mecánico, 1998.
2. Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, MSc. Ingeniería Mecánica, Ma. Comunicación Social.

## **RESUMEN**

El presente proyecto establece un estudio y análisis del desgaste de las piezas en motores de combustión interna a diesel. Se ha considerado trabajar con motores de 4 tiempos, 6 cilindros en línea debido a la facilidad de contar con una base completa de datos estadísticos del desgaste generado en motores de este tipo desde el inicio de su funcionamiento. Esta información con que se cuenta, será utilizada para poder solucionar el problema de desgaste que se tiene en la mayoría de equipos, en los cuales no se puede predecir el tiempo de vida útil que tendrá.

El proyecto abarca el estudio de los aceites lubricantes existentes, clasificación, propiedades, viscosidad, estándares de calidad, origen, procedencia, aditivos que se añaden de acuerdo a las condiciones de operación. Con todos estos antecedentes se

puede tratar de determinar el origen y efectos del desgaste, así como también los depósitos en el motor.

En el desarrollo de este proyecto se enfatiza claramente el cálculo tribológico del desgaste de las piezas, que se refiere al contacto de las mismas a través de una fina película de lubricante. Este estudio abarca un área muy extensa; por consiguiente me dedicaré exclusivamente a determinar el desgaste de las chapas de biela y de bancada, que son el punto crítico en el funcionamiento óptimo de un motor.

Para trabajar el desgaste de las chapas, nos servimos de algunos modelos matemáticos muy similares a los utilizados por los autores de algunos libros especificados en la bibliografía, donde claramente podemos obtener ecuaciones aplicables a nuestro medio.

Una de los puntos importantes que se quiere dar a conocer, es la implementación del programa de análisis de lubricante y los resultados alentadores que puede llegar a brindar si se tiene en cuenta los costos de mantenimiento por paradas periódicas que se tiene si se trabaja con equipos, defectos en operaciones de montaje y desmontaje, aumento de tiempo medio entre cada revisión, aumento de hasta un 60% de horas trabajadas hasta efectuar una reparación general, entre otros.

Este proyecto, en su desarrollo, incursiona en varios aspectos como lo son:

Lubricación en motores a diesel.

Cálculo del desgaste en los motores a través de análisis tribológicos.

Análisis de lubricantes.

Las recomendaciones para óptimo funcionamiento de motores.

Predecir el desgaste en un motor de combustión interna no es fácil, pero resulta de gran utilidad si se trabaja con esta clase de equipos.

## **INTRODUCCION**

El presente trabajo se refiere al estudio y análisis del desgaste de las piezas en motores de combustión interna a diesel. Se ha considerado trabajar con motores de 4 tiempos, 6 cilindros en línea debido a la facilidad de contar con una base muy completa de datos estadísticos del desgaste generado en motores de este tipo desde el inicio de su funcionamiento. Esta información se la obtuvo de una comercializadora de lubricantes muy conocida en el medio que se dedica a efectuar análisis de lubricantes.

El trabajo abarca el estudio de los aceites lubricantes existentes, clasificación, propiedades, viscosidad, estándares de calidad, origen, procedencia, aditivos que se añaden de acuerdo a las condiciones de operación. Con todos estos antecedentes se puede tratar de determinar el origen y efectos del desgaste así como también los depósitos en el motor. Además, se introduce el uso del análisis de lubricantes como ventaja en el mantenimiento de equipos, ya que nos da una advertencia

anticipada de los problemas que pueden surgir mientras el equipo está trabajando y los ya existentes antes de que éstos se tornen mas serios. Este programa nos genera ahorro de tiempo y dinero, evitando las reparaciones innecesarias, y permitiendonos programar la reparación del equipo sin ponernos en apuros. No hay que olvidar que el análisis nos detalla el metal más desgastado, permitiendonos ir directamente al componente que está sufriendo daños sin tener que armar y desarmar los componentes que no tienen problemas.

Se debe tener en cuenta que la industria automotriz es la industria más grande que existe en el mundo y la que más trabajo genera, por ende el funcionamiento y mantenimiento que se suministre dependerá de las personas que están a cargo.

Con el deterioro del equipo en su normal funcionamiento, es muy posible entender que los lubricantes no son a la época en el cual se hallan los más óptimos y así será necesario reemplazarlos por unos más adecuados.

En la mayor parte de los motores solo se utiliza eficazmente del 23 al 35% de la energía generada por la combustión del combustible en los cilindros, el resto se disipa en pérdidas termodinámicas y mecánicas entre las que se cuenta la fricción, de tal modo que en el par anillo - émbolo se tiene casi la mitad de estas pérdidas. La disminución del peso del émbolo, el uso de mejores materiales en los anillos y los cilindros, permiten reducir este valor en cerca del 25%.

En el caso de los motores de combustión interna, la fricción de los elementos, no solo genera desgaste sino que hace que se tengan pérdidas del orden de hasta el 6% de la potencia del motor. Para evitar la fricción en los motores de combustión interna, el aceite que se utilice debe tratar de adherirse a las piezas de modo que se forme una capa límite o película fluida que se regenere y desplace adecuadamente. Se supone que una buena lubricación debe mantener las dos piezas flotando separadamente por lo que se necesita tener una presión en la capa de aceite.

En el desarrollo de este trabajo se enfatiza claramente el cálculo tribológico del desgaste de las piezas, que se refiere al contacto de las mismas a través de una fina película de lubricante.

Este estudio abarca un área muy extensa; por consiguiente me dedicaré exclusivamente a determinar el desgaste de las chapas de biela y de bancada, que son el punto crítico en el funcionamiento óptimo de un motor. Para trabajar el desgaste de las chapas, nos servimos de algunos modelos matemáticos muy similares a los utilizados por los autores de algunos libros especificados en la bibliografía, donde claramente podemos obtener ecuaciones aplicables a nuestro medio.

Con estos datos, generaremos un modelo para predecir el desgaste que se va a tener en un motor y los métodos a emplearse para que no exista un desgaste excesivo en las piezas.

## **CONTENIDO**

La importancia que posee el sistema de lubricación está basado en los beneficios que nos brinda con respecto al funcionamiento del motor y que en general son los siguientes:

Rápido encendido.

Lubricar y evitar el desgaste

Reducir la fricción.

Proteger contra la herrumbre y corrosión.

Mantener limpio el motor.

Minimización de los depósitos de la combustión.

Sellado de la cámara de combustión.

Evitar la formación de espuma.

Hay que tener un claro conocimiento del sistema de lubricación en un motor, no es útil solo para comprender como la contaminación y degradación del aceite puede dañar los componentes del mismo, sino también nos permite comprender como la falta de aceite puede afectar su correcto funcionamiento.

La fallas en la lubricación tienen relación ya sea con el flujo de aceite contaminado y sucio a través del motor, ó por la falta de lubricación de algún elemento.

Por complicada que pueda parecer cualquier máquina, básicamente se necesita lubricar tres tipos de elementos: cojinetes (axiales, de empuje, rodamientos, guías, levas y correderas), engranajes (rectos, helicoidales, sin fin corona) y la pareja cilindro - pistón.

Los sistemas de lubricación en los motores de combustión interna, sean de gasolina o diesel, difieren muy poco entre sí y los principios básicos son los mismos.

1. El aceite fluye desde el colector del cárter(sumidero), en el fondo del motor, hasta la bomba de aceite y .....
2. ....Después pasa al enfriador de aceite. Aquí el aceite es enfriado por el refrigerante del motor.
3. Después, el aceite va a través de los filtros de aceite, donde se le extraen la basura y los contaminantes.
4. Después, el aceite limpio se mueve hacia adentro del múltiple de aceite tomando dos direcciones diferentes:
  - A. Hacia dentro del motor para lubricar los componentes tales como cojinetes, engranajes, pistones, camisas, válvulas, etc.
  - B. Y una parte más pequeña fluye directamente al Turbocargador(motor a diesel).

Cuando se arranca el motor con el aceite frío o si están taponados el enfriador o el filtro, las válvulas de desviación aseguran un flujo constante de aceite a los pasajes

del motor. Las válvulas de desviación con que cuenta el sistema de lubricación, tiene la función de proteger al sistema por si se restringe el flujo de aceite.

Los componentes del sistema de lubricación en un motor son:

Cárter o Colector de Aceite.

Filtro de Succión o Colador de .

Bomba de aceite.

Sistema Regulator de Presión de Aceite (Válvula de Alivio).

Filtro de aceite.

Orificio de Lubricación.

Anillo de Control de Lubricación.

Holgura de Lubricación.

La evolución de la ingeniería diversificó más los campos a ser estudiados, los cuales tienen un desarrollo generalmente por experiencias prácticas. En sus inicios, el diseño de maquinaria fue primariamente dirigida hacia el análisis cinemático de las partes mecánicas en movimiento relativo, pero la necesidad del cálculo de esfuerzos en motores de alta potencia hizo dar un giro diferente y es así como hace pocos años el avance y el desarrollo de una tercera rama del diseño de maquinaria nació, la cual fue llamada tribología que proviene de la palabra griega tribos que significa roce, contacto.

Para tener una idea de este capítulo, hay que tener presente que se necesita del esfuerzo requerido para que exista la deformación y que posee tres componentes:

La primera componente debido al trabajo aplicado en la deformación pura, en la cual, el esfuerzo requerido para la deformación de un material está dado por el esfuerzo de fluencia sin que exista fricción, ya que el esfuerzo se transmite de manera homogénea en cada partícula de la pieza de trabajo. La segunda componente representa el esfuerzo de fricción y que será nuestro principal problema a ser tomado en cuenta.

En cambio, la tercer componente nos refleja la dificultad de alcanzar la deformación homogénea.

La fricción no es siempre un villano, algunas veces es necesario hacer uso de ella.

Los motores, constituidos en su mayoría por partes metálicas están en constante movimiento y expuestos a la fricción, la misma que genera calor y el desgaste de las piezas. Por esta razón es de suma importancia prestarle la debida atención al diseño del motor, la selección de los materiales y el correcto funcionamiento del sistema de lubricación.

Entre los aspectos más importantes que hay que tomar en cuenta para lograr un desempeño adecuado de los motores están:

Requerimientos de funcionamiento, calidad del combustible, y sobre todo el uso de lubricantes con propiedades adecuadas para el cuidado del motor; queriendo obtener un mayor tiempo de productividad del mismo.

Después de hacer un análisis de los resultados entre los calculados y los estadísticos, tenemos una idea más real de cómo se ha desarrollado el desgaste en las piezas de nuestro motor. No hay que olvidar que hemos tomado en

cuenta tanto las chapas de bancada, como la de biela cuyo desgaste es muy similar pero no es el mismo.

Si se observa con detalle la gráfica, el desgaste mostrado a través de las pruebas de laboratorio se asemeja mucho a una recta con pendiente constante, teniendo en sus primeras horas de trabajo una pendiente mucho mayor, idea comprensible ya que es lo que se denomina las horas de ajuste en las piezas de los motores.

Esta premisa de tener una recta de pendiente constante, nos permitió desarrollar por medio del análisis tribológico una recta muy similar, y siendo explícito que los parámetros con que trabajamos están íntimamente relacionados con los parámetros del tipo de material, rugosidad de la superficie y sin olvidar las presiones con que trabaja el motor en las diferentes etapas de funcionamiento.

Es observado que el modelo ideal nos da un desgaste mucho menor que el que realmente se obtuvo en la base de datos estadístico. Esto nos hace reflexionar acerca de cuales serán los parámetros que quizá no tomamos en cuenta, ó de si las asunciones que se hicieron estaban dentro de un plano real ó imaginario.

No deberíamos perder el punto de vista, de que el clima es una variable a la cual no la enfrentamos de ninguna forma y que ése puede llegar a ser un limitante muy desagradable para nosotros.

Debemos indicar que algunas de las variables que introducimos en la ecuación están dadas por tablas establecidas de una forma empírica y que quizás contribuyeron a que los resultados nos salgan un poco disparados.

Lo que sí podemos decir con la mayor sinceridad es que los datos obtenidos nos van a ser de muy utilidad para poder de alguna manera poder predecir aproximadamente cual va a ser el desgaste de cualquier equipo semejante al que tenemos, y por ende se podría predecir las horas con que contamos con un equipo antes de ser llevado a una para obligatoria por daño o mantenimiento.