

INTRODUCCIÓN A LA LUBRICACIÓN - I

No importa que tan lisa se pueda sentir o ver la superficie de un metal, si observamos una imagen ampliada de la misma, veríamos crestas, valles y en algunos casos, las orillas muy irregulares. Cuando tratamos de mover una superficie contra otra, estas irregularidades producen una resistencia a la que llamamos **rozamiento**. Este rozamiento produce **calor** y el calor provoca que el metal se expanda. Cuando las crestas de ambas superficies entran en contacto, algunas de ellas se rompen, proceso al que denominamos **desgaste**. Las partículas microscópicas producidas por el desgaste, actúan como pequeñas herramientas de corte, desbastando a ambas superficies, provocando mas calor, vibración y un desgaste acelerado. Si existe corrosión y contaminación en estas superficies, se tendrá un proceso de deterioro aun más rápido.

¿Qué hacer? ...Lubricar

Lubricar: "Hacer más suave o deslizante. Aplicar o actuar como lubricante."

Lubricante: "Sustancia capaz de reducir el rozamiento, calor y desgaste, cuando se introduce como una película entre superficies sólidas."

La palabra clave entonces es **película**. Al introducir nosotros esta película entre las superficies, podremos desplazarlas entre sí o una contra la otra **sin que se toquen. Por lo tanto, el propósito fundamental de la lubricación, es el separar a superficies que actúan entre sí bajo condiciones de carga.** En condiciones ideales, la sustancia lubricante (aceite o grasa) que se aplica entre dos superficies, produce una película que se distribuye uniformemente en toda el área de contacto. Las partes en movimiento son entonces separadas y soportadas por la película de lubricante. De ningún modo, entran en contacto una con la otra. Las condiciones ideales son imposibles de lograrse; por lo tanto, nunca podremos eliminar totalmente el rozamiento y el desgaste. Lo que se pretende es reducir estos factores lo más posible.

Las Seis Funciones Básicas de la Lubricación

Existen seis importantes razones para que apliquemos una lubricación adecuada: para reducir el rozamiento, reducir el desgaste, ayudar a absorber o amortiguar impactos, reducir el incremento de temperatura, reducir al mínimo la corrosión y formar un sello contra contaminantes externos.

Reducir el Rozamiento

La lubricación reduce el rozamiento al separar superficies que están en movimiento bajo condiciones de carga. Con una lubricación adecuada, son dos tipos de rozamiento los que se pueden reducir, el rozamiento por deslizamiento y el rozamiento por rodamiento.

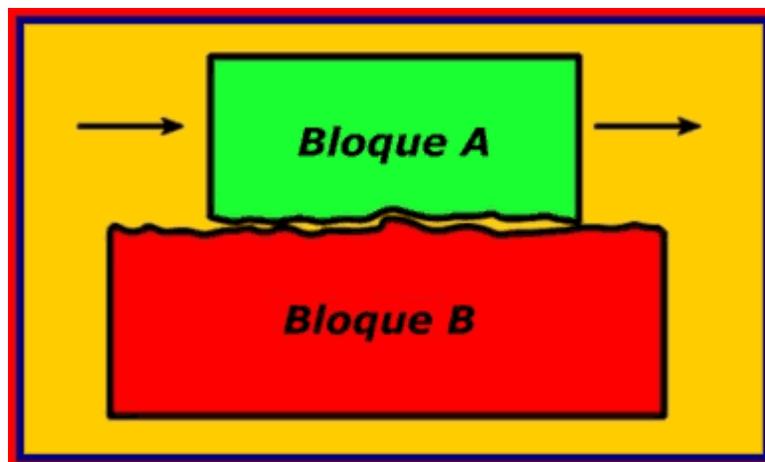


Fig.1 Rozamiento por deslizamiento

El rozamiento por deslizamiento es el resultado de dos superficies que se mueven una con relación a la otra en direcciones opuestas. El rozamiento por rodamiento es el resultado de la acción de un rodillo o cilindro sobre una superficie fija, tratando de empujar material hacia el frente del rodillo. El movimiento de rodamientos de bolas o de rodillos provoca este tipo de rozamiento.

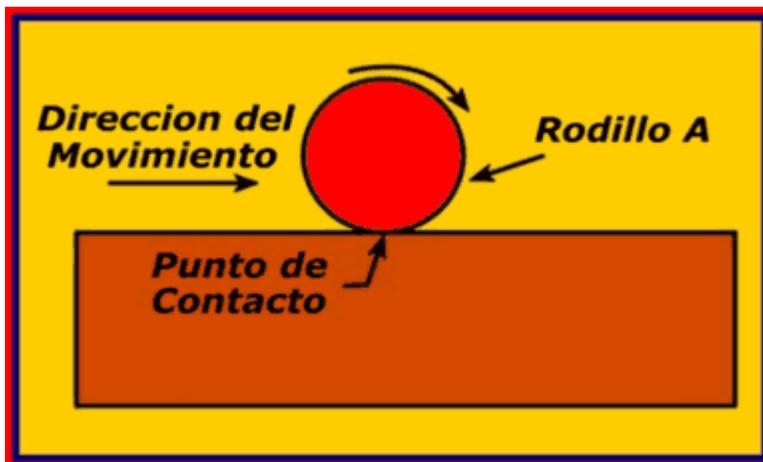


Fig. 2 Rozamiento por rodamiento

Reducir el Desgaste

La lubricación reduce el desgaste tanto de superficies en movimiento como de superficies fijas, reduciendo la superficie del área en contacto ya sea de dos partes en movimiento o una parte fija y otra en movimiento.

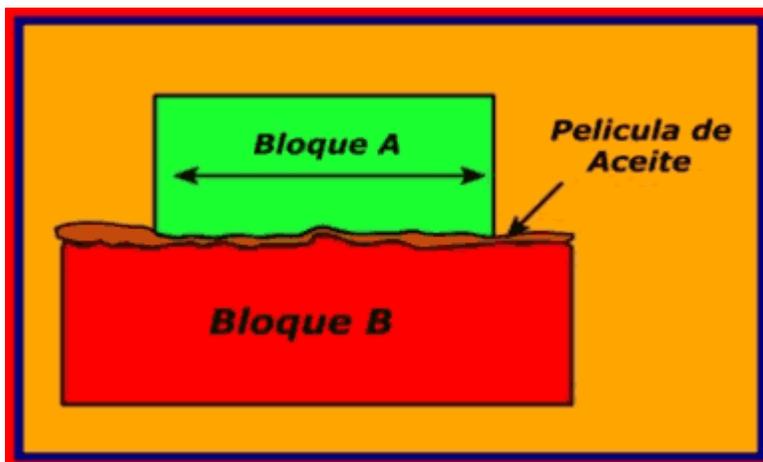


Fig. 3 Reduce el desgaste, disminuyendo la superficie del área en contacto

Absorber o Amortiguar Impactos

El lubricante que queda atrapado entre los dientes de dos engranes se presuriza a medida que los dientes entran en contacto y posteriormente la presión se libera conforme se separan. Una lubricación adecuada evita que los dientes golpeen o rechinen mientras giran.

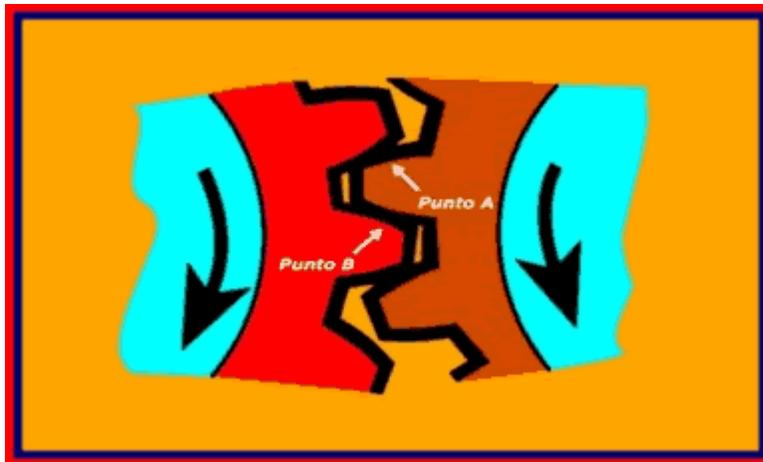


Fig. 4 Ayuda a absorber impactos entre dientes de engranes en contacto

Reducir el Incremento de Temperatura

La lubricación reduce el incremento de calor reduciendo el rozamiento, absorbiendo la energía calorífica producida por las partes en movimiento y transportando ese calor a otras áreas mas frías de la maquinaria en cuestión. Nota: Un incremento del calor sin ningún control, conduce hacia fallas del tipo catastrófico, debido a la expansión de partes metálicas adyacentes y su interacción entre sí o bien debido a la rapidez que se tiene en la erosión o reblandecimiento de las superficies metálicas en valores extremos de calor. Esto puede provocar que otras partes de la maquina se deterioren rápidamente y tengan que ser remplazadas.

Reducir la Corrosión

Debido a la película protectora que lubrica a las superficies, se reduce la corrosión tanto de las partes fijas como de las partes en movimiento.

Formar un Sello contra Contaminantes

La lubricación evita la contaminación, ocupando el espacio libre entre superficies en contacto y manteniendo una presión de fluido positiva, en las áreas de soporte o cojinetes.

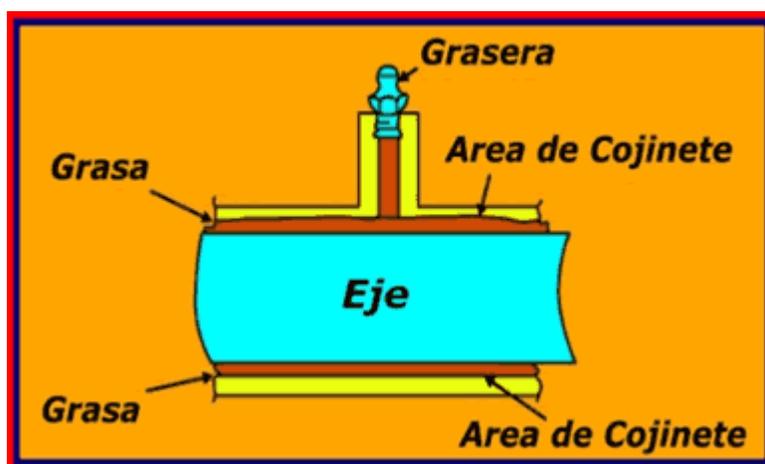


Fig. 5 Previene contaminación

INTRODUCCIÓN A LA LUBRICACIÓN - II

Películas de Lubricación

Existen tres tipos de películas de lubricación: película completa, película elastohidrodinámica y película superficial. Estos términos se refieren al grosor de la película que en realidad refleja el grado de protección por lubricación que se tiene (factor de lubricación).

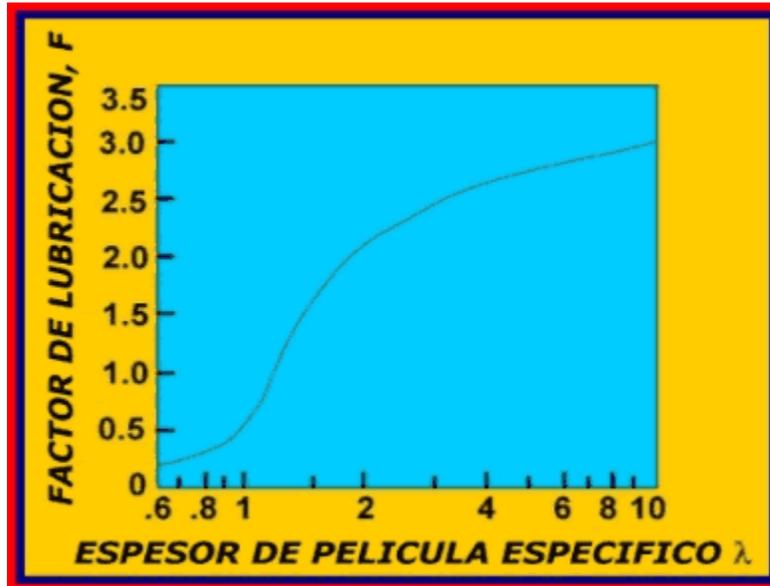


Fig. 6 Espesor de Película y su Efecto en el Factor de Lubricación

Película Completa

La Película Completa, también conocida como Película de Fluido, es el tipo ideal de película de lubricación. En ella, las partes en movimiento no se tocan, ya que se encuentran completamente separadas por una película continua de lubricante. Existen dos tipos de película completa: hidrodinámica e hidrostática.

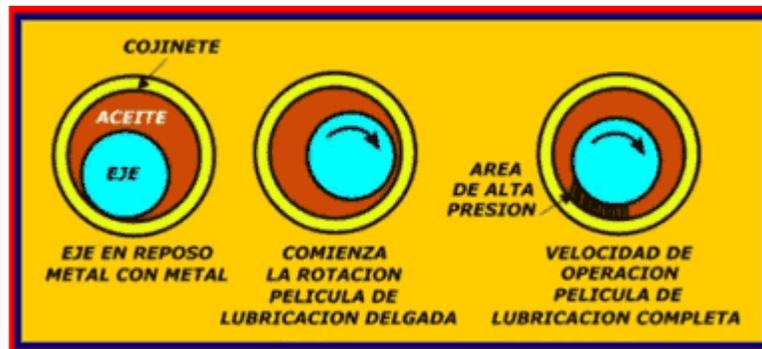


Fig. 7 Formación de una Película de Aceite en un Cojinete para Eje

Se tendrá el caso de una película completa de lubricación Hidrodinámica, cuando se forma una película presurizada por la acción de un elemento giratorio, que comprime al lubricante que se aloja entre el y el componente fijo. Conforme la velocidad de rotación se incrementa, el elemento giratorio es levantado de la superficie en reposo por la película de aceite, que tendrá una forma de cuña, sin que se aprecie deformación en cualquiera de las superficies.

Se tendrá una película completa Hidrostática, cuando la película de lubricación presurizada, levante y soporte a la carga, mediante el suministro de presión de una fuente externa.

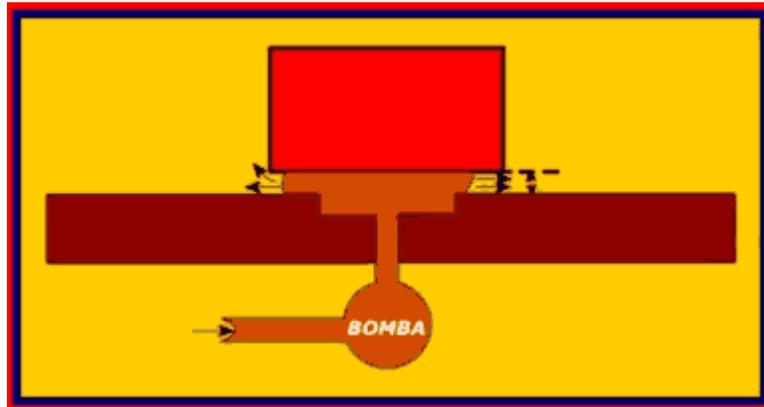


Fig. 8 Lubricación Hidrostática soportando una carga

El lubricante es suministrado mediante un sistema de bombeo, con la suficiente presión para separar las superficies de soporte o cojinetes. Todo el peso entonces es soportado por el aceite sujeto a presión proveniente de la bomba.

En ambos casos de película completa, la hidrodinámica y la hidrostática, el elemento en movimiento es levantado o flotará de la superficie fija, por la presión del aceite, con la única diferencia de que en el caso de la película hidrostática, la fuente de presión será externa.

Película Elastohidrodinámica

Esta es una película hidrodinámica, formada mediante la aplicación de una presión, para el caso en donde al aplicar una carga en un elemento giratorio, hace que este se mueva hacia una placa fija. El lubricante entonces, se ubica entre ambos elementos, el giratorio y el fijo.

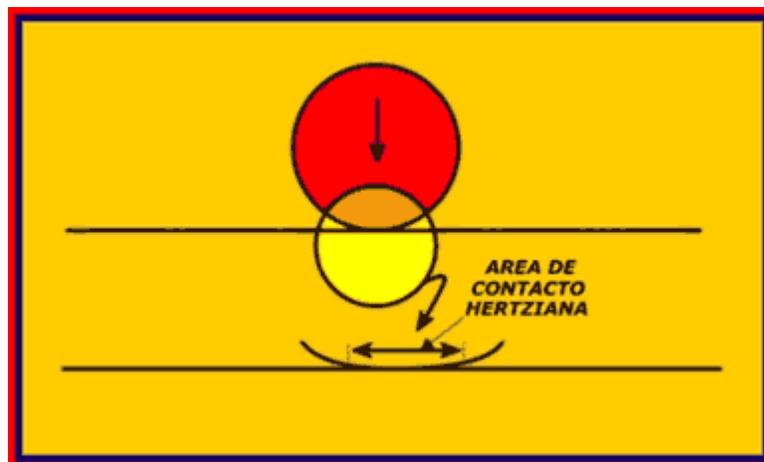


Fig. 9 Lubricación Hidrodinámica con deformación elástica de la superficie

Conforme la presión se incrementa con la llegada de las capas de lubricación, el lubricante es empujado y empieza a fluir entre los elementos giratorio y fijo. El lubricante es comprimido entonces a una presión muy alta, formando una película delgada. Si se continua aplicando presión, el lubricante será forzado fuera de entre ambos elementos y se producirá un contacto metal con metal. Nota: Todo esto exige requerimientos

muy severos en cuanto a las propiedades del lubricante y en cuanto a la forma en que este se aplica.

Película Superficial

Este es el caso de una película de lubricación delgada, en el que la cantidad de lubricante presente, es la suficiente para llenar los valles de la superficie de soporte o cojinete y existe un contacto limitado metal a metal entre los "picos" de ambas superficies en contacto.

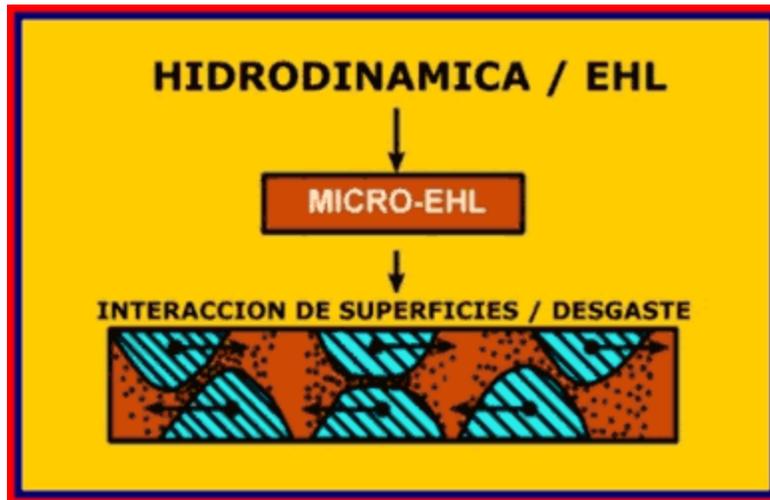


Fig. 10 Lubricación Superficial

Nota: Esta condición se presenta por un suministro insuficiente de lubricante y/o por la aplicación de cargas que sobrepasan la capacidad del lubricante.

BENEFICIOS DE LOS SISTEMAS DE LUBRICACION AUTOMATICOS

Los sistemas de lubricación tienen dos ventajas básicamente, cuando se les compara con otros métodos de lubricación. Un sistema de lubricación automático por un lado mantiene el correcto espesor de lubricante y por el otro nos brinda importantes beneficios de operación que no obtenemos con métodos manuales u otros métodos de lubricación.

Mantiene el Espesor Correcto de Película Lubricante

Por el hecho de aplicar una pequeña cantidad de lubricante a intervalos apropiados de tiempo, la película lubricante suministrada por un sistema de lubricación automático, se renueva conforme se va agotando.

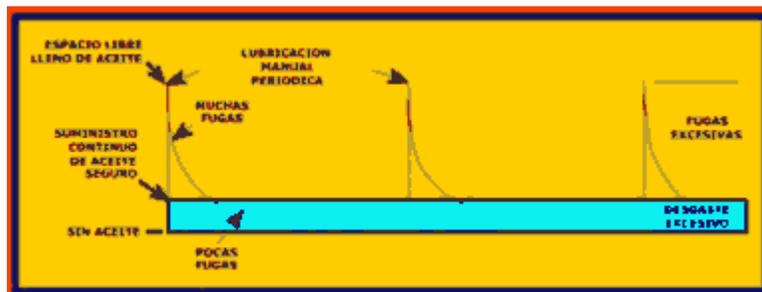


Fig. 11 Un Sistema de Lubricación Automático renueva la Película de Aceite conforme se va agotando

Debido a que se esta aplicando la cantidad correcta de lubricante, cuando este es necesario, no hay la posibilidad de falta o exceso de lubricación. Se evitan fallas causadas por errores humanos en métodos de lubricación manual, tales como las de una película superficial u operación en seco.



Fig. 12 Se evita el incremento de calor por exceso de lubricación

También se evitan problemas por exceso de lubricación. En métodos de lubricación manual o de circulación, un exceso de lubricación puede resultar en: desperdicio de lubricante, incremento de calor debido a esfuerzos cortantes o resistencia al movimiento debidos a la viscosidad, contaminación del producto, y condiciones de trabajo inseguras debido a la presencia de partículas de lubricante en el aire.

Importantes Beneficios de Operación

Los sistemas de lubricación centralizada, nos brindan importantes beneficios de operación que no los obtenemos con métodos estándar. Algunos de ellos son: mas seguridad en el área de trabajo, incremento de la productividad y reducción en los costos de operación.

Con el uso de un sistema de lubricación centralizada, se incrementa la seguridad en el área de trabajo. Este método de lubricación evita la necesidad de transitar en maquinaria que esta en operación para lubricarla. También elimina la necesidad de estar en áreas de alto riesgo (como por ejemplo áreas con gases u hornos), áreas de altas temperaturas (molinos) y zonas de gran altura (grúas).

También se incrementa la Productividad. Suministrando la correcta cantidad de lubricación cuando esta es necesaria, la vida útil de la maquinaria se incrementa, los paros para labores de lubricación se eliminan y las perdidas de tiempo por una lubricación inadecuada se reducen.

Paralelo a un sustancial incremento en la productividad con la instalación de un sistema de lubricación centralizada, tendremos una reducción en los costos de operación. Estos sistemas reducen, horas-hombre de obreros especializados, costos por reparación de la maquinaria y por refacciones. También se reduce el consumo de potencia por maquina debido a la disminución de rozamiento entre las partes en movimiento.

INTRODUCCIÓN A LA LUBRICACIÓN - III

Propiedades Básicas de los Lubricantes y Como estas se Relacionan con el Sistema de Lubricación Centralizada

En base al estado físico del lubricante (liquido, semi-sólido, sólido, gas o una combinación) será fundamental



para seleccionar diversas características del sistema de lubricación centralizada, durante el diseño de ingeniería. El estado físico de los lubricantes mas comúnmente utilizados es:

Lubricante	Estado Físico
Aceites Emulsiones Mezclas Sintéticas	Líquido
Grasas	Semi-sólido
Grafito Bisulfuro de Molibdeno Oxido de Zinc	Sólido
Aire	Gaseoso
Nitrógeno	
Aire/Aceite	Combinaciones (Mezclas)
Sólidos suspendidos en Aceite o Grasa	

Tanto el estado físico del lubricante como su papel en los sistemas de lubricación, se discutirá con mas detalle en un capítulo posterior.

Viscosidad

La viscosidad de un lubricante es la medida de la resistencia de dicho lubricante a fluir. Mas aun, la viscosidad de un lubricante dependerá de su estado físico, temperatura y presión y estos factores son muy importantes al momento de seleccionar el lubricante correcto para determinada aplicación. La importancia es mayor aun, si consideramos que existe una relación directa entre la viscosidad del lubricante, la fortaleza de película que el mismo genera y su capacidad de separación de partes en movimiento.



En aquellas aplicaciones en las que se tienen bajas temperaturas, baja presión (cargas ligeras) y altas velocidades, normalmente se van a utilizar lubricantes de una baja viscosidad; esto es, lubricantes cuya

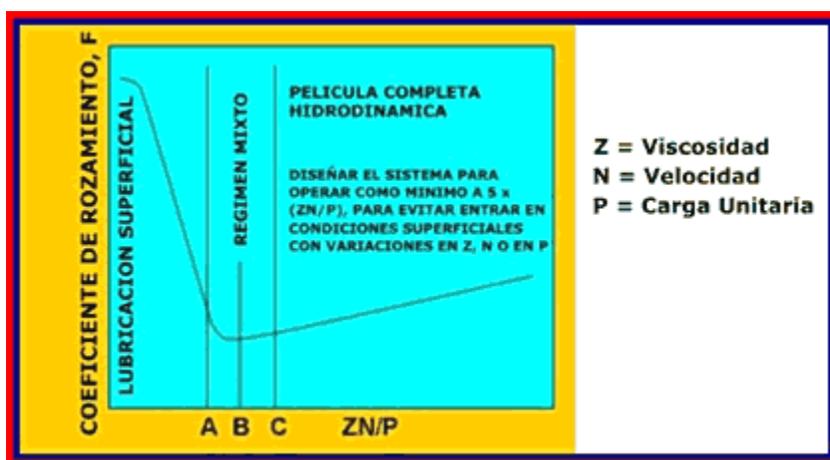


tendencia a fluir sea mayor. Estos lubricantes se aplican en pequeñas dosis a intervalos frecuentes, tanto como sea necesario.

En aquellas aplicaciones donde se tienen altas temperaturas, alta presión (cargas pesadas) y velocidades bajas, se necesitara un lubricante con una mayor viscosidad. Este tipo de lubricante generalmente se aplica en grandes dosis y quizás no con tanta frecuencia, dependiendo de la aplicación.

Aceites

En el caso de películas completas de lubricación Hidrodinámica, como las de cojinetes o chumaceras en las turbinas, el coeficiente de rozamiento esta relacionado con la viscosidad del lubricante, la velocidad de rotación y la carga. Un incremento en la velocidad de rotación probablemente requiera que se seleccione una viscosidad menor, mientras que un incremento en la carga, nos demandara una mayor viscosidad.



De forma similar, el espesor de película estará en función del factor ZN/P y debe de ser tomado muy en cuenta para evitar llegar a condiciones de película superficial. Conforme el grosor de película disminuye, la vida útil del cojinete también disminuirá.

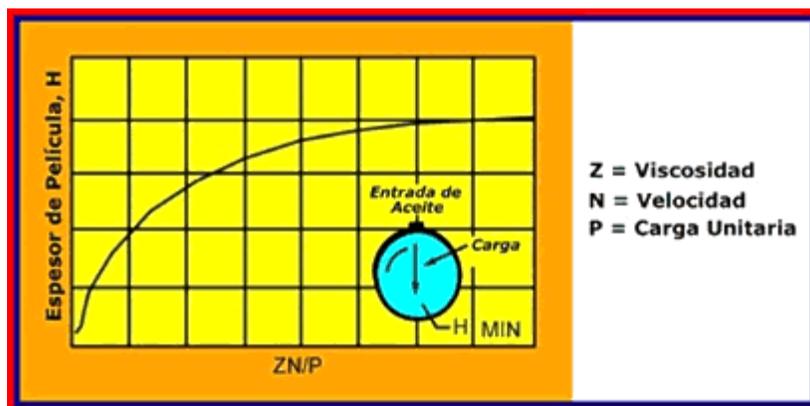


Fig.10 El espesor de la película es función de ZN/P

La disminución de vida útil en los cojinetes debida al espesor de película de lubricación, es mas pronunciada en los cojinetes anti-fricción que en los cojinetes lisos. El espesor de película deberá ser tal, que cuando

ocurran variaciones normales de velocidad, carga y viscosidad del aceite, no se presente el evento de contacto metal con metal.

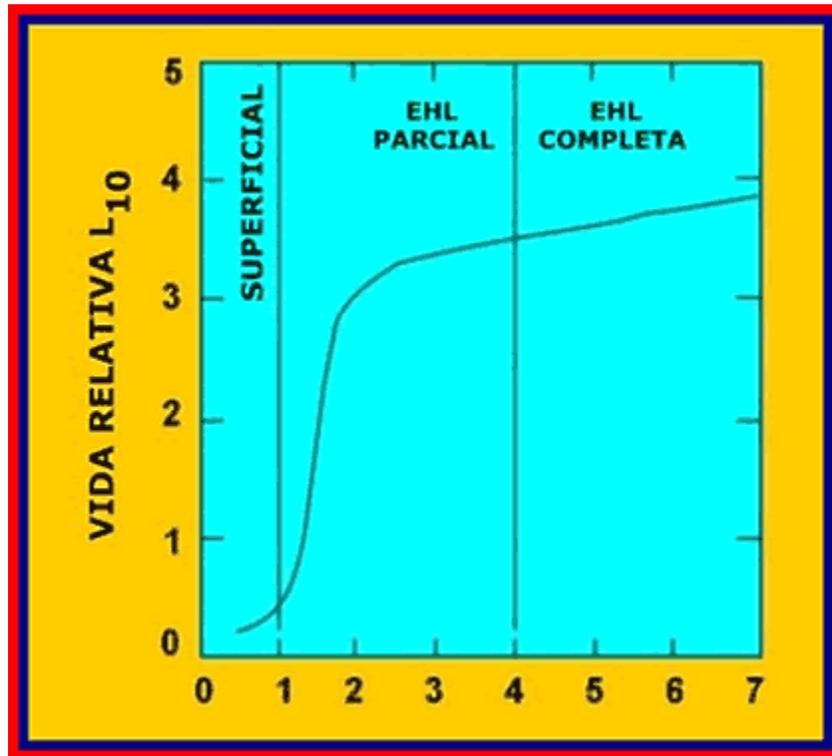


Fig. 16 Espesor de la película y su efecto en la vida del cojinete

Otros factores propios de cada aplicación, también influyen en el espesor de película que se requiere. Si se dispone de cojinetes con un maquinado de precisión y bajas tolerancias, podremos entonces utilizar películas de lubricación más delgadas. Si el eje rotatorio tiene vibración, quizás entonces necesitemos un espesor de película mayor.

Grasas

Tratar el tema de viscosidad en las grasas, es un poco más complicado que con los aceites, debido a que una grasa es la mezcla de un aceite con un agente espesante. Este agente espesante, generalmente un jabón metálico, actúa como una esponja para absorber al aceite y permite al lubricante adherirse a las partes en movimiento por más tiempo. La viscosidad del aceite que compone a la mezcla, tiene la misma importancia por lo ya dicho anteriormente. A la viscosidad de la mezcla se le conoce como "viscosidad aparente" de la mezcla. La viscosidad aparente es un factor importante y se utiliza para predecir las propiedades de maleabilidad y capacidad de distribuirse que tiene la grasa, así como su tendencia para permanecer en las partes en movimiento. Además, la viscosidad aparente también es útil en la predicción de tendencias de fuga y además se le relaciona con los pares de torsión tanto de arranque como de servicio.

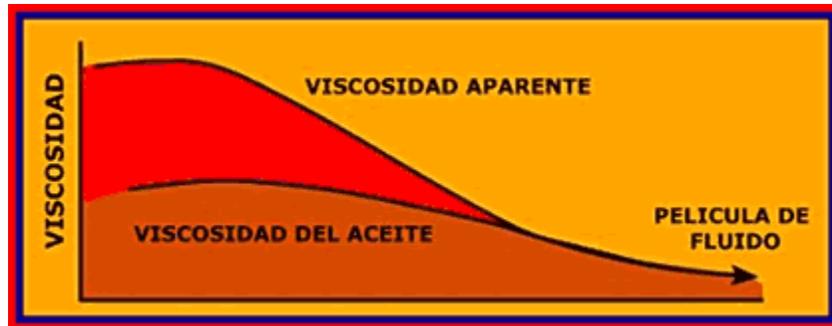


Fig. 17 El valor de viscosidad aparente se aproxima al valor de viscosidad del aceite utilizado y forma una película de aceite

Conforme la grasa es sometida a esfuerzos de corte por las partes en movimiento que esta lubricando, el valor de viscosidad aparente cae. En muchos tipos de cojinetes, el rango de esfuerzo de corte es muy alto y el valor de viscosidad aparente se acerca muy rápidamente al de la viscosidad del aceite que forma a la mezcla de la grasa. En este punto, se forma una película de aceite y entonces se aplican todas las consideraciones que se mencionaron anteriormente para con los aceites. En capítulos posteriores se analizarán otras propiedades de las grasas y su relación con la distribución en sistemas de lubricación centralizada.