



LUBRICACIÓN ENTRENAMIENTO INTRODUCTORIO

Índice

Índice

Introducción

Objetivos del lubricante

Rozamiento

Oxidación y corrosión

Funciones de lubricación

Tipos de Lubricación en aplicaciones industriales

Lubricación seca

Lubricación por película de lubricante.

 Lubricación por capa límite.

 Lubricación hidrodinámica.

 Lubricación elasto-hidrodinámica.

Tipos de Lubricantes en aplicaciones industriales.

Lubricantes líquidos: Aceites

Definición, tipos y orígenes.

Propiedades físicas

 Viscosidad. Comportamiento frente a la temperatura.

 Índice de viscosidad.

 Estabilidad térmica

 Estabilidad a la oxidación

 Fluidez

 Demulsibilidad

 Punto de inflamación

 Punto de ignición

 Denominación de los aceites industriales

Lubricantes semisólidos: Grasas

Definición

Composición

Aceites bases

Espesantes

 Distintos tipos de espesantes

Tipos de grasas

Ventajas

Desventajas

Propiedades de la grasa

Dureza. Concepto. Ensayo de dureza según índice NLGI

Punto de goteo

Estabilidad mecánica

Miscibilidad – Mezcla de lubricantes

Fallas y aplicaciones

Introducción

En todas las industrias, cuales quieran que sea su rubro y tamaño, se tienen elementos que requieren de lubricación. El correcto funcionamiento y la vida útil de estos elementos dependen de un adecuado plan de lubricación, así como también de una inspección periódica de los equipos.

Pero, para realizar un correcto diagnóstico, debemos tener en claro los conceptos básicos de la teoría de la lubricación.

El presente manual tiene por objeto introducir al participante en la teoría de la lubricación industrial.

Respecto a la composición de este libro hay que mencionar que el material ha sido preparado según puntos de vista didácticos. Comentarios y ejemplos han de ayudar al lector el éxito de estudio.

Resta señalar, que del lector de este libro no se esperan conocimientos previos en la materia, esto es, el curso propuesto sirve de introducción a la lubricación, brindando herramientas básicas para la posterior profundización del tema.

Cabe mencionar que, a fin de presentar una información útil para el lector, se procedió a introducir hojas de datos de distintos fabricantes en las cuales figuran distintas características de los lubricantes que son presentadas en este curso.

Objetivos de la lubricación

Son varios los objetivos que se buscan a la hora de lubricar. Entre ellos podemos mencionar:

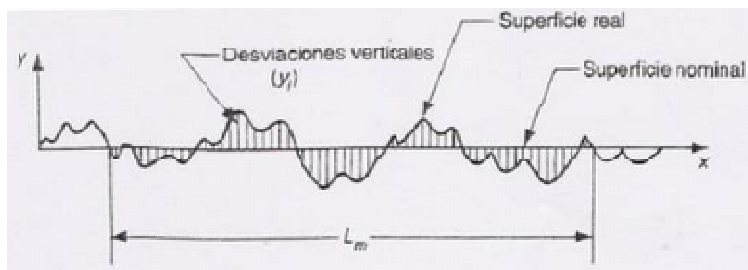
- Reducir el rozamiento.
- Disminuir la temperatura
- Prevenir el desgaste
- Evitar la oxidación y la corrosión
- Evitar el ruido
- Remover partículas contaminantes

Los lubricantes y el sistema de lubricación empleado, debe ser capaz de cumplir con todos estos requisitos.

Rozamiento

El rozamiento entre dos superficies es un problema muy importante, por este motivo lo describiremos brevemente.

El rozamiento es la oposición que tienen dos objetos cuando se intenta desplazar uno respecto al otro. El rozamiento se origina porque las superficies de los materiales no son perfectamente lisas y existen imperfecciones. A estas imperfecciones se las llama “rugosidad”.



El rozamiento entre dos cuerpos o superficies depende de **ambas superficies**

El rozamiento a su vez, puede ser por deslizamiento o por rodadura.

Rozamiento por deslizamiento



Rozamiento por rodadura



Cuando hay elevado rozamiento entre dos superficies, hay incremento de la temperatura, debido a los choques permanentes entre las moléculas que componen ambas superficies.

Además de este incremento en la temperatura, se produce un mayor desgaste, sobretodo en la superficie con menor dureza, por el mismo motivo anterior.

El ruido, que es una perturbación que se propaga en los medios materiales (Sólidos, líquidos y gaseosos), también es una consecuencia del rozamiento.

Vemos entonces que el rozamiento trae varios inconvenientes, aquí radica la importancia de su disminución.

Oxidación y corrosión

La oxidación y la corrosión son otros de los problemas que se puede evitar mediante una adecuada lubricación.

Uno de los factores que limitan la vida de las piezas metálicas en servicio es el ataque fisicoquímico que sufren por el medio que las rodea. Los dos componentes básicos del aire son el nitrógeno (78%) y el oxígeno (21%) y ambos tienen influencia sobre el medio.

El nitrógeno apenas es activo, pero el O₂ es el responsable máximo de casi todos los procesos de oxidación y corrosión que se dan en los materiales expuestos a su acción. Dependiendo de la forma de actuar, el oxígeno puede hacerlo:

- En ambiente seco y cálido, así se provoca la **oxidación**.
- En ambiente húmedo y se origina la **corrosión**.

La oxidación es superficial, se produce el óxido sobre la superficie y es un proceso reversible. Con un pulido o lijado, la superficie metálica se recupera sin ningún deterioro. La oxidación es el proceso previo a la corrosión, eliminando la oxidación no se puede producir la corrosión.

La corrosión se produce cuando el metal es atacado y su superficie se corroe, es decir se produce un deterioro en el cuerpo del material que hace que se degrade y por más que lo pula o lije, la superficie no se puede recuperar, queda con pequeños pozos, grietas y/o deformaciones, la corrosión es un proceso irreversible.



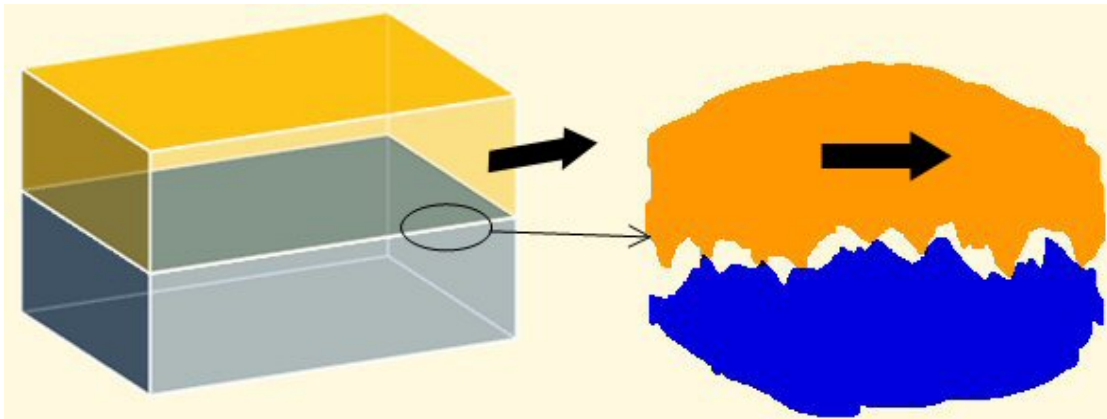
Rodamiento cónico de cilindros afectado por la corrosión.

Funciones de la lubricación

Ya hemos visto los objetivos de la lubricación, veremos ahora cuales son las funciones de la lubricación, es decir, veremos cómo el lubricante cumple los objetivos para los cuales fue seleccionado.

La función principal de cualquier lubricante es MANTENER SEPARADAS DOS SUPERFICIES.

Es decir, el lubricante se debe colocar entre las superficies que se quieren separar, de manera que ya no exista rozamiento entre las superficies.



Para recordar: La lubricación evita el contacto METAL-METAL

Tipos de lubricación

Hay factores que influyen a la hora de la selección del tipo de lubricación a adoptar. Podemos mencionar por ejemplo, la velocidad, los esfuerzos a los que estas piezas estarán sometidas, el tipo de materiales que constituyen estas piezas y, por último, pero no menos importante, el medio en el cual trabajaran estos elementos.

Todos estos factores influyen a la hora de elegir de qué manera se va a lubricar y con qué tipo de lubricante.

Veremos a continuación los distintos tipos de lubricación.

Lubricación seca

En este tipo de lubricación se utilizan los lubricantes sólidos, como Bisulfuro de molibdeno, grafito o teflón. Se emplean en tuercas, tornillos, discos, muelles, ruedas dentadas, guías deslizantes y cadenas de transmisión.

Consisten en una capa de entre 10 y 20 μm , resisten altas cargas de presión y temperaturas extremas, no absorbe impurezas y se caracteriza por una gran capacidad de lubricación a largo plazo.





La lubricación seca tiene las siguientes ventajas:

- Bajos valores de rozamiento
- Alta resistencia a temperaturas
- Estabilidad físico-química
- Alto rendimiento
- Prolongada vida útil
- Lubricación limpia

Lubricación por película de lubricante

En el caso de que se utilice una película lubricante, esta debe ser lo suficientemente gruesa para separar completamente las superficies. El espesor necesario de película depende de la rugosidad superficial, la existencia de partículas de suciedad y la duración requerida.

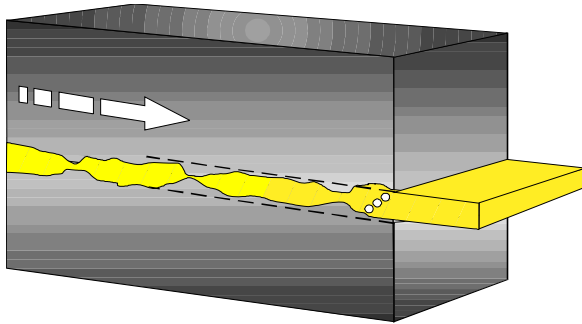
También depende de la viscosidad, de la velocidad de rotación y de la carga.

Se pueden tener tres situaciones diferentes de lubricación, a saber:

- Lubricación por capa límite
- Lubricación hidrodinámica
- Lubricación elasto-hidrodinámica.

Lubricación por capa límite

Se obtiene lubricación por capa límite cuando el espesor de la película lubricante es de una magnitud comparable a las moléculas de aceite. Esta condición se presenta cuando la cantidad de lubricante es insuficiente.

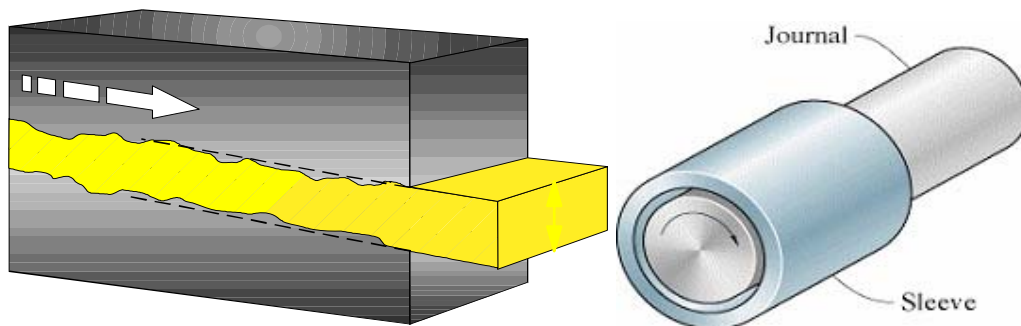


El coeficiente de rozamiento en este caso es muy alto, 0.1, y durante el incipiente contacto metálico puede alcanzar el valor de 0.5.

Cuando el coeficiente aumenta, las pérdidas por rozamiento también aumentan. Estas se convierten en calor, aumentando la temperatura del lubricante y reduciéndose su viscosidad de forma que la capacidad de carga de la película se reduce y se puede llegar al caso en que se reduce tanto que el contacto metálico se produce. Esto se puede evitar empleando aditivos que refuercen la resistencia de la película.

Lubricación Hidrodinámica

Este tipo de lubricación se caracteriza por poseer una película fluida entre superficies concordantes.

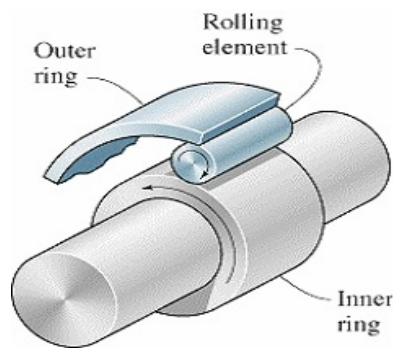


En este tipo de lubricación, la película es gruesa, de manera que el espesor excede así las irregularidades combinadas de las superficies y de esta forma se previene que las

superficies solidas opuestas estén en contacto. El coeficiente de rozamiento es bastante menor que en la lubricación por capa límite.

Lubricación elasto-hidrodinamica

Esta es una forma límite de la lubricación hidrodinámica, donde la deformación elástica de las superficies en contacto es sustancial. Este tipo de lubricación aparece en superficies no concordantes, donde los puntos en contacto están fuertemente cargados. Cuando esto ocurre, la viscosidad de la película lubricante aumenta considerablemente.



En el caso de que las dos superficies dejen de estar sometidas a estas cargas, la película vuelve a tener la viscosidad inicial.

La lubricación elasto-hidrodinamica se presenta en mecanismos en los cuales las rugosidades de las superficies de fricción trabajan siempre entrelazadas y nunca llegan a separarse. En este caso las crestas permanentemente se están deformando elásticamente y el control del desgaste y el consumo de energía depende de la película adherida a las rugosidades.

Se podría denominar esta película como límite pero de unas características de soporte de carga y de resistencia al desgaste mucho más elevadas que las que forma la película límite propiamente dicha.

En la lubricación EHL la lubricación límite es permanente, o sea que no hay diferencia entre las condiciones de lubricación en el momento de la puesta en marcha del mecanismo y una vez que este alcanza la velocidad nominal de operación.

Tipos de lubricantes

En el apartado anterior hemos visto que el tipo de lubricación con el que nos podemos encontrar. Ahora veremos los tipos de lubricantes que se tienen a nivel industrial.

Al igual que el caso precedente, la selección del tipo de lubricante a emplear es fundamental para garantizar un correcto funcionamiento del mismo, y esta dependerá, entre otras, de las condiciones de carga y ambientales a la que esté sometido el elemento a lubricar.

A nivel industrial nos podemos encontrar con los siguientes tipos de lubricantes:

- Lubricantes líquidos
- Lubricantes semisólidos
- Lubricantes Sólidos

Lubricantes líquidos

A nivel industrial los lubricantes líquidos empleados son los denominados ACEITES.



Los aceites lubricantes son líquidos que, bajo condiciones normales de presión y temperatura normales, no se disuelven en agua, tienen menor densidad que esta, son de diferentes orígenes y cumplen la función de lubricar.

Como el aceite es un líquido, puede fluir, y esta es una característica muy importante en este tipo de lubricantes.

Mencionamos que los aceites pueden ser de diferentes orígenes, tenemos:

- Aceites de origen vegetal
- Aceites de origen animal
- Aceites de origen mineral
- Aceites sintéticos

Aceites animales y vegetales

Este tipo de aceites, como su nombre lo indica, tienen un origen vegetal o animal, es decir que se obtienen a partir de plantas y animales. Los aceites de este origen son poco empleados como base para fabricar lubricantes. Podemos mencionar como origen del aceite vegetal al ricino, la soja, el maíz y el girasol; como origen del aceite animal podemos mencionar al cerdo.

Aceites minerales

Entre el 90 y el 95 % de los aceites utilizados para la fabricación de aceites lubricantes tiene origen mineral.

El aceite mineral proviene de la destilación del petróleo en una refinería. Aquí se realizan los procesos de destilación atmosférica del crudo y la posterior destilación a vacío del residuo. Posteriormente y dependiendo de su utilización se le aplican una serie de procesos para eliminación de componentes no deseados (nitrogeno, oxígeno, y compuestos de azufre) como desparafinado, desasfaltado, hidrogenación, que eleva la calidad de los aceites minerales en función del tratamiento y de su intensidad.

Aceites sintéticos

El aceite sintético es un producto elaborado a partir de una reacción química entre varios materiales de bajo peso molecular para obtener otro de alto peso molecular con ciertas propiedades específicas superiores a los aceites minerales.

La principal desventaja de los aceites sintéticos es que son más costosos que los aceites minerales, ya que el proceso de elaboración es más complejo.

Esta clase de lubricantes se recomienda en lugares de difícil acceso o en equipos que deberán funcionar con intervalos prolongados de cambio de aceite y en casos en los que la temperatura de trabajo supere los 90 °C.

Los aceites sintéticos más comunes son:

- ✓ Diésteres
- ✓ Aceites de silicona
- ✓ Aceites fluorados
- ✓ Aceites poliglicol
- ✓ Hidrocarburos sintéticos

Propiedades de los aceites lubricantes

Viscosidad

Mencionamos anteriormente que los aceites eran lubricantes líquidos. Estudiaremos ahora la propiedad más importante de los líquidos, conocida como **viscosidad**.

Se denomina viscosidad a la resistencia que ofrecen los fluidos, tanto líquidos como gaseosos, a fluir

La viscosidad es una medida del rozamiento que acontece entre las diferentes capas cuando un fluido se pone en movimiento. En la vida diaria este fenómeno no es de interés real, pero en la aplicación de aceites lubricantes es fundamental.

Si la viscosidad es demasiado baja el film lubricante no soporta las cargas entre las piezas y desaparece del medio sin cumplir su objetivo de evitar el contacto metal-metal.

Si la viscosidad es demasiado alta el lubricante no es capaz de llegar a todos los intersticios en donde es requerido.

Viscosidad dinámica y viscosidad cinemática

Cuando se menciona el término

“viscosidad”, normalmente se hace referencia a la viscosidad dinámica o absoluta. Esto es, lo que acabamos de describir anteriormente es la viscosidad dinámica.

Las unidades en las que se mide la viscosidad dinámica son:

- ✓ Pascal-segundo
- ✓ Poise (1 dina/cm²-segundo)
- ✓ Centipoise

En la parte técnica es más frecuente usar el concepto de viscosidad cinemática, que se define como el cociente entre la viscosidad dinámica del fluido y su densidad.

$$\text{Viscosidad cinemática} = \frac{\text{Viscosidad dinámica}}{\text{densidad}}$$

La viscosidad cinemática se define como la resistencia a fluir de un fluido bajo la acción de la gravedad.

Las unidades en las que se mide la viscosidad cinemática son:

- ✓ mm²/s
- ✓ Stokes (CentiStokes)

Índice de viscosidad

La viscosidad es una propiedad física que depende de la temperatura, esto es, las variaciones de temperatura influyen en el valor de la viscosidad.

En el caso de los fluidos líquidos, al aumentar la temperatura, la viscosidad disminuye, y el grado con el que lo hace depende de la estructura de cada lubricante.

Como consecuencia de esta variación de viscosidad es que se define un índice de viscosidad, calculado en función de los cambios que esta magnitud experimenta cuando la temperatura pasa de 40 °C a 100°C.

No entraremos en detalle respecto al cálculo de la viscosidad, pero si mencionaremos cualitativamente la relación entre el índice de viscosidad y la variación de la temperatura.

Los aceites que tengan una gran variación de la viscosidad frente al cambio de temperatura tienen un índice de viscosidad bajo, mientras que los aceites que no presentan grandes alteraciones en su valor de viscosidad ante los cambios en temperatura tienen un alto índice de viscosidad.

Estabilidad térmica

La Estabilidad Térmica es otra propiedad de los lubricantes. Es la habilidad de resistir las altas temperaturas.

Estabilidad a la oxidación

La Estabilidad a la Oxidación es la habilidad de un lubricante a resistir la combinación química con el oxígeno.

Punto de fluidez

El punto de fluidez es la temperatura más baja a la que un aceite puede fluir bajo condiciones de prueba.

Demulsibilidad

La Demulsibilidad es otra propiedad importante de los lubricantes. Es la habilidad de un aceite de separarse del agua.

Punto de Inflamación

El punto de ignición es determinado calentando el aceite hasta que se formen vapores; después de pasar una llama por encima del aceite. El punto de ignición es la temperatura a la cual el lubricante enciende sin sostener la llama.

El punto de inflamación para un lubricante es típicamente de 200°C o más.

Punto de ignición

El punto de ignición se determina de manera similar al punto de inflamación. El aceite se calienta hasta que libera vapores; una llama se pasa sobre el aceite. El punto de ignición es cuando el aceite se enciende y se sostiene la llama.

El punto de ignición para un lubricante es típicamente 20°C o más por encima del punto de inflamación.

Denominación de los aceites lubricantes

Veremos aquí como se denominan los aceites, según su índice de viscosidad.

Normalmente se habla de viscosidad ISO para aceites industriales y sistema SAE para aceites empleados en engranajes o clasificación AGMA, también para aceites de engranaje.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) estableció el sistema ISO para especificar la viscosidad de los aceites, haciendo referencia a la norma DIN 51519

Los aceites lubricantes se denominan según su viscosidad cinemática a 40 °C, medida en CentiStokes respondiendo a la siguiente tabla:

Grado ISO	Viscosidad mínima CSt - 40°C	Viscosidad máxima CSt - 100 °C
2	1.98	2.42
3	2.88	3.52
5	4.14	5.06
7	6.12	7.48
10	9	11
100	90	110
1500	1350	1650

La sociedad de motores de automóviles (SAE), clasifica a los aceites lubricantes según su viscosidad, pero, tomando como temperatura de referencia a 100 °C, determinando la siguiente tabla:

Grado SAE	Viscosidad Cinemática CSt a 100 °C
0W	3.8
5W	3.8
10W	4.1
15W	5.6
20W	5.6
25W	9.3
20	5.6 - 9.3
30	9.3 - 12.5
40	12.5 - 16.3
50	16.3 - 21.9
60	21.9 - 26.1

La clasificación AGMA (Asociación Americana de fabricantes de engranaje), asigna un número a cada uno de los aceites para engranajes, obteniéndose la siguiente tabla:

Numero AGMA	Grado de viscosidad ISO
1	46
2, 2 EP	68
3, 3 EP	100
4, 4 EP	150
5, 5 EP	220
6, 6 EP	320
7 comp, 7 EP	460
8 comp, 8 EP	380
8A	1000

EP significa que el aceite tiene aditivos EP.

Comp significa que tiene contenido de aceites grasos.

Composición de los aceites

Los aceites lubricantes a nivel industrial se componen de un aceite base, que puede ser cualquier tipo de los aceites comentados con anterioridad aunque en más del 90 % de los casos ese aceite base es de origen mineral y con aditivos.

El aceite base, siendo de origen mineral, a su vez puede ser de base parafínica o de base nafténicos.

Los aceites de base parafínica se caracterizan por tener un alto índice de viscosidad, baja volatilidad y alto punto de congelamiento.

En cambio los aceites con base nafténica se caracterizan por tener bajo índice de viscosidad, mayor volatilidad y bajo punto de congelamiento.

Los aditivos son sustancias que mejoran las propiedades de estos aceites, para su uso en condiciones extremas. Estos pueden ser de varios tipos, aunque los más comunes son los agentes antioxidantes, los protectores contra la corrosión, los aditivos antiespumantes, los aditivos antidesgaste, y los aditivos EP.

Haremos aquí un breve comentario sobre ellos:

- **Antioxidantes.** Los aceites expuestos a altas temperaturas y en contacto con el aire se oxidan, esto es, se forman compuestos químicos que pueden incrementar la viscosidad del aceite y causar corrosión. Los antioxidantes mejoran la estabilidad a la oxidación del aceite de 10 a 150 veces.
- **Aditivos antiespumantes.** Si el aceite forma espuma, decrece la capacidad de carga de la película; si forma mucha espuma puede llegar a rebosar y producirse pérdidas. El efecto antiespumante se obtiene añadiendo pequeñas cantidades de silicona líquida.
- **Para reducir el contacto metálico,** se emplean distintos aditivos. Los aditivos forman una capa superficial con buenas propiedades que dan lugar a una mayor presión superficial de la película de aceite.
- **Aditivos con un efecto polar.** Las grasas animales y vegetales tienen un efecto polar que hace a las moléculas tomar una orientación perpendicular a la superficie del metal. Por lo tanto, pequeñas adiciones de estas sustancias hacen que mejore la capacidad de absorción de presión y que disminuya el rozamiento a temperaturas de hasta unos 100 °C máximo.
- **Aditivos EP.** Estos aditivos, fósforo y compuestos de cloro y azufre, actúan de manera diferente a los anteriores. No se conoce en detalle cómo trabajan, pero después de reacciones intermedias, se obtiene finalmente una combinación química con la superficie metálica.

Lubricantes semisólidos

Continuando con los tipos de lubricantes que existen en la industria podemos encontrar otro producto muy frecuentemente utilizado llamado grasa.

Este tipo de lubricante no solo se utiliza en la industria sino que podemos encontrarlo fácilmente en hogares y es un producto que se aplica a elementos no solo industriales sino también de uso cotidiano (puertas, autos, bicicletas, etc.)

A continuación procederemos a conocer este producto, su composición, características, funcionalidad entre otros.



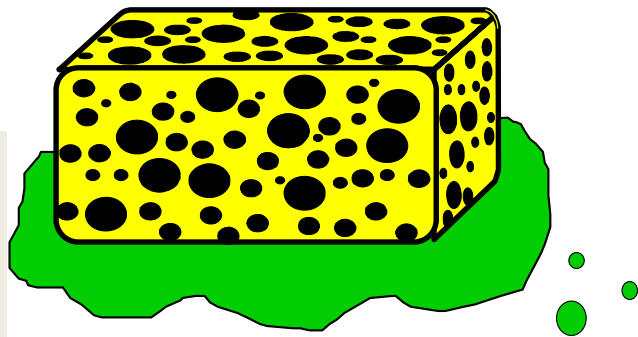
Definición

Una grasa se puede definir como un producto que varía su consistencia de semifluido a semi-sólido, constituido por la dispersión de un agente espesante en un lubricante líquido base.

Las grasas convencionales son aceites bases que contienen jabones como agente espesante el cual le da cuerpo.

Normalmente se asocia el término de espesante con semejanza a una esponja. Para ello hay que pensar conceptualmente que la esponja adsorbe el lubricante líquido, luego al apretar la esponja libera al lubricante,

así mismo al dejar de apretar la esponja vuelve a absorber el lubricante líquido que quedo suelto, recuperando al mismo en su interior.



Composición

La grasa está conformada básicamente de tres componentes:

ACEITE BASE + ESPESANTE + ADITIVOS

Aceites bases

El aceite base es el mayor constituyente de la grasa, varía entre un 75% a 95%, por lo que influye mucho en las características y en el funcionamiento de las grasas.

Al elegir una grasa se debe elegir primero el aceite base ya que va a ser el componente que va a realizar la lubricación en la grasa.

Las bases de estos aceites son las que determinan las propiedades de las grasas. A continuación nombramos algunas.

- Base Mineral

Bases Parafínicas (C_nH_{2n+2})

Son relativamente estables a altas temperaturas, pero por el alto contenido de parafinas que poseen, no funciona satisfactoriamente a bajas temperaturas. Las mismas, dentro de aceite, forman partes sólidas que en ciertas maquinarias, diseñadas solo para aceite, pueden tapar los conductos de lubricación.

Bases Nafténicas (C_nH_{2n})

Es una base lubricante que determina la mayor parte de las características de la grasa, tales como: viscosidad, índice de viscosidad (I.V), resistencia a la oxidación y punto de fluidez. Frecuentemente contienen una elevada proporción de asfalto; a altas temperaturas son menos estables que las parafínicas. No deben usarse temperaturas por encima de los 65°C.

- Base sintética

Polialfaolefinas (PAO)

Son las bases sintéticas más utilizadas. Poseen buena estabilidad térmica, pero requieren de antioxidantes, y tienen una capacidad limitada para disolver algunos aditivos. Además, se caracterizan por una baja tendencia a la formación de depósitos y baja corrosividad.

Poseen un elevado Índice de Viscosidad, lo cual añadido a un paquete de aditivos bien equilibrado, minimiza la descomposición del aceite y prolonga la vida útil del aceite. A altas temperaturas de trabajo, este elevado Índice de Viscosidad ofrece un espesor de película lubricante mayor que los productos en base a aceite mineral. Es compatible con la mayor parte de las piezas comunes de las maquinas, así como los aceite minerales.

Ésteres

Tienen buena estabilidad térmica y excelente solvencia. Fluyen limpiamente y tienden a disolver barniz y sedimentos, no dejan depósitos. Si hay peligro de contaminación con agua, deben adicionarse aditivos específicos para evitar la hidrólisis y proporcionarle una estabilidad contra la oxidación. Poseen un amplio intervalo de temperaturas de trabajo, buena resistencia de la película y baja volatilidad.

Polí glicoles (glicoles polí alquenos)

Exhiben una buena estabilidad térmica en presencia de aditivos anti oxidantes, por tener una conductividad térmica. Tienen altos Índices de Viscosidad, pudiéndose utilizar en amplios rangos de temperatura. Debido a la agresividad de estos compuestos no será posible utilizarlos a no ser que posean juntas y pinturas especiales.

Siliconas

La aplicación más interesante para este tipo de compuestos es con elementos radioactivos, ya que poseen una buena resistencia a la radiación. Además poseen una buena resistencia térmica y buena resistencia a la oxidación. Sus principales desventajas son su alto precio, pobre características anti desgaste (la oxidación, produce ciertos productos de oxidación como los óxidos de silicona que son abrasivos y producen desgaste) y poseen una baja tensión superficial (esto permite una amplia extensión en las superficies metálicas, especialmente en el acero, y no forma una película lubricante adherente y eficaz, por lo tanto carece de lubricidad). Tienen un elevadísimo Índice de Viscosidad (por tanto pequeñas variaciones en la viscosidad en una amplia de temperaturas).

Perfluoropropilietileno (PFPE)

Tienen buenas características como lubricantes por su inerticidad y su alta densidad, pero su alta volatilidad provoca problemas medioambientales (ataca a la capa de ozono).

Tipos de espesantes

En términos generales, la grasa se categoriza según el tipo de agente espesantes. La razón para esto es que propiedades importantes, tales como las propiedades físicas de la grasa, por ejemplo, la resistencia al calor, la resistencia al agua y la estabilidad mecánica están influenciadas por el agente espesantes.

Por esta razón, al seleccionar una grasa, es importante conocer las características del agente espesantes.

Las grasas usadas en automóviles casi todas son grasas con base de jabón; grasas sin base de jabón se emplean bajo condiciones severas, donde no se pueden usar las grasas con base de jabón como la grasa de aeroplanos.

Existen distintos tipos de espesantes

- Jabón metálico
- Base no jabonosa - Sintéticos
- Jabón complejo

Los tipos de grasa más comunes emplean como espesante un jabón metálico.

- Los jabones metálicos se catalogan

Jabón de calcio

Las grasas cálcicas tienen una estructura suave, de tipo mantecoso, y una buena estabilidad mecánica. No se disuelven en agua y son normalmente estables con 1-3% de agua. En otras condiciones el jabón se separa del aceite de manera que la grasa pierde su consistencia normal y pasa de semilíquida a líquida. Por eso no debe utilizarse en mecanismos cuya temperatura sea mayor a 60°C. Las grasas cálcicas con aditivos de jabón de plomo se recomiendan en instalaciones expuestas al agua a temperaturas de hasta 60°C. Algunas grasas de jabón calcio-plomo también ofrecen buena protección contra el agua salada, y por ello se utilizan en ambientes marinos. No obstante, existen otras grasas cálcicas estabilizadas por otros medios distintos del agua; éstas se pueden emplear a temperaturas de hasta 120°C; por ejemplo, grasas cálcicas compuestas.

Jabón de sodio

Las grasas sódicas se pueden emplear en una mayor gama de temperaturas que las cálcicas. Tienen buenas propiedades de adherencia y obturación. Las grasas sódicas

proporcionan buena protección contra la oxidación, ya que absorben el agua, aunque su poder lubricante decrece considerablemente por ello. En la actualidad se utilizan grasas sintéticas para alta temperatura del tipo sodio, capaces de soportar temperaturas de hasta 120°C.

Jabón de aluminio

Estas grasas poseen una notable adhesividad muy grande a las superficies metálicas, buenas propiedades de estabilidad mecánica y de resistencia a la temperatura. Estas grasas están menos extendidas que otros tipos.

Jabón de litio

Las grasas líticas tienen normalmente una estructura parecida a las cálcicas; suaves y mantecosas. Tienen también las propiedades positivas de las cálcicas y sódicas, pero no las negativas. Su capacidad de adherencia a las superficies metálicas es buena. Su estabilidad a alta temperatura es excelente, y la mayoría de las grasas líticas se pueden utilizar en una gama de temperaturas más amplia que las sódicas. Las grasas líticas son muy poco solubles en agua.

Jabón de Bario

Las grasas a base de jabón de bario fueron de gran importancia, pero han venido siendo reemplazadas por otro tipo de grasas sobre todo por los efectos toxicológicos de los compuestos a base de bario. Los jabones de bario son preparados por la reacción de hidróxidos de bario con ácidos grasos o grasos de aceites minerales. Particularmente eficaz como grasa de estanqueidad y para grifería, así como para rodamientos y cojinetes lisos expuestos a bajas velocidades y en presencia de humedad y medios. Soportan hasta 200°C.

- Luego tenemos los jabones complejos

Grasas de jabón compuesto

Este término se emplea para grasas que contienen una sal, así como un jabón metálico, usualmente del mismo metal. Las grasas de jabón de calcio compuesto son las más comunes de este tipo, y el principal ingrediente es el acetato cálcico. Otros ejemplos son compuestos de Li, Na, Ba (Bario), y Al (Aluminio). Las grasas de jabón compuesto permiten mayores temperaturas que las correspondientes grasas convencionales.

Grasas espesadas con sustancias inorgánicas

- Existen otros compuestos espesantes no jabonosos

Grasas sintética

En este grupo se incluyen las grasas basadas en aceites sintéticos, tales como aceites esteres y siliconas, que no se oxidan tan rápidamente como los aceites minerales. Las grasas sintéticas tienen por ello un mayor campo de aplicación. Se emplean distintos espesantes, tales como jabón de litio, bentonita y PTFE (teflón). La mayoría de las calidades están de acuerdo a determinadas normas de pruebas militares, normalmente las normas American MIL para aplicaciones y equipos avanzados, tales como dispositivos de control e instrumentación en aeronaves, robots y satélites. A menudo, estas grasas sintéticas tienen poca resistencia al rozamiento a bajas temperaturas, en ciertos casos por bajo de -70°C .

Aditivos para las grasas

Aditivos lubricantes

Como aditivos lubricantes se entienden aquellos compuestos químicos destinados a mejorar las propiedades naturales de un lubricante. Las exigencias de lubricación de los modernos equipos y grandes máquinas en general, obligan a reforzar las propiedades intrínsecas de los lubricantes, mediante la incorporación de aditivos químicos en pequeñas cantidades. El hecho de que pequeñas cantidades de estos compuestos químicos modifiquen profundamente el comportamiento de los aceites, logro que se generalice mucho su empleo.

Propiedades generales de los aditivos

Los aditivos se incorporan a los aceites en muy diversas proporciones, desde partes por millón, hasta el 20 % en peso de algunos aceites de motor. Cada aditivo tiene una o varias misiones que cumplir, clasificándose al respecto, como unidades o multifunción tales.

Fundamentalmente, los aditivos persiguen los siguientes objetivos:

1. Limitar el deterioro del lubricante a causa de fenómenos químicos ocasionados por razón de su entorno o actividad.
2. Proteger a la superficie lubricada de la agresión de ciertos contaminantes.

3. Mejorar las propiedades físico-químicas del lubricante o proporcionarle otras nuevas.

Actuación de un aditivo frente a otro y ante el aceite base

Naturalmente, los aditivos deben ser solubles en el aceite base, y el efecto que le confieren es, en algunos casos, peculiar para el aceite en el que se incorpora, o sea, que un aditivo que es efectivo en un aceite puede no serlo, al menos en el mismo grado, en otro. A esta propiedad se le puede denominar susceptibilidad del aceite para con el aditivo.

Al formular la composición de un aceite multiaditivado, se tiene muy en cuenta el comportamiento de los distintos aditivos entre sí. Su compatibilidad es una característica muy importante.

En mezcla con el aceite, dos o más aditivos son compatibles si no dan lugar a reacciones que formen compuestos indeseables o que mermen considerablemente, o bien anulen los efectos que se persiguen. Por otra parte, se da el caso, debido a un efecto de sinergismo, de que algunos aditivos vienen a reforzar la acción propia de otros. Por todo lo expuesto, se comprende que cuando sea necesario el reponer nivel en un sistema que contenga aceite con aditivos, se utilice siempre el mismo tipo que se está usando. Hoy en día, la mayoría de lubricantes necesitan de sus aditivos para llevar a buen fin la misión que se les encomienda. Conforme los aditivos se van degradando con el uso, el aceite va perdiendo sus propiedades iniciales, y por ello se comprende que sea necesario el respetar los períodos estipulados para la renovación de aquél no sobre pasándolos, y así mismo su análisis periódico en aplicaciones críticas.

Actuación sobre propiedades físicas

A) mejoradores del índice de viscosidad

Estos aditivos no modifican las propiedades intrínsecas del aceite-base, tales como la estabilidad térmica y química. La acción de estos aditivos sobre el aceite-base es mejorar el índice de viscosidad.

B) depresores del punto de congelación

Cuando a un aceite procedente es de base parafínica, se le somete a temperaturas bajas, sufre un cambio notable en su estado físico consistente en una congelación total. Esto es debido al alineamiento, natural de los hidrocarburos que componen la masa de aceite,

provocando la cristalización a bajas temperaturas de la parafina presente en las fracciones de estos tipos de lubricantes.

Los depresores del punto de congelación son productos químicos que modifican el proceso de cristalización de la parafina, de tal modo que el aceite puede escurrir a baja temperatura.

Actuación sobre propiedades químicas

A) antioxidantes

En términos generales, la oxidación está influenciada por los siguientes parámetros:

Temperatura - oxígeno - tiempo - impurezas químicas en el aceite y catalizadores.

En consecuencia, el aceite atraviesa por una serie compleja de reacciones de oxidación, reduciendo el proceso de oxidación.

B) anticorrosivos

El término de «inhibidor de corrosión» se aplica a los productos que protegen los metales no ferrosos, susceptibles a la corrosión, presentes en un motor o mecanismo susceptible a los ataques de contaminantes ácidos presentes en el lubricante. Por lo general, los metales no ferrosos en un motor se encuentran en los cojinetes.

C) antiherrumbre

El término antiherrumbre se usa para designar a los productos que protegen las superficies ferrosas contra la formación de óxido.

Propiedades físico-químicas

A) detergentes

Como aditivos detergentes se entienden aquellos productos capaces de evitar o reducir la formación de depósitos carbonosos en las ranuras de los motores de combustión interna cuando operan a altas temperaturas, así como la acumulación en faldas de pistón, guías y vástagos de válvulas.

B) dispersantes

El término dispersante se reserva para designar aquellos aditivos capaces de dispersar los «lodos húmedos» originados en el funcionamiento frío del motor. Suelen estar

constituidos por una mezcla compleja de productos no quemados de la combustión, carbón, óxidos de plomo y agua.

Los dispersantes recubren a cada partícula de una película por medio de fuerzas polares, que repelen eléctricamente a las otras partículas.

C) aditivos multifuncionales

Son aquellos que en una sola molécula encierran propiedades múltiples:

Detergente / antioxidante / dispersante / mejorador del índice de viscosidad, etc.

D) aditivos de extrema presión (E.P.)

Como aditivos de extrema presión o E.P. se denominan aquellos productos químicos capaces de evitar el contacto destructivo metal-metal, una vez que ha desaparecido la película clásica de lubricante. Cuando esto ocurre, se dice que llegamos a una «lubricación límite».

E) aditivos de untuosidad o acetosidad

Son compuestos que, siendo solubles con el aceite, presentan una fuerte polaridad. Tal es el caso de los ácidos animales y vegetales, los cuales permiten en condiciones de lubricación límite, disponer sus moléculas adheridas a la superficie metálica mediante fuerzas de tipo electrostático e incluso químicas, protegiéndolas cuando existen fuertes cargas o presiones en superficies metálicas que se deslizan entre sí.

F) antiespumantes

Cuando un aceite está sometido a una acción de batido o agitación violenta, en presencia de aire, éste queda ocluido en la masa de aquél en forma de burbujas de distinto tamaño que tienden a subir a la superficie, formando espuma más o menos persistente. Las burbujas de mayor tamaño se rompen con más facilidad que las pequeñas, jugando un importante papel en estos procesos de rotura la tensión superficial del aceite.

Los aditivos antiespumantes minimizan este efecto.

G) aditivos emulsionante

Estos se emplean en los aceites que se destinan a la lubricación de maquinaria expuesta al agua, pues se forma una emulsión perfecta con esta evitando que el aceite sea

desplazado o lavado con órganos a lubricar. Estos aditivos mejoran la estabilidad de las emulsiones, evitando que el aceite pierda sus propiedades de lubricante.

Tipos de grasas

Grasas para bajas temperaturas (LT)

Tiene una composición tal que ofrecen poca resistencia, especialmente en el arranque, incluso a temperaturas tan bajas como -50°C . la viscosidad de estas grasas es pequeña, de unos $15\text{mm}^2/\text{s}$ a 40°C . su consistencia puede variar de NLGI 0 a NLGI 2; estas consistencias precisan unas obturaciones efectivas para evitar la salida de grasa.

Grasas para temperaturas medias (MT)

Las llamadas grasas multiuso están en este grupo. Se recomiendan para equipos con temperaturas de -30 a $+110^{\circ}\text{C}$; por esto, se puede utilizar en la gran mayoría de los casos.

La viscosidad del aceite base debe estar entre 75 y $220\text{mm}^2/\text{s}$ a 40°C . la consistencia es normalmente 2 ó 3 según la escala NLGI.

Grasas para altas temperaturas (HT)

Estas grasas permiten temperaturas de hasta $+150^{\circ}\text{C}$. Contienen aditivos que mejoran la estabilidad a la oxidación. La viscosidad del aceite base es normalmente de unos $110\text{mm}^2/\text{s}$ a 40°C , no debiéndose exceder mucho ese valor, ya que la grasas se puede volver relativamente rígida a temperatura de ambiente y provocar aumento del par de rozamiento. Su consistencia es NLGI 3.

Grasas extrema presión (EP)

Normalmente una grasa EP contiene compuestos de azufre, cloro ó fósforo y en algunos casos ciertos jabones de plomo. Con ello se obtiene una mayor resistencia de película, esto es, aumenta la capacidad de carga de la película lubricante. Tales aditivos son necesarios en las grasas para velocidades muy lentas y para elementos medianos y grandes sometidos a grandes tensiones. Funcionan de manera que cuando se alcanzan temperaturas suficientemente altas en el exterior de las superficies metálicas, se produce una reacción química en esos puntos que evita la soldadura.

La viscosidad del aceite base es de unos $175\text{mm}^2/\text{s}$ (máx. $200\text{mm}^2/\text{s}$) a 40°C . la consistencia suele corresponder a NLGI 2. En general, las grasas EP no se deben emplear a temperaturas menores de -30°C y mayores de $+110^{\circ}\text{C}$.

Grasas anti engrane (EM)

Las grasas con designación EM contienen bisulfuro de molibdeno (MoS₂), y proporcionan una película más resistente que los aditivos EP. Son conocidas como las “anti engrane”. También se emplean otros lubricantes sólidos, tales como el grafito.

Ventajas y desventajas de las grasas

- Ventajas

Reduce la fricción y el rozamiento

La propiedad más importante que debe tener la grasa es la de ser capaz de formar una película lubricante lo suficientemente resistente como para separar las superficies las superficies a lubricar.

Sella el espacio entre piezas

Dado que las superficies metálicas son irregulares a nivel microscópico, el lubricante llena los huecos.

Protege de la corrosión

El lubricante crea una película sobre las piezas metálicas, lo que las aísla del aire y el agua, reduciendo la posibilidad de corrosión.

Obtura

Protege al sistema contra las impurezas tales como suciedad, polvo humedad o agua.

Simplifica el diseño

Al ser un producto con consistencia reduce el diseño y la complejidad de sellos, así mismo mejora la estanqueidad del lubricante

Menor mantenimiento

Al existir la posibilidad de lubricar de por vida, facilita el mantenimiento.

Cargas

En comparación con otros tipos de lubricantes tiene la capacidad de soportar grandes cargas

- Desventajas

Evacuación de contaminantes

La película de grasa absorbe impurezas, pero no las expulsa

Transmisión de calor

Tiene una capacidad reducida de transferencia de calor / enfriamiento por no tener una circulación de lubricante

Uniformidad

No puede mantener una capa uniforme, según su consistencia varia más o menos.

Evacuación de contaminantes

La película de grasa absorbe impurezas, pero no las expulsa

Velocidad

La mayoría de las grasas no son aptas para ser utilizadas en altas velocidades.

Propiedades de la grasa

Dureza

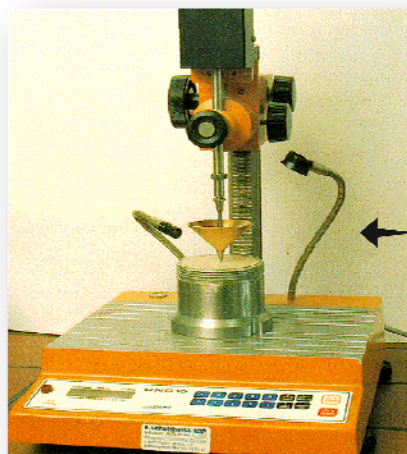
La dureza o consistencia de la grasa se refiere a propiedad que tiene la grasa a ser penetrada por otro cuerpo u objeto. Se determina mediante un ensayo.

Ensayo de Dureza

Este ensayo se hace para determinar el grado de resistencia a la penetración "grado N.L.G.I. " (National Lubricating Grease Institute) que tienen las grasas, de forma similar a la que se mide la dureza de los materiales. La diferencia entre un grado de penetración o "dureza" de una grasa y otra, es muy importante a la hora de elegir una grasa para una determinada aplicación. Por ejemplo, una grasa muy dura no sería adecuada para la lubricación de un rodamiento que gire a elevadas velocidades, porque al ofrecer mayor resistencia, se calentaría demasiado, con los inconvenientes que esto apareja.

El aparato para realizar este ensayo consiste en un bastidor con una base donde está ubicada la muestra de grasa.

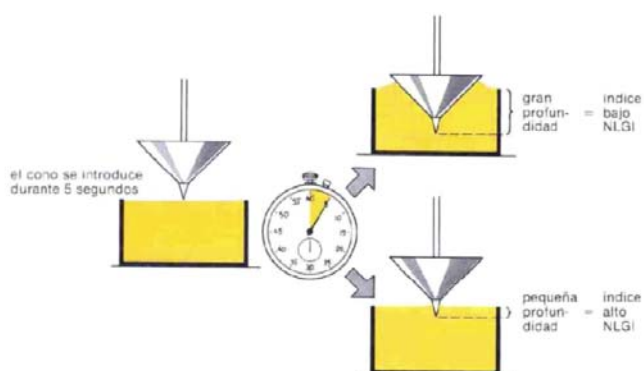
Por encima de la muestra está el cono penetrador (de peso, forma y material normalizados, según norma ASTM-D-17), conectado a un reloj comparador que mide en décimas de mm. Una vez posicionada la muestra en la base, se deja por gravedad caer el cono sobre la superficie rasada de la muestra de la grasa, y el reloj medirá la profundidad que penetró el cono en la grasa durante 5 seg.



De esta manera, se determina la "dureza" o grado de penetración de las grasas que varía desde el 000 hasta el 6.

Dependiendo de la profundidad de penetración, se clasifican las grasas en fluidas,

blandas y semiduras, sólidas y duras. Un aspecto a tener en cuenta antes de hacer este ensayo, es trabajar la grasa para homogeneizar su masa y además darle una temperatura de 25 °C.



Existe una tabla donde esta "profundidad de penetración" es relacionada con la dureza de la grasa.

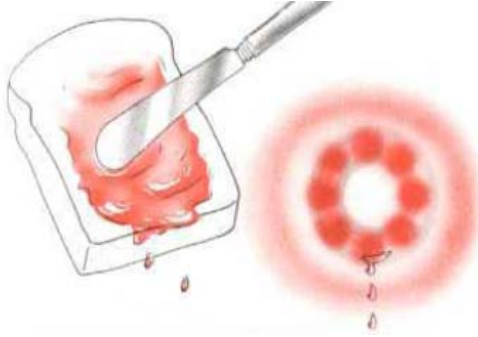
Dureza de la grasa según índice NLGI

Grado de rigidez (según NLGI)	Indice de penetración mm/10 A 25°C	Aplicación estandar
000	445 - 475	Reductores
00	400 - 430	
0	355 - 385	
1	310 - 340	Rodamientos , etc.
2	265 - 295	
3	220 - 250	
4	175 - 205	Sellado , etc.
5	130 - 160	

Punto de goteo

Esta característica es muy importante en las grasas, ya que también su incorrecta elección puede perjudicar el equipo a lubricar.

Punto de goteo se refiere a la temperatura en donde el aceite lubricante comienza a



escurrir del espesante, se produce una separación de los componentes que no tiene retorno. Por lo cual es muy importante conocer los rangos de temperaturas de las grasas, y también la temperatura de funcionamiento del equipo a ser lubricado.

Normalmente el punto de goteo lo determina el espesante, es otro factor clave en la elección del espesante de la grasa a utilizar.

Para una rápida elección del tipo de espesante según el rango de temperaturas existen tablas donde se puede visualizar la temperatura de goteo

Por ejemplo:

Espesante	Punto de Goteo °C	Temperatura de trabajo máxima °C
Litio simple	175	120 a 135
Complejo de Litio	250	150 a 175
Poli urea	250	180 a 200
Arcilla	280	190 a 220
Sulfonato de calcio	260	150 a 175
Complejo de Calcio	260	150 a 175

**Tener en cuenta los cambios climáticos y a la temperatura a los que este expuesto el equipo.*

Estabilidad mecánica

Ciertas grasas, particularmente las líticas de los tipos antiguos, tienen una tendencia para ablandarse durante el trabajo mecánico, pudiendo dar lugar a pérdidas. En instalaciones

con vibración, el trabajo es particularmente severo, ya que la grasa está continuamente vibrando en los elementos lubricados.

Saponificación

Es un proceso por medio del cual una grasa (o algún otro compuesto de un ácido con alcohol) reacciona con un ÁLCALI (compuesto que neutraliza la acidez de la grasa), para formar un jabón, glicerina u otro alcohol.

Las propiedades de los jabones dependen de los ácidos grasos y de las bases metálicas utilizadas en la saponificación, esto se puede verificar mediante la reacción.

Miscibilidad

En los re engrases, hay que tener el máximo cuidado de no usar grasas diferentes a las originales. De hecho hay tipos de grasas que no son compatibles; si dos de estas grasas se mezclan, la mezcla resultante tiene normalmente una consistencia más blanda que puede causar la pérdida de grasa y fallo en la película lubricante.

Existen tablas de compatibilidad para la mezcla de grasas según el espesante

	Jabón de Li	Jabón de Ca	Jabón de Na	Complejo de Li	Complejo de Ca	Complejo de Na	Complejo de Ba	Complejo Al	Arcilla	Poli urea
Jabón de Litio	+	O	-	+	-	O	O	-	O	O
Jabón de Calcio	O	+	O	+	-	O	O	-	O	O
Jabón de Sodio (Na)	-	O	+	O	O	+	+	-	O	O
Complejo de Litio	+	+	O	+	+	O	O	+	-	-
Complejo de Calcio	-	-	O	+	+	O	-	O	O	+
Complejo de Sodio	O	O	+	O	O	+	+	-	-	O
Complejo de Bario	O	O	+	O	-	+	+	+	O	O
Complejo de Al	-	-	-	+	O	-	+	+	-	O
Arcilla	O	O	O	-	O	-	O	-	+	O
Poli urea	O	O	O	-	+	O	O	O	O	+

Compatible = +

Incompatible = -

Requiere

pruebas = O

Así mismo existen tablas de compatibilidad entre los aceites bases

	Mineral	Ester	Poli glicol	Silicona: metil	Silicona: femil	Polifenil - éter
Mineral	+	+	-	-	+	O
Ester	+	+	+	-	+	O
Poli glicol	-	+	+	-	-	-
Silicona : Metil	-	-	-	+	+	-
Silicona : Fenil	+	+	-	+	+	+
Polifenil-éter	O	O	-	-	+	-

Compatible = +

Incompatible = -

Requiere

pruebas = O

A Continuación encuadramos algunos casos de típicos de fallas debido a una incorrecta lubricación:

APLICACIÓN	SINTOMA DE FALLA	CAUSA	ACCIONES (Verificar)
Rodamientos	Ruidos extraños	Condiciones del rodamiento	El estado del rodamiento.
	Alta temperatura	Exceso de grasa	La frecuencia y cantidad de grasa en la re lubricación.
		Falta de grasa	La baja frecuencia de re engrase.
		Grasa incorrecta	La viscosidad del aceite base. Falta de aditivos EP.
	Excesiva pérdida o goteo	Sellos dañados	Los daños por vibraciones, alineación o incorrecto montaje.
		Exceso de grasa	La frecuencia y cantidad de grasa en la re lubricación.
		Grasa incorrecta	La consistencia de la grasa.
		Incompatibilidad de grasas	La mezcla de las grasas con diferentes espesantes.
	Reemplazo frecuente del rodamiento	Desgaste excesivo	La falta de aditivos EP (extrema presión). La contaminación, las partículas sólidas, la corrosión. La consistencia de la grasa (alta).
		Alta temperatura	Las temperaturas operacionales (según la aplicación).
		Mal alineado	La correcta alineación.
Cojinete liso	Sobrecalentamiento	Mala distribución de la grasa en el cojinete.	La consistencia de la grasa (según la aplicación). Los canales de la grasa.
		Falta de grasa	La frecuencia del re engrase. El funcionamiento del alemite, tubo o sistema de aplicación.
		Grasa incorrecta	La estabilidad mecánica en la grasa (según aplicación).
Engranajes cerrados	Pérdida excesiva por los retenes	Grasa muy blanda para la aplicación	El número NLGI (bajo).
		Grasas incompatibles	La descomposición de grasa por la mezcla con otra.
	Sonidos	Falta de lubricación	El nivel de grasa y el número NLGI (según aplicación).

Engranajes cerrados	Sobrecalentamiento	Falta de lubricación	El nivel de grasa y el número NLGI (según aplicación).
	Rotura de dientes	Mecánica	La alineación.
	“Pitting” (picado)	Fatiga o problema de diseño	El número NLGI y la viscosidad del aceite base (según aplicación).
	Desgaste excesivo	Falta de lubricación	El nivel de grasa. El número NLGI.
		Grasa incorrecta	Falta de aditivos EP. Viscosidad del aceite incorrecta, Rango de temperatura incorrecto.
		Desgaste abrasivo	La contaminación de la grasa.
		Alineación	El montaje
Engranajes abiertos	Desgaste excesivo de los engranajes	Falta de lubricación	El número NLGI de la grasa y la frecuencia de re engrase.
		Desgaste abrasivo	La contaminación por materiales abrasivos internos o externos.
	Acumulación en los dientes	Excesiva cantidad de grasa	La frecuencia de re-engrase. La selección de la grasa y la contaminación del ambiente.
Engranajes deslizantes	Movimiento no suave (slip-stick)	Falta de lubricación	La frecuencia de aplicación. La calidad de los aditivos. (EP y adherencia)
Crucetas	Excesivo desgaste	Falta de lubricación	La falta de aditivos EP. El rango de temperatura y la frecuencia de re-engrase. El número NLGI.
Motores eléctricos	Vibraciones o consumo excesivo.	Excesiva cantidad de grasa	La frecuencia y procedimiento de aplicación. La calidad de grasa utilizada.
Acoples	Acoples secos	Excesiva pérdida de grasa	Los sellos. El número NLGI. El nivel de lubricante.
	Grasa seca	Separación centrífuga	La calidad de grasa para la aplicación.
	Desgaste excesivo	Grasa incorrecta.	Los aditivos EP en la grasa.
Sistemas centralizados	No llega grasa a los puntos críticos	Falta de grasa en el recipiente	Verificar el nivel de grasa.
		Falla de la bomba	Verificar alimentación de la bomba.
		Puntos de ajuste taponados	La grasa empleada para la aplicación (consistencia).
		Aire en el sistema	La purgar aire.
	Alta presión en el sistema	Puntos de ajuste taponados	La limpieza en los mismos.

		Problema de válvula de alivio	El correcto funcionamiento.
		Consistencia NLGI muy alta	El grado de consistencia de la grasa empleada.
Aplicaciones Húmedas	Altos sonidos y alto desgaste	Falta de lubricación	La frecuencia y la correcta selección de la grasa.
	Excesiva pérdida	Grasa incorrecta	La viscosidad del aceite base.
		Incompatibilidad de grasas	La mezcla de grasas.
		Sellos defectuosos	No relacionados con el lubricante.
Altas Temperaturas	Altos sonidos y alto desgaste	Falta de lubricación	Frecuencia de aplicación incorrecta. Tipo de grasa incorrecta para esta aplicación
		Grasa incorrecta	Demasiado tiempo entre re-engrases. Tipo de grasa en servicio
		Incompatibilidad de grasas	Consistencia NLGI incorrecta. Mezcla de grasas incompatibles.
		Sellos/retenes defectuosos	No relacionado con el lubricante a no ser que sean incompatibles
	Solidificación de la grasa	Grasa incorrecta	Falta de resistencia contra oxidación de la grasa. Tipo de espesante incorrecto.
		Re-engrase muy infrecuente	Corregir la frecuencia de re-engrase
Bajas Temperaturas	Restricción de movimiento de componentes	Grasa incorrecta	Grasa de baja calidad de torque. Baja viscosidad del aceite básico
	Aplicación difícil.	Grasa incorrecta	Falta de bombeabilidad de la grasa. Baja viscosidad del aceite básico. Alta consistencia NLGI.
	Congelación	Agua en el sistema	Contaminación por agua. Habilidad de absorber o desplazar agua.

FUENTES

<http://es.scribd.com>

www.jeepdraw.com
www.alemite.com
<http://www.nskamericas.com>
<http://es.scribd.com>
<http://www.wearcheckiberica.es>
<http://www.aero.ing.unlp.edu.ar>
<http://www.predic.com>
www.cal.org.ar/
www.skf.com
www.fag.com
www.shell.com.ar/
www.ypf.com/
energia3.mecon.gov.ar/