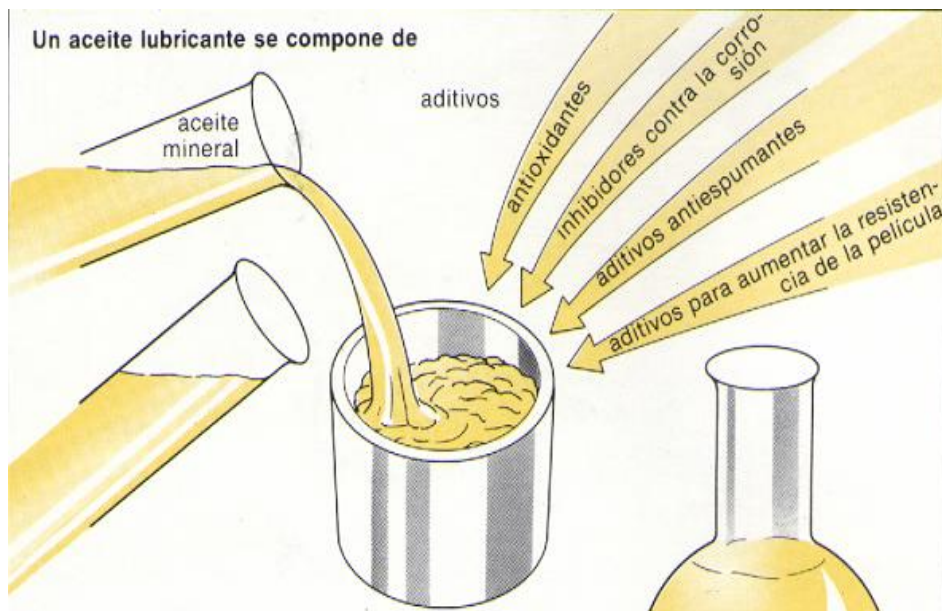


GRASAS LUBRICANTES

Una grasa es un lubricante semilíquido o sólido constituido por un líquido (aceite base) y un agente espesante.

En esta mezcla el aceite puede ser tanto mineral como sintético, mientras que el espesante es generalmente un jabón metálico o un gelificante inorgánico. Tanto el jabón como el gelificante tienen la propiedad de conformar una red cristalina absorbiendo el aceite como si fuera una esponja.



Las grasas lubricantes se utilizan en aquellos lugares donde si se lubricara con aceite se escurriría hasta que el mecanismo quedara sin lubricación. Al igual que el aceite, una grasa tiene la finalidad de mantener separadas dos superficies en movimiento pero cuando están ubicadas en lugares abiertos que no se puede contener el lubricante.

Ejemplos de aplicación.

- Rodamientos
- Cadenas
- Engranajes abiertos
- Ejes, etc.

Propiedades que deben cumplir una grasa

- Alta resistencia a la temperatura
- Resistencia al agua
- Estabilidad de su consistencia al trabajo mecánico
- Estabilidad al almacenamiento
- Buen poder lubricante
- Mantenimiento de estas propiedades en el tiempo

Tipos de Grasas y constitución

Según se comentó anteriormente las grasas lubricantes contienen:

- Un lubricante líquido (aproximadamente 90%)
- Un espesante (aproximadamente 10%)
- Aditivos similares a los que contiene cualquier lubricante líquido.

Lubricante líquido

Los lubricantes líquidos utilizados pueden ser de origen mineral o sintéticos.

Los de origen mineral son los descritos cuando nos referimos a las generalidades de un aceite lubricante, solo que deben poseer niveles de viscosidad apropiados para este uso.

En cuanto a los de origen sintético, los más utilizados son:

- a) Poliglicoles. En condiciones de alta temperatura se descomponen sin dejar residuos. Tienen poca tendencia a dilatar juntas elastoméricas. Tienen mala resistencia al agua y pueden ablandar pinturas y otros acabados superficiales.
- b) Esteres orgánicos. Alto índice de viscosidad y buena resistencia a bajas temperaturas. Afectan las pinturas y los elastómeros que conforman juntas. Se utilizan en grasas sometidas a grandes cambios térmicos como las utilizadas en aviación.
- c) PAO (Polialfaolefinas). Permiten producir grasas con buena resistencia a la evaporación, al calor, baja oxidación y mejor fluidez a baja temperatura.
- d) Siliconas. Alto índice de viscosidad, resistencia a bajas temperaturas, resistencia a la oxidación; pero tienen la desventaja de disolver muy mal otros aditivos.

Espesantes

La mayor parte de las grasas se producen espesando un lubricante líquido con un jabón, entendiéndose por jabón el producto de reacción de un ácido graso con un álcali que lo neutraliza.

- a) Grasa de jabón de Sodio (Na)
Se puede emplear en una mayor gama de temperaturas que las cálcicas. Tiene buenas propiedades de adherencia y proporciona buena protección contra la oxidación, ya que absorbe el agua, aunque su poder lubricante decrece.
No es aconsejable para aplicaciones “húmedas”. En la actualidad se utilizan grasas sintéticas del tipo sodio capaces de soportar temperaturas de hasta 120 °C.
- b) Grasas cálcicas (Ca)
Tienen una estructura suave, del tipo mantecoso y una buena estabilidad mecánica. No se disuelven en agua y son normalmente estables con 1 – 3 % de agua. No deben utilizarse en aplicaciones mayores a 60 °C. Algunas grasas de jabón calcio – plomo ofrecen buena protección contra el agua salada y por ello se utilizan en ambientes marinos.
- c) Grasas líticas (Li)
Se las utiliza para aplicaciones multipropósito porque tienen las propiedades positivas de las cálcicas y sódicas; pero no las negativas.
Tienen excelente estabilidad a las altas temperaturas, son muy poco solubles en agua, y las que contienen adición de jabón de plomo lubrican relativamente bien aunque estén mezcladas con agua.

d) Grasas de jabón compuesto

Se denominan así a las grasas cuyo espesante esta compuesto por una sal y un jabón metálico. Las grasas de jabón de calcio compuesto son las más comunes 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.

e) Grasas espesadas con sustancias inorgánicas

1- Bentonitas organofílicas

Este tipo de espesante contiene arcillas modificadas con productos orgánicos y se puede utilizar para espesar aceites minerales.

Las bentonitas oleofílicas se presentan en polvo muy fino que se dispersa en el aceite y más tarde se espesa con el agregado de algún agente polar (alcohol metílico, acetona o carbonato de propileno), mezclando hasta que se forma una grasa blanda que luego al molerse en un molino coloidal conduce a la consistencia final deseada.

Tienen resistencia a alta temperatura. Algunas aplicaciones son:

- En rodamientos de cilindros hasta 150 °C
- En cojinetes hasta 200 °C
- En rodamientos con relubricación hasta 250 °C
- En grasas con fluido sintético hasta 300 °C

La grasa bentonítica carboniza pero no gotea, es decir que el límite de temperatura de utilización queda determinado por la tendencia a carbonizarse del vehículo.

La limitación principal es la incompatibilidad con muchos aditivos y con otras grasas, lo que obliga a una cuidadosa selección de los aditivos.

2- Sílice coloidal

La sílice coloidal se presenta como un polvo, constituido por partículas redondas de diámetro 10 a 15 nanómetros.

Las grasas fabricadas con espesantes basados en sílice coloidal, pierden muy poca consistencia por aumento de la temperatura y no tienen punto de goteo. Tienen buena resistencia al lavado con agua, álcalis, ácidos y a la oxidación.

Si la grasa fue elaborada con aceite mineral, su límite superior está entre 150 y 180 °C, mientras que si son basadas en un fluido sintético pueden llegar hasta los 300 °C.

Tienen el inconveniente de su alto costo.

Aditivos

Como ya se mencionó con los aceites lubricantes existen diferentes tipos posibles de aditivos.

a) Antioxidantes: Del mismo tipo de los utilizados en los aceites.

b) Anticorrosivos: Debido a los lugares a que una grasa esta destinada muchas veces se la expone a la contaminación o lavado con agua. Por lo tanto debe contener aditivos que puedan inhibir la corrosión. El agua no solo facilita la corrosión de los metales sino que contribuye a la hidrólisis de los aditivos EP.

c) Aditivos de Extrema Presión (EP): Se han dejado de usar los aditivos a base de plomo por razones ambientales.

Algunos aditivos conocidos son:

- Olefina Sulfurizada (SPO)
- Ditiofosfato de zinc (ZDP)

- Ditiocarbonato de Antimonio (Sb-DTC)
- Paquete azufre fósforo Industrial (SP-I)
- Paquete azufre fósforo Automotriz (SP-A)

d) Aditivos Sólidos

Ciertas aplicaciones requieren que las grasas reciban el agregado de aditivos sólidos.

- **Grafito:** Se utiliza para grasas sometidas a altas temperaturas o cuando los movimientos son muy lentos.
- **Bisulfuro de Molibdeno:** Tiene propiedades similares a las del grafito pero presenta la ventaja de disminuir más el coeficiente de fricción que aquél. Su concentración varía entre 1 y 5 %. No se utiliza cuando la temperatura supera los 350 °C dado que a esta temperatura comienza a descomponerse generando azufre corrosivo. Tampoco es aconsejable usarlo en lugares con agua ya que se producen compuestos corrosivos por hidrólisis.
- **Cobre Metálico:** Se suelen agregar como laminillas muy finas para grasas utilizadas a muy altas temperaturas. Más que un lubricante, el cobre, es un compuesto antiengrane, utilizado en grasas de montaje.
- **Zinc y/o Plomo:** Estos aditivos tienden a desaparecer por cuestiones ambientales. Se los utiliza en ciertas grasas de la industria petrolera.
- **Teflon:** Dada su excelente resistencia a la temperatura y su muy buen poder lubricante, es un excelente compuesto para la formulación de grasas para alta temperatura, utilizadas en la industria alimenticia.
Tiene la ventaja adicional que no contamina el medio ambiente pero se hace limitada su aplicación debido a su alto costo.

Propiedades y Métodos de Análisis

Los factores a los cuales esta sometida una grasa en funcionamiento, están todos relacionados a las siguientes condiciones de trabajo:

- Velocidad
- Carga
- Temperatura
- Contaminantes externos

Una propiedad que a menudo se mide es la consistencia, a través de la norma ASTM D217 y para la cual se recurre a un equipo constituido por una copa estándar llena de grasa al ras a 25 °C, luego se hace descender un cono de 150 gr. apoyado sobre la superficie de la grasa y se deja caer libremente durante 5 segundos. Luego se miden los milímetros que el cono penetra dentro de la grasa.

Otra propiedad analizada es su capacidad a fluir. Se utilizan tanto los métodos ASTM D1072 y ASTM D1478, y ambos tienden a establecer la viscosidad aparente de la grasa.

Por otra parte, una grasa debe poseer una cierta resistencia al calor. Por lo general cuando se calienta se ablanda, por lo que se mide su punto de goteo (ASTM D2265) Por acción del calor también se produce lo que se conoce como el “sangrado” de la grasa que consiste en la separación del aceite, y la prueba es la ASTM D1742 que establece la cantidad de aceite que es probable se separe de una grasa almacenada a temperatura ambiente en un balde.

En lo que se refiere al agua, debemos decir que la eventualidad de que una grasa se contamine puede producirse tanto en el almacenamiento como en servicio. El efecto se manifiesta como una pérdida de consistencia, modificación de la textura, lavado y pérdida de resistencia a la corrosión. Se utiliza el ensayo ASTM D1263 mezclando la grasa con un determinado porcentaje de agua.

La necesidad de los aditivos antidesgaste y/o EP, es consecuencia de la carga que soportan dos superficies en movimiento. La película lubricante intermedia disminuye su espesor como consecuencia de la carga aplicada y hay un espesor mínimo de capa límite con el cual se consigue seguir lubricando. Los aditivos antidesgaste se agregan para que el lubricante resista cierta carga y mantenga el régimen de lubricación de capa límite. Si la carga que reciben las superficies en movimiento sigue aumentando se producirá el contacto metálico y en consecuencia se elevará la temperatura a un nivel tal que puede producir la soldadura de las superficies en contacto.

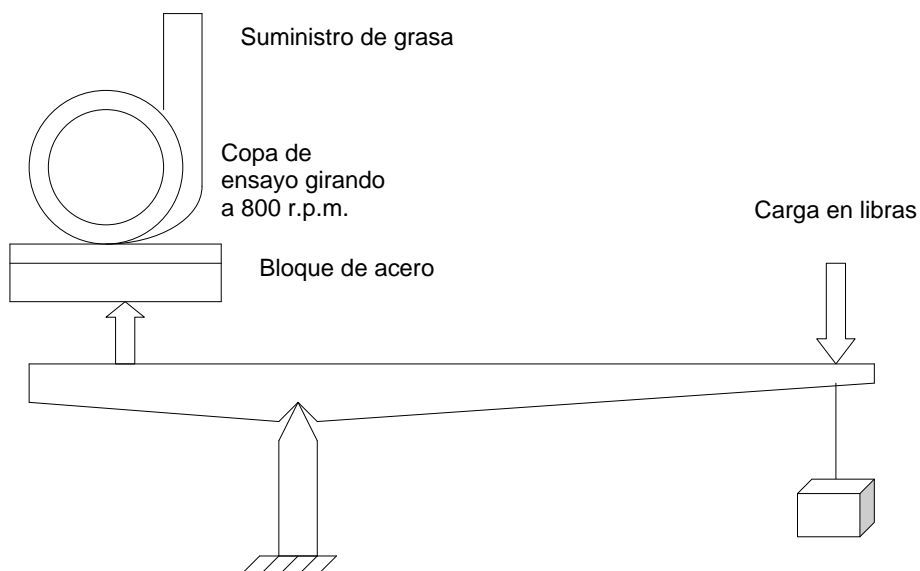
Ensayo de cuatro bolas

Se colocan tres bolas de 12,7 mm. En una copa y se cubren con grasa. Una cuarta bola se coloca encima solidaria con un eje que permite aplicar una carga. La máquina debe operar a 75 °C, 1200 r.p.m., 40 Kg y 60 minutos. Al final se retiran las bolas y se miden las marcas de desgaste de las tres bolas inferiores expresando el diámetro de la impronta en mm.

Ensayo Timken

La norma ASTM D2509 describe este método de ensayo.

Se trata de un anillo externo de un cojinete de rodillos que se monta sobre un husillo girando a 800 r.p.m. El anillo hace fricción sobre un bloque de acero montado en un brazo móvil en cuyo extremo se coloca una pesa.



Se aplica la carga en forma continua en la zona de rozamiento. La inspección sobre la superficie es visual. Mientras las superficies se vean suaves y brillosas al cabo de 10 minutos que dura el ensayo, el comportamiento del lubricante es satisfactorio. Se continúa aumentando la carga hasta que la superficie se muestre áspera e irregular con evidencia de soldadura, reportándose entonces qué carga pasa satisfactoriamente el lubricante.

Lubricación de Rodamientos

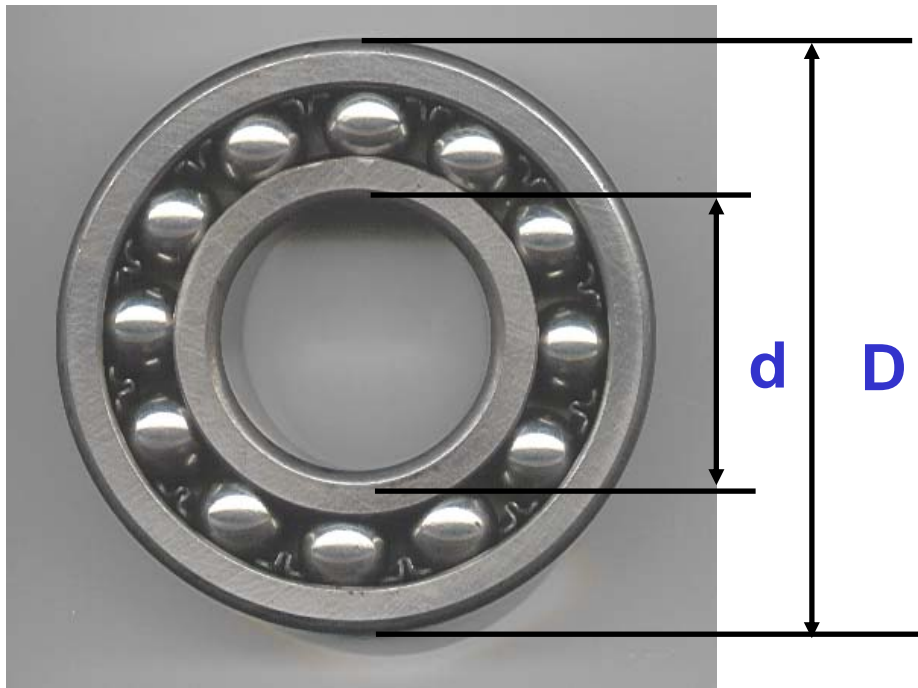
Lubricación por grasa

En algunas circunstancias es adecuado el uso de una grasa mineral de Litio (aceite mineral + jabón simple).

Pero las actuales situaciones de operación han exigido cada vez más al lubricante y ha sido necesario encontrar diferentes alternativas según la exigencia de la aplicación.

Factor de Velocidad

El factor de velocidad se calcula como:



d = diámetro interno en mm
D = diámetro externo en mm
n = velocidad en r.p.m.

$$F_v = \frac{D \times d \times n}{2}$$

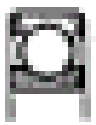

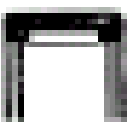


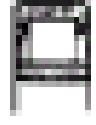


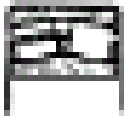
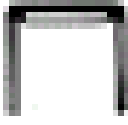
Factor de velocidad = $n \times d_m$

Es necesario determinar el factor de velocidad (F_v) para calcular la cantidad de grasa necesaria para lubricación.

R.P.M.	Facto de velocidad (F_v) $N \times d_m$	Cantidad de grasa en función del % del volumen libre del rodamiento
BAJAS	< 90.000	100%
MEDIAS	90.000 - 350.000	30%
ALTAS	350.000 – 500.000	15%
MUY ALTAS	500.000 – 1.500.000	15% (*)

(*) Dispersión de grasa o lubricación por niebla de aceite.

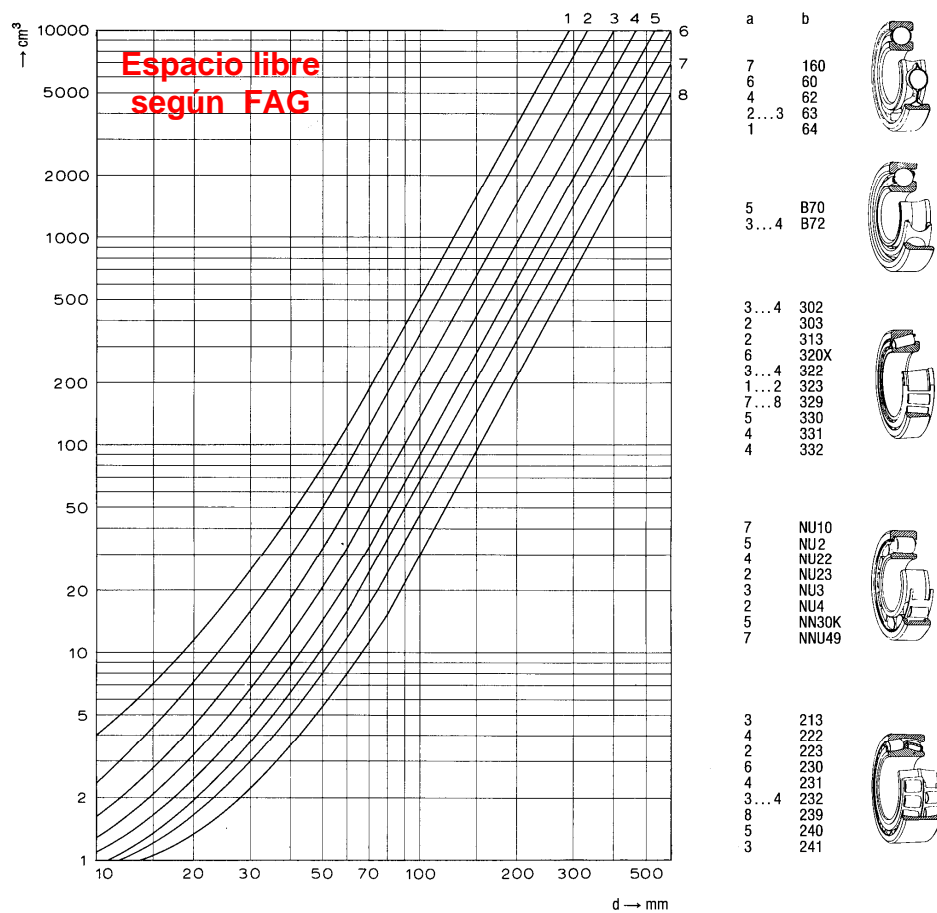
Pero como es habitual en los rodamientos, al factor de velocidad hay que afectarlo por un factor adicional vinculado al tipo de rodamiento.

1	1.1	1.4	1.67	2.5
				
				

Finalmente:

$$F_v = n \times D_m \times C$$

Diagrama para determinar el espacio libre en los diferentes tipos de rodamientos FAG para un lubricación inicial.



Intervalo de Lubricación de Rodamientos (SKF)

Pastas de Montaje

Las pastas de montaje son lubricantes consistentes. Contienen un aceite base (mineral y/o sintético), aditivos y lubricantes sólidos.

Su efectividad se manifiesta especialmente bajo condiciones extremas. Actúan contra la tribocorrosión (freting corrosion), impiden el deslizamiento por sacudidas (stick slip) así como el desgaste adhesivo (gripado).

Según su composición las pastas lubricantes son resistentes al agua y al vapor de agua, presentan buenas propiedades anticorrosivas y pueden dominar temperaturas de aplicación de hasta 1.200 °C.

Ver aditivos sólidos.

A continuación vemos una tabla resumen de pastas lubricantes de la firma Klüber.

Elemento de máquina	Producto	Klüberpaste 46 MR 401	ALTEMP Q NB 50	UNIMOLY RAP	WOLFRACOAT C	WOLFRAKOTE TOP PASTE
Atornilladuras en maquinaria					●	
Colocación a presión de pasadores, bulones y manquitos		●		●		
Cojinetes lisos para velocidades bajas o medias					●	
Guías de bancadas, levas, guías perfiladas, colisas deslizantes				●		
Husillos roscados, tuercas de regulación, chavetas de ejes		●				
Rótulas, cojinetes con muñón		●				
Mandriles de sujeción			●			
Ruedas dentadas		●				
Retenes para ejes, juntas tóricas, juntas V, manguitos de goma elástica		●				
Cadenas a altas temperaturas						●
Rodamientos, a velocidades de deslizamiento muy bajas		●				
Auxiliar de montaje		●				