



Tutor de Lubricación

Shell

Módulo 1

Introducción a los lubricantes y a la lubricación

Continuar ▶



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

CONTENIDO

Introducción

Sección Uno

- Fricción
- Lubricación
- El mecanismo de lubricación
- Resumen

Sección Dos

- Qué hacen los lubricantes?
- Las funciones de los lubricantes
- Tipos de lubricantes
- Propiedades importantes de los lubricantes
- Resumen

Sección Tres

- Qué hay en un lubricante
- Aceites bases y aditivos
- Aceites bases
- La fabricación de aceites lubricantes
- Aditivos
- Formulación
- Resumen

Sección cuatro

- El lubricante adecuado para el trabajo
- La selección de los lubricantes

- Recomendaciones de los fabricantes
- Probando los lubricantes
- Resumen

Sección Cinco

- Almacenamiento, manejo, y uso de los lubricantes
- Contaminación entre lubricantes
- Salud ocupacional

Sección Seis

- Guías del usuario para implementar una adecuada administración de la lubricación
- Análisis CAVEB
- Análisis previos a la selección de lubricantes
- Racionalización de productos
- Manejo de problemas
- Selección de mejoras de proceso
- Pruebas de campo
- Elección de nivel y tipo de mantenimiento
- Resumen y costos de análisis productivos



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

INTRODUCCION

El Tutor de Lubricación Shell ha sido diseñado para suministrarle la información clave sobre lubricantes y sus aplicaciones. Igualmente pretende desarrollar su conocimiento de productos y permitirle hacer su trabajo más efectivamente. También le proporcionará una base sólida para un entrenamiento posterior.

Si usted desea obtener lo mejor del Tutor, es importante que trabaje cuidadosa y concienzudamente los Manuales. Estos han sido diseñados para ser fáciles de seguir, pero igualmente demandará algo de tiempo, esfuerzo y compromiso de su parte. Esperamos que disfrute la experiencia de aprender y que prontovea como los beneficios de su mejora en el conocimiento de productos le ayudará a hacer su trabajo más eficientemente.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

SECCION UNO

FRICCION

Qué es fricción?

Cuando una superficie se desliza sobre otra, siempre hay resistencia al movimiento. Esta fuerza de resistencia, o **fricción**, depende de la naturaleza de las dos superficies en contacto. Cuando la fricción es pequeña como lo es por ejemplo cuando un esquiador se desliza hacia abajo sobre una superficie de nieve, el movimiento es suave y fácil. Cuando la fricción es grande, deslizarse se vuelve difícil, las superficies se tornan calientes y se desgastan. Esto pasa, por ejemplo cuando las pastillas de los frenos son aplicadas para disminuir la velocidad de una rueda.

Qué causa la fricción?

La fricción es el resultado de la rugosidad de las superficies. Bajo microscopio electrónico, aún las superficies aparentemente más lisas, muestran muchas rugosidades o **asperezas**.

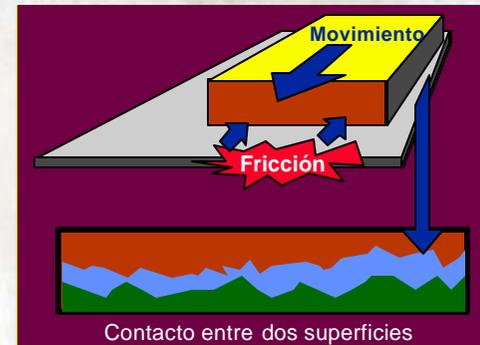
Dos superficies que aparentan estar en contacto total, realmente se están tocando una con la otra en los picos de sus asperezas. Toda carga es por lo tanto soportada solamente en unos pequeños puntos y la presión sobre estos es enorme.

Cuando las superficies se mueven, las asperezas pueden quedar trancadas una con la otra y se

pueden soldar. Entre más se presione una superficie con la otra mayor será la fricción.

Las consecuencias de la fricción

En la mayoría de las máquinas es importante mantener la fricción entre las partes móviles a un mínimo. Cuando la fricción es excesiva, tiene que hacerse **trabajo** adicional para continuar el movimiento. Esto genera **calor** y gasto de **energía**. La fricción también incrementa el **desgaste** y por tanto reduce la vida de la máquina.



Fricción y sus causas



Introducción a los lubricantes y la lubricación

Más acerca de **LA FRICCIÓN**

En física clásica hay dos leyes que describen la fricción entre dos superficies

La primera ley de la fricción, establece que la fricción entre dos sólidos es independiente de el área de contacto. Por lo tanto de acuerdo con esta ley, cuando un ladrillo es movido a lo largo de una lámina de metal la fuerza opuesta a su movimiento será la misma si el ladrillo se desliza sobre su cara inferior, sobre su cara anterior o sobre su cara lateral.

La segunda ley de la fricción, establece que la fricción es proporcional a la carga ejercida por una superficie sobre otra. Esto significa que, si un segundo ladrillo es colocado encima del ladrillo del primer ejemplo, la fricción será duplicada. Tres ladrillos triplicarán la fricción y así sucesivamente.



La primera ley de la Fricción



La segunda ley de la Fricción

Como la fuerza friccional entre dos superficies es, proporcional a la carga es posible definir un valor conocido como **coeficiente de fricción**, el cual es igual a la fricción dividida por la carga. El coeficiente de fricción depende de la naturaleza de las dos superficies en contacto. Para sólidos ordinarios oscila en el rango de 0.3 y 3. Cuando un lubricante está presente entre las dos superficies, el coeficiente de fricción y por lo tanto la fuerza necesaria para producir el movimiento relativo, se reduce.

De acuerdo a las leyes de fricción el coeficiente de la fricción de dos cuerpos debe ser una constante. En la práctica, éste varía ligeramente con cambios en la carga y con cambios en la velocidad de deslizamiento. La fuerza necesaria para que un cuerpo comience a deslizarse sobre otro, o sea, la **fricción estática**, es siempre mayor que la **fricción dinámica** que es la fuerza necesaria para que se mantenga en movimiento una vez éste haya comenzado.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

LUBRICACION

Qué es la lubricación?

Cualquier procedimiento que reduzca la fricción entre dos superficies móviles es denominado **lubricación**. Cualquier material utilizado para este propósito es conocido como **lubricante**.

Cómo la lubricación reduce la fricción?

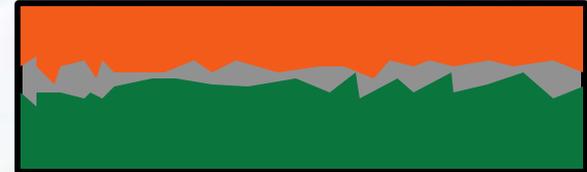
La principal función de un lubricante es proveer una película para separar las superficies y hacer el movimiento más fácil. En un modelo donde un líquido actúa como lubricante, el líquido puede ser tomado como si formara un número de capas con las dos capas externas, superior e inferior adheridas firmemente a las superficies. A medida que una de las superficies se mueva sobre la otra, las capas externas del lubricante permanecen adheridas a las superficies mientras que las capas internas son forzadas a deslizarse una sobre otra. La resistencia al movimiento no está gobernada por la fuerza requerida para separar las asperezas de las dos superficies opuestas y poder moverse una sobre otra. En su lugar, esta resistencia está determinada por la fuerza necesaria para deslizar las capas de lubricante una sobre otra. Esta es normalmente mucho menor que la fuerza necesaria para superar la fricción entre dos superficies sin lubricar.

Las consecuencias de la lubricación

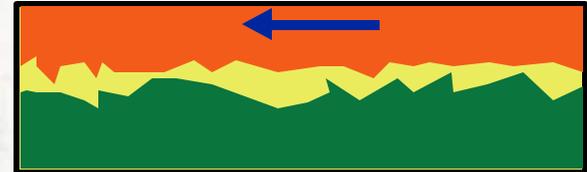
Debido a que la lubricación disminuye la fricción, ésta ahorra energía y reduce el desgaste. Sin em-

bargo, aún el mejor lubricante, nunca podrá eliminar la fricción completamente. En el motor de un vehículo eficientemente lubricado, por ejemplo, casi el 20% de la energía generada es usada para superar la fricción.

Lubricación



Contacto entre dos superficies



El efecto de un lubricante



Introducción a los lubricantes y la lubricación

Más acerca de **LA LUBRICACION**

La lubricación siempre mejora la suavidad del movimiento de una superficie sobre otra. Esto puede ser logrado en una variedad de formas. Los diferentes tipos de lubricación normalmente son denominados **Regímenes de Lubricación**.

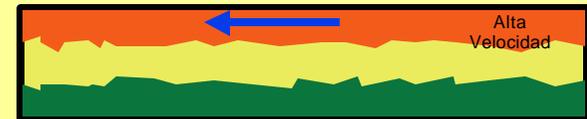
Transiciones entre los diferentes regímenes tienen lugar durante el ciclo operacional de las máquinas.

Las mejores condiciones de lubricación existen cuando las dos superficies móviles están completamente separadas por una película de lubricante como el modelo descrito en la página anterior. Esta forma de lubricación es conocida como **Hidrodinámica o lubricación de película gruesa**. El espesor de la película de aceite depende principalmente de la **viscosidad** del lubricante, una medida de su espesor o la resistencia a fluir.

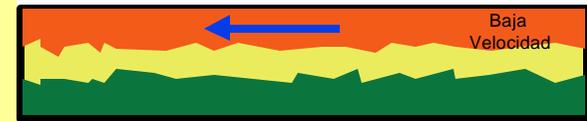
Por otro lado, la lubricación es menos eficiente cuando la película es tan delgada que el contacto entre las superficies tiene lugar sobre una área similar a cuando no hay lubricante. Estas condiciones definen la **lubricación límite**. La carga total es soportada por capas muy pequeñas de lubricante adyacentes a las superficies. La fricción es menor que en superficies completamente sin lubricar y está principalmente determinada por la naturaleza química del lubricante.

Varios regímenes de lubricación han sido identificados entre los dos extremos de lubricación hidro-

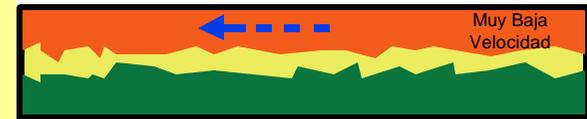
dinámica y límite. Las siguientes son las dos más importantes.



Lubricación Hidrodinámica



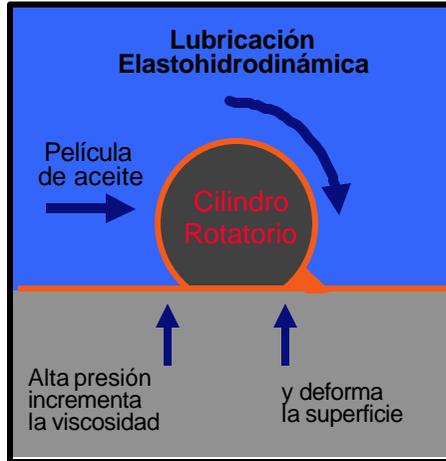
Lubricación Mixta



Lubricación Límite

Lubricación mixta o de película delgada, existe cuando las superficies móviles están separadas por una película de lubricante continua con espesor comparable a la rugosidad de las superficies. Esta carga entonces está soportada por una mezcla de presión de aceite y los contactos entre superficies de tal forma que las propiedades de este régimen de lubricación son una combinación tanto de lubricación hidrodinámica como límite.

La lubricación elastohidrodinámica, es un tipo especial de lubricación hidrodinámica la cual se



puede desarrollar en ciertos contactos con altas cargas, tales como cojinetes y algunos tipos de engranajes. En estos mecanismos el lubricante es arrastrado hacia el área de contacto y luego sujeto a muy altas presiones a medida que es comprimido bajo carga pesada.

El incremento de la presión tiene dos efectos. Primero que todo, causa el incremento en la viscosidad del lubricante y por lo tanto un aumento en su capacidad de soportar cargas.

En segundo lugar, la presión deforma las superficies cargadas y distribuye la carga sobre un área mayor.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL Módulo Uno

EL MECANISMO DE LA LUBRICACION

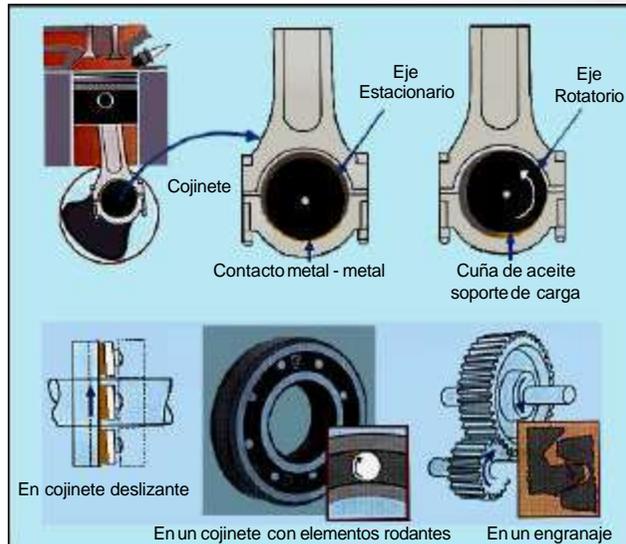
La mayoría de las máquinas son lubricadas por los líquidos. Cómo son capaces estos líquidos de separar superficies y reducir la fricción entre ellas?

Con el objeto de entender en que forma los líquidos lubrican en la práctica, es útil observar el caso de la chumacera simple. En este dispositivo sencillo ampliamente utilizado, un eje soporta las cargas y rota dentro de una cavidad de aceite. Un

ejemplo es una biela del motor de un carro.

A medida que el eje rota, una cuña de aceite se forma entre las superficies, la cual genera suficiente presión para mantenerlas separadas y sopotar la carga del eje.

Las cuñas de aceite, se pueden formar en otro tipo de chumaceras, tales como cojinetes con elementos deslizantes y rodantes, por un mecanismo similar.



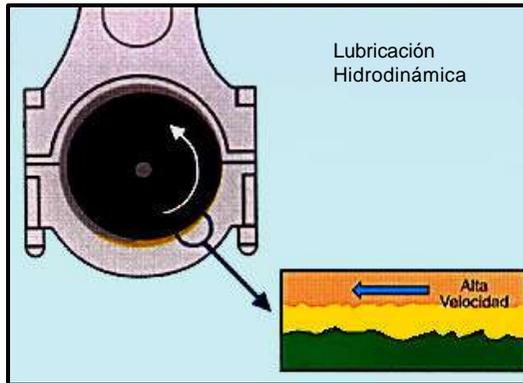
La formación de una cuña de aceite en un cojinete plano.

La formación de una cuña de aceite.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

La lubricación más eficiente, es la llamada lubricación hidrodinámica y es solamente obtenida cuando la película de aceite que se genera en un cojinete tiene un espesor varias veces mayor que la rugosidad de las superficies sólidas opuestas. Si la película de aceite es demasiado delgada, las superficies entran en contacto directo, la fricción se incrementa, se genera calor y ocurre desgaste.



Varios factores influyen en la formación de la película de aceite y por lo tanto en la eficiencia de la lubricación. Estos incluyen:

La viscosidad del lubricante

Este es el factor más importante. Si la viscosidad del lubricante es demasiado baja, esto es que el lubricante es muy delgado, éste no será capaz de formar una cuña de aceite adecuada. Es imposible generar suficiente presión para separar las superficies móviles. Si, por otro lado, la viscosidad es demasiado alta, el espesor del lubricante pue-

de restringir el movimiento relativo entre dos superficies. La viscosidad de un líquido disminuye al incrementarse la temperatura, por lo tanto un cojinete que esté lubricado eficientemente en frío puede que no trabaje bien si se calienta.

Estaremos observando la viscosidad y su variación con la temperatura con más detalle en la siguiente sección.

Diseño del cojinete

La forma de las superficies lubricadas debe favorecer la formación de una cuña de aceite. Por lo tanto debe haber un espacio adecuado entre las superficies móviles.

Alimentación del lubricante

Claramente, la lubricación hidrodinámica no se puede desarrollar si hay falta de lubricante.

El movimiento relativo de las superficies

Entre mayor sea la velocidad de deslizamiento mayor será la película de aceite, asumiendo que la temperatura permanezca constante. Una consecuencia importante de esto es que las superficies en movimiento, tenderán a entrar en contacto cuando el equipo arranque o pare.

La carga

A cualquier temperatura dada, un incremento de la carga tenderá a disminuir la película de aceite. Una carga excesiva tenderá a incrementar la fricción y el desgaste.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

RESUMEN DE LA SECCION UNO

- Fricción es el nombre dado a la fuerza que resiste el movimiento relativo entre dos superficies en contacto. La fricción genera calor, consumo de energía y aumenta el desgaste.
- Lubricación es el nombre dado a cualquier procedimiento que reduzca la fricción. El principal objetivo de la lubricación es separar las superficies opuestas y hacer el movimiento más fácil.
- La lubricación ahorra energía y reduce el desgaste.
- Las mejores condiciones de lubricación ocurren cuando una película de lubricante gruesa se forma y es suficiente para separar las superficies móviles y soportar la carga sobre ellas. Esta es llamada lubricación hidrodinámica.
- La lubricación hidrodinámica solamente se puede desarrollar si la geometría de las superficies lubricadas ayudan a la formación de una cuña de lubricante.
- La lubricación hidrodinámica está favorecida por el incremento en la viscosidad del lubricante, una disminución de la temperatura (la cual incrementa la viscosidad del lubricante), un incremento en la velocidad de deslizamiento y una disminución de la carga.
- La eficiencia de la lubricación hidrodinámica se reduce y el contacto entre las superficies es más probable que ocurra cuando la viscosidad del lubricante disminuye, la velocidad de deslizamiento disminuye y la carga aumenta.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

Sección Dos

QUE HACEN LOS LUBRICANTES

Los lubricantes cumplen con numerosas funciones diferentes de su papel principal de reducir la fricción y el desgaste. En esta sección revisaremos las funciones más importantes de los lubricantes, antes de entrar a considerar las propiedades que deben tener para trabajar eficientemente. Le pondremos particular atención a la viscosidad ya que ésta es casi siempre la propiedad más importante de un lubricante.

Cuando usted haya estudiado la información clave de esta sección, usted deberá ser capaz de:

- Listar cuatro funciones importantes que cumplen los lubricantes.
- Listar los cuatro tipos de lubricantes básicos y resumir sus ventajas y desventajas.
- Definir el término viscosidad y explicar cómo el sistema SAE es usado para clasificar los aceites de acuerdo a su viscosidad.
- Establecer cual es el significado del término índice de viscosidad y explicar cómo las propiedades de los aceites con índices de viscosidad altas y bajas difieren entre si.
- Resumir el significado de las siguientes propiedades de los lubricantes: Flujo a baja temperatura, estabilidad térmica y química,

conductividad térmica y calor específico, corrosividad, demulsificación, emulsificación, inflamabilidad, compatibilidad y toxicidad.

Si estudia la información complementaria Usted estará en capacidad de:

Dar ejemplos de funciones adicionales que los lubricantes utilizados en aplicaciones especiales tengan que cumplir.

Comparar y contrastar las propiedades importantes de los tipos básicos de lubricantes.

Explicar cómo se desarrolla el flujo viscoso en un líquido y establecer cómo la viscosidad puede ser definida en términos de tensión de corte y rata de corte.

Resumir el procedimiento utilizado para determinar el índice de viscosidad de un aceite.

Describir el efecto de la presión sobre la viscosidad de un líquido.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES

Los lubricantes no solamente deben lubricar. En la mayoría de las aplicaciones deben refrigerar, proteger, mantener la limpieza y algunas veces llevar a cabo otras funciones.

Lubricación

La principal función de un lubricante es simplemente hacer más fácil que una superficie se deslice sobre otra. Esto reduce la fricción, el desgaste y ahorra energía.

Refrigeración

Cualquier material que reduzca la fricción actuará como un refrigerante, simplemente, porque reduce la cantidad de calor generada cuando dos superficies rozan una contra otra. Muchas máquinas bien lubricadas aún generan cantidades considerables de calor, sin embargo, este calor en exceso debe ser removido si se quiere que la máquina funcione eficientemente. Los lubricantes son frecuentemente usados para prevenir el sobrecalentamiento, transfiriendo calor de las áreas más calientes a las áreas más frías.

Quizás el ejemplo más familiar de un lubricante empleado como refrigerante es el aceite utilizado en los motores de nuestros vehículos, pero esta función es vital en muchas otras aplicaciones. Los aceites para compresores, los aceites para turbinas, aceites para engranajes, aceites de corte y muchos otros lubricantes deben ser buenos refrigerantes.

Protección contra la corrosión

La lubricación efectiva minimiza el desgaste mecánico, reduciendo el contacto entre las superficies móviles. Sin embargo, el desgaste químico o corrosión, puede tener lugar.

Obviamente, un lubricante no debe causar corrosión. Idealmente, debe proteger activamente las superficies que lubrica inhibiendo cualquier daño que pueda ser causado por el agua, ácidos u otros agentes dañinos que contaminen el sistema.

Los lubricantes deben proteger contra la corrosión en dos formas diferentes. Deben cubrir la superficie y proveer una barrera física contra el ataque. Además, muchos lubricantes reaccionan con los químicos corrosivos para neutralizarlos.

Mantenimiento de la limpieza

La eficiencia con la cual una máquina opera es reducida si su mecanismo se contamina con polvo y arena o los productos del desgaste y la corrosión. Estas partículas sólidas pueden incrementar el desgaste, promover más corrosión y pueden bloquear las tuberías de alimentación y los filtros. Los lubricantes ayudan a mantener las máquinas limpias y operando eficientemente, lavando los contaminantes de los mecanismos lubricados. Algunos lubricantes, como los de motor, contienen además aditivos que suspenden las partículas y dispersan los contaminantes solubles en el aceite. Esto detiene la acumulación y depósito sobre las superficies de trabajo lubricadas.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

Otras funciones de los lubricantes

Los lubricantes utilizados para aplicaciones particulares pueden requerir otras funciones además de las descritas anteriormente. Por ejemplo:

Sellado

El aceite utilizado en motores de combustión interna debe proveer un sellado efectivo entre los anillos del pistón y las paredes del cilindro. El sellado es también importante en la lubricación de bombas y compresores.

Transmisión de Potencia

Los aceites hidráulicos son usados para la transmisión y control de la potencia al igual que la lubricación de trabajo del sistema hidráulico.

Aislamiento

Los aceites de aislamiento son utilizados en los transformadores eléctricos e interruptores de potencia.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

TIPOS DE LUBRICANTES

Hay básicamente cuatro tipos de materiales disponibles para llevar a cabo, en mayor o menor grado, las funciones de un lubricante.

Líquidos

Muchos líquidos diferentes pueden ser utilizados como lubricantes, pero los más ampliamente utilizados son los basados en aceites minerales derivados del petróleo crudo. Su fabricación y composición será vista con más detalle en la próxima sección de este módulo.

Otros aceites utilizados como lubricantes incluyen **los aceites naturales** (aceites animales o vegetales) y **los aceites sintéticos**.

Los aceites naturales pueden ser excelentes lubricantes, pero tienden a degradarse más rápido en uso que los aceites minerales. En el pasado, fueron poco utilizados para aplicaciones de ingeniería por sí solos, aunque algunas veces fueron usados en combinaciones con los aceites minerales. Recientemente, ha habido un interés creciente sobre las posibles aplicaciones de los aceites vegetales como lubricantes. Estos aceites son biodegradables y menos nocivos al medio ambiente que los aceites minerales.

Los aceites sintéticos son fabricados mediante procesos químicos y tienden a ser costosos. Son especialmente usados cuando alguna propiedad en particular es esencial, tal como la resistencia a las temperaturas extremas requeridas por los aceites de motores de aviación.

A temperaturas normales de operación, los aceites fluyen libremente, de tal forma que pueden ser fácilmente alimentados hacia o desde las partes móviles de la máquina para proveer una lubricación efectiva y extraer el calor y las partículas de desgaste. Por otro lado, debido a que son líquidos, los lubricantes se pueden salir del sitio que necesita ser lubricado, y no formar el sellado contra el sucio y la humedad.

Grasas

Una grasa es un lubricante semifluido generalmente elaborado de aceite mineral y un agente espesante (tradicionalmente jabón o arcilla), que permite retener el lubricante en los sitios donde se aplica. Las grasas protegen efectivamente a las superficies de la contaminación externa, sin embargo, debido a que no fluyen tan libremente como los aceites, son menos refrigerantes que éstos y más difíciles de aplicar a una máquina cuando está en operación.

Sólidos

Los materiales utilizados como lubricantes sólidos son grafito, bisulfuro de molibdeno y politetrafluoroetileno (PTFE o Teflón). Estos compuestos son utilizados en menor escala que los aceites y grasas, pero son invaluable para aplicaciones especiales en condiciones donde los aceites y las grasas no pueden ser toleradas. Ellos pueden, por ejemplo, ser usados en condiciones extremas de temperatura y de ambientes de reactivos químicos. Las patas telescópicas del Módulo Lunar del Apolo fueron lubricadas con bisulfuro de molibdeno.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

Gases

El aire y otros gases pueden ser empleados como lubricantes, pero son generalmente usados para propósitos especiales. Los cojinetes lubricados con aire pueden operar a altas velocidades, pero deben tener bajas cargas. Tales cojinetes se utilizan en las fresas de los dentistas.





Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

UNA COMPARACION DE LOS TIPOS BASICOS DE LUBRICANTES

A lgunas características importantes de los tipos básicos de lubricantes son comparadas en la siguiente tabla.

	Aceites	Grasas	Sólidos	Gases	
Lubricación Hidrodinámica	****	*	■	***	
Lubricación Límite	**	**	***	■	
Refrigeración	****	*	■	**	
Facilidad de alimentación	**	*	■	**	
Habilidad para permanecer en el cojinete	*	***	*****	*	
Habilidad para proteger contra la contaminación	*	***	**	*	
Protección contra la corrosión	**	**	**	■	
Rango de temperatura de operación	**	**	****	**	
Código:	Excelente ****	Muy Bueno ***	Bueno **	Regular *	Inaplicable ■



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL Módulo Uno

PROPIEDADES IMPORTANTES DE LOS LUBRICANTES

Muchos factores deben ser tenidos en cuenta cuando se escoge un aceite. El más importante de todos es la viscosidad.

Viscosidad

La definición más simple de viscosidad es la resistencia a fluir. Bajo las mismas condiciones de temperatura y presión un líquido con una viscosidad baja, como el agua, fluiría más rápidamente que líquido con alta viscosidad como una jalea.

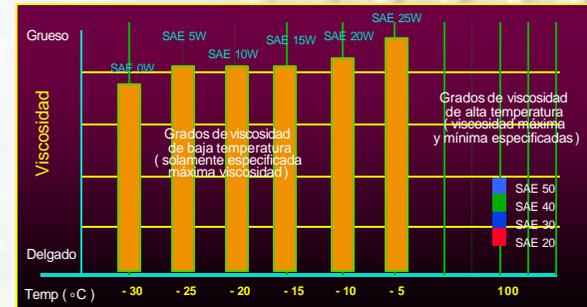
La viscosidad de los aceites para motores de combustión interna, están clasificadas de acuerdo al sistema SAE diseñado por la Sociedad Americana de Ingenieros Automotrices. Para los aceites de motor se han especificado diez grados, cada uno correspondiente a un rango de viscosidad.

Cuatro de los grados están basados en las medidas de viscosidad a 100°C. Estas son en su orden de incremento de la viscosidad, SAE 20, SAE 30, SAE 40 y SAE 50. Los otros grados están basados en la medida de la máxima viscosidad a bajas temperaturas. Estos grados son: SAE 0W (medida a -30°C), SAE 5W (medida a -25°C), SAE 10W (medida a -20°C).

El sufijo "W" indica que un aceite es adecuado para uso en invierno.

Los aceites que pueden ser clasificados en solo uno de los anteriores grados, son conocidos como

aceites monógrados. Un aceite que cumpla con los requerimientos de dos grados simultáneamente, es conocido como un aceite multigrado. Por ejemplo, un aceite SAE 20W20 tiene una viscosidad a 100°C que lo califica para el rango 20W.



Aceite de motor en grados de viscosidad (Sistema SAE J300)



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Más acerca de

EL SISTEMA DE VISCOSIDADES GRADOS SAE

Los grados SAE al igual que definen los grados de viscosidad, también definen la temperatura límite de bombeabilidad (BPT) para los grados "W" del aceite. La temperatura límite de bombeabilidad está definida como la temperatura más baja a la cual un aceite para motor puede ser continua y adecuadamente suministrado a la bomba de aceite del motor.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

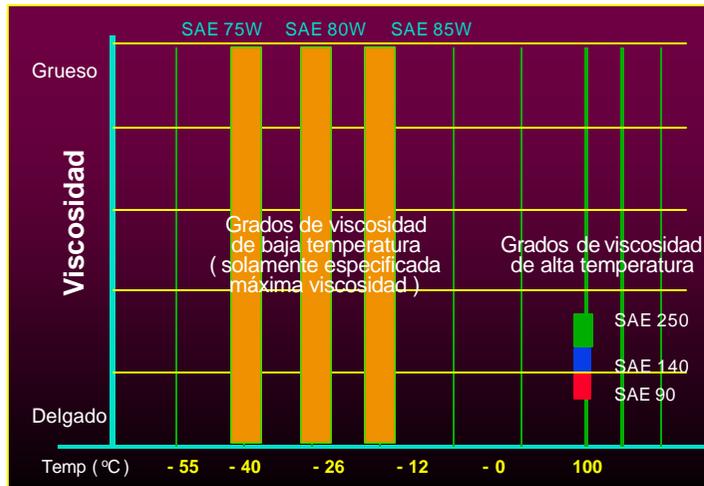
Un sistema similar al usado para los aceites de motor es utilizado para clasificar los aceites de engranajes automotrices. En este sistema, los grados SAE 90, SAE 140 y SAE 250 están basados en las medidas de viscosidad a 100°C y los grados SAE 75W, 80W y 85W son medidas a -49°C, -26°C y -12°C respectivamente. El sistema de clasificación de estos aceites para engranajes es independiente del usado para aceites de motor, lo cual hace difícil comparar sus viscosidades. Por ejemplo, un aceite para motor SAE 50 puede realmente ser un poco más viscoso que un aceite para engranajes SAE 80W.

Se utilizan sistemas alternativos para clasificar los lubricantes industriales de acuerdo con sus

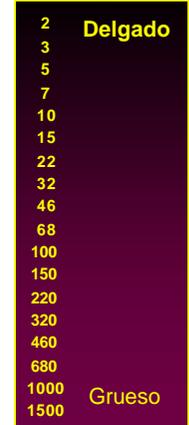
viscosidades. En el sistema ISO se definen 18 grados, cada uno cubre un pequeño rango de viscosidad y está especificado por el término ISO VG seguido por un número, el cual es una medida de su viscosidad a 40°C. Esta viscosidad a cualquier grado es mayor que su grado inmediatamente anterior.

Es importante anotar que, cualquiera que sea el sistema de grados usado SAE, BSI o ISO, el número se relaciona solamente con la viscosidad del aceite. Esto no revela nada respecto a sus otras propiedades o sobre la calidad o desempeño del aceite.

Grados de viscosidad para automotores (Sistema SAE J300)



Grados de viscosidad de lubricantes industriales (Sistemas ISO)





Introducción a los lubricantes y la lubricación

Más acerca de LA VISCOSIDAD

La viscosidad puede ser definida en términos de un modelo simple, en el cual una película fina de líquido es colocada entre dos superficies planas paralelas. Las moléculas del líquido son consideradas como esferas que pueden rodar en capas entre las superficies a lo largo de ellas. La viscosidad del líquido es esencialmente una medida de la fricción entre dos moléculas mientras se mueven unas sobre las otras. Depende de las fuerzas entre las moléculas y por lo tanto están influenciadas por su estructura molecular.

Suponga que la superficie inferior se mantiene estacionaria, y la superior es movida a lo largo a una velocidad constante. Las moléculas cerca a la superficie en movimiento tenderán a adherirse y a moverse con ella, las capas interiores se moverán igualmente pero más despacio, y las del fondo no se moverán. Este movimiento ordenado de las moléculas es definido como **flujo viscoso** y la diferencia en la velocidad de cada capa es conocida como la **rata de corte**.

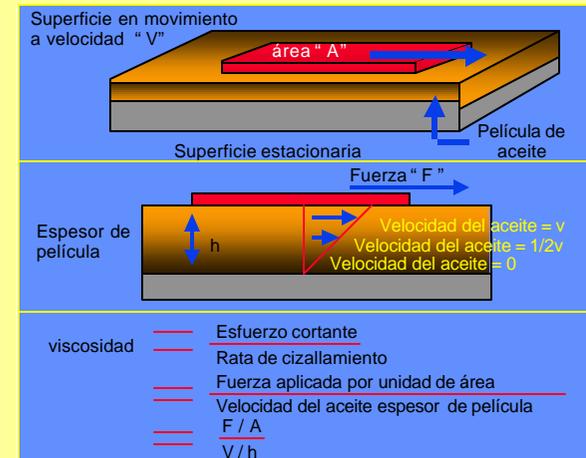
La viscosidad es definida como la **tensión de corte** (que es la fuerza causante del movimiento de las capas) dividida por la rata de corte.

Esta definición de viscosidad es la **viscosidad absoluta o dinámica**, y es usada por los ingenieros en cálculos de diseño de cojinetes. Es medida con una unidad conocida como **centipoise** (cP). Los fabricantes de lubricantes y los usuarios nor-

malmente encuentran más conveniente utilizar la definición alternativa, la **viscosidad cinemática**. Esta es la viscosidad dinámica dividida por la densidad del lubricante y está medida en unidades conocidas como **centistokes** (cSt).

El agua a temperatura ambiente tiene una viscosidad cinemática cercana a 1 cSt y la viscosidad de la mayoría de los aceites lubricantes a su temperatura de operación oscila en el rango de 10 - 1000 cSt.

Definición de viscosidad





Introducción a los lubricantes y la lubricación

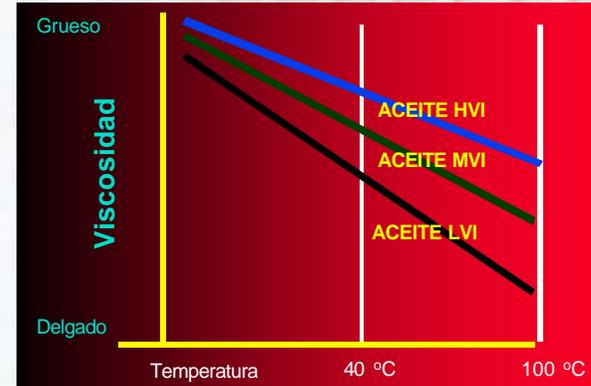
Índice de Viscosidad

La selección de un lubricante adecuado requiere no solo conocer su viscosidad, sino también, entender la forma como ésta cambia con la temperatura. La viscosidad de cualquier líquido disminuye a medida que la temperatura aumenta, por lo tanto, un aceite con una viscosidad apropiada a temperatura ambiente, puede ser muy delgado a la temperatura de operación, un aceite con viscosidad adecuada a la temperatura de operación puede llegar a ser tan viscoso a bajas temperaturas que impide el arranque en frío del mecanismo lubricado.

El **índice de viscosidad** de un lubricante describe el efecto de la temperatura en su viscosidad. Los aceites con una viscosidad muy sensible a los cambios de la temperatura se dice que tienen un bajo índice de viscosidad, los aceites de alto índice de viscosidad son menos afectados por los cambios de temperatura.

El índice de viscosidad de un aceite está determinado por su viscosidad a 40°C y 100°C. El rango normal de índice de viscosidad para aceites minerales es de 0 a 100. Aceites con índice de viscosidad mayor de 85, son llamados aceites de alto índice de viscosidad (**HVI**). Aquellos con índices menores a 30 son conocidos como aceites de bajo índice de viscosidad (**LVI**), los situados en el rango intermedio son conocidos como aceites de mediano índice de viscosidad (**MVI**).

Como veremos en la siguiente sección, es posible incrementar el índice de viscosidad de un aceite



Variación de la viscosidad con la temperatura

mineral adicionando un **mejorador del índice de viscosidad**. Esto, unido a las más modernas técnicas de refinación, permite la producción de aceites de motor multigrados con índices de viscosidad de 130 o más.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

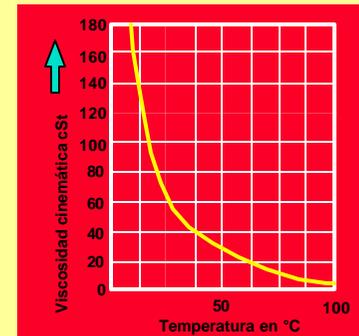
Más acerca de **LA VISCOSIDAD**

A medida que un líquido se calienta las fuerzas entre sus moléculas se debilitan y éstas son capaces de moverse más libremente. La fricción entre ellas y la viscosidad del líquido disminuyen a medida que la temperatura se incrementa. Generalmente, para la mayoría de los líquidos comunes, entre más grandes sean las moléculas, mayor será afectada su viscosidad por los cambios de temperatura.

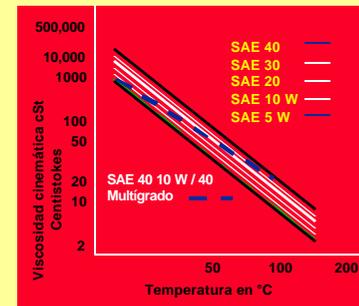
Cuando se grafica viscosidad contra temperatura, se obtiene una curva suave, pero la forma precisa de la curva depende del líquido en particular. Debido a esto, muchas medidas de viscosidad y temperatura son necesarias antes de ser posible predecir exactamente la viscosidad a una temperatura dada. Sin embargo, se ha demostrado que para una escala diferente en los ejes de la gráfica, es posible producir una línea recta relacionando los datos de viscosidad y temperatura para la mayoría de los líquidos (las escalas escogidas son la logarítmica de la temperatura y el logaritmo de la viscosidad). Utilizando tales gráficas, es posible predecir la viscosidad de un líquido a cualquier temperatura, si se conocen las viscosidades a dos temperaturas. El sistema del índice de viscosidad depende de esta relación.

El índice de viscosidad de un aceite desconocido es asignado comparando sus características de viscosidad/temperatura con aceites estándar de

referencia. Los estándares usados fueron escogidos hace años y en ese tiempo fueron aceites que mostraron los mayores y menores cambios en la viscosidad con la temperatura. Sus índices de viscosidad fueron valores arbitrariamente asignados de 0 a 100 respectivamente, y se asumió que cualquier otro aceite tendría un índice de viscosidad entre estos límites.



La variación de la viscosidad con la temperatura para un aceite lubricante típico graficado en escala lineal.

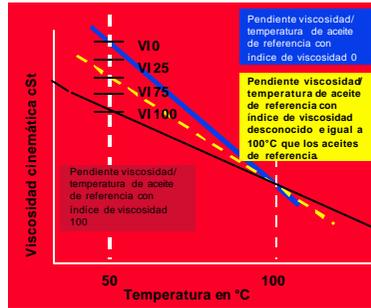


La variación de la viscosidad con la temperatura para diferentes



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL Módulo Uno



Determinación del índice de viscosidad por comparación con aceites de referencia.

En la práctica, el sistema del índice de viscosidad tiene varias limitaciones particularmente para aceites con alto índice de viscosidad. Su uso principal, simplemente es dar una indicación de la forma como la viscosidad cambia con la temperatura.

Viscosidad y Presión

La viscosidad de un líquido depende de la presión al igual que de la temperatura. Un incremento en la presión comprime las moléculas de un líquido, incrementando la fricción entre ellas, por lo tanto aumenta la viscosidad. Para muchas aplicaciones, este efecto no es significativo, pero cuando los lubricantes están sujetos a presiones muy altas (200 bar o más) como por ejemplo en las interfaces de un engranaje o de un cojinete, la viscosidad del lubricante puede ser afectada.

Adicional a la viscosidad, otras propiedades deben ser consideradas para asegurar que un lubricante continúa lubricando, refrigerando, protegiendo contra la corrosión, manteniendo la limpieza y

llevando acabo cualquier otra función requerida con seguridad y por el máximo período de tiempo para una aplicación dada.

Flujo a baja temperatura

Cuando las máquinas están operando en condiciones frías es importante que los aceites usados para lubricarlas retengan la habilidad para fluir a bajas temperaturas. La temperatura más baja a la cual un aceite fluirá, es conocida como su **punto de fluidez**. En la práctica, los lubricantes deben tener un **punto de fluidez** de menos 10°C por debajo de la temperatura a la cual se espera trabajar.

Estabilidad térmica

Si un aceite se calienta en su uso, es importante que no se descomponga hasta el extremo de no poder lubricar adecuadamente, o que productos inflamables o peligrosos sean liberados.

Estabilidad química

Los lubricantes pueden entrar en contacto con una variedad de sustancias, por lo tanto deben ser capaces de soportar el ataque químico de éstas o de lo contrario serán inadecuados para su uso.

La oxidación, por reacción con el oxígeno del aire, es la causa más importante del deterioro de los aceites minerales. Esto genera productos de tipo ácido que pueden corroer las superficies y formar depósitos de gomas sobre partes que operan a altas temperaturas. La oxidación también produce lodos que alteran el flujo del aceite.

Propiedades de transferencia de calor

Los lubricantes que son buenos conductores de calor deben ser usados donde sea necesario extraer calor de un cojinete. La habilidad de un material para conducir calor es su **conductividad térmica**. Usualmente, los aceites con baja viscosidad son mejores conductores de calor que los aceites de mayor viscosidad.

Un sistema donde la refrigeración depende de la circulación del aceite, el **calor específico** del aceite es una propiedad importante. Esta determina la cantidad de calor que el aceite puede extraer.



Formación de depósitos en los pistones - un resultado de la oxidación de películas delgadas de aceite a altas temperaturas.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL Módulo Uno

Corrosividad

Un lubricante no debe corroer la superficie metálica con al cual entra en contacto. Muchos aceites minerales tienen pequeñas cantidades de ácidos débiles, los cuales usualmente no son nocivos. Sin embargo, como se mencionó en la página 22, los aceites minerales que están en contacto con el aire a altas temperaturas son oxidados produciendo compuestos ácidos. El aceite entonces puede volverse corrosivo a los metales.

La acidez o basicidad de un lubricante puede ser expresada en términos de la cantidad del álcali o ácido necesario para neutralizarlo. La evaluación de este **número de neutralización** da una indicación del deterioro de un aceite en servicio.

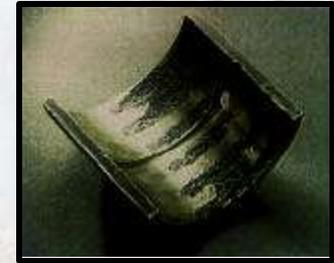
Demulsificación (separabilidad del agua)

Cuando se adiciona agua al aceite, normalmente se forma una capa separada debido a que es insoluble. En algunos casos, sin embargo, es posible dispersar agua en aceite en agua, en forma de pequeñas gotitas. Estas mezclas son conocidas como **emulsiones**. En la mayoría de las aplicaciones industriales la formación de emulsiones debe ser evitada. Las emulsiones tienen un efecto dañino sobre la habilidad del aceite a lubricar y pueden promover la corrosión de las superficies lubricadas.

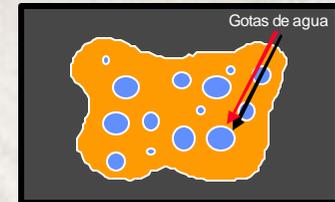
En turbinas, compresores, sistemas hidráulicos y otras aplicaciones donde los lubricantes pueden contaminarse con agua, es importante que éstos tengan buenas propiedades demulsificantes. Cual-

quier agua contaminante debe separarse rápidamente del lubricante para que pueda ser drenada y el aceite continúe funcionando eficientemente.

Emulsificación



Un cojinete corroído posee ácidos formados en la oxidación del aceite



Emulsión de agua en aceite

Aunque la emulsificación es usualmente indeseable, algunos lubricantes son formulados deliberadamente como emulsiones. Por ejemplo, en el corte de metales, emulsiones de aceite en agua son usadas debido a que ellas pueden proveer enfriamiento efectivo y buena lubricación a la herramienta de corte. Las emulsiones de agua en aceite son utilizadas como tipo de fluidos hidráulicos resistentes al fuego.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Inflamabilidad

No debe haber ningún riesgo de que el aceite se incendie a las condiciones en que está siendo usado. Una indicación a la resistencia al fuego de un aceite puede ser obtenida determinando su punto de chispa. Este es la temperatura más baja a la cual los vapores sobre el líquido pueden ser encendidos por una llama abierta. Vale la pena anotar que el riesgo de fuego en el punto de chispa es muy pequeño. No solo el aceite debe ser calentado a esa temperatura, sino que la llama debe estar muy cerca para que se queme el aceite. Los aceites minerales livianos usualmente tienen puntos de chispa por encima de 120°C.

Compatibilidad

Un lubricante no puede tener ningún efecto indeseable sobre los demás componentes del sistema. Por ejemplo, debe ser compatible con cualquier sello usado para confinar el lubricante, con mangueras utilizadas para transferir el lubricante de un campo neutro y con cualquier pintura, plástico o adhesivo con el cual pueda entrar en contacto.

Toxicidad

Los lubricantes no deben obviamente causar daño alguno a la salud. Los lubricantes más comúnmente usados están basados en aceites minerales altamente refinados los cuales son materiales relativamente poco nocivos, especialmente si se tiene contacto con ellos por poco tiempo. Sin embargo, éstos contienen aditivos que presentan algún tipo

de peligro específico a la salud y de seguridad. En aceites industriales, los aditivos están presentes solamente en pequeñas cantidades, de tal forma que el peligro es muy reducido. Cualquier riesgo potencial es minimizado con precauciones de sentido común, tales como, no dejar que la piel entre en contacto con los lubricantes respectivamente y por largos periodos de tiempo, y prevenir la inhalación o la ingestión accidental.

En aquellas aplicaciones donde un lubricante conteniendo aditivos peligrosos, es esencial, que los fabricantes provean información clara de los riesgos involucrados y especificar si se requiere de precauciones adicionales de seguridad. Esta información se debe dar a conocer a los usuarios mediante hojas de información sobre seguridad de los productos y avisos de advertencia sobre los empaques.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

RESUMEN DE LA SECCION DOS

- De los lubricantes se espera que lleven a cabo muchas funciones. Entre las más importantes están, reducir la fricción y el desgaste, proteger y mantener la limpieza de las superficies lubricadas.
 - La mayoría de los lubricantes están basados en aceites minerales pero otros líquidos, sólidos y gases pueden ser usados como lubricantes.
 - La propiedad más importante de un lubricante líquido es su viscosidad o resistencia a fluir.
 - Los aceites para motores de combustión interna están clasificados, por el sistema SAE, en diez grados de viscosidad, cada grado cubre un rango de viscosidades a temperatura específica. Los aceites multigrados satisfacen los requerimientos de más de un grado.
 - Los aceites para engranajes automotrices están clasificados en grados de acuerdo a su viscosidad por el sistema SAE similar. Los grados definidos son diferentes e independientes a los grados especificados para aceites de motor.
 - Las viscosidades de los aceites industriales pueden ser clasificadas de acuerdo al sistema supervisado por la ISO.
 - La viscosidad de un líquido disminuye con la temperatura y la dimensión del cambio está descrita por el índice de viscosidad.
- El índice de viscosidad se determina de las medidas de viscosidad a 40°C y 100°C y está normalmente entre el rango 0 a 100. Las viscosidades de los aceites con bajo índice de viscosidad cambian más con la temperatura que las viscosidades de aceites con altos índices de viscosidad.
 - Además de la viscosidad y el índice de viscosidad, otras propiedades de los aceites que influyen su habilidad para llevar a cabo otras funciones incluyen:
 - punto de fluidez,
 - estabilidad térmica y química,
 - habilidad para proteger contra la corrosión,
 - emulsificación, demulsificación,
 - inflamabilidad,
 - compatibilidad,
 - toxicidad.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

Sección Tres

QUE HAY EN UN LUBRICANTE?

La mayoría de los lubricantes están basados en aceites minerales e incluyen algunos aditivos para mejorar o modificar su desempeño. Esta sección empieza revisando las razones que hacen de los aceites minerales buenos lubricantes. Luego miraremos la composición química de los lubricantes y como influyen en sus propiedades. Finalmente, se describen los más importantes aditivos usados en lubricantes.

Cuando usted haya estudiado la información clave de esta sección será capaz de:

- Listar las tres razones más importantes por las que los aceites minerales son los más ampliamente usados como lubricantes y nombrar al menos cinco ventajas que poseen.
- Especificar los tipos de compuestos más importantes encontrados en los aceites minerales.
- Indicar como la composición de un aceite mineral influye en sus propiedades y estabilidad.
- Nombrar los aditivos más importantes, explicar cuando y porqué son necesarios y describir sus principales funciones.

Si estudia la información complementaria Usted será capaz de:

Especificar las etapas más importantes en la fabricación de un lubricante de base aceite y resumir el propósito de cada etapa.

Explicar no solo que hacen los aditivos sino cómo lo hacen.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

ACEITES BASES Y ADITIVOS

La gran mayoría de los lubricantes son fabricados con **aceites minerales**, estos son aceites obtenidos del petróleo crudo. Originalmente, los aceites lubricantes minerales eran simplemente aquellas fracciones de viscosidad adecuada obtenidas durante la destilación del petróleo. Hoy en día, la fabricación de lubricantes es un proceso mucho más complicado.

El proceso involucra típicamente varias etapas de refinación y mezcla para la producción de aceites bases de propiedades adecuadas. Los **aceites bases** por sí mismos no son capaces de llevar a cabo todas las funciones requeridas para un lubricante. Por lo tanto, se le deben agregar aditivos al aceite base para lograr el lubricante final. Los **aditivos** deben mejorar las propiedades del lubricante o impartirle completamente unas nuevas características.

Porqué utilizar aceites minerales?

Los aceites minerales son ampliamente usados como lubricantes debido a que poseen tres propiedades crucialmente importantes:

Tienen **características de viscosidad** adecuadas.

Son **refrigerantes efectivos** debido a su alta conducción del calor y tienen alto calor específico.

Tienen la habilidad de **proteger contra la corrosión**.

Además, los aceites minerales:

Son relativamente de **bajo costo** y **satisfactorios**.

Son comparativamente **estables** al calor y a la descomposición térmica.

Son **compatibles** con la mayoría de los componentes usados en los sistemas de lubricación.

Son virtualmente **poco peligrosos**.

Pueden ser **mezclados** con otros aceites y una gran variedad de aditivos para extender o modificar sus propiedades y pueden ser fabricados para producir las características físicas requeridas.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

ACEITES BASES

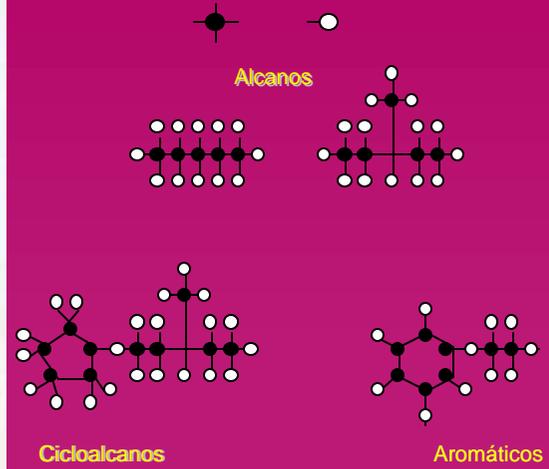
Los aceites bases lubricantes son producidos a partir de la refinación del petróleo crudo y la mezcla con productos refinados. Los aceites crudos son mezclas complejas de compuestos químicos. Sus composiciones varían considerablemente dependiendo de sus orígenes. Como usted espera, las propiedades de aceites bases producidas de diferentes crudos varían también considerablemente. Combinando aceites bases en varias proporciones, es posible producir un gran número de mezclas con una gran variedad de viscosidades y propiedades químicas.

Como las propiedades de un aceite base son principalmente una consecuencia de su composición química, vale la pena mirar un poco más de cerca los componentes de un aceite mineral. Todos los aceites minerales consisten principalmente de hidrocarburos, compuestos químicos formados por elementos de carbono e hidrógeno solamente. Hay tres tipos de básicos de hidrocarburos: Alcanos, cicloalcanos y aromáticos.

Alcanos

Estos compuestos, anteriormente llamados parafinas, están conformados por cadenas rectas o ramificadas de átomos de carbono. Son muy estables al calor y a la oxidación. Tienen alto índice de viscosidad, pero relativamente malas propiedades de flujo a bajas temperaturas.

Hidrocarburos: moléculas formadas de carbono e hidrógeno



Cicloalcanos (nafténicos)

Los tipos de hidrocarburos más frecuentemente encontrados en los aceites lubricantes, son los cicloalcanos (anteriormente llamados nafténicos), tienen moléculas en las cuales algunos de sus átomos de carbono están configurados en anillos. Estos compuestos son menos estables que los alcanos y sus viscosidades son más sensibles a los cambios de temperatura. Sin embargo, tienen muy buenas propiedades de flujo a bajas temperaturas. Son igualmente buenos solventes y buenos lubricantes de capa límite, esto es, que son capaces de lubricar superficies que están en contacto bajo cargas pesadas.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Aromáticos

Como los cicloalcanos, los aromáticos contienen anillos de átomos de carbono. Sin embargo, tienen una baja proporción de hidrógeno. Los aromáticos son buenos solventes y buenos lubricantes de capa límite, pero tienen pobres características de viscosidad y son más fácilmente oxidados para crear ácidos y lodos.

Además de su contenido de hidrocarburos, los aceites minerales pueden tener pequeñas cantidades de compuestos tales como oxígeno, nitrógeno y azufre. Muchos de estos compuestos no son estables al calor y a la oxidación y pueden promover la formación de lacas, barniz y otros depósitos.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

LA FABRICACION DE ACEITES LUBRICANTES

La fabricación de aceites lubricantes es un complejo proceso multi-etapas. Algunos de los pasos importantes los resaltamos aquí.

El primer paso de la mayoría de los procesos de refinación es la **destilación atmosférica** en la cual el petróleo crudo es calentado en una caldera a 400°C. Una mezcla de gases y líquidos es producida, la cual pasa a una torre de fraccionamiento o condensadora. Algunos gases pasan sin condensar, pero los restantes se condensan en la columna, líquidos de diferentes puntos de ebullición son recolectados a diferentes alturas, de donde pueden ser extraídos. Estos son los materiales iniciales para la fabricación de una variedad de combustibles.

El residuo líquido de la primera destilación, el cual se recupera en el fondo de la columna, es material bruto para la fabricación de aceites lubricantes. Este, es sometido a una segunda destilación, otra vez bajo presión reducida (**destilación al vacío**), y separado en otras fracciones. La fracción más volátil es usada como combustible, el residuo es usado para la producción de aceites pesados y productos asfálticos, mientras que las fracciones intermedias proveen el aceite base para la fabricación de aceites lubricantes.

Hasta cuatro fracciones de aceites bases lubricantes son producidas y cada una sufre un tratamiento posterior.

La fracción menos volátil, llamada aceite residual, contiene grandes cantidades de compuestos que poseen oxígeno, nitrógeno y azufre. Estos, llamados **asfaltenos**, son removidos mediante un proceso de **desasfaltación**. El propano es mezclado con el aceite y disuelve la mayoría, pero no todos los asfaltenos, los cuales pueden ser separados posteriormente.

El aceite residual y otras fracciones son luego tratadas mediante **extracción con solventes**. En esta operación el aceite base es mezclado con solvente que disuelve la mayoría de los aromáticos y algunos son compuestos indeseables. Los alcanos y cicloalcanos no son disueltos y pueden ser separados. El producto en esta etapa es algunas veces llamado refinado. El aceite resultante tiene un índice de viscosidad mayor y mejor estabilidad a la oxidación que el aceite original.



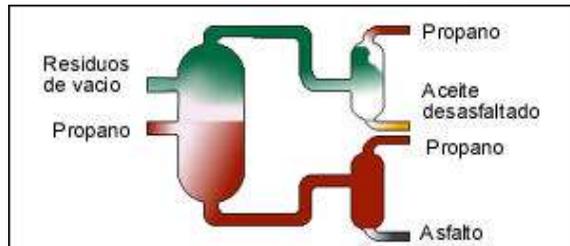
Destilación atmosférica



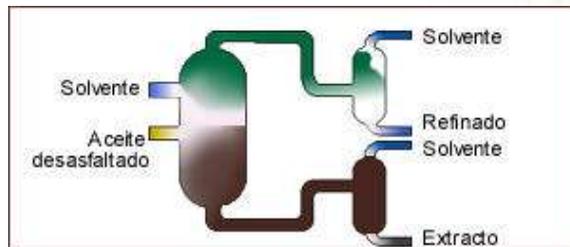
Introducción a los lubricantes y la lubricación



Destilación al vacío



Desasfaltado



Estracción por solvente

La producción de un aceite base satisfactorio es generalmente una cuestión de compromiso. Por ejemplo, donde se requiere un aceite de alto índice de viscosidad, una mezcla que contenga alta proporción de alcanos puede parecer la mejor selección. Esto sin embargo, hará que probablemente tenga pobres características para el flujo a bajas temperaturas y por lo tanto será inadecuado para utilizarlo en estas condiciones de operación. Por otro lado, una mezcla que contenga una alta proporción de cicloalcanos y fluya en frío, tendrá bajo índice de viscosidad. Donde sea importante alto índice de viscosidad y flujo a baja temperatura, será necesario balancear el contenido de alcanos y cicloalcanos, cuidadosamente y producir una mezcla que provea la solución óptima a los requerimientos críticos.

Un compromiso similar tiene que ser hecho sobre el contenido de aromáticos del aceite base. Incrementando la proporción de aromáticos, se mejora la solvencia y las propiedades de lubricación de capa límite. Sin embargo, un alto contenido de aromáticos disminuye el índice de viscosidad y reduce más significativamente la estabilidad a la oxidación. Nuevamente, los métodos de refinación y mezcla serán escogidos para dar las óptimas cualidades para la aplicación en particular.



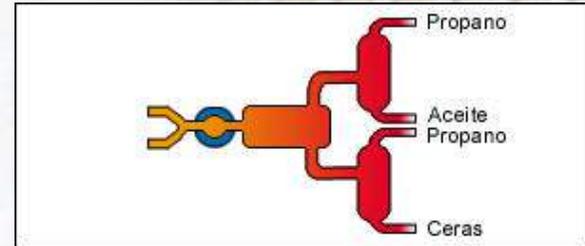
Introducción a los lubricantes y la lubricación

LA FABRICACION DE ACEITES LUBRICANTES (continuación)

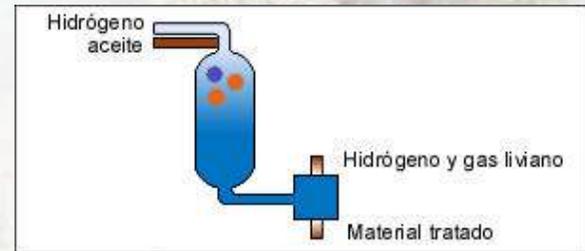
El siguiente paso es el desparafinado en el cual el alto punto de fusión de los alcanos es removido y las propiedades de flujo a baja temperatura son mejoradas. En la técnica convencional de desarrollo con solventes, el aceite base es mezclado con un solvente adecuado y enfriado. La parafina se solidifica y es separada y el aceite es filtrado. La técnica de desparafinado catalítico, el cual logra el mismo objetivo pero de forma diferente, puede ser utilizado como alternativa. En este proceso la estructura molecular de los alcanos de alto punto de fusión es alterado por un tratamiento con hidrógeno en presencia de un catalizador.

Para ciertos tipos de aceites bases, el contenido de aromáticos y asfaltenos necesita ser reducido aún más. Esta limpieza es usualmente realizada mediante la hidrogenación, en el cual el aceite es tratado bajo presión con hidrógeno en presencia de un catalizador.

El aceite base refinado está ya listo para mezclarse con otros aceites bases y reforzarse con aditivos para la producción de lubricantes terminados.



Desparafinado



Hidrofinaización



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

ADITIVOS

Las maquinarias modernas tienen alta demanda de lubricantes. Con el objeto de cumplir con estas demandas la mayoría de los lubricantes industriales contienen aditivos bases o confieren propiedades adicionales.

Hay muchos tipos de aditivos, algunos de los cuales pueden cumplir varias funciones. La combinación de aditivos en un lubricante depende del uso que se vaya a dar al mismo.

Es conveniente dividir los aditivos en tres categorías:

Aditivos que modifican el desempeño del lubricante.

Aquí se incluyen los **mejoradores de índice de viscosidad** y los **depresores del punto de fluidez**.

Aditivos que protegen el lubricante. Comprenden los **agentes antioxidantes y antiespumantes**.

Aditivos que protegen la superficie lubricada.

A este grupo pertenecen los **inhibidores de corrosión, los inhibidores de herrumbre, los detergentes, dispersantes** y aditivos **antidesgaste**.



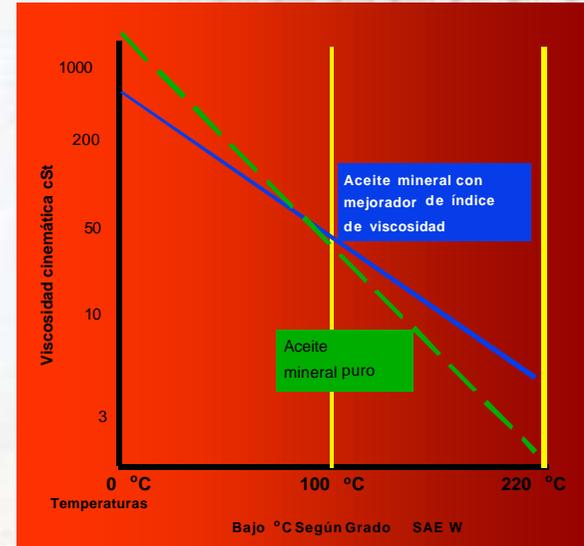
Introducción a los lubricantes y la lubricación

Aditivos que modifican el desempeño de un lubricante

Mejoradores de índice de viscosidad son agregados a los aceites bases para reducir los cambios de viscosidad con la temperatura. Son útiles donde un lubricante tiene que desempeñarse satisfactoriamente sobre un rango de temperaturas. Por ejemplo, los aceites de motor utilizados en climas fríos, deben ser lo suficientemente "delgados" para permitir que la máquina arranque fácilmente y lo suficientemente "gruesos" para lubricar eficientemente a las altas temperaturas generadas durante el trabajo del motor.

La mayoría de los aceites multigrados son tratados con mejoradores de índice de viscosidad y son capaces de desempeñarse mejor en una mayor variedad de temperaturas que los aceites sin tratar.

Depresores del punto de fluidez son utilizados para minimizar la tendencia del aceite mineral a congelarse o solidificarse cuando se enfría. Son aditivos necesarios para la mayoría de aceites operando a bajas condiciones de temperatura.



Variación de la viscosidad con la temperatura



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Más acerca de **LOS ADITIVOS**

Los mejoradores de índice de viscosidad son usualmente polímeros de largas cadenas tales como los polisobutilenos, polimetacrilatos y olefinas copolímeras. Todos estos incrementan la viscosidad de un aceite base. A bajas temperaturas las moléculas de polímeros tienden a enrollarse, pero a medida que la temperatura se incrementa se desenrollan. Este efecto tiende a restringir el movimiento de las moléculas de aceite, "espesando" el aceite y por tanto, actúa en contra de la disminución de la viscosidad del aceite base.

Algunos tipos de mejoradores de índice de viscosidad también tienen propiedades dispersantes.

La viscosidad de un aceite que contiene mejorador del índice de viscosidad depende de la velocidad a la cual se hace fluir.

Puede disminuir dramáticamente si el aceite es cortado rápidamente como por ejemplo, en un cojinete de alta velocidad. Este efecto debe ser tenido en cuenta cuando se planea usar aceite multigrado

La disminución de la viscosidad con la rata de corte puede ser temporal o permanente. Una pérdida temporal de viscosidad se desarrolla cuando altas ratas de corte fuerzan a las moléculas grandes de polímero a alinearse en la dirección del flujo.

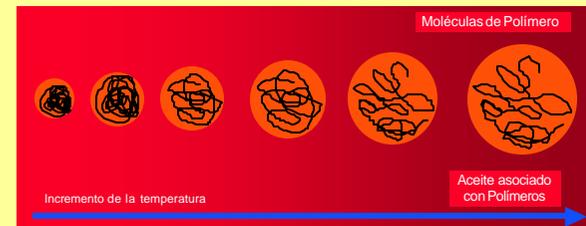
Más grave aún, una permanente pérdida de viscosidad puede ocurrir si la rata de corte es suficiente para romper las moléculas del polímero físicamente en pequeñas unidades. La oxidación del polímero puede también ocurrir y afectar adversamente su habilidad para adelgazar el aceite.

Depresores de punto de fluidez, son usualmente polímeros de alto peso molecular compuestos, alquiloaromáticos de bajo peso molecular.

con el objeto de entender como trabajan, es necesario apreciar que pasa con el punto de fluidez.

Cuando un aceite mineral enfriado varias fracciones de parafina empiezan a cristalizarse. Los cristales de parafina forman cadenas de láminas y agujas, el cual atrapa el líquido remanente y dificulta el flujo.

Los depresores del punto de fluidez se cree que actúan formando una película sobre los cristales de parafina. Esto no evita que se cristalicen pero si evita que se junten para formar una red tridimensional. Las propiedades para el flujo a baja temperatura son entonces mejoradas.





Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Aditivos que protegen el lubricante

Antioxidantes mejoran la estabilidad a la oxidación del lubricante y son particularmente importantes en aceites que se calientan durante su operación. Son ampliamente usados; virtualmente todos los aceites que contienen aditivos contienen algún antioxidante.

Cuando un aceite mineral es expuesto al oxígeno del aire, éste reacciona formando ácidos orgánicos, lacas adhesivas y lodos. Los ácidos pueden causar corrosión, las lacas pueden ocasionar que las partes móviles se adhieran una contra la otra, y los lodos espesan el aceite y pueden taponar orificios, tuberías, filtros y otros componentes del sistema de lubricación. Las reacciones de oxidación dependen de la cantidad de oxígeno que entra en contacto con el aceite. Eso tiene lugar más rápidamente a altas temperaturas y son también promovidas por la humedad y otros contaminantes presentes en el aceite tales como el polvo, partículas de metal, herrumbre y otros productos de la corrosión.

Los antioxidantes bloquean las reacciones de oxidación y disminuyen el deterioro de un lubricante. Tienen una acción específica la cual continúa mientras esté presente en el aceite, aún en pequeñas concentraciones. Pero una vez haya terminado, el aceite empieza a oxidarse rápidamente. Por lo tanto es esencial que un aceite sea cambiado antes que sus propiedades antioxidantes se terminen.

Agentes antiespuma previenen la formación de espumas en el aceite, los lubricantes altamente

refinados usualmente no forman espuma. Sin embargo, ésta no se puede desarrollar en presencia de ciertos contaminantes, especialmente en máquinas donde hay exceso de batido y agitación. La espuma incrementa la exposición de un aceite al aire y promueve la oxidación. También puede causar que se pierda aceite del sistema a través de los ductos de venteo y más seriamente reduce la eficiencia en lubricación ya que una película de espuma es un lubricante menos efectiva que una capa continua de aceite. La espuma en fluidos hidráulicos, incrementa la compresibilidad, reduciendo así su capacidad para transmitir potencia eficiente.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

Más acerca de **LOS ADITIVOS**

Antioxidantes son de dos tipos; para entender como funcionan necesitamos conocer un poco acerca del mecanismo de las reacciones en las cuales los aceites son oxidados. En estas reacciones, la oxidación inicialmente conduce a la formación de compuestos conocidos como peróxidos orgánicos. Estos reaccionan con otras moléculas de hidrocarburos para oxidarlas y producir más peróxidos. Por lo tanto, la reacción en cadena continúa estrictamente; particularmente cuando hay metales presentes para actuar como catalizadores.

Un tipo de antioxidante, los **destruidores de peróxido**, reaccionan preferencialmente con los peróxidos orgánicos interrumpiendo así la reacción en cadena que se hubiera podido iniciar. Estos compuestos son generalmente fenoles o aminas.

El segundo tipo de oxidantes, los **desactivadores metálicos**, reaccionan con las superficies y con las partículas de metal en el aceite para bloquear su efecto catalítico. Los desactivadores metálicos son usualmente compuestos orgánicos solubles que contienen azufre o fósforo.

Los agentes antiespuma, son usualmente compuestos de silicona tales como el dimetil silicona. Ellos reducen la tensión interfacial del aceite de tal forma que las burbujas de aceite se rompen tan pronto como son formadas y por lo tanto no se tiene formación de espuma.



La oxidación del aceite



Reacción de anti-oxidantes



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Aditivos que protegen la superficie lubricada

Los **inhibidores de corrosión** protegen las superficies del ataque químico ejercido por los ácidos (corrosión), que se encuentran como contaminantes en el lubricante y provienen principalmente de la oxidación del aceite y de los combustibles quemados en los motores de combustión interna.

Los inhibidores de corrosión son usualmente componentes fuertemente básicos solubles en aceite, los cuales reaccionan con los ácidos neutralizándolos.

Inhibidores de herrumbre son inhibidores de corrosión especialmente diseñados para inhibir la acción del agua en metales ferrosos. Son necesarios en aceites de turbinas y aceites hidráulicos ya que estos tipos de aceite se contaminan inevitablemente con agua.

Detergentes son aplicados a los aceites de motor para cumplir las siguientes funciones: Reducir la formación de depósitos de carbón y lacas de altas temperaturas, evitar el pegamiento del anillo del pistón y proveer una reserva de basicidad para neutralizar los ácidos formados durante la combustión.

También deben tener propiedades antioxidantes y antiherrumbre.

Dispersantes son agregados a los aceites para mantener en suspensión cualquier contaminante, tales como, hollín y productos de degradación.

Por lo tanto inhiben la formulación de conglomerados de partículas que puedan bloquear los conductos y los filtros, además evitan que sean depositados sobre las superficies donde pueden interferir con la lubricación y la transferencia de calor.

Agentes antidesgaste son necesarios cuando la lubricación hidrodinámica no puede ser mantenida y se presenta algún tipo de contacto metal-metal entre las superficies móviles.

Es usual distinguir dos tipos de agentes antidesgaste: **Aditivos antiabrasivos y aditivos de extrema presión.**

Los aditivos antiabrasivos son compuestos absorbidos por las superficies metálicas para formar una película protectora que previene el contacto directo metal-metal y reduce considerablemente la fricción y el desgaste.

Los aditivos de extrema presión o EP son requeridos en situaciones de carga severa, cuando los aditivos antiabrasivos no son efectivos. Tales condiciones son frecuentemente encontradas en los dientes de los engranajes de acero-sobre-acero altamente cargados.

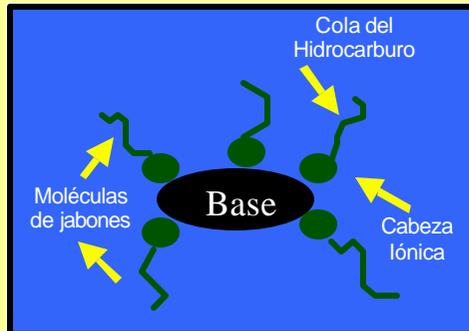
Los aditivos EP son estables a las temperaturas que se generan, por ejemplo, cuando dos dientes se deslizan uno sobre el otro, se descomponen formando productos que reaccionan con el metal creando una película protectora de aceite.

Más acerca de **LOS ADITIVOS**

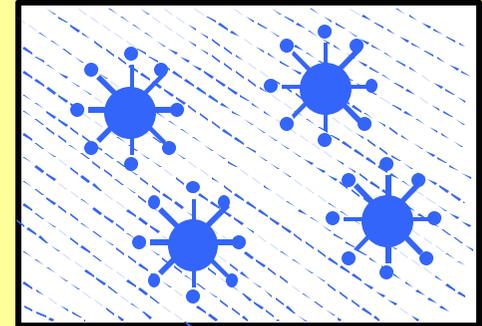
Los **inhibidores de herrumbre** son comúnmente ácidos orgánicos que se adhieren fuertemente a las superficies metálicas protegiéndolas de los ataques.

Los **aditivos detergentes** consisten en moléculas de jabones orgánicos que rodean un corazón básico inorgánico. Las moléculas de jabón contribuyen a las propiedades de detergencia y antioxidantes de los aditivos, mientras que la basicidad contrarresta los productos ácidos de la combustión y controla el desarrollo de herrumbre en el motor.

Los **dispersantes** son usualmente moléculas de cadenas largas las cuales tienen una "cabeza" hidrofílica (receptora de agua) y una cola hidrofóbica (repele el agua).



Detergentes



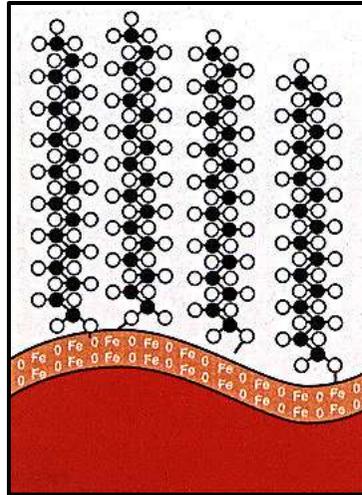
La acción de los dispersantes

El extremo hidrofílico tiende a adherirse a las partículas sucias, dejando las colas hidrofóbicas extendidas hacia el aceite. Así se mantienen separadas las partículas contaminantes.

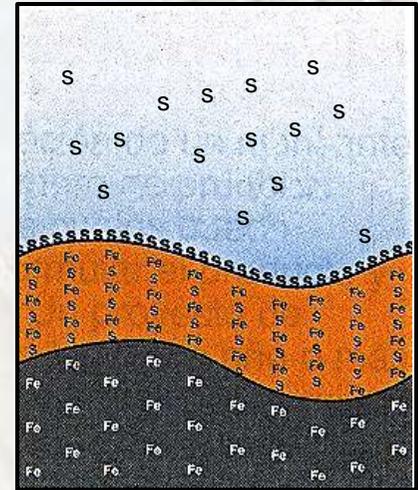
Aditivos antiabrasivos, son químicos orgánicos de largas cadenas polares tales como alcoholes y ácidos grasos. Estos son absorbidos sobre las superficies metálicas para dar una capa delgada de moléculas en las cuales las cadenas de hidrocarburos están orientadas perpendicularmente a la superficie. Este arreglo provee una efectiva lubricación de capa límite cuando el espesor de la capa es reducido por una carga pesada.

Aditivos de extrema presión son compuestos que contienen cloruros, azufre o fósforo.

A temperaturas de 300°C o más (la cual se puede generar cuando un diente choca con otro), estos compuestos se deterioran y reaccionan para formar una película química.



Formación de una capa orgánica sobre una superficie de hierro por adsorción de un compuesto antidesgaste



Formación de una película química después de la reacción de un aditivo de EP con una superficie de hierro



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

FORMULACION

La mayoría de los lubricantes modernos consisten en una combinación de varios aceites bases y muchos aditivos. La mezcla o formulación de estos constituyentes para producir el mejor producto para una aplicación específica, puede ser una tarea complicada. Es casi siempre necesario comprometer los requerimientos críticos de desempeño, la compatibilidad y los costos.

Ya hemos visto cómo la mezcla de los aceites bases involucran el balanceo de su contenido de alcanos y cicloalcanos con el flujo óptimo, la solvencia y propiedades lubricantes. Un balance similar es requerido cuando se mezclan aditivos. Cada aditivo debe ser compatible con los otros ingredientes de la formulación, de otra manera será inevitablemente no efectivo.

La compatibilidad completa puede ser difícil de lograr. Además es obviamente importante desde el punto de vista comercial minimizar los costos del proceso de formulación y del producto final.

Una vez una formulación ha sido desarrollada, es esencial, averiguar si trabajará bien y seguramente en la aplicación para la cual fue diseñada. Medidas de las propiedades físicas (tales como al viscosidad y el índice de viscosidad) y de las propiedades químicas (tales como acidez y la estabilidad térmica) pueden dar una guía sobre esto. Sin embargo, si el lubricante o la aplicación a la cual se dirige, es totalmente inusual, es necesario realizar una **prueba de desempeño**.

En una prueba de desempeño, se simulan las condiciones bajo las cuales el lubricante se espera que opere. La prueba puede usar el equipo de servicio bajo condiciones reales o mas probablemente, llevarse a cabo en diseños especiales de laboratorio. Cualquiera que sea el método usado, la evaluación de los resultados deberá involucrar el desarme del equipo y examinar de cerca las piezas al igual que un análisis detallado de las condiciones del lubricante durante y después de la prueba. Algunas de las investigaciones que se han llevado a cabo más comúnmente son descritas en la siguiente sección.

Formulación - algunas preguntas deben ser contestadas

Desempeño

Que tan bueno, es suficientemente bueno ?
Es este producto para uso general ?
Hay requerimientos especiales ?
Que compromisos pueden ser hechos ?

Compatibilidad

Las propiedades de cualquier aditivo:
Aumentan unas con otras ?
Se anulan entre si ?
Es la formación estable ?
En uso ? En almacenaje ?

Costos:

Cuanto costará la formulación:
En desarrollarla ? En probarla ? En hacerla ?
Cuanto pagará el usuario:
Por un producto adecuado ?
Por un producto que excede especificaciones ?



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

El desarrollo de una formulación de un lubricante típico puede requerir un número de pruebas diferentes, cualquiera de las cuales puede sugerir la necesidad de reformular el producto y llevar a cabo más pruebas. Un proyecto de formulación completa puede tomar un año o más y los costos pueden subir de un cuarto de millón de libras esterlinas. No hay muchas compañías que tengan la habilidad y los recursos necesarios para llevar a cabo este tipo de programas. Cada lubricante con marca "Internacional Shell" tiene una formulación que ha sido desarrollada y probada de esta forma. Nuestros clientes pueden estar seguros que nuestros productos harán el trabajo para el que fueron diseñados, eficiente, rentable y confiablemente.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

RESUMEN DE LA SECCION TRES

- La mayoría de los aceites son hechos de aceites minerales e incluyen aditivos para modificar las propiedades de los aceite bases.
- Los aceites minerales son particularmente adecuados para usarlos como lubricantes por sus características de viscosidad, su habilidad para transferir calor eficientemente y su habilidad para proteger contra corrosión.
- Los aceites minerales también tienen la ventaja de ser económicos, fácilmente accequibles, compatibles con la mayoría de los materiales, virtualmente seguros, usualmente miscibles con otros aceites y aditivos y pueden ser fabricados para ser consistentes con estándares de calidad y desempeño.
- Los aceites minerales son derivados del petróleo crudo. Están fundamentalmente compuestos por hidrocarburos de los cuales hay tres tipos básicos: Alcanos, cicloalcanos y aromáticos.
- Los lubricantes con alto contenido de alcanos son muy estables al calor y la oxidación y tienen alto índice de viscosidad.
- Los lubricantes con alto contenido de cicloalcanos son menos estables y tienen un bajo índice de viscosidad pero tienen buenas propiedades de flujo a bajas temperaturas.
- Los aceites y extractos con un alto contenido de aromáticos, son fácilmente oxidados y tienen pobres características de viscosidad
- Los aditivos son adicionados a los aceites lubricantes para modificar sus propiedades.
- Los aditivos que modifican el desempeño de los lubricantes incluyen mejoradores de índice de viscosidad y depresores del punto de fluidez.
- Los aditivos que protegen al lubricante de tal forma que pueden continuar desempeñando sus funciones incluyen los antioxidantes y los agentes antiespuma.
- Los aditivos que protegen la superficie lubricada incluyen los inhibidores de corrosión, los inhibidores de herrumbre, detergentes, dispersantes, aditivos antiabrasivos y aditivos de extrema presión.
- La formulación de un lubricante involucra consideraciones de desempeño, compatibilidad y costos. Pruebas de desempeño son esenciales para la evaluación de los nuevos lubricantes o lubricantes existentes en nuevas aplicaciones.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

Sección Cuatro

EL LUBRICANTE ADECUADO PARA EL TRABAJO

La sección final de este módulo estudia dos temas importantes. Primero examinaremos los principios involucrados en la escogencia de el lubricante adecuado para una aplicación en particular. Luego miramos las pruebas que deben realizarse para evaluar el desempeño de un lubricante y asegurar que continúa haciendo el trabajo esperado.

Cuando usted haya estudiado la información clave de esta sección será capaz de:

- Enumerar las preguntas más importantes a ser resueltas cuando se selecciona un lubricante y explicar su significado.
- Resumir los pasos a seguir en la práctica cuando se recomienda un lubricante Shell, cuando se conoce dónde se va a utilizar, ó cuando es una alternativa a un producto existente.
- Mencionar ocho pruebas utilizadas para monitorear el desempeño de un lubricante y resumir su relevancia.

Si estudia la información complementaria usted será capaz de:

Indicar los rangos de viscosidad de los aceites usados en aplicaciones típicas.

Explicar como se selecciona en la práctica la viscosidad óptima y el grado de viscosidad de un aceite.

Revisar las propiedades y la composición requerida de los lubricantes usados para cojinetes, engranajes, sistemas hidráulicos y motores de combustión interna.

Describir los principios detrás de las pruebas usadas para monitorear un lubricante.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL Módulo Uno

LA SELECCION DE LOS LUBRICANTES

Principios

Varios factores deben ser tenidos en cuenta cuando se escoge un lubricante. Los más importantes son la aplicación específica, las condiciones de operación y los costos. Con estos factores en mente, el lubricante adecuado puede, en principio, ser escogido con la siguiente ayuda de la siguiente lista de chequeo:

1. **Cuál es la viscosidad más adecuada a la temperatura de operación?**

Hasta donde concierne a la lubricación actual la propiedad más importante de un lubricante es la viscosidad (o, en el caso de una grasa, su consistencia). La mejor viscosidad para una aplicación en particular puede ser determinada mediante cálculos, pero la experiencia práctica algunas veces proporciona una guía útil. Muchos parámetros de diseño influyen en la escogencia final, pero el objetivo usual es seleccionar un lubricante con la mínima viscosidad capaz de soportar la carga aplicada, minimizando así el consumo de energía.

Es importante recordar qué es la viscosidad a la temperatura de operación. Por ejemplo, suponga que la lubricación más eficiente de un cojinete simple requiere de un aceite con una viscosidad de 10 cSt. Si el cojinete va a trabajar a 100°C, el aceite debe tener una viscosidad de 10 cSt a 100°C. Si por otro lado, el cojinete va a trabajar a -30°C, el aceite debe

tener una viscosidad de 10 cSt a -30°C. Dos aceites muy diferentes son requeridos. Sus viscosidades a temperatura ambiente sería cerca de 300 cSt y 2 cSt respectivamente.

2. **Cúal es el índice de viscosidad necesario?**

Es esencial seleccionar un aceite con adecuado índice de viscosidad. Aunque la viscosidad a la temperatura normal de trabajo es críticamente importante, el lubricante también debe ser capaz de hacer su trabajo sobre un rango de temperatura que oscile entre la temperatura fría inicial hasta la temperatura más caliente de operación. No debe ser tan espeso a bajas temperaturas que la máquina no pueda ser arrancada, ni tan delgado a alta temperatura que sea incapaz de proveer una película de lubricación adecuada.

3. **Qué grado SAE o ISO de viscosidad de aceite es requerida?**

Habiendo decidido sobre la viscosidad y el índice de viscosidad, se determina el grado de viscosidad del lubricante requerido. Esto implica, llevar a una temperatura estándar de referencia la viscosidad que se tiene a la temperatura de operación y se puede realizar usando las tablas y gráficas disponibles. El grado de viscosidad SAE o ISO puede ser entonces seleccionado.

Algunas máquinas contienen diferentes componentes a lubricar, por ejemplo, las cajas de engranajes contienen engranajes y cojinetes.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Algunos sistemas usan lubricantes para más de una función, por ejemplo, los sistemas hidráulicos utilizan lubricantes para lubricación y para transmitir potencia. En aplicaciones tales como éstas, puede ser posible comprometerse con el grado de viscosidad escogido, de tal forma que el mismo aceite puede ser usado para todos los propósitos. En la práctica una variación de 30 a 50 % de la viscosidad ideal es usualmente posible. Así, un aceite con grado de viscosidad ISO 68 puede ser usado para cubrir el rango de viscosidades entre ISO VG 46 a ISO VG 100.

4. Cuales aditivos son necesarios?

Los aceites lubricantes se deterioran durante su uso por diferentes razones. Por lo tanto la mayoría de los lubricantes contienen aditivos para combatir el deterioro y extender la vida útil de el aceite. Los aditivos son también para mejorar las propiedades particulares de un aceite. Muchos aceites contienen antioxidantes, dispersantes e inhibidores de corrosión. Otros aditivos, tales como mejoradores de índice de viscosidad, depresores de punto de fluidez, agentes antiespuma y aditivos antidesgaste, pueden ser requeridos dependiendo de la aplicación.

En comparación a los costos del aceite base, los aditivos son unos ingredientes costosos. Por lo tanto, solamente se agregan a los lubricantes si su inclusión puede ser justificada sobre la base del mejoramiento del desempeño y de la economía en su uso.

5. Qué factores de costos necesitan tenerse en cuenta?

El precio de un lubricante es claramente un factor importante, pero el precio solo no debe ser determinante para la selección de un aceite. Los sistemas de lubricación de las máquinas modernas son usualmente diseñados para que una gama amplia de lubricantes puedan ser usados en ellos. Es muy fácil seleccionar el lubricante más barato que parece hacer el trabajo requerido en una aplicación dada. Sin embargo es necesario, asegurarse que el aceite continuará lubricando eficientemente por un período largo de tiempo.

Un aceite debe juzgarse en términos costos totales de operación y mantenimiento de la maquinaria por largos períodos de tiempo. Así la lubricación con un aceite barato que tiene que ser cambiado a intervalos frecuentes puede pronto volverse más costoso que usar el aceite de precio elevado con una larga vida de servicio. Más serio aún, usar un aceite barato puede conducir a fallas mecánicas que podrían costar mucho más que el costo adicional de un lubricante de mayor valor.

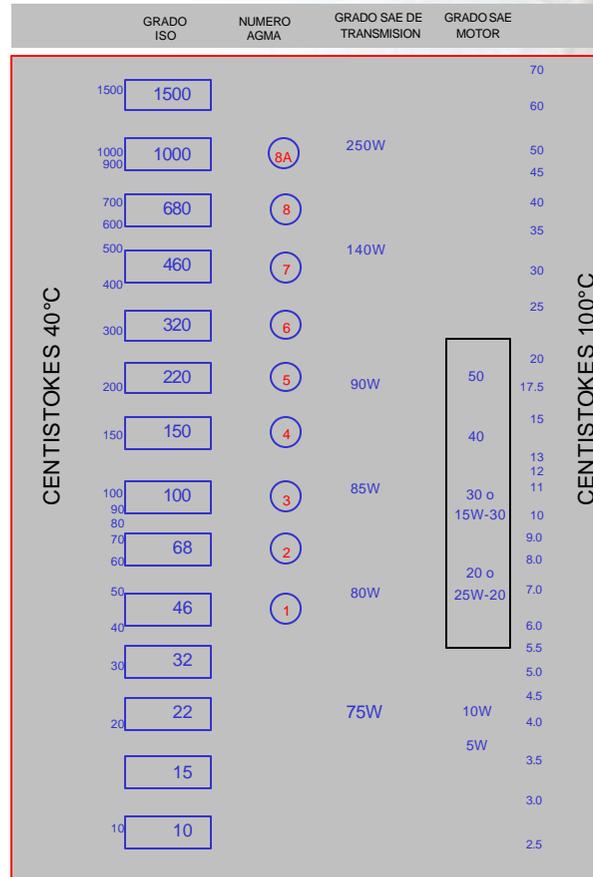
La lubricación de un equipo específico

En los módulos subsiguientes de este programa estaremos estudiando en detalle los lubricantes utilizados para propósitos específicos describiendo qué deben hacer estos lubricantes y qué propiedades deben tener. En la siguiente página se describen brevemente los requerimientos de lubricación de algunas aplicaciones comunes con el fin de resaltar los principios anteriores.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

COMPARACION DE CLASIFICACIONES DE ACEITES POR VISCOSIDAD



NOTA: Las comparaciones deben hacerse dentro de la franja del mismo color. En caso de hacer comparaciones de una franja a otra, debe cumplirse el requisito de que el KVI esté entre 90 y 100. Este gráfico únicamente compara viscosidades.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

CONVERSION DE UNIDADES DE VISCOSIDAD

cSt Centistokes	SUS	REDWOOD	GRADOS ENGLER
1.8	32	30.8	1.14
2.7	35	32.2	1.18
4.2	40	36.2	1.32
5.8	45	40.6	1.46
7.4	50	44.9	1.60
8.9	55	49.1	1.75
10.3	60	53.5	2.55
11.7	65	57.9	2.68
13.0	70	62.3	2.81
14.3	75	67.6	2.95
15.6	80	71.0	3.21
16.8	85	75.1	2.55
18.1	90	79.6	2.68
19.2	95	84.2	2.81
20.4	100	88.4	2.95
22.8	110	97.1	3.21
25.0	120	105.9	3.49
27.4	130	114.8	3.77
29.6	140	123.6	4.04
31.8	150	132.4	4.32
34.0	160	141.1	4.59
36.0	170	150.9	4.88
38.4	180	158.8	5.15
40.6	190	167.5	5.44
42.8	200	176.4	5.72
47.2	220	194.0	6.28
51.6	240	212	6.85
55.9	260	229	7.38
60.2	280	247	7.95
64.5	300	265	8.51
69.9	325	287	9.24
75.3	350	309	9.95
80.7	375	331	10.7
86.1	400	353	11.4
91.5	425	375	12.1
96.8	450	397	12.8

cSt Centistokes	SUS	REDWOOD	GRADOS ENGLER
102.2	475	419	13.5
107.6	500	441	14.2
118.4	550	485	15.6
129.2	600	529	17.0
140.3	650	573	18.5
151	700	617	19.9
162	750	661	21.3
173	800	705	22.7
183	850	749	24.2
194	900	793	25.6
205	950	837	27.0
215	1,000	882	28.4
259	1,200	1,058	34.1
302	1,400	1,234	39.8
345	1,600	1,411	45.5
388	1,800	1,587	51
432	2,000	1,763	57
541	2,500	2,204	71
650	3,000	2,646	85
758	3,500	3,087	99
886	4,000	3,526	114
974	4,500	3,967	128
1,082	5,000	4,408	142
1,190	5,500	4,849	158
1,300	6,000	5,290	170
1,405	6,500	5,730	185
1,515	7,000	6,171	199
1,625	7,500	6,612	213
1,730	8,000	7,053	227
1,840	8,500	7,494	242
1,950	9,000	7,934	256
2,055	9,500	8,375	270
2,165	10,000	8,816	284

**Esta tabla compara viscosidades a la misma temperatura.*



Introducción a los lubricantes y la lubricación

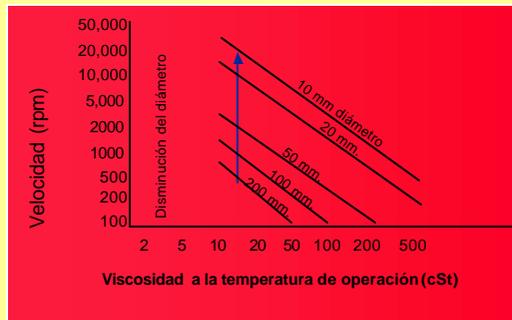
Más acerca de

ESCOGER EL ACEITE ADECUADO

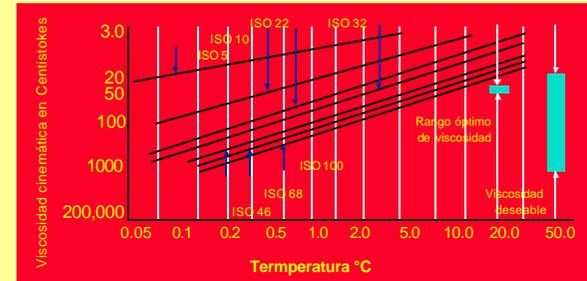
Las viscosidades de los aceites en servicio para variedad de aplicaciones típicas se reúnen en la siguiente tabla:

Aplicación	Rango de viscosidad (cSt) a la temperatura global de operación
Aceite de motor	10 - 50
Aceites de turbina	10 - 50
Aceites para compresores	10 - 50
Aceites hidráulicos	20 - 100
Aceite para cojinete de bolas	10 - 300
Aceite para cojinete de rodillos	20 - 1500
Aceite para engranajes	15 - 1500

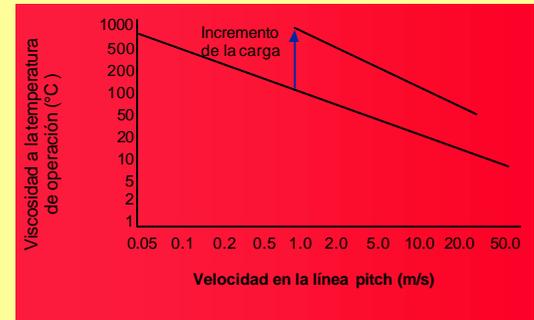
Algunos de estos tipos de aceite tienen un rango amplio de viscosidades. En general, se prefieren menores viscosidades a altas velocidades, bajas cargas y en sistemas cerrados con circulación total de aceite.



Una gráfica típica para determinación del grado de viscosidad ISO a 40°C del lubricante requerido se reproduce abajo:



Se han diseñado y publicado guías para ayudar a la selección de la viscosidad óptima en ampliaciones particulares. Se ilustran algunos ejemplos típicos.





Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Más acerca de

LA LUBRICACION DE UN EQUIPO ESPECIFICO

La lubricación de cojinetes

En **cojinetes planos** la función principal de un lubricante es reducir la fricción y actuar como refrigerante. Un aceite mineral simple es en general, completamente satisfactorio para estos propósitos. La adición de los **antioxidantes e inhibidores de corrosión** puede ser benéfica en condiciones más exigentes. La selección de el aceite está determinada por la viscosidad, a no ser que él cojinete opere en un rango amplio de temperaturas. El índice de viscosidad entonces sé vuelve en un factor importante.

Los aceites y grasas pueden ser usadas para lubricar **cojinetes de rodillos**. La grasa tiene la ventaja de proveer sellado efectivo contra la pérdida de lubricante y la entrada de contaminantes. Sin embargo, el aceite es una mejor selección para cojinetes que operan a altas temperaturas y altas velocidades.

La lubricación de los engranajes

Los engranajes abiertos son usualmente lubricados con aceites. Para asegurar que los aceites no se salgan a altas velocidades, se utilizan **lubricantes viscosos** conteniendo aditivos adherentes. Las grasas también pueden ser usadas.

Los **engranajes cerrados** son generalmente lubricados con aceite. Siempre están soportados por cojinetes de tal forma que él lubricante debe ser adecuado tanto para engranajes como para cojinetes. Aceites minerales sin aditivos son satisfactorios para muchas situaciones.

A altas velocidades, los aceites con bajas viscosidades conteniendo **antioxidantes y agentes antiespuma** pueden ser requeridos. Lubricantes para engranajes con más carga deben contener aditivos de extrema presión. Los aceites que contienen **aditivos de extrema presión (EP)** son utilizados para engranajes trabajando bajo las cargas más pesadas, particularmente si sé espera tener cargas de choque.

Aceites hidráulicos

El aceite en **sistemas hidráulicos**, es usado tanto para la lubricación como para la transmisión de potencia. Debe ser lo suficientemente viscoso para lubricar las partes móviles eficientemente,

pero lo suficientemente delgado para actuar como un refrigerante eficiente. Debe tener también buenas propiedades de **liberación de aire** y resistencia a la **espuma**, de no ser así, la compresibilidad del aceite se incrementaría y afectaría su habilidad para actuar como un medio hidráulico. Una buena separación de agua o **demulsibilidad**, es otra propiedad para limitar él daño causado a las válvulas, bombas y cojinetes por él agua. Aceites minerales altamente refinados satisfacen todos estos requerimientos. Con el objeto de evitar



Introducción a los lubricantes y la lubricación

corrosión interna, **antioxidantes e inhibidores de corrosión**, son generalmente adicionados a los aceites minerales usados en sistemas hidráulicos, junto con los **aditivos antidesgaste**.

Aceites para motores de combustión interna

Los aceites para motores de combustión interna son diseñados para que lubriquen, refrigeren, protejan contra la corrosión, mantengan la limpieza y ayuden al sello de los anillos del pistón en el rango de temperaturas de operación. Los aceites

multigrados para motores son formulados con una proporción sustancial de aditivos que incluyen: **Mejoradores de índice de viscosidad** para reducir el adelgazamiento del aceite a altas temperaturas, **depresores del punto de fluidez** para facilitar el arranque en ambientes fríos, **antioxidantes** para prevenir la oxidación y la formación de lodos, **agentes antiespuma** para prevenir la formación de espuma a medida que el aceite circula por el motor, **inhibidores de corrosión** para neutralizar los ácidos formados durante la combustión, **inhibidores de herrumbre** para proteger las superficies lubricadas, **detergentes y dispersantes** para controlar la formación de depósitos, suspender los contaminantes productos de la combustión y por lo tanto evitar el bloqueo de los conductos y los filtros, y **aditivos antidesgaste** para mejorar las propiedades de la lubricación de capa límite.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

RECOMENDACIONES DE LOS FABRICANTES

En la práctica, los fabricantes de todo tipo de plantas y equipos normalmente especifican las propiedades y los estándares de desempeño requeridos de los lubricantes adecuados para los equipos. Una especificación típica puede determinar, por ejemplo, límites de viscosidad a una o más temperaturas, punto de fluidez, punto de chispa y propiedades de prevención de corrosión, junto con una indicación de los métodos de prueba usados para determinar estas características. Frecuentemente la especificación cubre hasta una recomendación para usar una marca o marcas de lubricantes. Donde se tengan las recomendaciones de los fabricantes, la selección de éstos deben estar siempre basados en ellos.

Cuando no se tengan las recomendaciones de los fabricantes, el fabricante del lubricante, en conjunto con el del equipo sí es necesario, aconsejará al usuario, la marca más adecuada para aplicación específica.

Sustituyendo un lubricante por otro

El usuario del lubricante deseará saber si un producto alternativo puede reemplazar una marca en uso. Tal sustitución puede ayudar a reducir costos, mejorar la eficiencia o racionalizar el número de lubricantes usados. En situaciones como éstas, es preferible tratar de cambiar directamente a un lubricante que tenga especificación similar a la marca usada. Sin embargo, ese tipo de acción no

puede ser tomada a la ligera. Es posible que la marca usada no sea la mejor para el trabajo y que pueda haber un mejor lubricante para la aplicación particular que el producto directamente comparado

Cuando se planea sustituir un lubricante por otro, es esencial considerar la aplicación específica en la cual se va a emplear. En la gran mayoría de los casos, una recomendación confiable se puede realizar basada en los requerimientos especificados por el fabricante. En aquellas instancias donde la información no es disponible, las recomendaciones deben estar basadas en una consideración de las propiedades requeridas por el lubricante para las condiciones bajo las cuales tiene que funcionar. Puede ser necesario buscar asistencia técnica.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

PROBANDO LOS LUBRICANTES

Es una buena práctica tomar muestras periódicas del lubricante usado y las pruebas así efectuadas son conocidas como **monitoreo de lubricantes**, el cual revela información acerca de la condición del aceite y del estado de la maquinaria. Algunas de las pruebas usadas son muy simples y pueden ser fácilmente aplicadas a los sistemas más pequeños. Otras son más sofisticadas y tienden a ser usadas solamente para monitorear máquinas más grandes.

Algunas de las pruebas más comúnmente usadas, y la información que puede ser obtenida de ellas son revisadas en seguida.

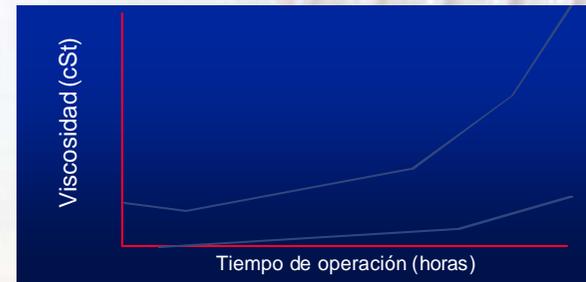
Apariencia

La apariencia de un aceite puede revelar mucho acerca de su condición. El oscurecimiento, espesamiento y la presencia de lodo y partículas de hollín, implican sobrecalentamiento y oxidación. El agua puede afectar la apariencia del aceite, sugiriendo que la condensación o una fuga de agua está ocurriendo en alguna parte del sistema. Rípios de desgaste se encuentran frecuentemente durante la iniciación de un motor nuevo, sin embargo, si se ve en un sistema viejo, puede indicar que un desgaste serio está teniendo lugar.

Viscosidad

Cuando se revisa la viscosidad de un aceite usado, una muestra de aceite es comparado con una muestra del mismo aceite sin usar.

Cualquier espesamiento de él aceite puede ser causado por la oxidación, por contaminantes sólidos, o por otros factores. Por otro lado, él adelgazamiento de un aceite de motor sugiere dilución de combustible sin quemar. En algunos casos, puede ocurrir tanto adelgazamiento como espesamiento y la viscosidad parece normal.



Punto de chispa

La presencia de solo una pequeña cantidad de combustible sin quemar en un aceite para motor, producirá una marcada reducción en el punto de chispa. Otros contaminantes inflamables harán un efecto similar. El agua y los contaminantes no inflamables tienen un efecto diferente y puede ocultar el punto de chispa.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

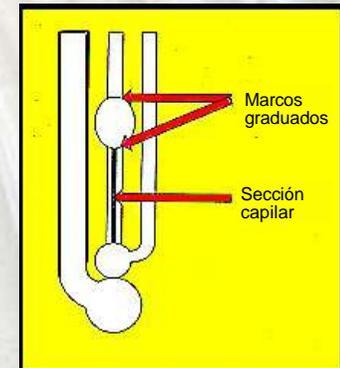
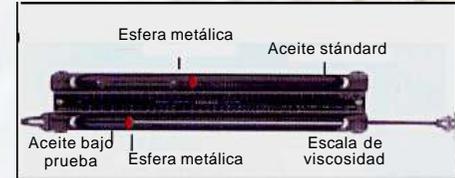
MIDIENDO LA VISCOSIDAD

La viscosidad puede ser medida cualitativamente comparando el flujo de las muestras usadas y no usadas a través de un embudo pequeño. En la práctica la viscosidad de un líquido es usualmente medida más exactamente, tomando el tiempo del flujo a través de un tubo pequeño o capilar. Varios instrumentos conocidos como viscosímetros, han sido desarrollados para determinar la viscosidad en esta forma. Los resultados obtenidos son frecuentemente expresados como tiempos de flujo y están relacionados al instrumento particularmente usado, de tal forma que puede ser rápidamente convertido a centistokes usando tablas estándar.

Un instrumento relativamente simple para medir la viscosidad es el *Visgage*. Este instrumento básicamente consiste en dos tubos de vidrio que contienen una esfera de metal. Un tubo contiene un aceite estándar de viscosidad conocida y otro es llenado con el aceite de prueba. Las viscosidades de los dos aceites son comparadas, inclinando el instrumento y permitiendo que las dos esferas caigan suavemente a través de los aceites. Cuando la esfera que lidere llegue al punto premarcado, el instrumento es llevado a la posición horizontal y la viscosidad del aceite bajo prueba puede ser leída en la escala opuesta a la posición de la otra esfera.

El *Visgage* no es adecuado para medir la viscosidad de líquidos opacos, tales como aceites severamente contaminados u oxidados debido a

que la esfera no puede ser vista a través del aceite oscuro.



Viscosímetro capilar suspendido



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

Prueba de contaminación por agua

La prueba más simple para agua involucra el calentamiento del lubricante por encima de 100°C. Si hay agua presente, hierve y causa que el agua crepite. Pruebas más precisas consisten en tratar el aceite con un químico que reacciona con el agua produciendo hidrógeno, o destilando el agua del aceite usado utilizando un sistema de solvente.

Acidez y basicidad

La acidez de un lubricante puede ser expresada en términos de su número ácido, la cantidad de álcali necesaria para neutralizarlo. Similarmente, la basicidad puede ser expresada en términos de número base, la cantidad de ácido necesaria para neutralizarlo. La oxidación de un aceite genera productos ácidos y la evaluación del número total ácido (TAN) da por lo tanto una indicación del deterioro del aceite en servicio.

En motores diesel, la combustión del combustible libera componentes ácidos de azufre, los cuales pueden causar corrosión y oxidación del aceite del motor. Los aditivos detergentes proporcionan una reserva alcalina para neutralizar tales ácidos y la evaluación del número base total (TBN) da una importante información del grado de agotamiento de tales aditivos.

Pruebas de manchas de aceite

Una gota de aceite es colocada sobre una hoja de papel especial para manchado y se deja que se disperse. Un aceite nuevo dará una mancha transparente uniforme y amarillo pálido.

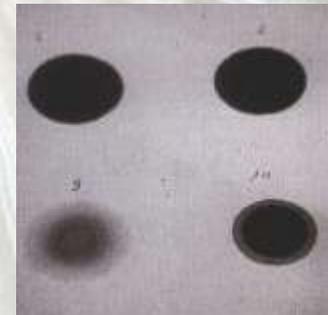
Un aceite conteniendo contaminantes mostrará una mancha con gránulos, puntos café o negros o anillos. La apariencia en particular de la mancha depende de la cantidad o tipo de contaminantes.

Espectroscopio infrarrojo

Muchos productos de la oxidación contienen un grupo químico llamado el grupo carbonil, el cual absorbe la luz infrarroja de una longitud de onda característica. Esta propiedad puede ser usada para revisar la oxidación.

Análisis espectrográficos

El análisis espectrográfico del aceite (SOA) es una técnica sofisticada que permite que los elementos presentes en el aceite sean identificados y sus concentraciones sean determinadas. Puede ser usada para indicar las causas de la contaminación y el desgaste. Por ejemplo, la presencia de silicio sugiere que polvo a barro le están entrando al aceite; cobre, plomo y estaño están posiblemente asociados con desgaste de cojinetes.



Algunos ejemplos de pruebas en papel secante.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

Más acerca de

EL ANALISIS ESPECTROGRAFICO DE ACEITES

El análisis espectrográfico de aceites está basado en el principio que cuando un químico es calentado a una temperatura muy alta, éste emite luz. Las ondas de la luz que son emitidas dependen de la naturaleza de los átomos en el compuesto químico. Cada elemento emite un espectro característico con una determinada longitud de onda y la intensidad de la emisión es proporcional a la cantidad de elemento presente.

En los modernos equipos usados para el análisis espectrográfico, el aceite es rociado dentro de un plasma de gas argón a alta temperatura.

El aceite y cualquier elemento en él es vaporizado y emite su espectro característico. El espectro es analizado electrónicamente y una computadora imprime los detalles de los elementos presentes y sus concentraciones virtualmente espontáneas.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

RESUMEN DE LA SECCION CUATRO

- En principio la selección de un lubricante para una aplicación en particular puede estar basada en la siguiente lista de preguntas:
 1. Cuál es la viscosidad más adecuada a la temperatura de operación?
 2. Qué índice de viscosidad es necesario?
 3. Cual es el grado ISO de viscosidad requerido (o SAE para uso automotriz)?
 4. Qué aditivos son necesarios?
 5. Qué factores de costos son necesarios considerar?
 - En la práctica, la selección de un lubricante para una aplicación en particular está basada en las recomendaciones del fabricante del equipo en el cual el lubricante va a ser utilizado.
 - Un lubricante no debe ser recomendado o sustituido por otro producto solo sobre la base que los dos lubricantes tienen propiedades y usos similares. Es esencial que el lubricante que se recomienda sea adecuado para la aplicación en particular.
 - Un número de pruebas pueden ser llevadas a cabo para monitorear el desempeño de los lubricantes. Estas evalúan tanto las condiciones del aceite como del equipo lubricado.
- Las pruebas de aceites más importantes utilizadas para monitorear lubricantes incluyen: Apariencia, viscosidad, punto de chispa, contaminación con agua, número base, pruebas de manchas, espectroscopio infrarrojo y análisis espectrográfico de aceite.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

SECCION CINCO

ALMACENAMIENTO, MANEJO Y USO DE LUBRICANTES

Además de la correcta selección de los lubricantes, es necesario tener en cuenta algunos aspectos relacionados con su almacenamiento, manipulación, transporte en planta y aplicación.

Almacenamiento

- Preferiblemente en bodega o en un cuarto exclusivo para tal fin.
- El almacenamiento a la intemperie debe evitarse en lo posible, de lo contrario hacerlo sobre estructuras metálicas con los tambores en posición vertical pero con las tapas hacia abajo.
- Tambores en uso que no resulte viable su ubicación vertical (idem anterior) u horizontal, dejarlos en posición inclinada para evitar que la tapa quede sumergida en contaminantes acumulados.
- Una medida práctica es cubrir los tambores con plásticos o lonas impermeables, a manera de carpa.
- El cuarto de lubricantes debería quedar fuera del área física de proceso, pues la alta concentración de partículas del material en proceso son una fuente alta de contaminación.

- Revisar y limpiar diariamente el área alrededor de las tapas para reducir el riesgo de contaminación al abrir el tambor.
- Los tambores de aceite soluble y los de aceite dieléctrico deben ser obligatoriamente almacenados bajo techo, en sitios que no estén expuestos a fuertes cambios de temperatura.

“La bodega de lubricantes debe ser de preferencia una construcción separada, resistente al fuego. Los tambores no se deben colocar sobre plataformas de madera, sino sobre piso de cemento, metal o cualquier otro material resistente al fuego. Los tambores, cubetas y otros depósitos deben tener las tapas, tapones o separadores cerrados todo el tiempo en que no estén en uso efectivo. Los depósitos vacíos siempre se deben mantener cerrados”.

CONSEJO NACIONAL DE SEGURIDAD DE LOS
ESTADOS UNIDOS



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

Manejo de lubricantes

- El descargue de tambores debe hacerse empleando un medio mecánico que garantice seguridad al operario y evite daños al tambor. Ej: montacargas, elevadores mecánicos, plataformas hid.
- Para el transporte de un sitio a otro, debe contarse con una carretilla especial, como mínimo, o un montacargas.
- Evitar rodar el tambor, ya que se debilita su estructura y el peligro de “desgrafado” aumenta por los golpes fuertes al acostarlo y levantarlo.

Aplicación

Recipientes para aplicación de lubricantes: Nunca se deben emplear recipientes galvanizados, porque algunos de los aditivos de los lubricantes pueden reaccionar con el zinc, formando jabones metálicos, espesando el aceite e incluso causando obstrucción de conductos de lubricación, boquillas inyectoras, etc.

Utilizar Recipientes Shell Safe Oils® (Disponibles en presentaciones 5 litros)

Pistolas engrasadoras: Mínimo una pistola por cada tipo de grasa. Los jabones metálicos (sodio, calcio, litio) son incompatibles entre sí.

Bombas manuales para transvasar aceite: Vigilar que no se produzca contaminación de un aceite con otro por residuos en la bomba. Ej.: aceites hidráulicos .vs. aceites de motor

Utilizar Recipientes Shell Safe Oils®

Bombas neumáticas o eléctricas para grasa: Evitar la contaminación de la grasa residual que queda en el fondo del tambor, manteniéndolo herméticamente sellado, ya que puede llegar a ser hasta un 10% del contenido.

Almacenamiento durante largos períodos de tiempo

El almacenamiento prolongado deteriora las propiedades físico - químicas de los lubricantes; particularmente de las grasas.

Las grasas que contienen jabón de sodio o calcio separan el aceite en un período de cuatro meses (de producida). Las grasas de litio permanecen estables hasta 12 meses después de su producción.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

CONTAMINACION ENTRE LUBRICANTES

- Es común este tipo de problema cuando se emplea un solo recipiente para varios aceites.
- Es más crítico cuando se mezclan aceites para aplicaciones automotrices con industriales.
- Extremo cuidado debe ser tenido para evitar la contaminación de un aceite para engranajes (ej: Omala, Spirax) con trazas de cualquier aditivo básico (ej: aditivo detergente a base de calcio, en el aceite de motor) ya que pueden tener un efecto negativo sobre las propiedades superficiales (espuma, atrapamiento de aire y demulsibilidad). Límite < 2 mg/kg (2ppm)
- Aunque la formulación de aceites hidráulicos contiene calcio, es importante evitar la contaminación con los aditivos del aceite de motor. Tal contaminación generalmente se reflejará en un aumento en el contenido de calcio (análisis de laboratorio), y puede conducir a precipitación de los aditivos del aceite hidráulico, reducción drástica de sus propiedades demulsificantes o antiemulsionantes, pérdida de filtrabilidad y taponamiento de filtros ultrafinos (formación de gel ~ lodos).
- El sobretratamiento de aditivo depresor del punto de fluidez en un hidráulico puede tener un efecto adverso sobre la

demulsibilidad y la filtrabilidad del producto terminado. La cantidad de aditivo dependerá de la base y el tipo de aditivo seleccionado.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

ASPECTOS DE SALUD OCUPACIONAL

Las grasas tienen un grado de toxicidad bajo. Sin embargo, se recomienda retirarlas de la piel rápidamente, empleando jabón y agua caliente. En ningún caso usar disolventes como el kerosene, gasolina o varsol.

El mayor riesgo de exposición ocurre con los aceites para el mecanizado de metales. Estos pueden producir dermatitis, acné, obstrucción de poros y remoción de los aceites naturales de la piel.

Usar guantes (en lo posible), lavarse las manos con abundante agua caliente, evitar el uso de pastas abrasivas o desengrasantes en polvo, emplear jabones ligeramente ácidos, secar la piel con papel toalla desechable, etc.

La ingestión de combustibles es irritante, lo cual origina náuseas y vómito. Las lesiones serias se originan por aspiración del líquido en los pulmones; y es por tal razón que no debe inducirse el vomito.

Debido a la insolubilidad del combustible en el fluido pulmonar, y a su efecto irritante sobre la mucosa protectora, los pulmones reaccionan rápidamente "inundándose" con fluidos del cuerpo y originándose el ahogamiento de la víctima. Además, la irritación deja los pulmones de la víctima expuestos a la invasión de micro-organismos presentes en el cuerpo.

Los aceites con viscosidades inferiores al grado

ISO 22 presentan riesgos similares a los del combustible; por lo tanto, es necesario no inducirle el vómito a la víctima



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

SECCION SEIS

GUIAS DEL USUARIO PARA IMPLEMENTAR UNA ADECUADA ADMINISTRACIÓN DE LA LUBRICACION

Foco en “CAVEB”.

- Características
- Ventajas
- Beneficios

Los Beneficios son incrementados por las Ventas de desempeño que proporcionan las Características del Producto. Ej. Shell Tellus.

Característica

Mayor Nivel
Desempeño
Antidesgaste

Ventajas

Equipo mejor protegido
Vida mas larga
Menos Mantenimiento
Menos repuestos usados
Menor lucro cesante
Confiabilidad

Beneficios

Reducción costos
Reducción costos
Reducción Costos
Reducción Costos
Tranquilidad
Tranquilidad

“Todos los aceites nos son iguales - No existen Equivalentes para un producto ”



Introducción a los lubricantes y la lubricación

Obtener la mejor selección de producto basado en datos: *(Datos típicos de una auditoría completa Shell)*

- Tipo de Equipo (Ej. Compresor de Tornillo ó de pistón, Turbina a gas ó a Vapor, etc..)
- Fabricante del Equipo (OEM)(Número del modelo, Año de fabricación.)
- Cantidad de Unidades de este Tipo
- Condiciones de Operación.(En términos de equipo y medio ambiente)
- Ciclo de Operación
- Chequeo aceite usado actualmente
- Disponibilidad del producto a seleccionar
- Verificación selección frente a manual del fabricante
- Nivel de consumos por período.
- Si es el caso revisión del tipo de combustible utilizado.
 - Tipo de Combustible (MDO, GO,ACPM)
 - Contenido de Azufre
- Niveles de limpieza según códigos (NAS 1638, SAE 749, códigos ISO 4406)



Introducción a los lubricantes y la lubricación

ANALISIS COSTO BENEFICIO PREVIOS A LA SELECCIÓN

Aceites sintéticos: Realmente existen pocas aplicaciones que los necesiten:

- Compresores de Pistón con relación por etapa > 10
- Cajas de reductores con temperatura aceite > 70°C
- Compresores de gases solventes y ó reactivos
- Compresores de tornillo bajo régimen de alta demanda
- Algunas transmisiones automotrices con bajo nivel de salpique.
- Equipos industriales en general que no requieran rellenos periódicos de aceite (No consumidores) y que por análisis de laboratorio requieran por lo regular cambiar el aceite en periodos inferiores al año.
- Sostenibilidad económica y ambiental (Eliminación de cambios de aceites)
- Instrumentación.
- Transporte de pigmento donde se requieren fluidos Tixotrópicos.
- Anticongelantes y sistemas de frenos (Polyglicoiles)

- Refrigeración plantas nucleares (Esteres polifenílicos),
- Aceites Dieléctricos (Es. Siliconados)
- Sostenibilidad económica y ambiental.

Económica:

PAO/ Hidrocarburos Sintetizados	4-5:1	Alta Volatilidad
Esteres orgánicos	8:1	Incompatibilidad General
Esteres Fosfato	8:1	*Disposición restringida
Esteres Silícios ó Siliconas	8-80:1	" " "
Esteres Polifenílicos	12:1	" " "

Ambiental

*Es limitado su fácil acopio y disposición en aprovechamiento dentro de procesos marginales aceptados por las diferentes regulaciones funcionales y/o ambientales (Mezcla de combustibles calderas ó motores estacionarios en relaciones 20-6:1), Asfaltos, Desmoldante.

Aceites GPO (Genuine Part Oil, promovidos como parte original):

- Los fabricantes de equipos no orientan los recursos en desarrollo e investigación suficientes
- Shell cuenta con excelentes relaciones técnicas y comerciales con todos los OEM's
- Los OEM's generalmente recomiendan insistentemente el empleo de su aceite pero solo exigen el cumplimiento por especificaciones internacionales.
- Bajo criterio y respaldo consistente los OEM's confieren cubrimiento irrestricto de la garantía a equipos nuevos sin importar que



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

estos no utilicen el aceite GPO (Genuine Part Oil)

- ***Nuevamente todos los aceites no son lo mismo. Por que las especificaciones pueden lucir similares pero ser muy diferentes en términos de verdadero desempeño y beneficios entregados.***

Resolver bloqueos de percepción:" Producto Equivalente"

- 1.Un producto con las mismas características físicas del producto actual.
- 2.Un producto que cumple las mismas especificaciones de desempeño del actual.
- 3.Un mismo producto a reemplazar pero elaborado por Shell.
- 4.Un producto para la misma aplicación.
- 5.Un cambio a mayor calidad y desempeño del lubricante significa una inversión y no un costo

Para evitar la peligrosa posibilidad al seleccionar

- 1.De reincidir un tipo de lubricante erróneo.
- 2.De reincidir en el uso de un lubricante que puede no ser adecuado para el propósito
- 3.El más cercano grado Shell de equivalencia puede no ser nuestra mejor oferta. Un buen ejemplo de esto es el frecuente uso de aceites de turbina en algunos compresores de tornillo.
- 4.Se ignora el considerar que necesariamente existe un producto idóneo.
- 5.Se ignora el considerar la prolongación de vida del equipos en mínimo un +25% Vs manual

!La actitud correcta es exigir una auditoria completa de lubricación Shell!"



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL Módulo Uno

RACIONALIZACION DE PRODUCTOS

Manejar niveles de consumos periódicos “Mínimos”.

- Contar con mínimo 15 días inventario.

Manejar situaciones de Disponibilidad. “Máximos”

- Adicionar días requeridos por importación.

Manejar situaciones de urgencia incidental. “Incidentales”

- Elaborar y ó conocer tabla de AST
- Conocer diferentes niveles del canal de distribución en el sitio.
- Conocer otros usuarios del mismo producto en el área.

Manejar tabla de AST “Aceptabilidad a Sustitución Temporal” (Ejm.)

!Solo recomendables bajo situación de urgencia, durante el lapso que demore la inmediata reposición del producto idóneo y bajo total cuenta y riesgo del usuario;

- Aceite hidráulico recibe Aceite de turbina o de motor ó de servo ó mineral.
- Aceite de caja de velocidades recibe aceite de motor ó hidráulico.
- Aceite de motor recibe aceite tipo Servo/ CAT TO4 .

- Servo recibe aceite hidráulico ó aceite multigrado de motor.



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL

Módulo Uno

MANEJO DE PROBLEMAS (TROUBLE SHOOTING)

La nueva gerencia del mantenimiento debe transformarse asimilando la

cultura del pensamiento sistémico la cual se resume en:

- a. Delegación del poder y autodisciplina.
- b. Aprovechamiento de la conversación. (E-mails, reuniones, Internet)
- c. El pensamiento sistémico y la cultura de autoreducción.
- d. Seguimiento Voluntario con responsabilidad.

Herramientas de análisis:

Para Trouble Shooting :

Espina de Pescado/ Causa y efecto “4 Ms”





Introducción a los lubricantes y la lubricación

SELECCION DE MEJORAS DE PROCESO

Indagación y Sustentación de situaciones y acciones claves

Indagación:

- Involucrar diferentes puntos de vista
- Ilustrar el porque de la pregunta
- Tratar de entender
- Escuchar de verdad
- Estar dispuesto a experimentar

Sustentación:

- Exponer a otros nuestra percepción e idea/deseo
- Revelar el pensamiento y razonamiento detrás de nuestro punto de vista.
- Involucrar a otros permitiendo la exposición del punto de vista de los demás.
- Escuchando de verdad.

Escalera de Inferencia



Datos y Experiencias Observadas



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

PRUEBAS DE CAMPO

Deben ser claramente definidos los objetivos así como la medición de su éxito.

- Productos y aplicaciones a ser probadas.
- Duración de la prueba.
- Suministro y manejo de pruebas de aceites.
- Preparación para la prueba.
- Conducción de la prueba
- Puntos de monitoreo
- Tendencias del monitoreo (Indicadores)
- Guías para el muestreo de aceites usados.
- Conservación de los record conseguidos.
- Modo y formato de presentación de reportes de resultados



Introducción a los lubricantes y la lubricación

ELECCION RACIONAL DEL NIVEL DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DESEADO

1-Predictivo

(Incluye análisis de muestras)

ANALISIS TIPICOS DE UN PROGRAMA PREDICTIVO /PERIODECIDAD/ COSTO/ APLICABILIDAD

	Motor	Servos	Cajas	Diferencial	Mand. Final	Compresor	Turbina	Increment.	S.Hidraulico	S.T.Térmico	S. Eléctrico
a.Análisis Ac. Usado (Hrs, Frec.)	250	500	1000	2000	2000	250	500	500	1000	2000	2000
Costo \$accesorios Muestreo	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	2500
Costo \$correo/u(Caja 6 un.)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	10000
Toma de Muestra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	350000
Laboratorio y Reporte	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	150000
b.Analisis Vibraciones Hrs Frec	1000						80000	80000			
Costo \$ unitario						80000					
c.Analisis Temperatura externa Hrs Frec	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Costo \$ unitario (Pistola infraroja)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d. Espectrofotometría Hrs. Frec.	Aunque se ofrece para todo equipo há sido poca su contribución y mayor utilidad frente a los anteriores análisis.. A excepción de los transformadores y demás equipc										2000
Costo \$ unitario											50000
Laboratorio y Reporte	eléctricos.										50000
e.Opacidad Gases de Escape	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	No Aplica
Costo \$ unitario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica
f.Conteo Particulas	35000	35000	35000	35000	35000	35000	35000	35000	35000	No Aplica	No Aplica
Costo \$accesorios Muestreo	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	2500
Costo \$correo/u(Caja 6 un.)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	10000
Toma de Muestra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	350000
Costo \$ unitario	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica	No aplica	No aplica
g. Análisis Boroscópico	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Costo \$ unitario	0	0	0	0	0	0	0	0	No aplica	No aplica	No aplica



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

2-Preventivo

Previa Elección racional del tipo de software de mantenimiento deseado:

Foco en **Sostenibilidad** (Fácil y económica actualización software a niveles de vanguardia en lo relacionado con innovaciones sobre el tema de la administración del mantenimiento), **Confiability** (Insaturabilidad de bases de datos y nulo riesgo de bloqueos por pérdida de información y trabajo abortado), **Mantenibilidad** (Servicio de Soporte y consulta libre de cargo) y **Funcionabilidad** (Fácil de implementar y operar; amigable; que utilice el mejor ambiente de trabajo virtual del momento/ Hoy en día es Windows y aplicable a todo tipo de empresa).

La respuesta Shell es “LUBRIPLAN”

LUBRIPLAN Incluye:

1. Elaboración de Auditoría completa
2. Implementación software.
3. Digitación plan de mantenimiento 100% lubricantes y 20% total de actividades no relacionadas con lubricantes.
4. Monitoreo trimestral de utilización y satisfacción.
5. Sostenimiento digitación en crecimientos de

planta. de nuevas adquisiciones en equipos.

6. Línea 9800 de permanente consulta.

7. Factible de implementar codificador de barras.

Todo libre de costo una vez firmado convenio de exclusividad por parte del cliente en utilizar solo lubricantes Shell.

En caso contrario tendrá un costo inicial de US\$5.000 y un Fee de US\$1500/año.

3-Proactivo

La sumatoria de los dos anteriores

(Implica completo paquete de administración software con programa de tendencias sobre datos de reportes de análisis de laboratorio)

4-Correctivo-Preventivo

El menor costo de operación existente pero de sugerible implementabilidad solo en procesos de equipos no críticos.

(Las señales de acción son tomadas con base en la apreciación visual de algún deterioro controlable del equipo y es descartada cualquier posibilidad de súbito daño catastrófico del mismo)



Introducción a los lubricantes y la lubricación

EL TUTOR DE LUBRICACION SHELL
Módulo Uno

RESUMEN

- Foco en CAVEB
- Obtener la Mejor Selección Basado en Datos
- Análisis Costo Beneficio Previos
- Racionalización Productos
- Manejos de Problemas
- Selección Mejoras
- Pruebas de Campo
- Elección Racional del Nivel de Programa de Mantenimiento Deseado