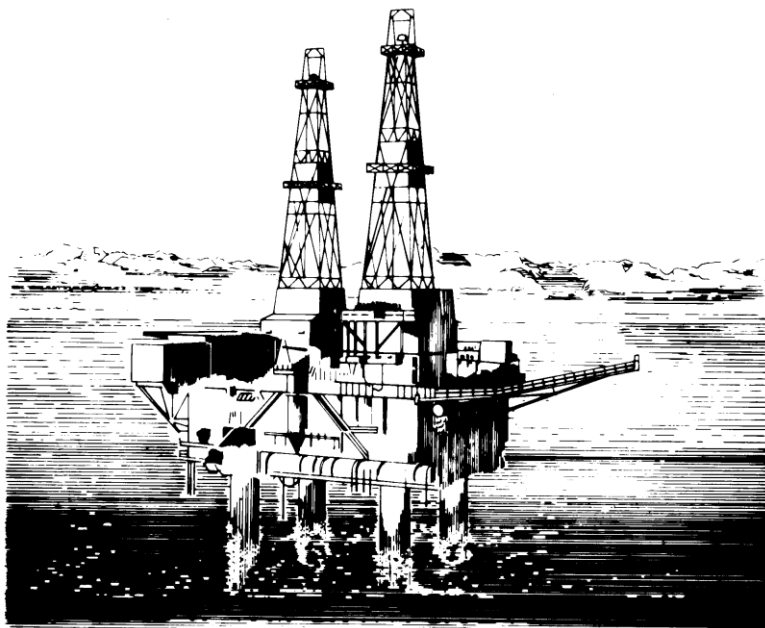




Aceites para controles hidráulicos

Manual de referencia



Precauciones generales

Lea este manual por completo y el resto de publicaciones relacionadas con el trabajo que se va a realizar antes de instalar o usar el equipo, o de realizar tareas de mantenimiento en él.

Cumpla todas las instrucciones y precauciones de planta y de seguridad.

Si no sigue las instrucciones, puede provocar lesiones personales o daños materiales.



Revisiones

Es posible que esta publicación se haya revisado o actualizado desde que se imprimió la presente copia. Para comprobar si tiene la versión más actualizada, consulte el manual **26455**, *Customer Publication Cross Reference and Revision Status & Distribution Restrictions* (Referencia cruzada de publicaciones para clientes y estado de revisión y restricciones de distribución) en la *página de publicaciones* del sitio web de Woodward:

www.woodward.com/publications

En la *página de publicaciones* está disponible la versión más reciente de la mayoría de las publicaciones. Si su publicación no se encuentra ahí, póngase en contacto con el representante del servicio al cliente para obtener la copia más reciente.



Uso correcto

Cualquier modificación o uso no autorizados de este equipo distintos de los funcionamientos mecánico, eléctrico o de otro tipo especificados puede provocar lesiones personales o daños materiales, incluidos daños al equipo. Tales modificaciones no autorizadas: (i) constituyen “mal uso” y/o “negligencia” dentro de lo que por tal se entiende en la garantía del equipo y, en consecuencia, excluyen de la garantía del equipo cualquier daño resultante e (ii) invalidan las certificaciones u homologaciones del producto.



Publicaciones traducidas

Si en la portada de esta publicación se indica “Traducción de las instrucciones originales”, tenga en cuenta lo siguiente:

Es posible que la versión original de esta publicación se haya actualizado desde que se realizó la traducción. Consulte el manual **26455**, *Customer Publication Cross Reference and Revision Status & Distribution Restrictions* (Referencia cruzada de publicaciones para clientes y estado de revisión y restricciones de distribución) de Woodward Technical Publications para comprobar si esta traducción está actualizada. Las traducciones obsoletas se marcan con . Compare siempre el documento con el original para ver las especificaciones técnicas y los procedimientos de instalación y funcionamiento correctos y seguros.

Revisiones: los cambios realizados en esta publicación desde la última revisión se indican mediante una línea negra junto al texto.

Woodward se reserva el derecho a actualizar cualquier parte de esta publicación en cualquier momento. La información proporcionada por Woodward se supone correcta y fiable. No obstante, Woodward no admite ninguna responsabilidad a menos que la acepte expresamente.

Contenido

ADVERTENCIAS Y AVISOS	II
PREPARACIÓN PARA LAS DESCARGAS ELECTROESTÁTICAS	III
CAPÍTULO 1. INFORMACIÓN GENERAL	1
Introducción	1
Características del aceite	1
Propiedades de lubricación del aceite.....	2
Aditivos para mejorar el rendimiento	3
Aditivos protectores de la lubricación	3
CAPÍTULO 2. CÓMO SELECCIONAR UN ACEITE	5
Información general	5
Selección correcta del aceite.....	7
Fluidos de transmisión automática.....	9
Aceites sintéticos	9
Observaciones	11
CAPÍTULO 3. MANTENIMIENTO DEL ACEITE	12
Información general	12
Intervalos de cambio de aceite.....	12
Cuándo cambiar el aceite del regulador.....	14
Aceite de regulador contaminado.....	14
Filtros de aceite	14
Laqueado del aceite	16

Ilustraciones y tablas

Figura 2-1. Diagrama de aceites	8
Figura 2-2. Comparativas de viscosidad	8

Advertencias y avisos

Definiciones importantes



Este es el símbolo de alerta de seguridad. Se usa para alertar del peligro potencial de lesiones personales. Obedezca todos los mensajes que sigan a este símbolo para evitar posibles lesiones o la muerte.

- **PELIGRO:** indica una situación peligrosa que, de no evitarse, provocará lesiones graves o incluso la muerte.
- **ADVERTENCIA:** indica una situación peligrosa que, de no evitarse, podría provocar lesiones graves o incluso la muerte.
- **PRECAUCIÓN:** indica una situación peligrosa que, de no evitarse, podría provocar lesiones leves o moderadas.
- **AVISO:** indica un peligro que solo podría provocar daños materiales (incluidos daños al control).
- **IMPORTANTE:** designa un consejo sobre el funcionamiento o una sugerencia de mantenimiento.

WARNING

**Sobrevelocidad /
Sobretemperatura /
Sobrepresión**

El motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria debe estar equipada con un dispositivo de parada por sobrevelocidad que la proteja contra el embalamiento o daños que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

El dispositivo de parada por sobrevelocidad debe ser totalmente independiente del sistema de control de la máquina motriz primaria. También puede ser necesario, por motivos de seguridad, un dispositivo de parada por sobretemperatura o sobrepresión, según corresponda.

WARNING

**Equipo de
protección
personal**

Los productos descritos en esta publicación pueden presentar riesgos que podrían provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales. Lleve siempre el equipo de protección personal (PPE, por sus siglas en inglés) adecuado para el trabajo que esté realizando. El equipo que se debe considerar incluye, entre otras cosas, lo siguiente:

- Protección ocular
- Protección auditiva
- Casco
- Guantes
- Botas de seguridad
- Respirador

Lea siempre la Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDS, por sus siglas en inglés) de todos los fluidos de trabajo y cumpla las recomendaciones relativas al equipo de seguridad.

WARNING

Arranque

Prepárese para realizar una parada de emergencia cuando arranque el motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria, para protegerla contra el embalamiento o la sobrevelocidad, que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

WARNING

**Aplicaciones de
automoción**

Aplicaciones móviles en carretera y fuera de carretera: a menos que el control de Woodward funcione como control de supervisión, el cliente debe instalar un sistema totalmente independiente del sistema de control de la máquina motriz primaria que monitorice el control de supervisión del motor (y realice la acción adecuada si tal control se pierde), como protección frente a la pérdida de control del motor y las posibles lesiones personales, fallecimientos o daños materiales.

NOTICE

Dispositivo de
carga de la batería

Para evitar dañar un sistema de control que utilice un alternador o un dispositivo de carga de batería, asegúrese de que el dispositivo de carga esté apagado antes de desconectar la batería del sistema.

Preparación para las descargas electroestáticas

NOTICE

Precauciones
relacionadas con la
electricidad estática

Los controles electrónicos contienen partes sensibles a la electricidad estática. Adopte las siguientes precauciones para evitar dañar estas partes:

- Descargue la electricidad estática del cuerpo antes de manipular el control (con la alimentación del control desconectada, toque una superficie conectada a tierra y mantenga el contacto mientras manipula el control).
- Evite el plástico, el vinilo y el poliestireno (excepto las versiones antiestáticas) alrededor de las placas de circuito impreso.
- No toque los componentes ni los conductores de una placa de circuito impreso con las manos o con dispositivos conductores.

Para evitar daños en componentes electrónicos provocados por una manipulación incorrecta, lea y adopte las precauciones descritas en el manual de Woodward **82715**, *Guide for Handling and Protection of Electronic Controls, Printed Circuit Boards, and Modules* (Guía para la manipulación y la protección de controles electrónicos, placas de circuito impreso y módulos).

Siga estas precauciones cuando trabaje con el control o cerca de él.

1. Para evitar la acumulación de electricidad estática en el cuerpo, no lleve ropa hecha con materiales sintéticos. Lleve siempre que sea posible tejidos de algodón o con mezcla de algodón, porque no retienen cargas estáticas tanto como los sintéticos.
2. No retire la placa de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés) del armario de control a menos que sea absolutamente necesario. Si debe retirar la PCB del armario de control, adopte estas precauciones:
 - No toque ninguna parte de la PCB, excepto los bordes.
 - No toque los conductores eléctricos, los conectores ni los componentes con dispositivos conductores ni con las manos.
 - Cuando sustituya una PCB, guarde la nueva PCB en la bolsa protectora antiestática en la que viene hasta que llegue el momento de instalarla. En cuanto retire la PCB antigua del armario de control, póngala en la bolsa protectora antiestática.

Capítulo 1.

Información general

Introducción

Este manual sirve como guía general para la selección de aceites para su uso en reguladores o accionadores Woodward.

Una de las funciones primarias que debe desempeñar un aceite es soportar elevadas cargas y temperaturas sin dejar de ser un buen lubricante. El aceite, tal como sale del proceso de refinería, es un líquido resbaladizo, pero carece de los aditivos vitales para las funciones a las que está destinado.

Estos aditivos convierten un líquido en un lubricante resistente al calor, frío, contaminación, corrosión, óxido, desgaste y otros riesgos mecánicos y medioambientales. Los aditivos para lubricantes se agrupan en tres categorías generales de acuerdo con las funciones que desempeñan:

- proteger la superficie lubricada
- mejorar el rendimiento del lubricante
- proteger el lubricante

Los aditivos para la protección de la superficie incluyen agentes antidesgaste, inhibidores de la corrosión y el óxido, detergentes y dispersantes. Los aditivos para mejorar el rendimiento incluyen depresores del punto de fluidez, agentes dilatantes para juntas y mejoradores del índice de viscosidad. Los aditivos protectores del lubricante incluyen antiespumantes, antioxidantes y desactivadores de metales.

Características del aceite

Hay cuatro importantes características que considerar en un aceite: viscosidad, punto de fluidez, estabilidad al corte y estabilidad térmica.

Viscosidad

Todos los lubricantes naturales se hacen menos espesos al calentarse y más espesos al enfriarse. La magnitud de este cambio se mide mediante el Índice de viscosidad (VI). Cuanto mayor es la cifra de VI, menos efecto tiene la temperatura sobre el cambio de viscosidad. Un aceite con un VI de 200 es muy bueno en este aspecto.

Punto de fluidez

El punto de fluidez de un aceite es una medida de su idoneidad para bajas temperaturas. Se utilizan compuestos químicos, denominados depresores del punto de fluidez, para hacer que el aceite fluya incluso a bajas temperaturas de funcionamiento, cuando se haya espesado.

Estabilidad al corte

La viscosidad del aceite también puede cambiar debido al cizallamiento. El corte mecánico real de las largas cadenas de polímeros del aceite actúa reduciendo la viscosidad real a cualquier temperatura dada, así como el Índice de viscosidad.

Estabilidad térmica

También se producirán cambios de viscosidad con el funcionamiento a largo plazo a altas temperaturas. En este caso, el aceite se espesará debido a la oxidación y la evaporación de las moléculas más ligeras.

Los aceites de viscosidad múltiple amplían el intervalo de temperaturas de funcionamiento sin dejar de mantener la viscosidad correcta. Sin embargo, tienen una estabilidad térmica y una estabilidad al corte relativamente malas, que acortan la vida útil. Una buena alternativa son los aceites sintéticos, puesto que tienen buenas características de viscosidad a diferentes temperaturas. Los aceites sintéticos se tratan en el Capítulo 2.

Propiedades de lubricación del aceite

Las propiedades de lubricación del aceite mejoran mucho con la adición de diversos compuestos químicos, tales como agentes antidesgaste, inhibidores de la corrosión y el óxido, detergentes y dispersantes.

Si se necesita información acerca del contenido en aditivos de un aceite, puede ser aconsejable consultar con el representante de alguna empresa de aceites.

Agentes antidesgaste

El desgaste mecánico provocado por la fricción de metal contra metal o abrasivos se evita habitualmente mediante la lubricación hidrodinámica con una película de aceite de grosor suficiente para mantener las partes separadas. Sin embargo, bajo determinadas condiciones tales como carga elevada, baja velocidad y baja viscosidad del lubricante, es posible que la película de lubricante se rompa y permita el contacto del metal contra el metal. Este estado puede darse entre superficies que soporten empujes o entre engranajes de bombas y cajas de engranajes que encajen estrechamente.

Para evitar el desgaste debido al contacto entre metales, los aditivos antidesgaste que se encuentran en la mayoría de los lubricantes forman un revestimiento que cede bajo la tensión de cizallamiento que impone una lubricación mínima. Sin embargo, el calor de la fricción entre superficies acopladas proporciona energía para una reacción química entre el aditivo y las superficies metálicas, que produce como resultado un revestimiento protector.

Inhibidores de la corrosión y del óxido

Otra importante propiedad de lubricación de un aceite es que debe poder resistir el óxido y la corrosión y ser compatible con el material de las juntas.

Si un aceite lubricante se contamina con humedad, puede desarrollarse corrosión. En el caso de los reguladores que utilizan aceite de motor, el aceite puede contaminarse con los productos ácidos de la combustión.

Detergentes y dispersantes

Los detergentes son compuestos que se utilizan para controlar los depósitos a alta temperatura, mientras que los dispersantes se utilizan para controlar la formación de sedimento a baja temperatura. Los dispersantes absorben partículas contaminantes y las mantienen en suspensión para que no puedan aglomerarse y formar sedimentos.

Aditivos para mejorar el rendimiento

Las características de rendimiento del aceite también se pueden mejorar mucho con componentes adicionales tales como depresores del punto de fluidez, agentes dilatantes para juntas y mejoradores del Índice de viscosidad.

Si se necesita información acerca del contenido en aditivos de un aceite, puede ser aconsejable consultar con el representante de alguna empresa de aceites.

Depresores del punto de fluidez

Los depresores del punto de fluidez son compuestos que permiten que el aceite fluya incluso a bajas temperaturas de funcionamiento, cuando se haya espesado. Estas propiedades naturales del aceite vienen determinadas por el propio crudo y por el proceso de refinado.

Agentes dilatantes para juntas

En un regulador se utilizan diversas juntas para impedir que entre suciedad y que salga el aceite. Las juntas contienen numerosos compuestos, entre los que se encuentran el nitrilo y la silicona. Actualmente, la tendencia en materiales para juntas es el Viton, que puede soportar temperaturas prolongadas hasta 204 °C (400 °F).

Mejoradores del Índice de viscosidad

La velocidad a la que se aclaran los aceites minerales se describe mediante una relación matemática entre sus viscosidades a 100 °F (38 °C) y 210 °F (99 °C), que se conoce como Índice de viscosidad (VI).

Los aceites con alto VI exhiben menor cambio de viscosidad con la temperatura que los aceites con bajo VI. Un lubricante que vaya a ofrecer un buen rendimiento dentro de un amplio rango de temperaturas deberá tener normalmente un alto VI. El VI de los aceites ha recibido mucha atención porque, para que el motor arranque fácilmente, se necesita una baja viscosidad a bajas temperaturas y el funcionamiento normal requiere una película de aceite adecuada a la temperatura de funcionamiento normal.

Los requisitos de viscosidad de los aceites en un amplio rango de temperatura se satisfacen tratando el aceite con un aditivo conocido como mejorador de VI. Los mejoradores de VI también mejoran la estabilidad al corte.

Los mejoradores de VI poliméricos, no obstante, tienen más probabilidad de romperse por las fuerzas de cizalla entre superficies móviles. Una vez que se produce este tipo de corte permanente, el polímero contribuye menos al espesamiento debido a las altas temperaturas. En consecuencia, los aceites de alto VI que utilizan mejoradores de VI poliméricos requieren un polímero que continúe proporcionando suficiente espesamiento a altas temperaturas.

Aditivos protectores de la lubricación

También se utilizan aditivos especiales para aumentar la protección de lubricación que proporcionan los aceites. Tales aditivos incluyen antiespumantes, antioxidantes y desactivadores de metales.

Si se necesita información acerca del contenido en aditivos de un aceite, puede ser aconsejable consultar con el representante de alguna empresa de aceites.

Antiespumantes

Cuando se someten a suficiente agitación, todos los aceites atrapan aire y producen espuma. Esto, a su vez, causa más problemas. La reacción del aceite aumenta la exposición del aceite al oxígeno, lo que aumenta la velocidad de la oxidación.

El aire y la espuma también reducen la eficiencia del lubricante como refrigerante y como fluido hidráulico. El aire retenido convierte el aceite en un fluido compresible y puede provocar problemas de funcionamiento. Para eliminar la formación de espuma se añaden aditivos con una tensión superficial menor que la del aceite y baja solubilidad en los lubricantes. Esto debilita y rompe la película de aceite que rodea a las burbujas.

Antioxidantes

El proceso de oxidación es complejo y muy poco deseable. A menudo, los aditivos que reducen la oxidación del aceite reducen también la corrosión.

También se puede producir la descomposición del aceite para formar diversos compuestos tales como aldehídos, alcoholes y ácidos. Estos compuestos pueden continuar oxidándose y reaccionar entre sí para formar más compuestos. Algunos de estos compuestos pueden ser solubles en aceite, lo que aumenta la viscosidad; otros pueden ser insolubles y formar barniz o sedimentos.

La oxidación se ve afectada por diversos factores: temperatura, materiales lubricados, origen del crudo y proceso de refinado. La elección del agente antioxidante utilizado se basa en las pruebas de un aceite en particular.

Desactivadores de metales

Los aditivos que se utilizan como inhibidores de corrosión y óxido forman revestimientos sobre las superficies metálicas que actúan también como desactivadores del metal. Los desactivadores de metales también inhiben la oxidación revistiendo metales como el plomo, el cobre y el hierro, que podrían actuar como catalizadores de la oxidación.

Capítulo 2.

Cómo seleccionar un aceite

Información general

Hay varios factores importantes que hay que considerar en la selección de un aceite para el funcionamiento correcto del regulador. A continuación de muestra una lista de estos factores y de cómo afectan al funcionamiento del regulador.

Viscosidad

En aplicaciones de reguladores, un cambio en la viscosidad puede afectar gravemente al rendimiento. Si el aceite es demasiado claro, el regulador puede desestabilizarse. Si el aceite es demasiado espeso, el regulador se volverá lento y no responderá adecuadamente.

Cuanto mayor es la cifra de VI (Índice de viscosidad), menos efecto tiene la temperatura sobre el cambio de viscosidad. El intervalo de viscosidades recomendado para el correcto funcionamiento del regulador va de 50 a 3000 SUS; el valor nominal ideal es de 150 SUS. Teniendo esto en cuenta, la selección ideal de aceite sería de 150 SUS a la temperatura de funcionamiento y un alto VI.



WARNING

Si la viscosidad del aceite supera el intervalo de 50 a 3000 SUS, puede producirse una pérdida de estabilidad del control del regulador y una posible sobrevelocidad de la máquina motriz primaria. La sobrevelocidad o el embalamiento de la máquina motriz primaria puede provocar daños generalizados en el equipo, lesiones personales o fallecimientos.

Punto de fluidez

Se recomienda un aceite con un punto de fluidez de 8 a 11 grados Celsius (de 15 a 20 grados Fahrenheit) por debajo de la temperatura inicial mínima prevista. Esto evita la posible cavitación de la bomba y una respuesta lenta. En condiciones árticas, puede que sea necesario instalar un calentador de aceite. Póngase en contacto con Woodward para obtener información relativa a los requisitos específicos de su instalación.

Estabilidad al corte

En aplicaciones donde se espere un servicio exigente o se requieran largos intervalos entre cambios de aceite, se seleccionará un aceite con alta estabilidad al corte. Consulte con el representante de alguna empresa de aceites si desea información acerca de la estabilidad al corte de un aceite en particular.

Estabilidad térmica

Para condiciones de servicio en las que se espere un funcionamiento a alta temperatura a largo plazo, es recomendable seleccionar un aceite con alta estabilidad térmica. Los aceites de viscosidad múltiple amplían el intervalo de temperaturas de funcionamiento sin dejar de mantener la viscosidad correcta. Sin embargo, tienen una estabilidad térmica y una estabilidad al corte relativamente malas, que acortan la vida útil. Una buena alternativa son los aceites sintéticos. Estos productos tienen buenas características de viscosidad a diferentes temperaturas y buena estabilidad térmica y al corte.

Se puede utilizar un intercambiador de calor para bajar la temperatura de funcionamiento de un regulador.

Inhibidores de la corrosión y del óxido

Otro factor importante en la selección de un aceite para el funcionamiento correcto de un regulador o un accionador es que debe poder resistir el óxido y la corrosión.

La corrosión es un problema particular de los reguladores, porque el aceite puede contaminarse con humedad. En el caso de los reguladores que utilizan aceite de motor, el aceite puede contaminarse con los productos ácidos de la combustión.

Dispersión de sedimentos

Los dispersantes son especialmente útiles en la protección de motores que raramente alcanzan la temperatura de funcionamiento normal. Este tipo de servicio conduce a la formación de sedimentos, que revisten las piezas y pueden bloquear los pasos internos del regulador.

Compatibilidad con juntas

Los aceites utilizados en los reguladores deben ser compatibles con estos materiales. Aunque no se puede tolerar una contracción o un ablandamiento significativo de las juntas, con frecuencia es deseable una ligera dilatación. Si el aceite de la base no puede provocar suficiente dilatación, se puede utilizar un agente dilatante para juntas.

Oxidación del aceite

Cuando se someten a suficiente agitación, todos los aceites para motores o reguladores atrapan aire y producen espuma. Esto, a su vez, causa más problemas. La reacción del aceite aumenta la exposición del aceite al oxígeno, lo que aumenta la velocidad de la oxidación. El aire y la espuma también reducen la eficiencia del lubricante como refrigerante y como fluido hidráulico. El aire retenido convierte el aceite en un fluido compresible y puede provocar que un regulador perfectamente ajustado se vuelva inestable. Para eliminar la formación de espuma se añaden aditivos con una tensión superficial menor que la del aceite y baja solubilidad a los lubricantes utilizados. Los aditivos debilitan y rompen la película de aceite que rodea a las burbujas.

Aditivos antidesgaste

Los aceites que contienen paquetes de aditivos antidesgaste proporcionan más protección durante los períodos de lubricación límite, cuando no es posible la lubricación hidrodinámica verdadera, debido a altas cargas, baja velocidad, temperaturas excesivas, etc. Esta lubricación adicional es posible debido a la formación de películas protectoras sobre las superficies metálicas.

Con frecuencia se utilizan dialquiltiofosfatos de zinc (ZDP) como aditivos antidesgaste y se encuentran en muchos aceites comunes hidráulicos y para motores. Los reguladores no suelen necesitar aditivos antidesgaste pero, bajo ciertas condiciones de lubricación marginal, pueden beneficiarse de su uso.

NOTICE

Los ZDP son corrosivos para la plata y tienden a atacarla. No se recomienda el uso de aceites con aditivos antidesgaste ZDP en el regulador PGEV con placa lateral rellena de aceite. El regulador PGEV contiene un resistor de control de carga con contactos de plata. Si se utiliza un aceite con aditivo antidesgaste ZDP, puede producirse un aumento de la contaminación del aceite con plata y el desgaste de los contactos del resistor de control de carga. Los reguladores PGE y los reguladores PGEV sin placa lateral rellena de aceite pueden continuar usando aceites con aditivo antidesgaste ZDP, puesto que el aceite no entra en contacto con los contactos de plata.

Selección correcta del aceite

Hay dos factores esenciales que hay que considerar en la selección de un aceite para el funcionamiento correcto del regulador. El primero es el intervalo de viscosidad SUS del aceite y el segundo es la temperatura de funcionamiento del regulador en su entorno ambiental.

Intervalo de viscosidad del aceite

El intervalo de viscosidades recomendado para el funcionamiento del regulador va de 50 a 3000 SUS a la temperatura de funcionamiento normal del regulador.

Este intervalo se muestra en la “Leyenda” (en la parte inferior del Diagrama de aceites) y en el Diagrama de aceites como “Intervalo de funcionamiento aceptable”. Cuanto mayor es el valor de viscosidad, menos efecto tiene la temperatura sobre el cambio de viscosidad.

Los reguladores Woodward se han diseñado para ofrecer un funcionamiento estable con la mayoría de los aceites si la viscosidad del aceite a la temperatura de funcionamiento está dentro de un intervalo de 50 a 3000 SUS. El intervalo de viscosidades ideal para el funcionamiento del regulador va de 100 a 300 SUS a la temperatura de funcionamiento normal del regulador. Las temperaturas de funcionamiento del aceite del regulador se muestran en una escala de -40 a $+116$ °C (-40 a $+240$ °F) encima del Diagrama de aceites. Este intervalo se representa mediante las secciones en blanco de la leyenda y en la Tabla de aceites como el “Intervalo de funcionamiento ideal”.

Temperatura de funcionamiento del regulador

La temperatura del aceite recomendada para el funcionamiento continuo del regulador es de 60 °C a 93 °C (140 °F a 200 °F). Mida la temperatura del regulador o del accionador en la parte inferior exterior de la carcasa. La temperatura real del aceite será ligeramente superior, unos 6 grados Celsius más (10 grados Fahrenheit más). El intervalo de temperatura ambiente es de -29 a $+93$ °C (-20 a $+200$ °F).



WARNING

No se debe intentar hacer funcionar el regulador por debajo del punto de fluidez del aceite, porque el regulador puede volverse lento y dejar de responder. También se puede producir un atasco de las partes internas del regulador que provoque la pérdida de control del regulador con el consiguiente daño a los equipos o lesiones personales.

Cómo leer el diagrama de aceites

(Figura 2-1)

Las secciones con trama cruzada a la izquierda de la sección en blanco de la leyenda y en el Diagrama de aceites designan los límites inferiores de temperatura aceptables para el funcionamiento, solamente durante períodos limitados de tiempo.

Las secciones con trama designados como “Punto de fluidez” en la leyenda y en el Diagrama de aceites indican el intervalo de temperaturas donde el aceite se hace cada vez más espeso hasta alcanzar su punto de fluidez. El punto de fluidez aproximado se representa mediante el extremo de temperatura inferior de la sección con trama (extremo izquierdo).

Si el aceite es demasiado espeso, es posible que el regulador se vuelva lento y no responda adecuadamente. Se recomienda un aceite con un punto de fluidez de 8 a 11 grados Celsius (de 15 a 20 grados Fahrenheit) por debajo de la temperatura inicial mínima prevista.

CUALQUIER ACEITE ESPECIFICADO ES ÚNICAMENTE UNA SUGERENCIA. UTILIZAR ACEITE CON LA VISCOSIDAD CORRECTA QUE SE INDICA EN DIAGRAMA DE ACEITES.

EL LÍMITE SUPERIOR RECOMENDADO DE ACEITE DE PETRÓLEO ES 200 °F
EL LÍMITE SUPERIOR RECOMENDADO DE ACEITE SINTÉTICO ES 250 °F

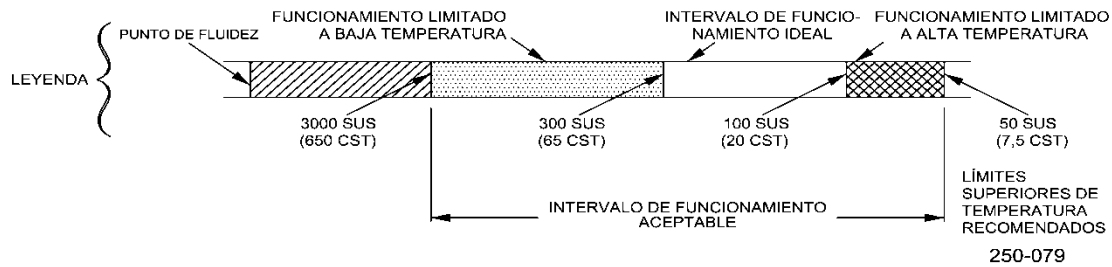
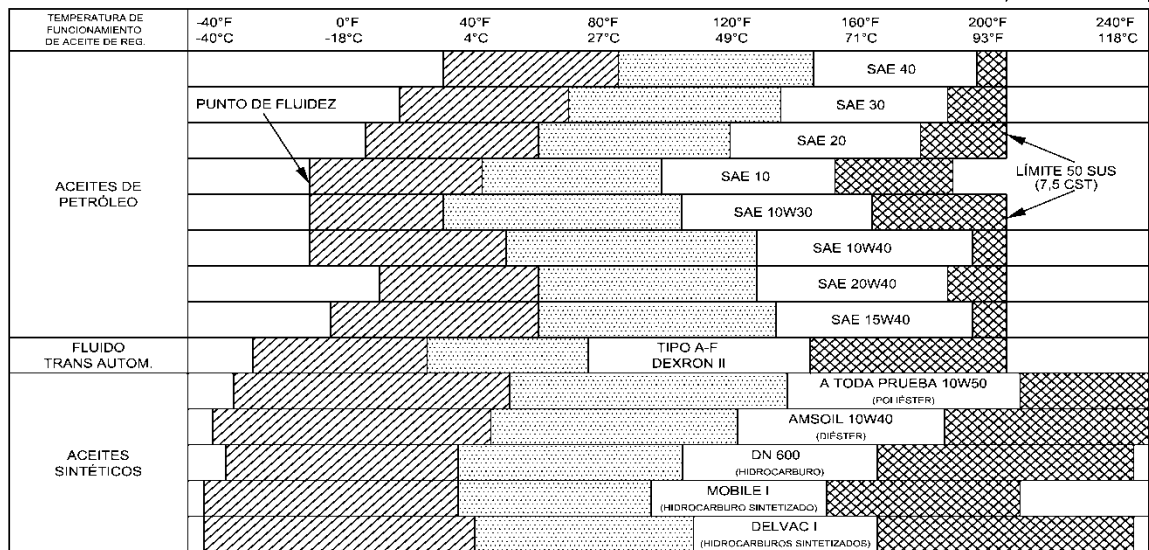


Figura 2-1. Diagrama de aceites

COMPARATIVA DE VISCOSIDAD				
CENTISTOKES (CST, CS, OR CTS)	SEGUNDOS DE VISCOSIDAD UNIVERSAL SAYBOLT (SUS) NOMINAL A 100 GRADOS F	MOTOR SAE (APROXIMADO)	ENGRANAJE SAE (APROXIMADO)	ISO
15	80	5W		15
22	106	5W		22
32	151	10W	75	32
46	214	10	75	46
68	310	20	80	68
100	463	30	80	100
150	696	40	85	150
220	1020	50	90	220
320	1483	60	115	320
460	2133	70	140	460

250-087

Figura 2-2. Comparativas de viscosidad

Las secciones con trama cruzada a la derecha de las secciones en blanco de la leyenda y en el Diagrama de aceites designan los límites superiores de temperatura aceptables para el funcionamiento, solamente durante períodos limitados de tiempo. El extremo derecho de estas secciones representa la temperatura aproximada de degradación del aceite.

El uso prolongado a temperaturas por encima de este punto, sin cambios de aceite frecuentes, puede provocar el fallo del regulador. Para evitar que el regulador funcione cerca del punto de degradación del aceite, cambie a un aceite más resistente a la temperatura, reduzca la temperatura de funcionamiento del regulador con un intercambiador de calor o haga ambas cosas.

Bajo temperaturas ambientales de funcionamiento extremas, tales como condiciones de funcionamiento árticas o tropicales, puede que sea necesario instalar un intercambiador de calor o un calentador de aceite. Póngase en contacto con Woodward para obtener información relativa a los requisitos específicos de su instalación.

Fluidos de transmisión automática

Los fluidos de transmisión automática, tales como FLUIDO AT TIPO F, FLUIDO AT TIPO A O DEXRON II, son adecuados para su uso en reguladores. El fluido de transmisión automática puede utilizarse a temperaturas inferiores a la mayoría de los aceites de petróleo y a temperaturas de hasta 149 °C (300 °F) durante cortos períodos de tiempo. Sin embargo, a temperaturas elevadas, es posible que se desarrollen fugas internas en el regulador. Cualquier fluido para transmisión aprobado por un fabricante de transmisiones debería ser adecuado para un regulador, siempre que se cumplan los requisitos de viscosidad.

Aceites sintéticos

La mayoría de los lubricantes sintéticos son excelentes para su uso en reguladores, siempre que satisfagan los requisitos de viscosidad. Los sintéticos proporcionan mejor lubricación que los aceites convencionales bajo las condiciones más exigentes, en particular a elevadas temperaturas o intervalos amplios de temperatura. En general, no se recomiendan como alternativa a los aceites minerales normales en aplicaciones estándar.

Las principales ventajas de la familia de aceites sintéticos frente a los aceites de petróleo normales en aplicaciones de regulador son un intervalo de temperaturas más amplio, una alta resistencia a la oxidación y una volatilidad muy baja. Las desventajas son el coste y una disponibilidad muy limitada en algunas zonas. Como ocurre con cualquier aceite, no es recomendable mezclarlos entre sí o con aceites de petróleo.

NOTICE

Es posible que algunos tipos de aceites sintéticos no sean compatibles con diafragmas, juntas y sellos. Se pueden producir daños graves en diafragmas, juntas y sellos que exijan sustituir piezas. Si tiene alguna duda, póngase en contacto con Woodward para obtener recomendaciones específicas.

Los lubricantes sintéticos se clasifican de acuerdo con su origen químico: por ejemplo las siliconas, los poliglicoles, los hidrocarburos sintéticos y los ésteres orgánicos.

Lubricantes de silicona

El nombre “siliconas” se ha aplicado ampliamente a diversos fluidos base diferentes, que están disponibles en una amplia variedad de viscosidades.

La principal ventaja sobre los aceites de petróleo viene de las formulaciones que proporcionan índices de viscosidad muy altos (habitualmente en el intervalo de 200 a 300), alta resistencia a la oxidación y volatilidad muy baja.

Los aditivos de polisulfuro han mejorado mucho la capacidad de transporte de carga y las propiedades antidesgaste de los lubricantes de silicona. Los aceites de silicona tienen poco efecto sobre la mayoría de las gomas, pero no ocurre así con otros aceites. Los sistemas lubricados previamente con otros aceites deben limpiarse y enjuagarse.

Los aceites de silicona se utilizan en sistemas hidráulicos de alta temperatura y alta presión, compresores de aire y cajas de cambios. El coste de estos aceites es competitivo con otros aceites sintéticos.

Lubricantes de poliglicol

Ejemplos de lubricantes de poliglicol son los glicoles, los poliéteres y los glicoles de polialquileno. Son los sintéticos menos caros.

Tienen excelentes características de viscosidad-temperatura, una baja volatilidad comparable a las de las siliconas y una buena calidad de lubricación. También son compatibles con otros lubricantes sintéticos y aceptan aditivos para mejorar sus propiedades.

Los poliglicoles no son compatibles con los aceites de petróleo y no son aceptables para su uso en reguladores, puesto que atacan a la pintura y a otros materiales no metálicos, aunque tienen poco efecto sobre la goma.

Hidrocarburos sintéticos

Los hidrocarburos sintéticos son aceites de alto rendimiento hechos a partir de materias primas derivadas del petróleo y no del refinado del petróleo.

Hay varios tipos de hidrocarburos sintéticos (SHC) disponibles. Los aceites SHC son compatibles con los aceites de petróleo y los sistemas para los que se diseñan los aceites de petróleo. Estos aceites no se deterioran rápidamente a altas temperaturas ni se solidifican fácilmente a bajas temperaturas. Los fluidos base SHC están libres de los compuestos aromáticos, el azufre y las ceras que están normalmente presentes en los aceites minerales convencionales.

Ésteres orgánicos

Los ésteres orgánicos se forman por la reacción de un alcohol con ciertos tipos de ácidos. Las dos categorías de ésteres que se usan con más frecuencia para los aceites sintéticos son los ésteres de ácidos dibásicos y los ésteres de poliol. Las características de los ésteres orgánicos son muy parecidas a las de los hidrocarburos sintéticos.

Observaciones

En aplicaciones donde el regulador o el accionador Woodward comparta el suministro de aceite con el motor, utilice el aceite recomendado por el fabricante del motor. Proteja los reguladores o accionadores utilizando el aceite del motor con un filtro adecuado. Consulte el manual del regulador correspondiente para ver los requisitos de tamaño de filtro.

Los reguladores con suministro de aceite autocontenido o que utilicen un sumidero de aceite autocontenido no necesitan aceites que contengan detergentes o dispersantes, puesto que no tienen los “puntos calientes” que se encuentran en los motores de combustión interna ni tienen los contaminantes resultantes de la combustión interna. Como resultado, un aceite cuidadosamente seleccionado para adaptarse a las condiciones de funcionamiento y que sea compatible con las juntas del regulador es adecuado para el funcionamiento del regulador.

Siempre que se cumplan todas las demás características necesarias, la mayoría de los aceites detergentes son satisfactorios para su uso en reguladores y accionadores. Debe seleccionarse un aceite que satisfaga los requisitos y esté disponible localmente.

Además de los aceites enumerados en el Diagrama de aceites, los aceites que cumplen la clasificación API (American Petroleum Institute) de servicio de motor en el grupo “S” o “C” (que empiezan por “SA” y “CA” en el estándar API actual) son adecuados para el servicio de regulador. También son adecuados los aceites que cumplen los requisitos de las siguientes especificaciones militares de EE. UU.

- MIL-L-2104A
- MIL-L-2104B
- MIL-L-2104C
- MIL-L-46152
- MIL-L-46152A
- MIL-L-46152B
- MIL-L-45199B

Capítulo 3.

Mantenimiento del aceite

Información general

El mantenimiento del aceite es esencial para el funcionamiento fiable del regulador a largo plazo. El aceite se debe cambiar periódicamente, pero hay otros factores importantes que considerar.

Una vez seleccionada una clase de aceite, continúe utilizando ese aceite. Añadir o cambiar aceite de una clase a otra sin limpiar a fondo el sistema hidráulico puede provocar problemas de funcionamiento tales como formación de espuma, obstrucción de los filtros y formación de sedimento. Es posible que algunos tipos de aceite no sean compatibles con diafragmas, juntas o sellos.

Si hay agua en un regulador, en cualquier cantidad, debe eliminarse inmediatamente y se debe cambiar el aceite. El agua, incluso en cantidades ínfimas, contribuye de manera significativa al fallo de los cojinetes y a la formación de óxido, que también contribuye a que se produzcan fallos.

Es necesario que el aceite esté limpio, tanto al llenar el regulador por primera vez como al añadir aceite suplementario. El aceite limpio no puede mantenerse limpio si el recipiente o el pico de vertido no están limpios. No se debe utilizar latas de aceite parcialmente usadas, a menos que se guarden tapadas en una zona limpia. Nunca se insistirá bastante en la limpieza y del aceite y del recipiente.

La mayoría de los reguladores con sumideros autocontenidos no tienen filtro ni pantallas, lo que hace que resulte fundamental no introducir contaminantes en el regulador a través del aceite. Asegúrese de proteger los reguladores utilizando el aceite del motor con un filtro adecuado. Consulte el manual del regulador correspondiente para ver los requisitos de tamaño de filtro.

Los efectos del aceite sobre los reguladores que utilizan aceite de motor vienen determinados por los cambios de filtro y el estado del aceite del motor. Si se siguen estrictamente las recomendaciones del fabricante del motor respecto al aceite, el servicio resultará satisfactorio.

Intervalos de cambio de aceite

Sumidero de aceite autocontenido

El “mejor momento” para cambiar el aceite es difícil de determinar. El mejor momento para cambiar el aceite, por supuesto, es inmediatamente antes de que se degrade, pero antes de que se haya producido ningún daño en la máquina.

La mejor manera de determinar este estado es mediante el análisis del aceite pero, dado que el coste de hacerlo así supera el coste de un litro o dos de aceite para regulador, no es una solución práctica para llevarla a cabo de manera habitual. Los análisis se pueden usar para configurar un programa de mantenimiento que debe mantenerse vigente mientras no cambien las condiciones originales. También se pueden utilizar como orientación la experiencia con otros equipos hidráulicos similares a los reguladores. Para determinar la frecuencia de los cambios de aceite, se debe tener en cuenta condiciones tales como la temperatura de funcionamiento, condiciones atmosféricas tales como el polvo, la humedad, etc. o cualquier cosa que cambie la composición del aceite o acorte su vida útil.

Cada vez que entre en el regulador un contaminante conocido, se debe vaciar el regulador, enjuagarlo y rellenarlo con aceite limpio lo antes posible.

Las partículas de polvo y agua en el aceite son las principales causas de fallos de los reguladores y accionadores. Se debe poner especial cuidado para mantener el polvo y la humedad lejos de los reguladores abiertos o almacenados, así como de las líneas de control abiertas.

Otra causa frecuente de fallo de los reguladores es la degradación del aceite o el agotamiento de los aditivos. La presencia de sedimento, barniz o suciedad en un filtro es una buena indicación de que se necesita un cambio de aceite. También es una indicación de que quizá se deba usar un aceite diferentes, especialmente si ha pasado poco tiempo desde el último cambio de aceite.

La acumulación de barniz indica que las temperaturas de funcionamiento del regulador superan la capacidad del aceite. Este problema se puede resolver habitualmente cambiando a un aceite con buenas características de temperatura o instalando un intercambiador de calor. Las bajas temperaturas de funcionamiento pueden provocar la formación de sedimento. El sedimento es una mezcla compleja de productos con orígenes tales como la combustión del combustible, el agua, el carbono y el aceite oxidado que se aglomera y deja de ser soluble en aceite.

La formación de sedimento puede controlarse elevando la temperatura de funcionamiento del regulador, aumentando la frecuencia de los cambios de aceite o cambiando a un tipo de aceite diferente. Los fluidos, tales como los fluidos de transmisión automática, pueden resultar más resistentes al sedimento que algunos aceites de motor.

Un aceite cuidadosamente seleccionado para adaptarse a las condiciones de funcionamiento y que sea compatible con las juntas del regulador debería proporcionar un largo período de servicio entre cambios de aceite. Para reguladores que funcionen en condiciones ideales (exposición mínima al polvo y el agua, dentro de los límites de temperatura del aceite), los cambios de aceite pueden espaciarse dos o más años. Si se dispone de él, un análisis de aceite programado periódicamente resulta útil para determinar la frecuencia de los cambios de aceite.

Reguladores de aceite de motor

Los intervalos de cambio de aceite dependen de las diversas condiciones de funcionamiento de los motores y del contenido en azufre del combustible diésel utilizado.

El fabricante del motor recomienda normalmente unos intervalos de cambio de aceite para el motor. No obstante, si se producen problemas en el regulador debido a la degradación o a la contaminación del aceite, se debe aumentar la frecuencia de los cambios de aceite para un lubricante específico.

A continuación se muestra una recomendación conservadora sobre el umbral de degradación a alta temperatura para diversos tipos de lubricante.

Familia de fluidos	La degradación empieza a	
	°C	°F
Petróleo natural	93	200
Poliglicoles	107	225
Diésteres	121	250
Hidrocarburos sintéticos	121	250
Ésteres de poliol	135	275
Metil siliconas	149	300
Fenil siliconas	204	400
Siliconas halogenadas	218	425
Éteres de polifenilo	246	475
Fluoroéteres	288	550

Cuándo cambiar el aceite del regulador

Se debe cambiar el aceite si:

- La apariencia es diferente de la del aceite nuevo.
- El aceite parece arenoso cuando se frota entre los dedos.
- El aceite huele diferente que cuando está nuevo. (NOTA: algunos aceites pueden oler a quemado y continuar siendo aceptables. Consulte con los representantes de las empresas de aceite). En caso de duda, cambie el aceite.
- El aceite se contamina con agua, anticongelante o cualquier otro material incompatible.
- La viscosidad cambia, tanto si aumenta como si se reduce.
- Se produce un desgaste excesivo de las piezas.
- El regulador ha estado funcionando a temperaturas superiores al límite recomendado para el tipo de aceite utilizado.
- Las temperaturas de funcionamiento del regulador han cambiado y han sacado la viscosidad del fluido del estado de ideal para el funcionamiento.

Aceite de regulador contaminado

Sustituya el aceite del regulador si está contaminado. Cámbielo, además, si sospecha que contribuye a la inestabilidad del regulador. Vacíe el aceite mientras esté aún caliente y agitado. Enjuague el regulador con un peso más ligero del mismo aceite o con un disolvente que tenga cierta calidad lubricante antes de rellenarlo con aceite nuevo.

NOTICE

Asegúrese de que el disolvente sea compatible con las juntas. Se pueden producir daños graves en diafragmas, juntas y sellos que exijan sustituir piezas. Si tiene alguna duda, póngase en contacto con Woodward para obtener recomendaciones específicas.

Si el tiempo de vaciado no es suficiente para que el disolvente se vacíe o se evapore por completo, enjuague el regulador con un peso más ligero del mismo aceite con el que se esté rellenando, para evitar la dilución y la posible contaminación del aceite nuevo. Para evitar la recontaminación, el aceite de repuesto debe estar libre de suciedad, polvo y cualquier otro material extraño. Utilice recipientes limpios para almacenar y transferir el aceite.

WARNING

Siga las instrucciones y las restricciones del fabricante respecto al uso de disolventes. Si no dispone de instrucciones, trátelos con cuidado. Utilice el disolvente de limpieza en una zona bien ventilada, alejada de llamas o chispas.

Si no sigue las instrucciones de seguridad anteriores pueden producirse incendios y grandes daños para los equipos, lesiones personales y fallecimientos.

Filtros de aceite

Los estudios industriales demuestran que la causa del 80 % de los problemas de los reguladores es el aceite sucio o contaminado. Aunque las partículas de suciedad siempre están presentes, una filtración con un buen mantenimiento las controla con eficacia.

El uso correcto de la filtración no solo se amortiza por sí mismo, sino que reduce el coste global de funcionamiento y mantenimiento. En comparación con el coste del tiempo de inactividad, una filtración correcta es una buena inversión.

Selección del elemento del filtrado

Es relativamente fácil realizar un filtrado insuficiente o excesivo, debido a la amplia gama de contaminantes y a la amplia gama de materiales de filtrado disponible para controlarlos.

Un material de filtrado demasiado tosco permite el paso de contaminación peligrosa. Un material de filtrado demasiado fino debe reemplazarse con demasiada frecuencia o, si no se cambia, provoca que los filtros funcionen en modo bypass y se pierda toda la protección.

Especificaciones de elementos de filtrado

Relación beta

La relación beta es una representación numérica de la eficacia de un filtro. Es el número de partículas de un tamaño dado que se encuentran corriente arriba de un filtro dividida por el número de partículas del mismo tamaño que se encuentran corriente abajo, tal como describe el método de prueba de varios pasos reconocido por ANSI, NFPA e ISO (ANSI/B93.31-1973).

$$\beta_x = \frac{N(\text{arriba})}{N(\text{abajo})}, \text{ donde } x = \text{tamaño de partícula (en } \mu\text{m)}$$

Por lo tanto, $\beta_{10} = 2$ significa que el filtro eliminará 1 partícula mayor de 10 μm por cada 2 partículas mayores de 10 μm que entren en el filtro.

En el ejemplo anterior, suponga que se cuentan 10 000 partículas mayores de 10 μm corriente arriba y 5000 partículas mayores de 10 μm corriente abajo. Entonces,

$$\beta_{10} = \frac{10\,000}{5000} = 2$$

En algunas publicaciones sobre filtros, puede que se muestre una calificación tal como la siguiente:

$$\beta_x = 2/20/75, x = 6/11/15$$

que significa: $\beta_6 = 2$, $\beta_{11} = 20$, $\beta_{15} = 75$.

Los tres primeros números (2/20/75) con las calificaciones beta con los tamaños de partícula de los tres números siguientes (6, 11 y 15 μm , respectivamente).

Eficacia

La eficacia de un filtro con un tamaño de partícula dado puede calcularse mediante la fórmula:

$$\text{Eficiencia} = (1 - 1/\beta) \times 100 \%$$

Por lo tanto, si $\beta_{10} = 2$

$$\text{Eficiencia a } 10 \mu\text{m} = (1 - 1/2) \times 100 \% = 50 \%$$

Esta es una tabla de eficiencia para partículas de tamaño "x":

$\beta_x =$	1,01 is	1 %	de eficiencia
$\beta_x =$	1,1 is	9 %	de eficiencia
$\beta_x =$	1,5 is	33 %	de eficiencia
$\beta_x =$	2,0 is	50 %	de eficiencia (nominal)*
$\beta_x =$	5,0 is	80 %	de eficiencia
$\beta_x =$	10,0 is	90 %	de eficiencia
$\beta_x =$	20,0 is	95 %	de eficiencia
$\beta_x =$	75,0 is	98.7 %	de eficiencia (absoluta)*
$\beta_x =$	1000,0 is	99.9 %	de eficiencia
$\beta_x =$	3000,0 is	99.97 %	de eficiencia

*—El sector del filtrado acepta una calificación nominal como una eficiencia del 50 % en la eliminación de un tamaño de partícula dado y una calificación absoluta como una eficiencia de al menos un 98,6 % en la eliminación de un tamaño de partícula dado.

Capacidad de filtrado

La capacidad de filtrado es la cantidad de contaminante (medido en gramos) que retendrá un elemento de filtro antes de alcanzar una presión diferencial especificada. En igualdad de condiciones, la capacidad indica la vida útil del elemento. Cuanto mayor sea la capacidad, más larga será la duración.

Compatibilidad del aceite

Los elementos de filtrado son compatibles con aceites de lubricación de base de petróleo. Cuando se utilizan fluidos sintéticos, es aconsejable consultar con un representante de la empresa de aceites la compatibilidad con elementos específicos.

Laqueado del aceite

Los reguladores hidromecánicos pueden verse afectados por un estado denominado como “laqueado” del aceite. Si no se evita, el laqueado puede producir diversos tipos de fallo, que pueden provocar que el regulador se atasque en la posición de combustible máximo o mínimo.

**WARNING**

El laqueado puede producir el fallo del regulador, que puede provocar sobrevelocidad en el motor. En una aplicación naval, un buque podría dejar de mantener el rumbo. Prevenir el laqueado y disponer de un sistema de regulación/seguridad de reserva es esencial para la seguridad.

El laqueado se define como el estado en el que el regulador se reviste internamente con un residuo del aceite (conocido a menudo como barniz o sedimento). Los depósitos forman una capa dura difícil y trabajosa de eliminar (el coste de limpiar un regulador laqueado puede ser de hasta el 40 % del precio de tal unidad nueva). El laqueado suele venir acompañado de un olor similar al del aceite quemado.

Los resultados pueden ir desde la adherencia de las válvulas piloto hasta el atasco de pasos y orificios.

La causa del laqueado suele ser la degradación del aceite, que puede ser provocada por:

- una temperatura del aceite demasiado alta;
- un intervalo demasiado largo entre cambios de aceite;
- la condensación del agua dentro del regulador durante los períodos de enfriamiento (el agua en el aceite puede provocar hidrólisis, que es una forma de fallo conocida del aceite).

La selección del aceite es importante, puesto que algunos aceites son menos proclives al laqueado que otros. Es responsabilidad del operador de planta o del armador y del proveedor de aceite establecer cuáles son los aceites y los intervalos de cambio correctos para cada aplicación. Tal selección debe tener en cuenta la temperatura de funcionamiento, el intervalo de cambio de aceite y otras condiciones de funcionamiento conocidas para el operador de planta o el armador. Una selección correcta permite obtener las economías de costes e intervalos de cambio adecuados evitando, además, el laqueado.

Cualquier regulador puede verse afectado, según el intervalo de cambio de aceite, la temperatura de funcionamiento y el tipo de aceite. Algunos tipos de reguladores tratan peor sus aceites que otros.

Dado que Woodward no puede conocer las condiciones de funcionamiento de cada aplicación, estas son algunas recomendaciones generales:

- **Temperatura del aceite:** Woodward recomienda que la temperatura del aceite para el funcionamiento continuo esté entre 60 °C y 93 °C (140 °F y 200 °F).
- **Intervalo de cambio de aceite:** dado que intervalo de cambio de aceite debe tenerse en cuenta en todos los estados de funcionamiento, el intervalo de cambio de aceite correcto deben establecerlo de manera conjunta el operador de planta o el armador y el proveedor de aceite.
- **Selección del aceite:** Woodward especifica dos factores esenciales que hay que considerar en la selección de un aceite para el funcionamiento correcto del regulador.
 - ▶ **Intervalo de viscosidad:** lo permitido es 7,5 cSt (50 SUS) a 650 cSt (3000 SUS); lo ideal es 20 cSt (100 SUS) a 65 cSt (300 SUS).
 - ▶ **Temperatura de funcionamiento:** para el funcionamiento continuo se recomienda una temperatura de aceite entre 60 °C y 93 °C (140 °F y 200 °F).

IMPORTANT

No evitar el laqueado del aceite dentro de un regulador se considera un mal uso, fuera del control de Woodward. Este mal uso no está cubierto por la garantía de Woodward.

! WARNING

Si un regulador se laquea, es imprescindible diagnosticar y corregir la situación lo antes posible. Un regulador laqueado no se debe utilizar, dado que las consecuencias pueden ser graves.

Considere detenidamente la elección del aceite del regulador con su proveedor de aceite. Cuando elija un intervalo de aceite, empiece con intervalos más cortos de lo esperado y, poco a poco, pruebe intervalos más largos. Supervise el estado del aceite, en especial la acumulación de depósitos, para asegurarse de que el aceite se mantenga dentro de las condiciones de funcionamiento definidas por el proveedor de aceite.

Nos gustaría recibir sus comentarios sobre el contenido de nuestras publicaciones.

Envíe sus comentarios a: icinfo@woodward.com

Haga referencia a la publicación **ES25071J**.



PO Box 1519, Fort Collins CO 80522-1519, EE. UU.
1000 East Drake Road, Fort Collins CO 80525, EE. UU.
Teléfono +1 (970) 482-5811 • Fax +1 (970) 498-3058

Correo electrónico y sitio web—www.woodward.com

Woodward tiene plantas propiedad de la compañía, subsidiarias y sucursales, así como distribuidores autorizados y otras instalaciones autorizadas de servicio y ventas en todo el mundo.

En nuestro sitio web hay información completa de direcciones, teléfonos, números de fax y direcciones de correo electrónico de todas las ubicaciones.