

¿Qué es el Barniz?

Formación de barniz

El barniz lubricante se define según la norma ASTM D02.C01 WK27308 como un depósito delgado, duro, lustroso e insoluble en aceite, compuesto principalmente por residuos orgánicos, y que se puede definir más fácilmente por intensidad del color. No se elimina fácilmente al pasar un paño limpio, seco, suave y sin pelusa, y es resistente a los disolventes saturados (hidrocarburos ligeros). Su color puede variar, pero suele aparecer en tonos grises, marrones o ámbar. El barniz comienza su vida como un producto de degradación soluble antes de convertirse en una forma particulada insoluble. El proceso responsable de la deposición del barniz en partículas es reversible.

Solvencia del lubricante

En condiciones normales de funcionamiento, los lubricantes para turbinas se someten a la oxidación, lo que produce moléculas polares, los precursores del barniz, a partir de las bases de aceite mineral del lubricante. Estas especies polares representan el punto de partida del ciclo de vida del barniz. Como resultado, los lubricantes en servicio son una compleja combinación de bases, aditivos y contaminantes.

La solvencia de un lubricante se define como su capacidad para disolver estos distintos componentes. Todo en el aceite tiene una solubilidad finita que se ve afectada por numerosas variables (polaridad molecular, niveles de contaminantes, temperatura, etc.). Cuando la solubilidad de una molécula es baja, el lubricante no puede disolver esos componentes, que se liberan del fluido para formar depósitos. Sin embargo, cuando la solubilidad de una molécula es alta, el lubricante tendrá una gran capacidad para disolverla, evitando la formación de depósitos de barniz.

Niveles de contaminantes

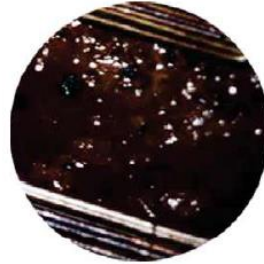
A medida que el aceite se degrada y se acumulan productos de oxidación, la solvencia del fluido disminuye en consecuencia. Más allá del punto de saturación, el fluido ya no puede disolver los precursores de barniz adicionales formados por la oxidación continua y el barniz comenzará a precipitar de la solución.

Temperatura

La temperatura del aceite afecta directamente a las solubilidades de todas las especies disueltas en él. A medida que la temperatura disminuye, también lo hace la solubilidad del barniz y sus precursores. Dado que los metales son más polares que la base del lubricante, los barnices polares precipitados prefieren adherirse al metal y formar depósitos potencialmente dañinos. Cuando el nivel de los precursores del barniz en un lubricante está en el punto de saturación del fluido (o cerca de él), es muy probable que se produzca el barnizado en las regiones más frías.

Tipos de barniz

Las imágenes que aparecen a continuación muestran cuatro formaciones diferentes de barniz, ya que pueden aparecer en diferentes tipos y ubicaciones a lo largo de un sistema de lubricación. Aunque esta lista no es exhaustiva, los tipos enumerados a continuación se encuentran entre los más comunes.



El barniz puede ser blando y pegajoso (lodo)



El barniz puede ser duro y quebradizo (Laca)



Barniz en el depósito techo (estalactitas)



Depósitos de barniz en suelo del depósito (plateado)

Pruebas de barniz

El barnizado puede causar costosos tiempos de inactividad de la turbina. Una solución fácil para combatirlo es determinar el potencial de formación de barniz del lubricante. Dos de las técnicas más adoptadas son el QSA® (análisis espectrofotométrico cuantitativo) y el MPC estandarizado (colorimetría de parche de membrana, ASTM 7843).

Ambos métodos pueden producir resultados que varían significativamente dependiendo del tiempo durante el cual la muestra de aceite fue "envejecida". De hecho, los periodos de envejecimiento de la muestra más largos producen valores de MPC más altos, lo que sugiere que la degradación de los lubricantes continúa en la botella de la muestra. Por esta razón, el método ASTM MPC sugiere que todas las muestras se incuben a temperatura ambiente durante 72 horas después de ser calentadas a 140°F (60°C) durante 24 horas. Este tiempo de envejecimiento bien definido y Este tiempo de envejecimiento bien definido y estandarizado ha proporcionado consistencia entre laboratorios y ha mejorado la repetibilidad de las pruebas. consistencia entre laboratorios y ha mejorado la repetibilidad de las pruebas.

El ciclo del barniz

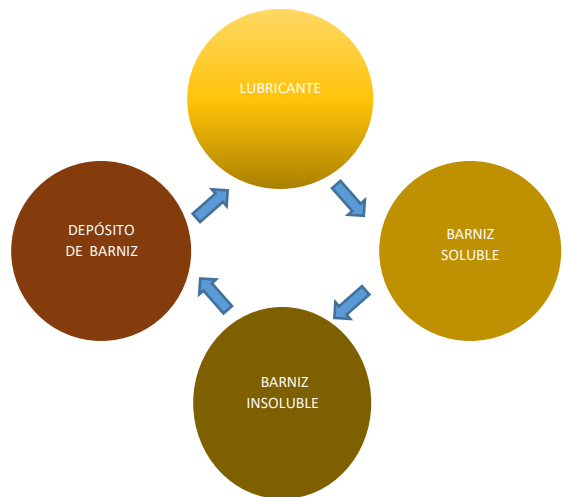
Todo comienza con la oxidación.

La oxidación es una reacción química inevitable entre el material base del lubricante y el oxígeno presente en el aire que lo rodea. La oxidación aumenta a medida que aumenta la temperatura de funcionamiento, pero los subproductos permanecen disueltos.

Cuando el aceite pasa de las regiones más calientes del sistema a otras más frías, la temperatura del fluido disminuye y estos precursores comienzan un cambio físico para precipitarse desde la solución en forma de partículas blandas.

Una vez formadas, las partículas de barniz se aglomeran y forman depósitos que recubren preferentemente las superficies metálicas dentro del depósito y en componentes como las válvulas. Estos depósitos suelen ser la causa de las desconexiones de las unidades y de los fallos de arranque.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, una vez que se forman los depósitos de barniz, pueden ser reabsorbidos por el fluido y descompuestos si aumenta la solvencia del lubricante. La siguiente tabla desglosa las etapas del proceso de formación de barniz junto con el color aproximado del fluido correspondiente a cada etapa. color del fluido correspondiente a cada etapa.



	La oxidación es la causa principal del problema. Crea radicales libres que dan lugar a ácidos, alcoholes, ésteres y lactonas. Los aditivos antioxidantes (AO) están diseñados para neutralizar los productos de la oxidación. A medida que se produce la oxidación, los aditivos de fenol y amina se agotan. Los productos de la oxidación se convierten en los bloques de construcción del barniz.
	La polimerización se produce cuando los subproductos de las reacciones de oxidación y de adición se combinan para crear moléculas de cadena más larga con mayor peso molecular. Estas moléculas tienen menor solubilidad y están polarizadas. La velocidad de polimerización molecular es una función de la temperatura (como catalizador) y de la concentración de subproductos de la oxidación (radicales libres).
	La solvencia describe la capacidad del fluido para mantener en solución (disueltas) las moléculas que producen el barniz. La solubilidad se ve directamente afectada por la temperatura. A medida que se generan más subproductos de oxidación, el fluido se acerca a su punto de saturación de solubilidad, más allá del cual no se pueden mantener más moléculas polimerizadas en solución.
	La precipitación se produce una vez superado el umbral de solubilidad (punto de saturación) o si se produce un descenso de la temperatura que reduce la solubilidad del fluido. Al generarse subproductos de oxidación adicionales (radicales libres), éstos se vuelven insolubles y se precipitan, quedando libres para formar depósitos de barniz.
	La aglomeración comienza cuando las partículas blandas submicrónicas insolubles (~0,08 micras) que han precipitado fuera de la solución se unen para formar partículas grandes (1,0 micras). Estas partículas blandas aglomeradas siguen siendo insolubles, permanecen polarizadas y mantienen un peso molecular superior al del propio fluido.
	El barniz se forma cuando los subproductos de la oxidación polarizada salen de la solución, se aglomeran y se acumulan en las superficies metálicas. Las superficies en las que suele formarse el barniz son las zonas frías, las de bajo flujo y las de poca holgura. ¿Por qué? Porque es allí donde la solubilidad disminuye, comienza la precipitación y la aglomeración continúa sin alteraciones. La formación de depósitos también se produce localmente en el depósito y en los componentes en los que los puntos calientes del fluido o las chispas dan lugar a la formación de barniz, como en las paredes del depósito y los elementos filtrantes.

Condición Típica del Fluido

Estrategias para combatir el barnizado

Existen dos tipos principales de sistemas de eliminación de barniz: los que se basan en la eliminación de las partículas en suspensión (insolubles) y los que se basan en la eliminación del barniz soluble y sus precursores.

Los paquetes antioxidantes, generalmente compuestos por fenoles y aminas, suelen añadirse al lubricante como estrategia de mitigación del barniz. Los antioxidantes limitan la tasa de degradación oxidativa y, por tanto, retrasan el barnizado. Pero estos paquetes de AO fallan en el sentido de que no pueden impedirlo indefinidamente. Aunque tanto los fenoles como las aminas tienen actividad antioxidante por sí solos, funcionan de forma más eficaz en conjunto. Aunque las identidades y cantidades específicas de los antioxidantes empleados varían con las diferentes formulaciones de lubricantes, el mecanismo por el que mejoran la vida útil del fluido sigue siendo el mismo. Los niveles de AO se agotan continuamente, lo que significa que el fluido debe ser reemplazado una vez que se hayan consumido todos los aditivos AO.

Eliminación de barnices insolubles

La aglomeración de cargas, la limpieza electrostática del aceite o la combinación de estas técnicas son formas avanzadas de eliminación de partículas. Estas técnicas eliminan las partículas finas que están suspendidas en el fluido, incluidas las partículas de barniz insoluble. Sin embargo, estas tecnologías sólo son útiles cuando se forman las partículas insolubles. El barniz soluble y los precursores del barniz soluble pueden volver a la turbina y convertirse en depósitos de barniz, como se ve en los componentes de la derecha.

La solvencia de un lubricante se define como su capacidad para disolver estos distintos componentes. Todo en el aceite tiene una solubilidad finita que se ve afectada por numerosas variables (polaridad molecular, niveles de contaminantes, temperatura, etc.). Cuando la solubilidad de una molécula es baja, el lubricante no puede disolver esos componentes, que se liberan del fluido para formar depósitos. Sin embargo, cuando la solubilidad de una molécula es alta, el lubricante tendrá una gran capacidad para disolverla, evitando la formación de depósitos de barniz.

Eliminación de barniz soluble

Los sistemas de eliminación de barniz soluble (SVR™) utilizan resinas especializadas de unión de carga iónica (ICB™) que contienen miles de millones de sitios polares capaces de adsorber barniz soluble y sus precursores. Esta adsorción se basa en una interacción molecular preferente entre las moléculas de barniz polar y los sitios polares presentes en la resina. Al igual que los subproductos insolubles prefieren las superficies metálicas a quedar suspendidos en el fluido, los subproductos solubles prefieren la resina ICB a permanecer disueltos en el fluido.

Las resinas de intercambio iónico convencionales funcionan intercambiando una sustancia química por otra. Las resinas ICB están diseñadas para adsorber todo el contaminante sin devolver ningún otro al fluido. Una ventaja clave del principio de adsorción ICB es que los productos de oxidación dañinos pueden eliminarse a cualquier temperatura de funcionamiento, lo que significa que los sistemas SVR pueden utilizarse de forma continua. La eliminación continua del barniz soluble y sus precursores garantiza que los productos de degradación no se acumulen en el lubricante, eliminando el riesgo de formación de barniz durante los ciclos normales de parada de la turbina. Además, la eliminación continua del barniz soluble produce un lubricante con una solvencia extremadamente alta.

Dado que los cambios físicos que dieron lugar a la formación de partículas y depósitos de barniz insoluble son reversibles, la alta solvencia del lubricante tratado con SVR obliga a que el barniz insoluble ya presente en las superficies de las turbinas vuelva a la forma de barniz soluble, donde puede ser adsorbido y eliminado. Con la eliminación de todos los subproductos de oxidación restantes, el ciclo de formación de barniz se detiene por completo.

Las partículas y los depósitos de barniz se crean a partir de cambios físicos reversibles que comienzan con productos de oxidación solubles y terminan con depósitos insolubles. Para que estos cambios sean reversibles, la química de los depósitos tiene que ser similar a la del lubricante que los originó. Normalmente, una vez que se ha aumentado la solvencia del fluido (eliminando el barniz soluble a la temperatura normal de funcionamiento), los depósitos simplemente se disuelven de nuevo en el fluido y se eliminan.

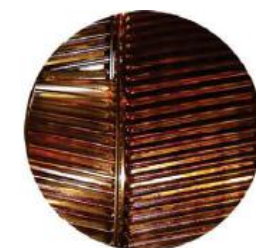
Depósitos de barniz en el elemento filtrante (GE Estructura 6B)



Las válvulas IGV y las válvulas de control de combustible suelen ser los primeros componentes problemáticos



Barniz en el engranaje de carga (Estructura 6)



Depósito de aceite lubricante recubierto (Depósitos de barniz)



Sección transversal del elemento filtrante (Depósitos de barniz de laca, Tubo de soporte)



Sistemas de eliminación de barniz y ácido

SVR

Sistemas de eliminación de barniz para aceite Soluble



Ideal para turbinas de gran tamaño en las que se utilizan aceites lubricantes de base mineral y sintéticos específicos. Evita las desconexiones de la unidad y los fallos de arranque cuando se utiliza un depósito común para los circuitos de lubricación y control hidráulico. La tecnología de medios ICB trata el aceite a nivel molecular, invirtiendo el proceso químico de formación de depósitos de barniz, mejorando el tiempo de respuesta de las servoválvulas, protegiendo los paquetes de aditivos antioxidantes del aceite lubricante, eliminando los ácidos para mejorar la estabilidad oxidativa y mejorando la demulsibilidad del aceite. El postfiltro de alta eficiencia elimina las partículas para ofrecer Códigos ISO bajos, a la vez que prolonga la vida útil de los filtros de lubricación de cojinetes principales, de descarga de bombas y de servopilotaje.

FSTO

Sistemas de eliminación de barniz de aceite de turbina



Una solución total para la eliminación y prevención de depósitos de barniz en aplicaciones de aceite lubricante de base mineral y sintética especificada para compresores y turbinas de pequeño tamaño sujetas a depósitos de barniz en rodamientos, intercambiadores de calor y válvulas de control. La tecnología de medios ICB trata el aceite lubricante a nivel molecular, invirtiendo el proceso químico de formación de depósitos de barniz, mejorando el tiempo de respuesta de las servoválvulas, protegiendo el paquete de aditivos antioxidantes del aceite lubricante, eliminando los ácidos para mejorar la estabilidad oxidativa y mejorando la demulsibilidad del aceite. El medio filtrante VTM post-elimina los subproductos de oxidación insolubles (en suspensión), el agua y la contaminación dura para conseguir unos Códigos ISO increíblemente bajos y un aceite lubricante limpio.

FSA

Sistemas de eliminación de barnices de éster de fosfato



Una solución dedicada para los fluidos a base de ésteres de fosfato en el control de turbinas, la hidráulica de las acerías y otras aplicaciones de alto calor. El medio ICB elimina los ácidos formados en el éster de fosfato (hidrólisis) y los metales disueltos que se filtran en el fluido desde las tecnologías de remediación de ácidos Fuller's earth, D-earth y Selexsorb, que provocan geles, depósitos y una mala liberación de aire en los FRF. ICB también restaura la resistividad del fluido y elimina los geles y depósitos en las válvulas de control para mejorar el tiempo de respuesta de las servoválvulas. Los medios del elemento filtrante mecánico VTM reducen los Códigos ISO y prolongan la descarga de la bomba, el servopiloto y la vida del elemento filtrante de última oportunidad. TMRN₂ gestiona el agua hasta 300 ppm y evita la contaminación por entrada de aire. Utilice el FSAPE para evitar la desconexión de la unidad, la costosa sustitución prematura del fluido, los lavados o las rutinas de purga y alimentación.

FSJL

Sistemas de eliminación de barniz Aeroderivados Jet Lube



Las turbinas aeroderivadas sufren fallos de geometría variable relacionados con la contaminación, depósitos en los cojinetes y sustitución prematura del fluido, todo lo cual puede ser causado por el barniz. La tecnología de medios ICB elimina los ácidos, los subproductos moleculares y los depósitos de barniz que se forman durante la degradación del fluido lubricante del chorro. TMRN₂ gestiona el agua hasta 300 ppm y evita la contaminación por entrada de aire. El medio filtrante mecánico VTM reduce los Códigos ISO y prolonga la descarga de la bomba, el servopiloto y la vida del elemento filtrante de última oportunidad. FSL es una solución total de gestión de fluidos para aplicaciones de lubricación de chorros de turbinas aeroderivadas.

ECR

Sistemas de eliminación de contaminación electrostática



La principal aplicación del ECR es la eliminación de partículas de carbono submicrónicas que se forman como resultado de la microdieselización en los sistemas EHC (control electrohidráulico) de las turbinas que utilizan fluidos basados en ésteres de fosfato. La presencia de partículas de carbono submicrónicas es evidente por un oscurecimiento general del fluido desde su color ámbar original o por el color negro de la mancha cuando se realiza el análisis del peso de la mancha. Los códigos de limpieza de fluidos ISO pueden mostrar un fluido muy limpio cuando hay presencia de carbono submicrónico, ya que está por debajo del umbral de recuento de partículas según la norma ISO 11171. El carbono submicrónico puede dar lugar a depósitos, a una baja resistividad y a unas pobres propiedades de liberación de aire. La ECR es la forma más eficaz de eliminar las partículas de carbono submicrónicas.

ICB

Elementos filtrantes de enlace con carga iónica



Los medios de enlace de carga iónica (ICB) se utilizan para tratar una serie de fluidos a nivel molecular, eliminando las moléculas contaminantes que se forman como subproducto de la oxidación y la degradación de los fluidos. Las moléculas pesadas que se eliminan son óxidos polares, ácidos y otros radicales libres que dan lugar a la formación de depósitos (barniz) y son perjudiciales para el rendimiento del fluido. El medio ICB está diseñado para eliminar selectivamente el contaminante sin eliminar los aditivos del fluido. El uso de ICB da como resultado unos fluidos que rinden más, duran más y ofrecen un funcionamiento sin problemas para los responsables de su mantenimiento. Aplicamos medios ICB específicos para fluidos que eliminan ácidos, metales disueltos y barnices, al tiempo que mejoran importantes características de los fluidos, como la solubilidad, la resistividad y la demulsibilidad.

VTM

Medios de eliminación de partículas, agua y subproductos de oxidación



La configuración de medios VTM es una combinación de tecnologías que elimina mecánicamente los subproductos de oxidación insolubles (en suspensión) que forman depósitos de barniz en los aceites hidráulicos AW aditivados y los lubricantes de engranajes EP. El VTM adsorbe el agua y algunas moléculas polares a la vez que elimina la contaminación por partículas a $\beta_{3[C]} > 4000$. Es ideal para aplicaciones hidráulicas y de lubricación de engranajes a altas temperaturas, como el moldeo por inyección de plástico, las turbinas eólicas o los molinos de carbón. El VTM está disponible en sistemas dedicados y portátiles fuera de línea FSW, FSL y FCL y se utiliza junto con los medios ICB en soluciones FSTO, FSA, FSJL y SVR.
