

¿Qué es el Barniz?

Formación de barniz

El barniz del 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 se someten a la oxidación, lo que produce moléculas polares (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. Los tipos descritos 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

La presencia de barniz puede provocar costosos períodos 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 estandarizado ha proporcionado consistencia entre laboratorios y ha mejorado la repetibilidad de las pruebas.

El ciclo del barniz

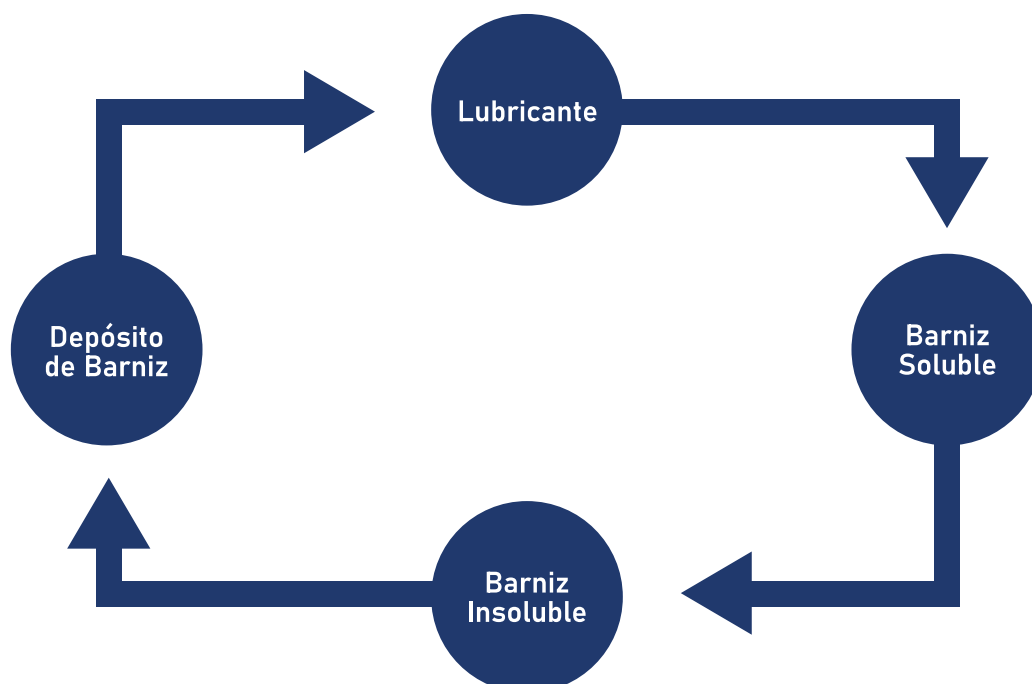
Todo comienza con la oxidación

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 en componentes como las válvulas. Estos depósitos suelen ser la causa de las desconexiones de las unidades y de los fallos de arranque en turbinas.

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 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 retener en solución las moléculas polimerizadas adicionales.

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 polarizados 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.

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

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 unidad. 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 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.

Sistemas de eliminación de barniz y acidez en lubricantes

SVR GT1 /XT1

El sistema líder de la industria para la eliminación de barnices y la Gestión de productos químicos lubricantes posee entre un 20% y un 50% más de capacidad que los modelos anteriores y recipientes a presión de acero inoxidable certificados.



SVR RO

SVR RO es un sistema de acondicionamiento de lubricantes de tipo diálisis montado sobre patines que ataca la causa subyacente del fallo del lubricante mediante la gestión completa de la química.

SVR JET

SVR JET es un sistema de acondicionamiento de lubricantes de estilo diálisis montado sobre ruedas, diseñado para eliminar barniz, precursores de coque y partículas.





SVR FRF

SVR FRF es una plataforma de diseño ingenieril FRF de diálisis acoplado al sistema de acondicionamiento, diseñado para proteger y gestionar fluido de éster de fosfato y fiabilidad de los activos.

SVR AW

SVR AW es un sistema de acondicionamiento de lubricantes de tipo diálisis sobre ruedas que funciona las 24 horas del día, los 7 días de la semana, eliminando tanto los precursores de barniz disueltos como las partículas de barniz.



SVR HYDRO

Sistema completo de filtración de tres etapas que ofrece una gestión integral de la química del lubricante. Todas las ventajas de un SVR más separación y eliminación de agua.

ECR 12000

Sistema de filtración modular de vanguardia diseñado para fluidos de éster de fosfato, utilizado principalmente en aplicaciones de control electrohidráulico (EHC).



ECR 10000

ECR 10000 es un sistema de filtración de circuito cerrado montado sobre patines, diseñado para fluidos de éster de fosfato, principalmente para aplicaciones de control electrohidráulico (EHC), equipado con cuatro tecnologías de filtración patentadas para cumplir con los estándares de fluidos definidos en ASTM D8323-24.

TRM N2

El sistema de cobertura de nitrógeno TMR N2 proporciona una capacidad ilimitada para eliminar el agua y evitar el ingreso de agua atmosférica. TMR N2 controla los factores que aceleran la oxidación, lo que reduce la velocidad de degradación del lubricante, disminuye los requisitos de mantenimiento y prolonga la vida útil del fluido.

