

HY-PRO

SVR ahorra tiempo de inactividad innecesario a la central eléctrica de carbón

El aceite oscurecido o descolorido está lleno de contaminantes que pueden desgastar o reducir la vida útil del equipo. Una central eléctrica de carbón experimentó este problema y, cuando se enfrentó a un tiempo de inactividad no programado debido al estado del aceite, recurrió a Hy-Pro en busca de ayuda. Las soluciones de Hy-Pro le ahorraron a la planta \$160,000 al reacondicionar el aceite en lugar de desecharlo.



El problema

Una central eléctrica de carbón en Filipinas tiene una parada programada. Tras la parada, se descubre que el aceite lubricante de la turbina, Shell Turbo 32, del sistema se ha oscurecido repentinamente. Tras realizar pruebas de MPC y códigos ISO, se determina que el estado actual del aceite es inutilizable, con valores de MPC tan altos como 250 y códigos ISO de 20/17/10.

La planta está en contacto inmediatamente con un proveedor de aceite para comprar y agilizar la sustitución del fluido, pero el proveedor no puede satisfacer la petición de 60.000 litros, por un valor de \$200.000, en el tiempo previsto de parada. La planta, ante el temor de que se produzca un tiempo de inactividad imprevisto que impida reiniciar el sistema en el tiempo previsto, se pone en contacto con un distribuidor que trabaja actualmente con productos Hy-Pro dentro de la planta, y le pone al corriente de la situación.



La solución

El distribuidor que trabaja con el representante de Hy-Pro, Peter Creet, elaboró un plan de acción sobre cómo rectificar la situación. El plan: reacondicionar el aceite mediante la instalación y el funcionamiento continuo de dos máquinas de eliminación de barniz soluble Hy-Pro (SVR) 1200 con tecnología ICB, así como un régimen de muestreo y pruebas en profundidad. Junto con las máquinas se incluyeron dos juegos adicionales de filtros ICB listos para intercambiar con filtros usados según sea necesario, lo que garantiza que la planta no tenga que esperar nada para continuar con las operaciones diarias



Los Resultados

Después de la instalación y dentro del tiempo de parada programado, los productos Hy-Pro redujeron los valores de MPC y de código ISO a un nivel aceptable para reanudar el funcionamiento, al tiempo que continuaron el proceso de reacondicionamiento durante otros cinco meses. Después de seis meses de filtración continua, la planta fue capaz de reacondicionar el aceite anteriormente inutilizable hasta un nivel de limpieza anterior; los valores de MPC bajaron de 250 a 6,54; ISO

mejoraron de 20/17/10 a 13/12/11 y el cliente no podía estar más contento. En general, el cliente estaba dispuesto a gastar \$200.000 en aceite nuevo para solucionar su problema. Con los productos Hy-Pro, el cliente gastó menos de \$40.000, ahorrando más de \$160.000, y produciendo códigos ISO mucho más bajos que el aceite nuevo.

hyprofiltration.com/SVR



Los Ahorros

Cientes
Precio previsto = **\$ 200.000**
 para Aceite Nuevo

Cientes
Gasto Real = **Menos de \$ 40.000**
 con Ayuda de Hy-Pro

Cientes
AHORRO TOTAL + **\$ 160,000**
 con Ayuda de Hy-Pro

Cientes
Valores MPC
MEJORADO
 con Ayuda de Hy-Pro

250 → **6.54**

Cientes
CÓDIGO ISO
MEJORADO
 con Ayuda de Hy-Pro

20/17/10 → **13/12/11**



¿Qué es el barniz?

Formación de barniz

El barniz de lubricante se define, según la norma ASTM D02.C01 WK27308, como un depósito fino, duro, lustroso e insoluble en aceite, compuesto principalmente por residuos orgánicos, y que se define más fácilmente por la 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 están sometidos a la oxidación, que produce moléculas polares, los precursores del barniz, a partir de las bases de aceite mineral lubricante. Estas especies polares representan el punto de partida del ciclo de vida del barniz. En consecuencia, 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 precipitarse 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 (o cerca de) el punto de saturación del fluido, es muy probable que se produzca un barnizado en las regiones más frías.

Tipos de barniz

Las imágenes siguientes muestran cuatro formaciones diferentes de barniz, ya que pueden aparecer en diferentes tipos y ubicaciones en 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)





¿Qué es el barniz?

Pruebas de barniz

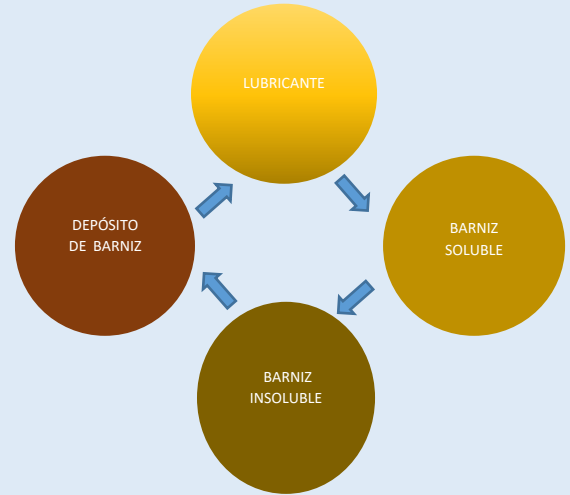
El barniz puede causar costosos tiempos de inactividad de la turbina. Una solución fácil para combatirlo es determinar el potencial de formación de barniz del lubricante. Dos de las técnicas más adoptadas son el QSA® (análisis espectrofotométrico cuantitativo) y el MPC estandarizado (colorimetría de 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 períodos 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 MPC de la ASTM sugiere que todas las muestras se incuben a temperatura ambiente durante 72 horas después de haber sido 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 repetitividad 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.



La oxidación es la causa principal del problema. Crea radicales libres que dan lugar a ácidos, alcoholes, ésteres y lactonas. Los aditivos antioxidantes (A0) 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 la oxidación, el fluido se acerca a su punto de saturación de solubilidad, más allá del cual no se pueden mantener en solución más moléculas polimerizadas.



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 y quedan libres para formar depósitos de barniz.



La aglomeración comienza como partículas blandas submicrónicas insolubles (~0,08 micras) que se han precipitado fuera de la solución y se unen para formar partículas grandes (1,0 micras). Estas partículas blandas aglomeradas siguen siendo insolubles, permanecen polarizadas y mantienen un mayor peso molecular que el 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





Estrategia para combatir el barniz

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 con mayor eficacia 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 barniz insoluble

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, incluyendo partículas insolubles de barniz. Sin embargo, estas tecnologías sólo son útiles una vez que las partículas insolubles. El barniz soluble y los precursores del barniz soluble son capaces de volver a la turbina y convertirse en depósitos de barniz como se ve en los componentes de la derecha.

Eliminación de barniz soluble

Los sistemas de eliminación de barnices solubles (SVRTM) utilizan resinas especializadas de enlace de carga iónica (ICBTM) que contienen miles de millones de sitios polares capaces de adsorber barnices solubles y sus precursores. Esta adsorción se basa en una interacción molecular preferente entre las moléculas polares del barniz y los sitios polares presentes en la resina. Al igual que los subproductos insolubles prefieren las superficies metálicas a estar 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 nocivos 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 los barnices insolubles ya presentes en las superficies de las turbinas a volver a la forma de barniz soluble, donde pueden ser adsorbidos y eliminados. 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.

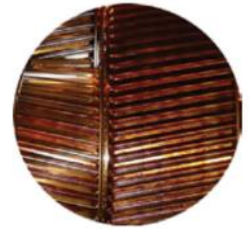
Depósitos de barniz en el elemento filtrante (GE Estructura 6B)



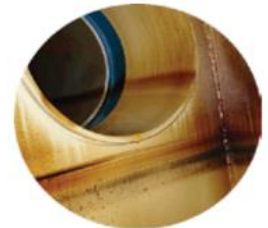
Las válvulas IGV y las válvulas de control de combustible suelen ser los primeros componentes problemáticos



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)

