

Lubricación basada en condiciones con instrumentos de detección de ultrasonido.



Tradicionalmente, la programación de lubricación ha sido “basada en el tiempo”. Los proveedores de equipos regularmente recomiendan que la programación de la lubricación se realice de acuerdo a las horas de operación. Adicionalmente, frecuentemente proveen instrucciones sobre la cantidad de lubricación que se tiene que aplicar durante estos procedimientos de mantenimiento programado.

El problema es que no todos los rodamientos tienen que ser lubricados cuando se programan para esta lubricación. En algunas ocasiones si necesitan ser lubricados, pero probablemente no necesitan que se agregue tanto lubricante como se establece en las órdenes de trabajo programado. El nivel de lubricación debe de ser fino y agregar más de lo adecuado resultara en un rodamiento sobre-lubricado.

El concepto de establecer los intervalos de lubricación está basado en una simple premisa: mantener el rodamiento trabajando de manera óptima previniendo que operen secos y causen un daño catastrófico. Este es un concepto “preventivo” muy sólido. Sin embargo existe un balance que debe cumplirse entre prevenir la falta de lubricación y el extremo de la “sobre-lubricación”. De hecho, una de las mayores causas de fallo en rodamientos es la “sobre-lubricación”, aún más común que las fallas causadas por la falta de lubricante.

Para alcanzar esta meta de optimizar los equipos, es mejor saber cuándo hay que lubricar y cuando dejar de lubricar un rodamiento. Esto puede lograrse mediante una estrategia de lubricación basada en condiciones. De manera más sencilla, la condición del rodamiento determina cuando hay que lubricar. Si el rodamiento está trabajando correctamente y no demuestra ningún cambio que nos pudiera decir que necesita lubricación, el rodamiento deberá quedarse de la misma manera. Si las condiciones cambian y el rodamiento demuestra una disminución en la cantidad de lubricante, entonces debemos de lubricar. Monitorear el lubricante mientras se aplica determina que tanto lubricante hay que agregar y cuando detener su aplicación.

La tecnología de ultrasonido es ideal para los métodos de lubricación basados en condiciones. Con un equipo de inspección ultrasónica se puede establecer un programa que informara a los inspectores que rodamientos necesitan lubricación y ayudar a los técnicos de lubricación a saber exactamente cuanta lubricación hay que aplicar.

Para entender como estos instrumentos trabajan efectivamente en ambientes ruidosos de una planta típica, debemos de entender la tecnología de ultrasonido, preguntarnos ¿cómo ultrasonido es producido por los rodamientos? y ¿cómo el equipo de monitoreo de ultrasonido puede ayudar a mantener los niveles de lubricación adecuados en los rodamientos?

La tecnología es basada es el sentido del oído, pero no del oído humano, del oído ultrasónico, capaz de captar sonidos de alta frecuencia. Se considera que ultrasonido empieza a 20,000 ciclos por segundo (20 kHz). Este rango de alta frecuencia no es un rango que el oído humano sea capaz de escuchar. Muchos de los instrumentos ultrasónicos empleados para monitorear equipos captaran desde 20 kHz hasta los 100 kHz; sin embargo el 99% de las veces, los problemas estarán en el rango de los 20 a los 40 kHz. El rango de la audición humana cubre frecuencias desde 20 ciclos por segundo hasta 20 KHz aproximadamente, en promedio el humano escucha hasta 16.5 kHz.

Estas comparaciones de frecuencias son importantes porque hay diferencias en como viajan las ondas de baja frecuencia con respecto a las de alta frecuencia. Lo que nos ayudara a entender porque el ultrasonido puede ser instituido efectivamente en un monitoreo de condiciones de rodamientos y en los programas de lubricación.

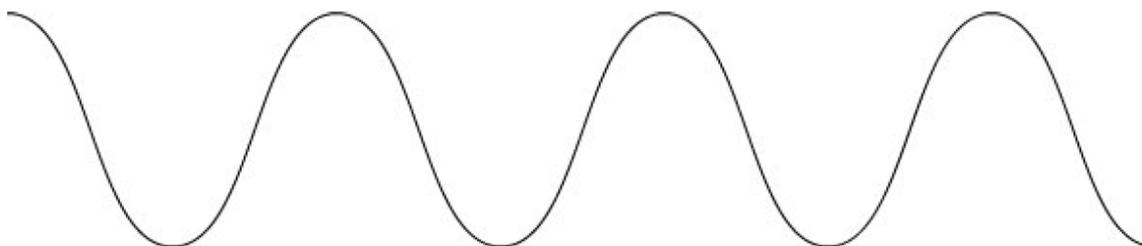
Diferencias en tamaño

Hay diferencias substanciales en el tamaño de la señal de baja frecuencia, o sonidos audibles al oído humano, con respecto al tamaño de las ondas de alta frecuencia o ultrasonido. El tamaño de una onda de sonido de baja frecuencia estará en el rango de los $\frac{3}{4}$ " (1.9 cm) hasta los 56' (17 m). Las ondas de ultrasonido están en un rango de $\frac{1}{8}$ " (0.3 cm) hasta un máximo de $\frac{5}{8}$ " (1.6 cm). Estas diferencias físicas en la longitud de onda nos ayudan a entender porque el ultrasonido tiene una ventaja en cuanto al monitoreo de condiciones. Los sonidos de baja frecuencia, al ser tan grandes, tienden a mantener una alta intensidad del volumen de sonido a más grandes distancias que los sonidos de alta frecuencia. Los sonidos de alta frecuencia, al tener magnitudes más pequeñas, no viajaran tan lejos. Como consecuencia, la amplitud disminuirá rápidamente mientras las ondas de sonido de alta frecuencia se vayan alejando de la fuente de sonido.

Las ondas de sonido de baja frecuencia tienden a viajar largas distancias y trabajar en ambientes donde existen sonidos de baja frecuencia complica demasiado la identificación de la fuente de sonido. Adicionalmente estas grandes señales pueden producir efectos de diafonía confusos en las cuales un sonido puede viajar de una parte a otra de la maquina a otro, produciendo resultados confusos e inexactos de las pruebas.



La longitud de onda de los sonidos ultrasónicos están en el rango $\frac{1}{8}$ " (0.3 cm) hasta $\frac{5}{8}$ " (1.6 cm).



La longitud de onda de los sonidos de baja frecuencia están en el rango de $\frac{3}{4}$ " (1.9 cm) hasta 56' (17 m).

A los instrumentos basados en la tecnología de ultrasonido transmitido en el aire y estructuras se les conoce como traductores de ultrasonido. Estos reciben los sonidos de alta frecuencia y los traducen electrónicamente a la baja frecuencia audible a través de un proceso denominado heterodinación. El método de heterodinación trabaja de una manera similar al radio AM. Ya que no podemos escuchar las ondas de radio, este método nos ayuda a identificar de manera sencilla diferentes voces e instrumentos musicales cuando escuchamos la radio. De manera similar el proceso de heterodinación provee de una traducción exacta del ultrasonido producido por un equipo en operación y permite a los usuarios poder identificar los sonidos de cada componente. La mayoría de los traductores de ultrasonido proveen retroalimentación de dos maneras: a través de los audífonos y por medio de medidor donde se puede ver la amplitud de estos sonidos ya sea como intensidad o como decibeles.

Procedimientos de lubricación

Es imperativo considerar dos elementos de falla potencial: la falta y el exceso de lubricación.

Las cargas normales de un rodamiento causan una deformación elástica de los elementos en el área de contacto provocando una distribución elíptica suave. Pero las superficies no son perfectamente lisas. Por esta razón, la distribución del estrés actual en el área de contacto se verá afectada por la rugosidad aleatoria de la superficie. En presencia de una película de lubricante en la superficie de un rodamiento, hay un efecto de amortiguamiento y distribución del estrés, y la energía acústica producida será baja. Si el lubricante fuera reducido a un punto en donde la distribución del estrés ya no estuviera presente, las rugosidades normales de la superficie de este balero harían contacto con las superficies de las caras e incrementaría la energía acústica. Estas deformidades microscópicas normales empezaran a producir desgaste el cual llevara a la posibilidad de que se desarrollen pequeñas fisuras que contribuirán a la condición de "pre-fallo". Así también, aparte del desgaste normal, la fatiga o la vida de servicio del rodamiento están influenciadas enormemente por el espesor relativo de la película de lubricante adecuado aplicado en el rodamiento.

Evitando la "sobre-lubricación"

Cuando se agrega demasiado lubricante en un rodamiento, se incrementa la presión y puede llevar a un incremento de temperatura, el cual puede causar estrés y deformación de los rodamientos. Incluso puede romper el sello del rodamiento dejando que el lubricante se derrame en áreas no deseadas, y permitiéndole a los contaminantes entrar en la carrera del rodamiento. Todo esto puede llevarnos a la falla del rodamiento.

La cantidad apropiada de lubricante en el rodamiento es muy importante. Si el rodamiento se sobre-lubrica este puede ser presionado excesivamente por el exceso de lubricante causando desgastes adicionales en el rodamiento. Por otro lado, si no hay suficiente lubricante el rodamiento este rozará con la superficie sólida, y nuevamente acusando fricción y desgaste en el rodamiento. Cualquiera de los dos casos es perjudicial para la vida de los rodamientos. Utilizar el ultrasonido transmitido en el aire y las estructuras elimina el dilema de la lubricación.

Monitoreo de ultrasonido

Los instrumentos ultrasónicos detectan cambios relacionados con fricción. Un rodamiento correctamente lubricado tendrá muy poca fricción. El lubricante iguala cualquier estrés en el rodamiento mientras rueda en sus carreras, reduciendo el potencial de tener fricción destructiva. Mientras el rodamiento gira, produce un sonido de "ráfaga" reconocible, similar al del sonido de una fuga de aire en un neumático. A este sonido se le conoce como "ruido blanco". Tanto en los sonidos de baja y alta frecuencia. Las ondas de alta frecuencia generadas por este ruido blanco son más localizables que las de baja frecuencia. Utilizando un instrumento de ultrasonido, estas señales pueden ser detectadas con poca o ninguna interferencia de otros sonidos mecánicos generados por otros componentes, como flechas u otros rodamientos cercanos.

Mientras el nivel de lubricación en un rodamiento disminuye o se deteriora, el potencial de fricción se incrementa. Habrá un incremento correspondiente en el nivel de la amplitud del ultrasonido que pueden ser notados y escuchados. El método para determinar cuándo lubricar y cuando dejar de hacerlo con un instrumento de ultrasonido es tan simple como: determinar una línea base, establecer la programación de las inspecciones y monitorear mientras se lubrica.

- **Determinando una Línea Base**

Una línea base para un rodamiento refleja en decibeles el nivel al que está operando bajo condiciones normales sin defectos observables y una lubricación adecuada. Existen tres métodos para establecer la línea base:

1. **Comparación:** cuando hay más de un rodamiento del mismo tipo, con la misma carga y los mismos RPM, es posible comparar uno contra otro. Cada rodamiento será inspeccionado en el mismo punto y ángulo. Se comparan los niveles en decibeles y la calidad de sonido. Si no hay diferencias substanciales (menos de 8 dB) se establece un nivel de dB como línea base para cada rodamiento. Esto se lleva a cabo usualmente con un instrumento de ultrasonido portátil.

2. Establecer mientras se lubrica. Mientras aplica la lubricación, escuche hasta que el sonido caiga a su nivel más bajo y después empiece a subir. A ese punto no se debe de agregar más lubricante y el valor de dB se usa como línea base.
3. Histórico. Se obtienen los niveles de dB en una inspección inicial. Treinta días después de vuelven a tomar los niveles de dB y se comparan. Si hay poco (menos de 8 dB) o ningún cambio, se establece como línea base y se utilizan esos valores para futuras tendencias. Las líneas base regularmente se establecen con un instrumento de ultrasonido portátil.



Las líneas base se establecen normalmente con un instrumento de ultrasonido portable

- Establecimiento de la programación de inspecciones

La criticidad de los equipos está relacionada con la producción, con el impacto ambiental o con las consecuencias operativas de su falla potencial, estos factores son primordiales para saber qué equipo inspeccionar y que tan seguido. Después de que se haya llevado a cabo la inspección de establecimiento de líneas bases, en la mayoría de los casos se recomienda llevar una inspección mensual. Para rodamientos que tienen niveles altos y que han sido subsecuentemente lubricados podría ser necesario inspeccionarlos más constantemente para notar cualesquier cambio. Si un rodamiento está en la etapa de fallo, el lubricante temporalmente enmascarará la falla. Sin embargo la falla rápidamente causara un incremento en el nivel de dB. En ciertas instancias esto ocurrirá en minutos, en otras, incluso días.

- Monitoreo mientras se lubrica

Si un rodamiento excede los 8 dB sobre la línea base se puede llegar a la conclusión de que necesita lubricación. Una vez que se haya identificado el rodamiento que necesita lubricación,

para prevenir la “sobre-lubricación”, el técnico debería de saber cuándo dejar de aplicar el lubricante. Esto se puede realizar de 2 maneras:

1. El técnico de lubricación monitorea el rodamiento con un instrumento de ultrasonido mientras se aplica el lubricante. ¡Tenga cuidado! Algunos lubricantes necesitan tiempo para cubrir uniformemente la superficie de rodamiento. Lubrique poco a poco hasta que el nivel de dB baje hasta su nivel de línea base.
2. Si no es posible utilizar un nivel de dB como guía, el lubricante será aplicado hasta que el sonido caiga y empieza a subir. En ese momento exacto el técnico debe de dejar de aplicar lubricante.



Se debe lubricar hasta que el nivel de dB baje a su línea base.

Si las lecturas no regresan a sus niveles originales y se mantienen altas, considere a ese rodamiento como que está en camino al modo de falla y revíselo constantemente.



- Accesibilidad

Habrà muchas situaciones en donde será difícil tener acceso a algunos rodamientos. Por ejemplo, hay maquinas complejas en donde los rodamientos están en un área donde solamente un tubo de lubricación se extiende por fuera de la cubierta de la máquina. Si el tubo de lubricación es de un metal conductivo como el cobre, el rodamiento todavía puede ser inspeccionado y establecer un nivel de acción de la lubricación. Si la adecuación es de un material que no conduce

el sonido como el plástico, se puede instalar al rodamiento una guía de ondas independiente de un metal conductivo para poder monitorearlo. La guía de ondas puede ser aislada del ruido estructural de la maquina con un material aislante de plástico.

Si no es posible colocar una guía de onda, aún hay una alternativa posible. Montar un transductor permanente en el alojamiento del rodamiento con un cable hacia el exterior. El cable puede tener un conector especializado BNC en el que se puede conectar el instrumento de ultrasonido.

Sistemas de auto-lubricación

Existen muchos debates acerca del uso de equipos de lubricación automático. En algunas instancias un instrumento de ultrasonido permanente puede utilizarse para encender o apagar un engrasador automático en vez de tenerlo operando a un flujo constante. Cuando el nivel de sonido supera los 8 dB, el rodamiento será lubricado automáticamente. Si no sucede esa condición el lubricante no será liberado. Este método puede asegurar una lubricación adecuada ya que no existe ningún otro método que de manera tan eficiente detecte cambios en fricción y lubricación.

Conclusión

La tecnología de ultrasonido es ideal para llevar a cabo programas de lubricación basados en condiciones. La naturaleza de ondas cortas reduce la interferencia de sonidos competidores y permiten al inspector monitorear efectivamente la condición del rodamiento. Al establecer el nivel de alarma a 8 dB por encima de la línea base, los inspectores sabrán cuando lubricar y cuando no hacerlo. La sobre lubricación se puede evitar al aplicar solamente la cantidad de lubricante necesaria para llegar a la línea base o notar una disminución en la intensidad de sonido cuando no hay un nivel de dB disponible.