Prácticas SKF para Celulosa y Papel
Segmento Global Celulosa y Papel SKF | N.º 16 | Diciembre 2015

Corrosión por contacto en la superficie externa del aro exterior de un rodamiento como consecuencia de un camino de rodadura dañado

"¿Cuál es el ajuste correcto para este rodamiento?"

Esta es una consulta muy común que reciben los ingenieros de aplicaciones de SKF. La respuesta casi nunca es simple, pero es importante entenderla bien.

Desde el punto de vista del rodamiento, las aplicaciones de la industria papelera pueden estar sometidas a condiciones de funcionamiento exigentes, como los amplios gradientes de temperatura, cargas pesadas, ejes huecos, aros exteriores giratorios, etc. En estos casos, debe prestarse mucha atención a las tolerancias dimensionales y geométricas de los componentes adyacentes, principalmente para evitar las costosas paradas no planificadas.

Durante décadas, SKF ha reconocido la influencia que tiene la geometría del eje y del soporte en el rendimiento de los rodamientos. Por medio de una intensa investigación, cálculos analíticos, software personalizado y una constante interacción con los fabricantes de equipos originales y los usuarios finales, hemos recopilado información más que suficiente para ayudarlo a resolver cualquier problema referido a este aspecto particular.

En esta edición de Prácticas SKF para Celulosa y Papel, vamos a repasar algunos fenómenos que se presentan en los asientos de los rodamientos como consecuencia de las tolerancias y los ajustes incorrectos. El desgaste, la corrosión por contacto y el deslizamiento aparecen, con demasiada frecuencia según mi experiencia con la industria papelera y los análisis de causa raíz de fallas, y a veces se consideran inevitables. No solo acortan definitivamente la vida útil del rodamiento; también pueden provocarles fallas catastróficas.

Espero que este documento lo ayude a saber más acerca de los rodamientos, para que pueda mejorar los procedimientos y aplicaciones y, finalmente, aumentar la confiabilidad de su maquinaria giratoria. Si tiene alguna pregunta, ¡no dude en ponerse en contacto con SKF!

Atentamente,
Franco Gagliano
Ingeniero de aplicaciones
SKF Argentina S.A.

Corrosión por contacto y desgaste en el asiento del rodamiento como consecuencia del deslizamiento o micromovimiento del aro

En mi carrera, pude ver muchos asientos de rodamientos dañados. Algunas veces, solo el agujero o el diámetro exterior del rodamiento presentan corrosión por contacto y/o desgaste, pero casi siempre el rodamiento está dañado internamente. Aunque esto puede explicarse, en parte, porque los clientes solo se comunican con SKF cuando tienen un problema serio, mi experiencia es que los daños menores del asiento son comunes, incluso cuando los rodamientos están en buenas condiciones. Esto puede afectar la vida útil del rodamiento de manera más importante de lo que mucha gente piensa. El movimiento del aro exterior del rodamiento del lado libre sobre su asiento puede verse obstaculizado, lo que provoca un aumento de la carga axial, por ejemplo.

Mientras realizaba análisis de causa raíz de fallas en fábricas, he visto muchos rodamientos en malas condiciones, que habían girado sobre el eje o en el soporte. Esto puede dar lugar a un gran desgaste y a altos costos de reparación o sustitución de ejes o soportes. Por lo general, se echa la culpa al rodamiento, pero en realidad, no es la causa.

El deslizamiento del aro del rodamiento en el asiento o la importante corrosión por contacto pueden ser la causa raíz del daño del rodamiento, aunque también puede ser un daño secundario. Aunque no puedo decir qué proporción le corresponde a cada uno, puedo mostrarle muchos casos en los que la causa raíz del problema era el ajuste.

En esta edición de Prácticas SKF para Celulosa y Papel, explicaré la razón por la que un aro de rodamiento se desliza sobre su asiento, la causa de la corrosión por contacto y el impacto en la vida útil del rodamiento. No habrá fórmulas ni ecuaciones, solo información para ayudar al lector a comprender los fenómenos.

¿Qué es la corrosión por contacto?

Que el giro o el deslizamiento de un aro sobre el asiento de su eje o en los asientos del agujero del soporte genere desgaste y, en ocasiones, adherencias, puede entenderse fácilmente, pero algunas veces me preguntan sobre la causa de la corrosión por contacto.

La corrosión por contacto se produce cuando existe un movimiento relativo entre el aro del rodamiento y su asiento sobre un eje o en el soporte. Este movimiento relativo puede ser muy pequeño y producirse por la deformación elástica única de los aros bajo carga, por ejemplo (→ **figura 1**).

El movimiento relativo puede hacer que se desprendan pequeñas partículas de material de la superficie del rodamiento y de su asiento. Estas se oxidan rápidamente cuando se exponen al aire y forman óxido de hierro, cuyo volumen es mayor que el del hierro o el acero. Por consiguiente, y como resultado de la corrosión por contacto, el rodamiento puede quedar apoyado de manera no uniforme. Esto puede tener un efecto perjudicial en la distribución de las cargas en el rodamiento. Las partículas de óxido de hierro también actuarán como partículas abrasivas, lo que aumenta la tasa de desgaste y el aflojamiento del ajuste. Además, el coeficiente de fricción aumenta en las superficies de contacto y las áreas corroídas actúan también como muescas de fracturas.

La corrosión por contacto aparece como zonas de óxido en la superficie externa del aro exterior (→ **figura 1**) o en el agujero del aro interior. El patrón del camino de rodadura podría quedar muy marcado en las posiciones correspondientes. En algunos casos, la corrosión por contacto puede ser, en realidad, un daño secundario debido al importante descascarillado en el camino de rodadura.

Fig. 1 Corrosión por contacto en el diámetro exterior de un rodamiento de rodillos a rótula

Según la reacción química, la corrosión puede aparecer de la siguiente manera:

- rojo (hematita, Fe_2O_3)
- negro (magnetita, Fe_3O_4)

La corrosión por contacto no solo provoca daños en las superficies exteriores del rodamiento, sino también en los asientos del rodamiento sobre el eje o en el soporte. Un rodamiento nuevo montado sobre asientos dañados debido a una importante corrosión por contacto probablemente verá disminuida su vida útil. Esto es especialmente cierto cuando el rodamiento tiene que desplazarse axialmente para soportar la elongación térmica del eje. La corrosión por contacto aumenta la fricción entre el rodamiento y su asiento y, por lo tanto, aumenta la carga axial residual en el rodamiento.

¿Por qué es necesario un ajuste apretado?

En primer lugar, veamos la → **figura 2**, que muestra un rodamiento montado con un ajuste flojo en el eje. El aro interior del rodamiento gira con el eje, y la carga sobre este tiene un sentido fijo, es decir, de arriba hacia abajo. El contacto entre el aro interior y el eje siempre se producirá en la parte superior del eje, pero el eje y el aro interior experimentan una carga giratoria.

Con un ajuste flojo y las diferentes circunferencias de las superficies de contacto, se producirá un movimiento de deslizamiento permanente, comparable al que se encuentra en los engranajes epicicloidales.

Si el juego radial Δ del ajuste flojo es igual a 0,010 mm, la distancia de deslizamiento es igual a 0,01 π = 0,0314 mm en cada revolución. Si la velocidad de giro es de 3 000 r. p. m., la distancia después de una hora será de 5 654 mm.

El movimiento de deslizamiento, por supuesto, se produce entre la cara del aro interior y el resalte del eje. La realidad es que no solo hay deslizamiento, también se produce un arrastre que genera desgaste y aumenta el problema.

Seleccionar el ajuste adecuado en el que exista una carga giratoria totalmente constante, con el eje y el aro interior como en el caso anterior, es relativamente sencillo y los errores son bastante poco frecuentes. En casos en los que la carga cambia de sentido, no existe un giro constante o el aro oscila

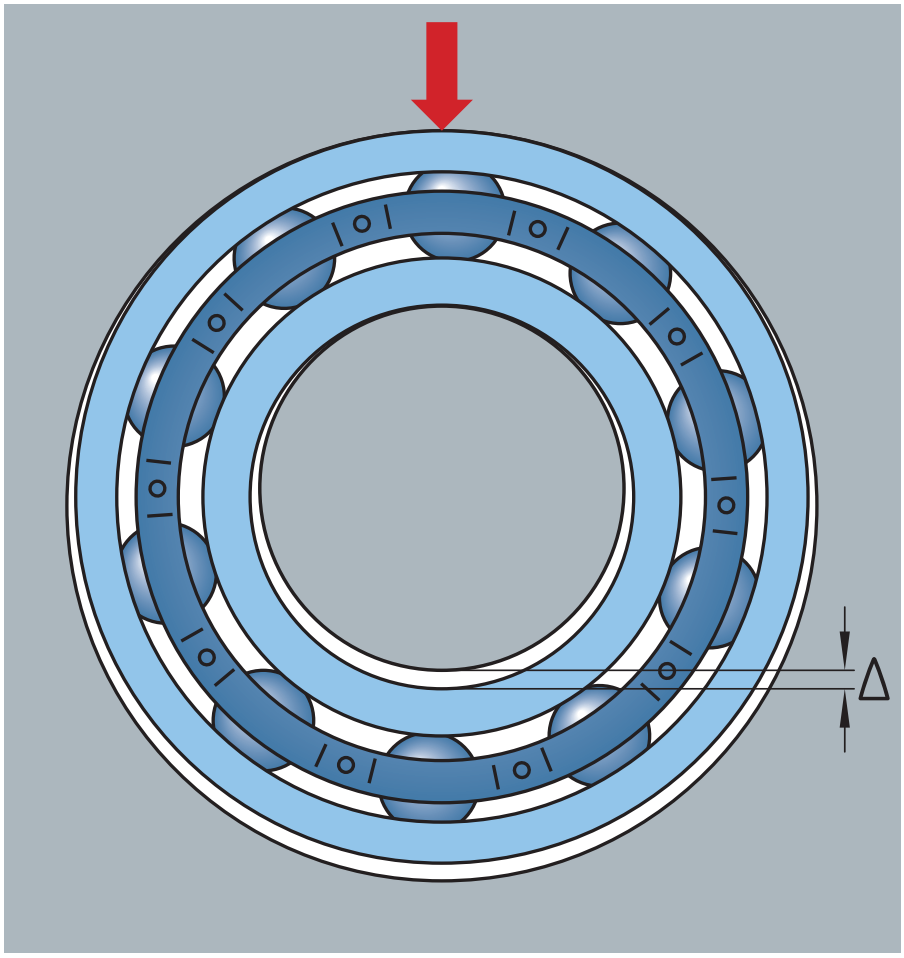

Fig. 2 Aro interior del rodamiento montado sobre un eje giratorio mientras la carga tiene un sentido fijo

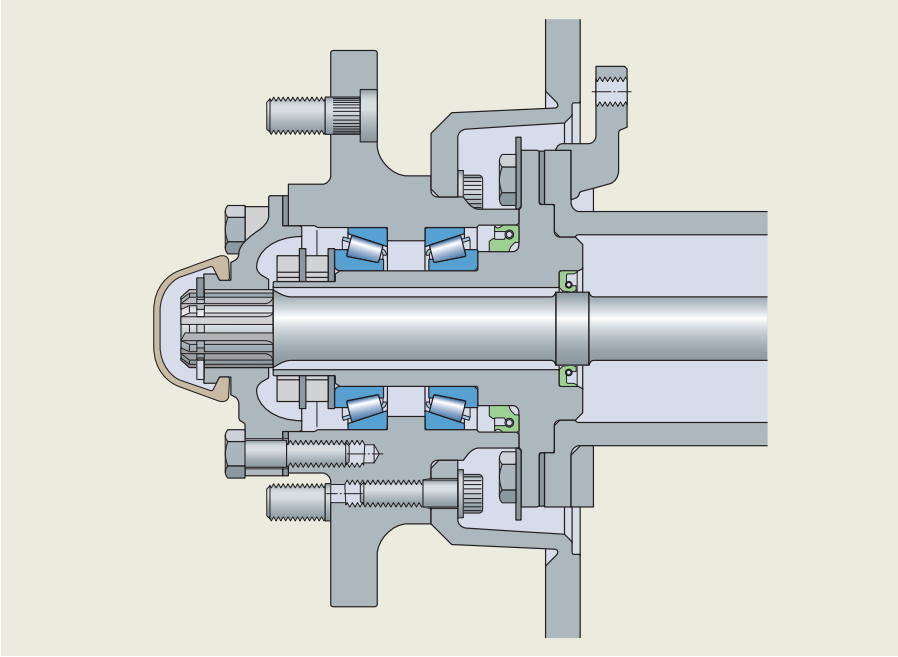

Fig. 3 Disposición de rodamientos en un cubo de rueda de tracción trasera

sobre su asiento o dentro de este, los errores en la selección del ajuste son frecuentes. Aunque esto pueda tener consecuencias menores y resultar aceptable en algunas aplicaciones, puede traer graves consecuencias, como veremos en los siguientes ejemplos.

El primer ejemplo es el eje con muñón central del rodamiento de rueda en un vehículo con tracción en las cuatro ruedas (→ **figura 3**). Los dos rodamientos de rodillos cónicos experimentan giro del aro exterior y se montan con un ajuste a presión en el cubo. Los aros interiores de los rodamientos se montan con un ajuste ligeramente flojo, como un g6, elegido para simplificar el montaje y desmontaje, y el ajuste del juego del rodamiento. La carga en los aros interiores oscila alrededor de la línea vertical en función del valor de par debido a la aceleración, la velocidad, el frenado etc. Los aros interiores retroceden y avanzan sobre el muñón, lo que produce desgaste (→ **figura 4**).

¿Este ajuste flojo produce un desgaste aceptable? Definitivamente, diría que sí. Después de 200 000 km, apenas presentaba un desgaste menor que creaba una superficie brillante con una ligera corrosión por contacto. Después de 400 000 km, el desgaste podía sentirse con la uña, pero no era tan grave como para decidir la sustitución del muñón.

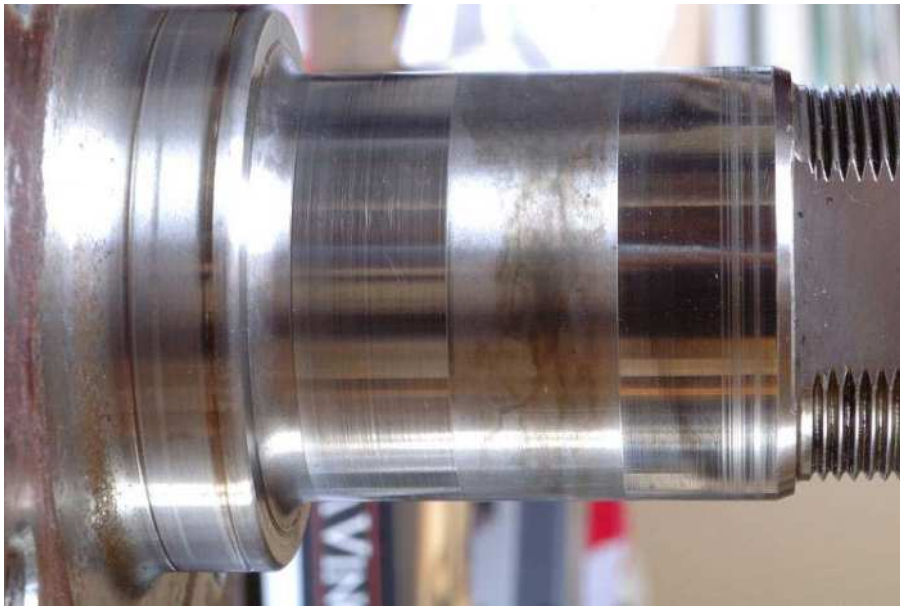

Fig. 4 Eje con muñón central del rodamiento de rueda, que muestra desgaste en la superficie de contacto con los rodamientos de rodillos cónicos debido a un ajuste flojo y al cambio de sentido de la carga después de 200 000 km

En mi segundo ejemplo, están los engranajes intermedios utilizados para impulsar grupos de cilindros secadores en algunas máquinas papeleras (→ **figuras 5 y 6**). La disposición de rodamientos típica tiene dos rodamientos de rodillos a rótula con fijación cruzada montados con un ajuste apretado en los aros interiores y un ajuste flojo en los aros exteriores. Los aros exteriores se montan de ese modo para facilitar el montaje y desmontaje, por razones de costo, y para permitir que los rodamientos encuentren su posición durante el funcionamiento. Tuve un caso en el que había un rodamiento de dos hileras de rodillos cónicos en un lado y un rodamiento de rodillos cilíndricos en el otro, con ajuste apretado en los aros interiores y ajuste flojo en los aros exteriores.

En función de la variación radial de los cilindros secadores, la tensión del fieltro y demás factores, los cilindros secadores pueden ser impulsados total o parcialmente por el papel y el fieltro durante períodos breves. Cuando esto sucede, se modifica la carga en los engranajes y, algunas veces, incluso puede cambiar de sentido. La variación de la carga y la variación del sentido de la carga en los dientes del engranaje cuando los engranajes impulsan o son impulsados hace que los rodamientos se muevan en sus soportes, lo que produce un gran desgaste (→ **figuras 7 y 8**).

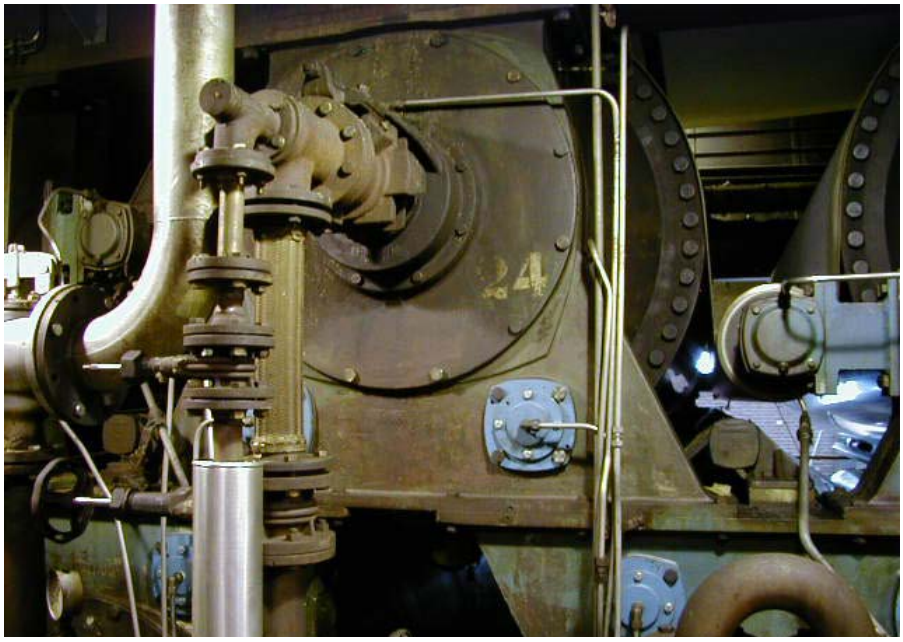

Fig. 5 Engranajes intermedios en una transmisión del cilindro secador. Tenga en cuenta que las cubiertas azules muestran su posición

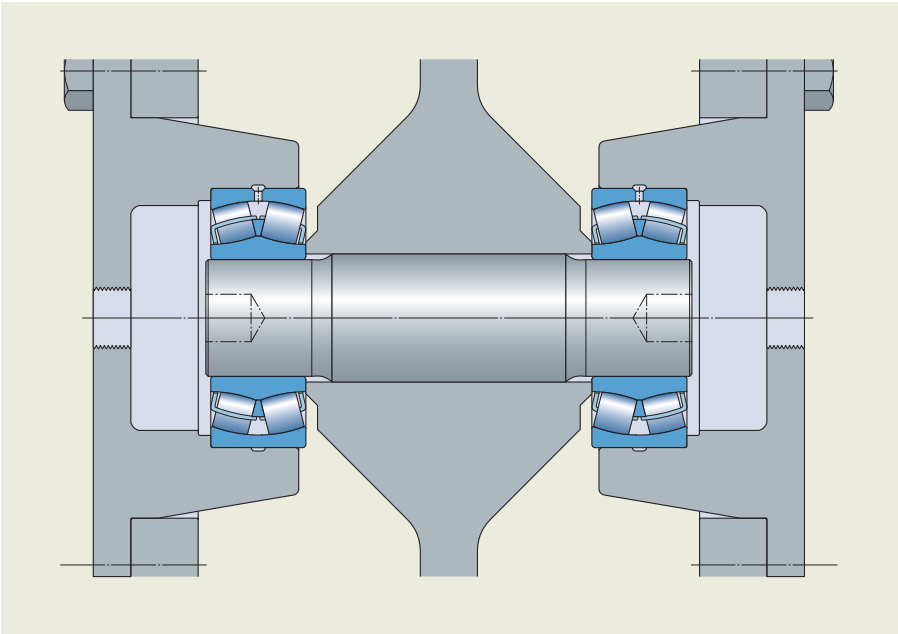

Fig. 6 Disposición de rodamientos típica para engranajes intermedios de la sección de secado

Fig. 7 Corrosión por contacto en el soporte

Fig. 8 Corrosión por contacto en el diámetro exterior del rodamiento

Si bien la corrosión por contacto genera partículas que pueden contaminar el rodamiento, también puede dar lugar a fracturas del aro, porque las áreas corroídas actúan como muescas de fractura. El desgaste se acelera donde se utilizan engranajes helicoidales, y el ajuste flojo puede aumentar hasta tal punto que resulte demasiado grande para que lo toleren los rodamientos de rodillos cónicos y los rodamientos de rodillos cilíndricos, puesto que no pueden aceptar mucha desalineación.

En todos los casos, se reduce la vida útil del rodamiento y es necesario sustituir los soportes. Lo mismo pasa con los engranajes que ya no engranan correctamente. En mi ejemplo, la tasa de desgaste era más o menos la misma en todas las posiciones, por lo que no se presentó ningún problema hasta muchos años después de la construcción de la máquina. Sin embargo, cuando empezaron los problemas, las fallas de los rodamientos y los problemas en los engranajes sucedieron todos en el transcurso de pocos años y dieron lugar a una serie de paradas de máquina que duraban entre 12 y 48 horas por posición.

Como solución, SKF propuso una disposición en la que todos los rodamientos estuvieran montados con un ajuste apretado en el soporte y en el eje. Esto significaba que se podía utilizar un rodamiento de rodillos cilíndricos si no estaba disponible un rodamiento de rodillos toroidales CARB adecuado (→ **figuras 9 y 10**)

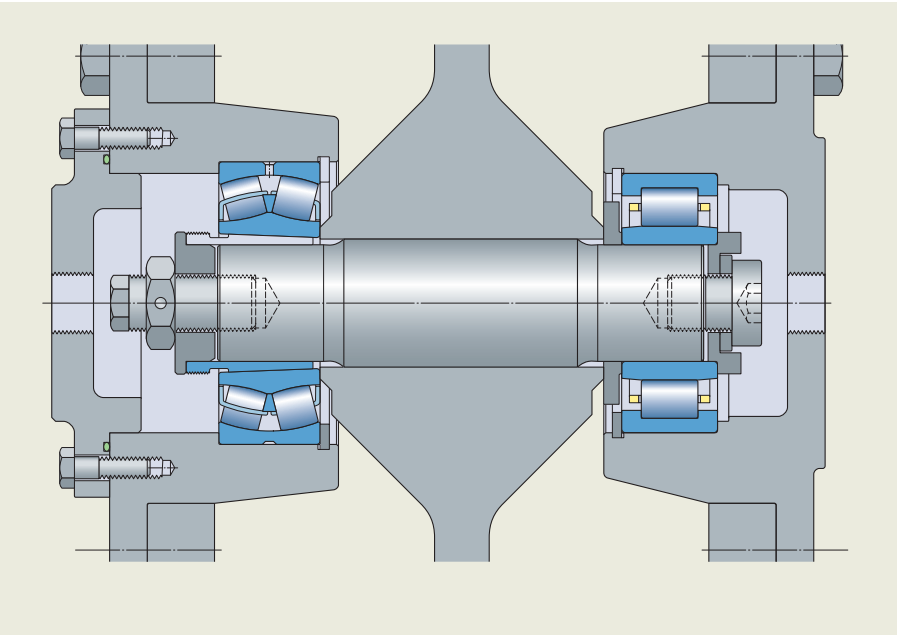

Fig. 9 Propuesta de SKF con un rodamiento de rodillos a rótula y un rodamiento de rodillos cilíndricos

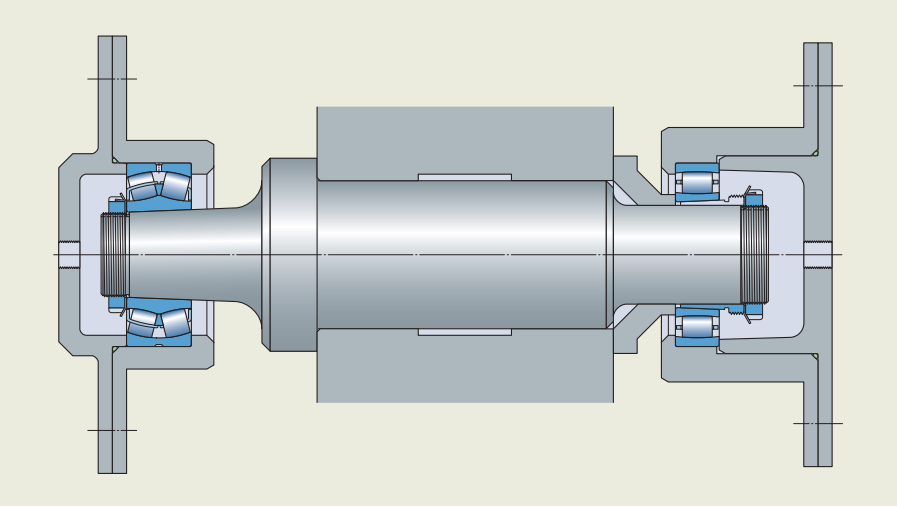

Fig. 10 Propuesta de SKF con un rodamiento de rodillos a rótula y un rodamiento de rodillos toroidales CARB

Algunos clientes solicitaron a SKF que modificara sus disposiciones en consecuencia, pero la mayoría decidió actualizar a "transmisión silenciosa", es decir, eliminar los engranajes y hacer impulsar sus cilindros secadores por los rodillos de fieltro. Esto, sin embargo, creó nuevos problemas de rodamientos, a los que me referiré más adelante.

Si bien los cambios de sentido de la carga en los engranajes son un problema conocido y, siempre que sea posible, se evitan los ajustes flojos en el soporte (generalmente se usa H7Ⓔ), un ajuste demasiado flojo puede ser problemático. En el pasado, también hemos visto esto en cajas de engranajes y en cilindros secadores.

Si los rodamientos del lado libre en las cajas de engranajes tienen que desplazarse en sus soportes, por lo general se montan con un ajuste H7Ⓔ. ¿Por qué se elige ese ajuste? Bien, en teoría, es para proporcionar un ajuste flojo que permita lograr un engranaje correcto, al tiempo que se reduce el desgaste en el soporte. Sin embargo, los arranques rápidos en frío con aceites de alta viscosidad pueden hacer que el rodamiento se caliente muy rápidamente. Esto puede acarrear problemas. No solo el aro interior del rodamiento se calienta más rápidamente que el eje y pierde su ajuste apretado, sino que el aro exterior puede calentarse más rápidamente que la carcasa y hacer que el ajuste flojo se convierta en uno apretado. En tales casos, ya no es posible el desplazamiento axial del aro libre y el rodamiento puede fallar debido a una carga axial excesiva.

Con los rodamientos del cilindro secador, el riesgo donde se montaron o montan los rodamientos de rodillos a rótula, como el rodamiento del lado libre, es que el aro exterior se puede expandir más rápido que el soporte durante el arranque, y lo que se supone que son rodamientos libres se convierten en fijos. En tales casos, se recomienda una tolerancia F7Ⓔ en lugar de G7Ⓔ.

Los ajustes apretados no siempre detienen el movimiento relativo

Sorprendentemente para muchos, un aro montado con un ajuste apretado en el eje incluso puede deslizarse en determinadas condiciones. De hecho, la carga sobre un rodamiento crea deformación del soporte y del eje, y del rodamiento.

Veamos lo que ocurre cuando el aro interior de un rodamiento se monta con un ajuste apretado en un eje. La carga empuja los rodillos dentro de los aros, lo que hace que los aros se deformen. El aro del rodamiento se alarga, de modo que se agranda la circunferencia de su agujero. Esto explica por qué un ajuste apretado puede convertirse en un ajuste flojo bajo carga y permitir que un aro se deslice en el eje.

Incluso aunque el ajuste esté suficientemente apretado como para detener el deslizamiento del aro bajo carga, el problema no ha desaparecido. Todavía existe la posibilidad de que se produzcan micromovimientos entre el aro y el eje. Esto puede suceder si el aro es delgado y la carga es muy elevada. Entonces, puede producirse un arrastre localizado cerca de las zonas de contacto de los elementos rodantes entre el aro y el eje, lo que creará corrosión por contacto sin deslizamiento.

Cabe destacar que la carrera por conseguir la mayor capacidad de carga del catálogo ISO ha llevado a algunos fabricantes de rodamientos a aumentar el diámetro de sus rodillos, ya que este es un factor en el cálculo del valor de capacidad de carga dinámica. El peligro es que los rodillos demasiado grandes conllevan aros demasiado delgados, lo que da como resultado un mayor riesgo de corrosión por contacto y pérdida de ajuste apretado con cargas elevadas. Tenga en cuenta que, aunque existe una norma ISO para calcular la capacidad de carga dinámica, los fabricantes de rodamientos pueden establecer libremente el valor del factor de rendimiento del acero para el cálculo; además, no existe ningún procedimiento ISO para comprobar que los valores reivindicados se basan en hechos, y no en el marketing.

Veamos un ejemplo de la pérdida de ajuste apretado bajo carga con una transmisión silenciosa. Se trataba de una máquina Beloit, construida en 1974 con transmisión por engranajes del cilindro secador y rodamientos de rodillos de fieltro lubricados por grasa montados sobre manguitos de fijación en la sección de secado. En la década del noventa, la fábrica decidió actualizar la sección de secado con una transmisión silenciosa y lubricar los rodamientos de rodillos de fieltro con un sistema de circulación de aceite.

Fig. 11 Parte del aro interior de un rodamiento en un manguito de fijación después de sufrir un daño importante

Fig. 12 Importante corrosión por contacto en el agujero de un manguito de fijación, pero con el camino de rodadura del rodamiento en condiciones bastante buenas, lo que da una pista sobre la causa raíz

Pocos años más tarde, los rodamientos de rodillos de fieltro comenzaron a fallar (→ **figura 11**) mientras que otros presentaban importante corrosión por contacto en el agujero, el eje y el agujero del manguito (→ **figura 12**).

El análisis de los rodamientos, manguitos y ejes indicó que el ajuste no era suficientemente apretado para la aplicación. Los rodamientos que presentaban fallas podrían, de hecho, haberse precargado demasiado y lubricado inadecuadamente como consecuencia de un deslizamiento importante de los manguitos de fijación sobre los ejes, lo

que generaba mucha fricción y calentamiento de los aros interiores.

Esto no fue fácil de explicar en la fábrica, porque instaladores experimentados habían estado montando los mismos rodamientos de la misma manera durante más de 20 años. El hecho simple es que el método de montaje con galga de espesores y el valor de reducción del juego utilizado resultaban adecuados para la carga aplicada sobre los rodamientos antes de la actualización a la transmisión silenciosa. Este no era el caso después de la actualización, porque la mayor tensión del fieltro aumentaba la carga sobre los rodamientos, y la reducción del juego ya no era suficiente para obtener los ajustes suficientemente apretados.

Consulte el catálogo de *Rodamientos* SKF, donde verá que cuanto mayor es la carga, más apretado es el ajuste recomendado. Además, con los años, han ido aumentando las capacidades de carga (capacidades de carga dinámica básica). Para la misma vida nominal básica calculada, la carga aumenta por el mismo valor que la capacidad de carga dinámica básica, por lo que se tuvieron que indicar nuevas recomendaciones para los ajustes. Con el ejemplo de un rodamiento de rodillo de fieltro 22316 E que funciona bajo "carga normal", en 1990 se recomendaba un m6, pero hoy en día se recomienda un n6Ⓔ. Para el mismo rodamiento bajo "carga pesada", SKF ahora recomienda un p6Ⓔ. Tenga en cuenta que, con ajustes más apretados, pueden ser necesarias clases de juego radial mayores.

Hay otro ejemplo en las máquinas papeleras en el que la deformación da lugar a una exigencia de ajustes más apretados de lo normal para evitar micromovimientos entre el aro interior del rodamiento y el eje. En algunos casos, no pueden evitarse incluso con ajustes muy apretados y, en general, dan lugar a daños del asiento del rodamiento (corrosión por contacto, desgaste y adherencias) y menor vida útil del rodamiento.

La aplicación a la que me refiero es la de los rodillos aspirantes de diseño similar al que se muestra en la → **figura 13**. El rodamiento se monta en un eje con un diámetro de agujero cercano al 80% o más del diámetro del agujero del rodamiento. Bajo carga, especialmente en el caso de los rodillos de prensa aspirantes, el eje se ovaliza al igual que el aro interior del rodamiento. Por consiguiente, el diámetro del eje y el aro interior del rodamiento varían durante el giro, y se crean micromovimientos entre el eje y el aro.

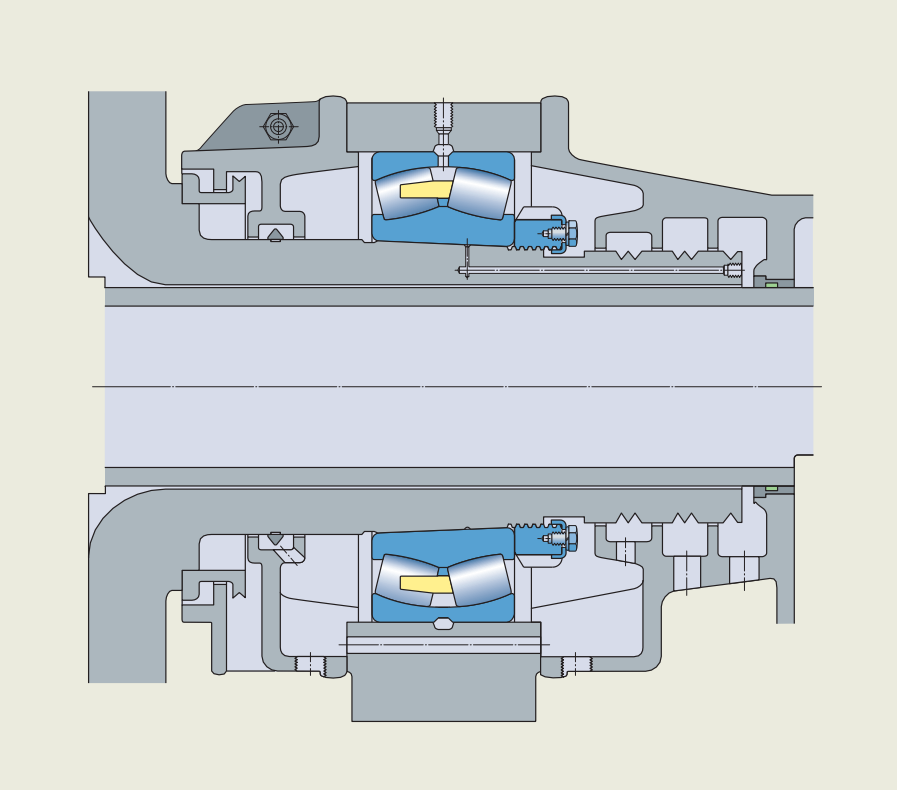

Fig. 13 Rodamiento de rodillos a rótula montado en un eje con agujero muy grande

Cuando el diámetro del agujero de un rodamiento se aproxima al 80% del diámetro exterior del eje, la reducción del juego debe ser 0,00065 veces el diámetro del agujero del rodamiento y no 0,0005 como se recomienda normalmente. Por ejemplo, la reducción del juego para un rodamiento 230/600 CAK/W33 (diámetro del agujero de 600 mm) es 600 x 0,00065 = 0,390 mm. Debido al ajuste más apretado, debe utilizarse una clase de juego radial mayor que la que se recomienda normalmente para las condiciones de funcionamiento. Si inicialmente se seleccionó un 230/600 CAK/W33 en función de la velocidad, carga y temperatura de funcionamiento, en realidad debería usarse un 230/600 CAK/C3W33.

Una vez que se supera el rango del 80–82%, y en función del material del eje, se enfrenta a micromovimientos y/o deslizamiento independientemente de lo apretado que sea el ajuste. Aumentar el ajuste apretado y montar rodamientos cementados no tiene sentido, y la experiencia ha demostrado que el pegamento tampoco ayuda.

Un ajuste apretado se puede perder o reducir por otras razones, como el calentamiento del rodamiento mucho más rápido que su eje. Esto puede suceder con los rodamientos con sellos de fricción integrados que funcionan a alta velocidad, cuando existe un exceso de lubricación o si el lubricante es demasiado viscoso. También puede suceder si el eje se dobla bajo el aro (→ **figura 15**).

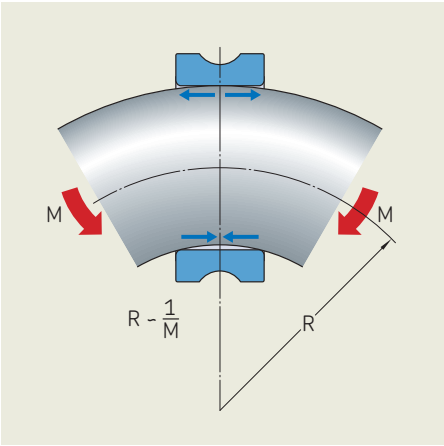

Fig. 15 Eje doblado bajo el aro interior del rodamiento

Fig. 16 El aro interior fracturado de un rodamiento de rodillos a rótula como resultado de un calado excesivo

La influencia del ajuste apretado en la vida útil del rodamiento

Se deben tener en cuenta varias cosas. Que el ajuste apretado reduce el juego del rodamiento o aumenta la precarga. También, que el ajuste apretado en el aro interior aumenta la tensión circunferencial y reduce la vida a fatiga.

Debe encontrarse un equilibrio entre el ajuste y la vida a fatiga. El ajuste no debe ser más apretado de lo necesario porque esto reduce la vida útil del rodamiento y, potencialmente, podría llevar al agrietamiento del aro (→ **figura 16**). Tengamos presentes los rodamientos de cilindros secadores. Se montan sobre ejes que se expanden más rápidamente que sus aros interiores durante el arranque debido a la temperatura del vapor. Durante el funcionamiento, el eje siempre está más caliente que el rodamiento, una situación inversa a lo que sucede en la mayoría de las aplicaciones. El gradiente de la temperatura aumenta el ajuste apretado. Sin embargo, no recomendaría utilizar ajustes más flojos para intentar aumentar la vida a fatiga, porque los rodamientos pueden fallar mucho antes si se deslizan en sus asientos.

Los ajustes flojos son inadecuados, pero suelen ser necesarios

Los ajustes flojos no son adecuados. Algunas personas no estarán de acuerdo y argumentarán que se utilizaron durante décadas en los rodamientos que soportan un sentido de carga fijo. Si bien es cierto que se utilizan, aun así, son inadecuados. La razón principal por la que se utilizan es para facilitar el montaje y desmontaje, y para permitir que el rodamiento del lado libre se mueva axialmente.

Nuestros ejemplos anteriores de rodamiento de ruedas y de rodamiento de engranaje intermedio mostraron que el deseo de facilidad en el montaje puede ser aceptable, pero también puede no serlo. Buscar la manera más fácil puede dar lugar a errores inesperados en la selección del ajuste. Al final de esta edición, se hace referencia a un error común que se produce durante el mantenimiento de los soportes de pie de dos piezas estándares.

Lo mismo sucede cuando se desea tener ajustes flojos para soportar el desplazamiento de los rodamientos del lado libre. Incluso, aunque haya una carga fija de magnitud constante en un aro, se producirá corrosión por contacto si el ajuste no es lo suficientemente apretado. La velocidad a la que aparece el desgaste y su intensidad dependerán de la magnitud de la carga y de la fricción entre las superficies de contacto. La corrosión por contacto aumentará la fricción entre el aro y su asiento, lo que aumentará la carga axial provocada por la elongación térmica (**→ página 6** de *Prácticas SKF para Celulosa y Papel, edición 6*). Esto puede resultar aceptable si el rodamiento no sufre corrosión por contacto ni una mayor fricción entre las superficies de contacto, o si la vida útil está limitada por otras causas. Un rodamiento rígido de bolas sellado del lado libre en un motor eléctrico falla con poca frecuencia debido a corrosión por contacto muy leve, pero esto ha representado un problema para los rodamientos de rodillos a rótula axialmente libres montados en un soporte fijado al bastidor de la máquina en los cilindros secadores. En esta aplicación, la importante elongación térmica del cilindro crea cargas axiales residuales debido a la fricción entre el rodamiento y el soporte, y tiene un gran efecto en la vida útil del rodamiento. Pocas fábricas aún utilizan tales disposiciones de rodamientos, porque desde hace mucho hay mejores opciones disponibles, como los rodamientos CARB.

Selección del ajuste

En cuanto a cómo seleccionar un ajuste, cada caso es especial. El catálogo de *Rodamientos* SKF tiene pautas, pero es importante considerar si se respetan o deben adaptarse para la aplicación en cuestión.

Para seleccionar el ajuste, se deben equilibrar varios criterios y, por lo general, esto implica concesiones. Hay que tener en cuenta:

- La condición de giro del rodamiento
- El sentido y la magnitud de la carga
- El juego interno o la precarga del rodamiento
- El límite de tensión circunferencial del aro (depende del material y el tratamiento térmico)
- Las condiciones de gradiente de temperatura (especialmente durante la puesta en marcha)
- Requisitos en cuanto a la precisión de funcionamiento
- El diseño del eje y el soporte, así como de las piezas circundantes
- La facilidad de montaje y desmontaje
- El desplazamiento del rodamiento del lado libre
- Diseño del sello: tenga cuidado con los sellos de contacto, que crean fricción y calor que hace que se expandan los componentes

En algunas aplicaciones, puede ser más difícil seleccionar el ajuste correcto que el tamaño del rodamiento en función de los requisitos de vida nominal. Si tiene dificultades, le recomiendo comunicarse con el Departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF local para solicitar ayuda.

Conclusión

La mejor opción es tener todos los aros de los rodamientos montados con un ajuste apretado, y elementos adyacentes que no se deformen bajo carga ni con cambios de temperatura. Esto no siempre es posible por razones de costo y de practicidad para el montaje y desmontaje.

Si hay corrosión por contacto, con o sin deslizamiento, entre las superficies de contacto que supuestamente tienen un ajuste apretado, y hay poco o ningún daño en la superficie del camino de rodadura del rodamiento, el ajuste no está suficientemente apretado.

No recomendamos montar un rodamiento que tiene que desplazarse axialmente en un asiento o sobre este para aros que tengan que deslizarse para soportar la elongación térmica si hay corrosión por contacto o desgaste, sin importar lo leves que sean.

Para detener o retardar la corrosión por contacto, se puede aplicar una pasta (p. ej., SKF LGAF 3E) o un recubrimiento (p. ej., óxido negro de SKF) anticorrosión especial. También puede ayudar un recubrimiento especial o el endurecimiento de la superficie del asiento del rodamiento, al igual que la lubricación. Se puede forzar a la grasa dentro de las superficies de contacto a través de un conducto y ranuras de suministro directo. SKF también puede suministrar el rodamiento de rodillos a rótula diseñado para cribas vibratorias con la opción de un recubrimiento de PTFE en el agujero para evitar la corrosión por contacto. Estos rodamientos tienen un sufijo VA406 o VA408 si van recubiertos.

Para evitar que un aro gire debido a un ajuste flojo, la mejor opción es colocar un perno de fijación en la ranura de fijación del aro. Donde la carga giratoria sea suficiente para que el aro gire, pero pequeña en comparación con la carga radial fija existente, pueden montarse una o dos juntas tóricas en una ranura del asiento (**→ figura 17**). Debe usarse una junta tórica para los rodamientos de una hilera o dos para los de dos hileras de rodillos.

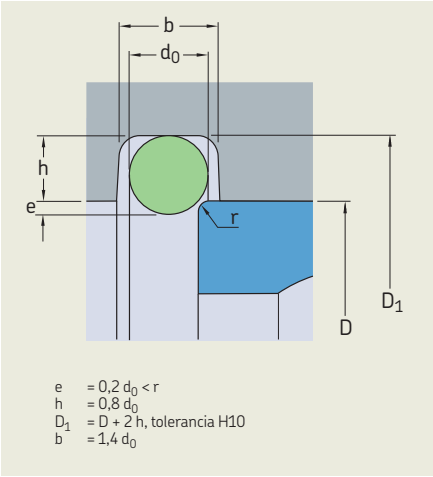

Fig. 17 Junta tórica en un asiento de rodamiento para reducir el riesgo de giro en el caso de un ajuste flojo

Atentamente,
Philippe Gachet
Consultor técnico sénior
Segmento global Celulosa
y Papel de SKF

Error de montaje del soporte de pie

Como la tapa y la base del asiento del rodamiento del soporte de pie de dos piezas se mecanizan en la misma operación, deben mantenerse juntas para que se cumplan las tolerancias dimensionales y geométricas del agujero del soporte.

Un error común consiste en intercambiar las tapas y bases durante el montaje del rodamiento. La → **figura 18** muestra el aro exterior de un rodamiento en el que ha sucedido esto. La fotografía muestra una parte del aro con corrosión por contacto; por lo tanto, hay contacto, y una parte sin corrosión por contacto; por lo tanto, no hay contacto. En el lado opuesto del aro, la corrosión por contacto está a la derecha y hay una superficie sin daños a la izquierda. Cuando sucede esto, se crea una sujeción oval del aro exterior que puede bloquear el rodamiento y crear sobrecarga axial en los rodamientos del lado libre que necesitan moverse en sus soportes y/o generar fatiga prematura.

Para evitar estos problemas, los soportes SKF SNL y SE tienen marcas de correspondencia en la tapa y la base (→ **figura 19**). Las marcas son horizontales en los soportes SE y verticales en los SNL. Durante el montaje, se debe tener cuidado para asegurarse de utilizar la tapa que corresponde con la base.

Fig. 18 Sujeción oval debido a que la tapa no se corresponde con la base en un soporte de pie de dos piezas

Fig. 19 Marcas en la tapa y la base de un soporte SKF SE

skf.com

® SKF es una marca registrada del Grupo SKF.

© Grupo SKF 2015
El contenido de esta publicación es propiedad de los editores y no puede reproducirse (incluso parcialmente) sin autorización previa por escrito. Se ha tenido el máximo cuidado para garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, pero no se acepta ninguna responsabilidad por pérdidas o daños, ya sean directos, indirectos o consecuentes, que se produzcan como resultado del uso de dicha información.

PUB 72/S9 11147/15 ES · Diciembre 2015