

Una fotografía del calibre para conos SKF 9205 de una publicación de la década del sesenta.

¡No se deshaga de sus archivos!

Los archivos son la memoria de una empresa. Los empleados se jubilan, pero los documentos antiguos nunca tienen que hacerlo. Leerlos puede ayudarlo a evitar errores que otros ya han hecho o a tener que reinventar la rueda. Lo que es más importante, pueden dar una idea de la situación actual.

¿Por qué esa planta papelera estadounidense se niega a montar rodamientos de rodillos a rótula SKF estándares en sus cilindros secadores? Los archivos de la década del setenta nos dicen que tuvieron fallas de rodamientos como consecuencia del agrietamiento de los aros. Era una época en la que SKF suministraba rodamientos con tratamiento térmico martensítico en los Estados Unidos y con tratamiento térmico bainítico en Europa (véase la edición 7 de *Prácticas SKF para Celulosa y Papel*). Los empleados actuales de la planta en cuestión no saben por qué solo utilizan rodamientos con aros interiores cementados. Les dijeron que lo hicieran así sus colegas, que ya se han jubilado hace mucho tiempo.

¿Por qué esta planta selecciona la clase de juego de los rodamientos en función de una regla general que ya no existe en la bibliografía actual de SKF? Los archivos nos pueden decir que la regla se utilizaba para aplicaciones de ventiladores antes de la década del setenta. Otra investigación revelaría que un ingeniero comenzó a utilizar esa regla para otras aplicaciones y que estuvo involucrado en la formación de personal. Uno de sus alumnos

comenzó a utilizar la regla con la velocidad nominal en lugar de los límites de velocidad y se convirtió en “experto”. Y, de ese modo, el error se propagó.

A pesar de que los archivos no estén completos, todavía tengo la oportunidad de acceder a algunos documentos técnicos de principios de las décadas del veinte y el treinta. Algunos los consideran obsoletos y creen que deberían eliminarse para ganar espacio. Esto sería un error. La fotografía de la portada anterior, por ejemplo, es de un documento sobre el calibre para conos SKF 9205 publicado en 1961. Sin nuestros archivos, no hubiéramos podido comprobar que un valor extraño en una tabla era el resultado de un error en una actualización de la década del ochenta que se había reproducido en publicaciones posteriores. Me temo que no será tan fácil acceder a los archivos electrónicos actuales para obtener esa información en las próximas décadas.

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



Comprobación de la geometría de un eje cónico (continuación)

En la edición anterior de *Prácticas SKF para Celulosa y Papel*, analicé la comprobación de la geometría de un eje cónico con el método impreciso y subjetivo del azul de Prusia. También escribí sobre enfoques más objetivos y precisos, es decir, el método de la regla de senos y el método del calibre para conos SKF 9205.

En esta edición, podrá aprender más sobre el calibre para conos SKF 9205, pero primero vamos a describir algunos recordatorios importantes.

1. Agujeros cónicos

La mayoría de los rodamientos de rodillos a rótula y rodamientos de rodillos toroidales CARB de SKF diseñados para ejes cónicos tienen un agujero cuya conicidad es de 1:12 (indicada por el sufijo K). La excepción son los rodamientos de las series 240, 241, C40 y C41, que tienen agujeros con conicidad de 1:30 (sufijo K30).

Cuando se mueve una distancia (L) en una conicidad de 1:12 desde un diámetro (d) hacia uno más grande (d₁), $d_1 = d + (L/12)$. Con una conicidad de 1:30, $d_1 = d + (L/30)$.

Una vez que se ha entendido esto, los cálculos son simples. Por ejemplo, un 24172 ECCK30J/W33 tiene un diámetro nominal del agujero de 360 mm en el extremo estrecho del cono y su ancho es de 243 mm. El diámetro del agujero en el extremo ancho del cono es de $360 + (240/30) = 368,10$ mm.

¿Qué pasaría con un 23184 CKJ/C4W33 con daños en el agujero causados por el giro del aro en el eje? Puede repararse en un centro de reacondicionamiento de SKF, pero implica una rectificación que da lugar a un aumento de 0,1 mm de diámetro a lo largo del cono. ¿Qué influencia tiene esto en la posición del rodamiento en el eje? Sabiendo que $d_1 = d + 0,1$, la pregunta es el valor de L.

$$\begin{aligned}d_1 &= d + (L/12) \\< = > d + 0,1 = d + (L/12) \\< = > 0,1 = L/12 \\0,1 \times 12 &= 1,2 \text{ mm}\end{aligned}$$

Por lo tanto, el rodamiento estará 1,2 mm más cerca del centro del rodillo.

2. Cómo utilizar el calibre para conos SKF 9205

Véase la edición 13 de *Prácticas SKF para Celulosa y Papel*. Si aún no lo ha leído, hágalo antes de seguir adelante. Si no lo hace, le resultará difícil comprender el resto de esta edición.

2.1 ¿Qué aspecto tiene el calibre para conos SKF 9205?

El calibre para conos SKF 9205 es una regla con dos pernos de calibración. Hay diez diseños disponibles: cinco para conicidad de 1:30 y cinco para conicidad de 1:12 (→ figura 1).

La designación de las reglas para conicidad de 1:12 es SKF 920512 y es SKF 920530 para conicidad de 1:30. La distancia entre los dos pernos de calibración en milímetros, G, está indicada como un sufijo en la designación (→ figura 2). Entonces, por ejemplo, la SKF 920512-80 está diseñada para una conicidad de 1:12 y la distancia entre los dos pernos de calibración es de 80 mm. Las reglas están disponibles con diferentes mediciones G, es decir, 50 mm, 80 mm, 130 mm, 210 mm y 350 mm.

La regla se coloca a una distancia, B_c, desde la cara de referencia mediante una pieza distanciadora. La pieza distanciadora se une a la regla y puede fabricarse a medida para una aplicación específica

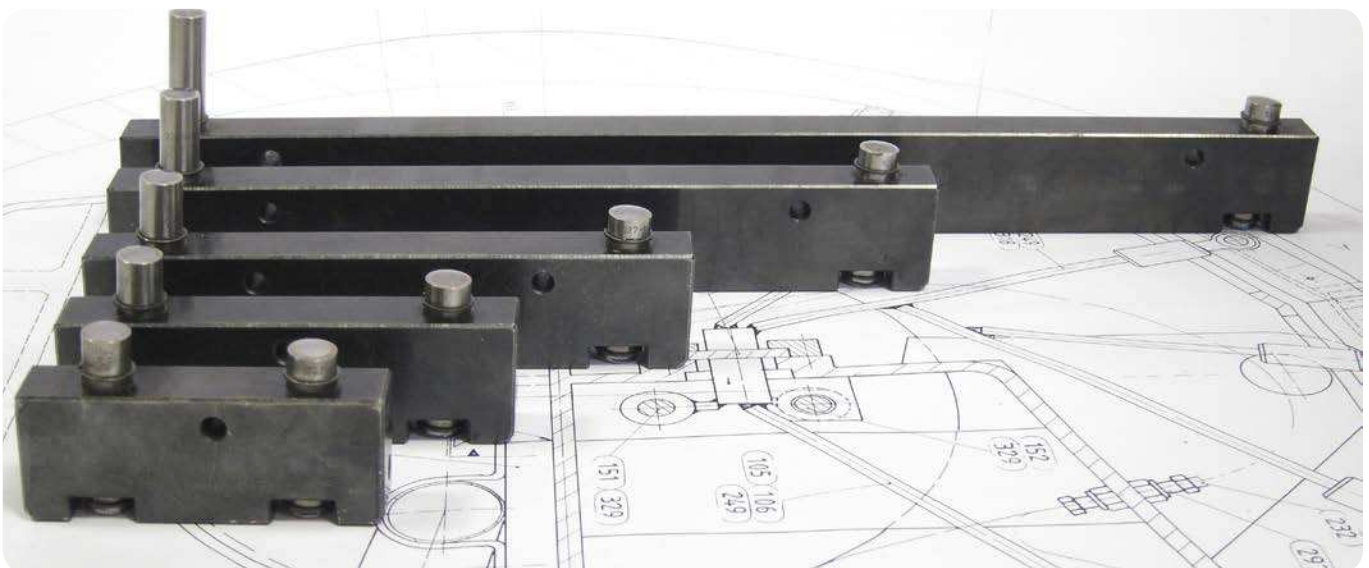


Fig. 1 Cinco reglas de diversas longitudes para conicidades de 1:12.

(véase la portada de la presente edición de *Prácticas SKF para Celulosa y Papel*) o puede utilizarse una ajustable, menos precisa (→ figura 3).

La regla se sostiene en su posición mediante uno o dos asientos y se fija con pasadores de seguridad. Se coloca un imán detrás de la regla para evitar que se mueva durante la medición. En caso necesario, se utilizan correas para mantener el calibre para conos en su posición.

Un conjunto completo de calibre para conos SKF incluye cinco reglas, dos asientos, dos correas, dos imanes y una pieza distanciadora ajustable (→ figura 4).

2.2 Cálculos necesarios para utilizar el calibre para conos SKF 9205

En las secciones siguientes, se proporcionan ejemplos desarrollados para un rodamiento SKF 241/600 ECAK30/C083W33 en una aplicación de rodillo de prensa liso (→ figura 5).

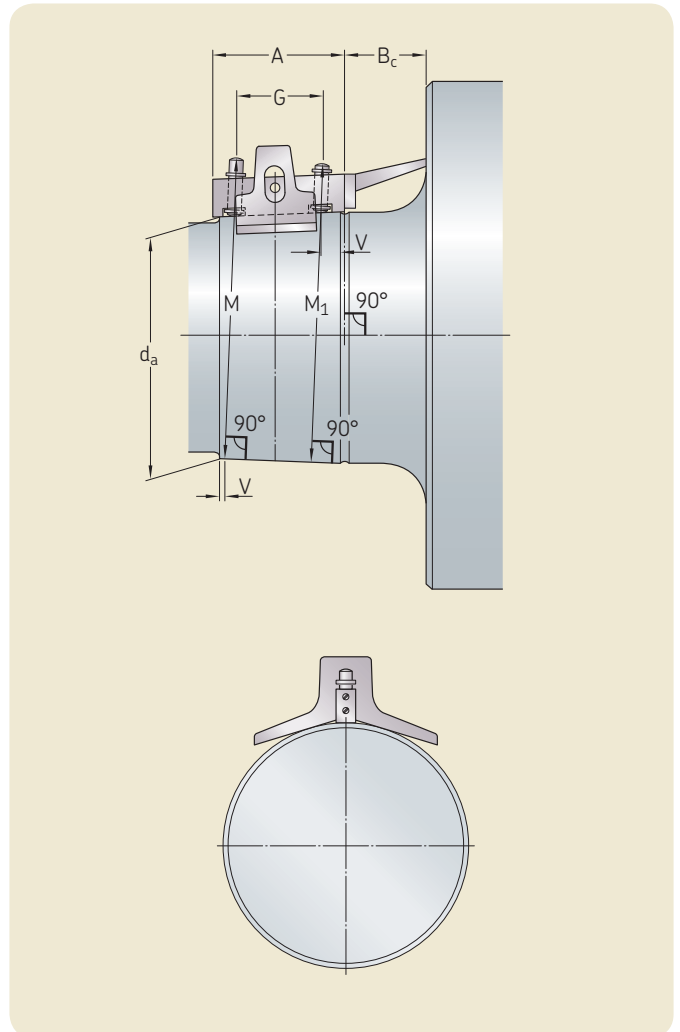


Fig. 2 El calibre para conos SKF 9205 en un eje cónico.

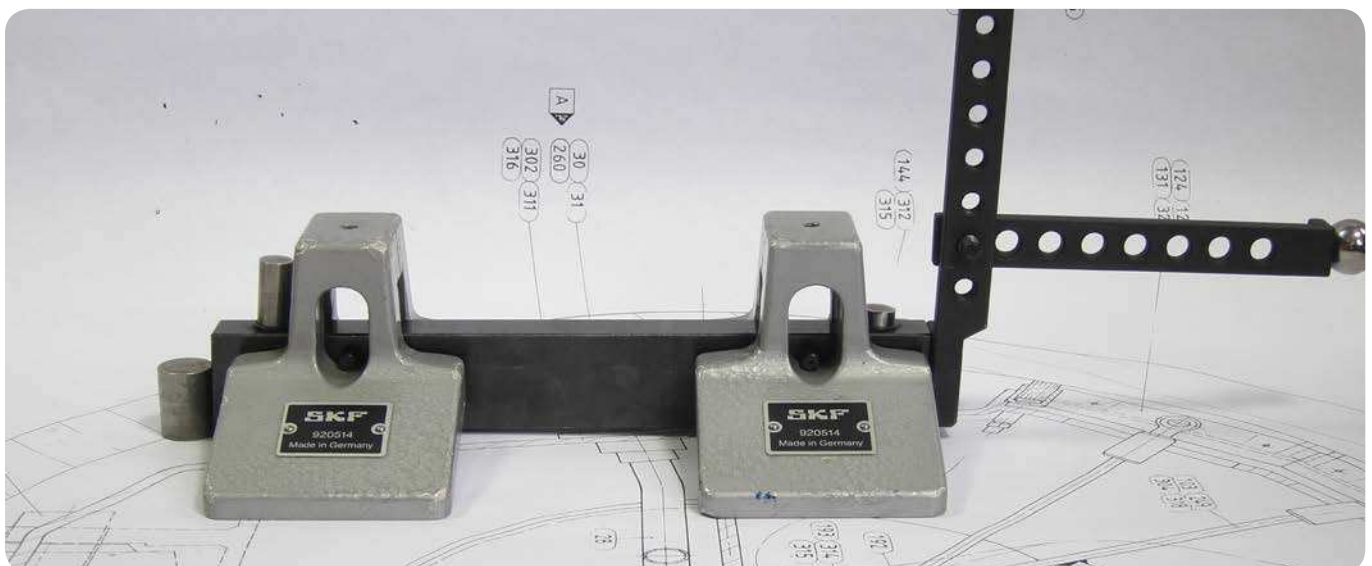


Fig. 3 Un calibre para conos SKF 920512-210 con dos asientos (SKF 920514), un imán permanente y una pieza distanciadora ajustable.

2.2.1 Diámetro nominal del eje

La dimensión, B_a , se utiliza como base cuando se realiza la medición de un eje cónico con un calibre para conos SKF 9205. Es la distancia desde el centro del rodamiento finalmente montado hasta la cara de referencia del eje (→ figura 6).

Nota:

Después del montaje, el centro de nuestro rodamiento SKF 241/600 ECAK30/C083W33 está a 490 mm de la cara de referencia del resalte del eje y el ancho del cono, B_e , es de 370 mm.

Conociendo B_a y las dimensiones del rodamiento, es posible calcular el diámetro nominal del eje, d_a , y su distancia, B_d , respecto de la cara de referencia.

El diámetro nominal del eje, d_a , es mayor que el diámetro del agujero del rodamiento, d .

El agujero nominal del rodamiento, d , es el diámetro del cono del agujero del aro interior en el plano radial, que pasa por la cara del aro. En realidad, entre la cara del aro y el agujero hay un chaflán y no hay contacto entre el eje y el rodamiento. Hay contacto más arriba del agujero, después del chaflán. Si B_f es igual al radio del chaflán, el contacto se produce a una distancia de B_f desde la cara del aro (→ figura 6). El diámetro del cono aumenta por un valor igual a B_f/K . Recuerde que K es igual a 12 o 30 en función del ángulo cónico. El valor predeterminado para B_f puede encontrarse en la **tabla 1**. Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, $B_f = 10$ mm.

Tenga en cuenta que los rodamientos se fabrican con tolerancias tanto para el diámetro nominal del agujero como para la desviación de la conicidad (→ figura 7).



Fig. 4 El conjunto completo de calibre para conos SKF 920512.

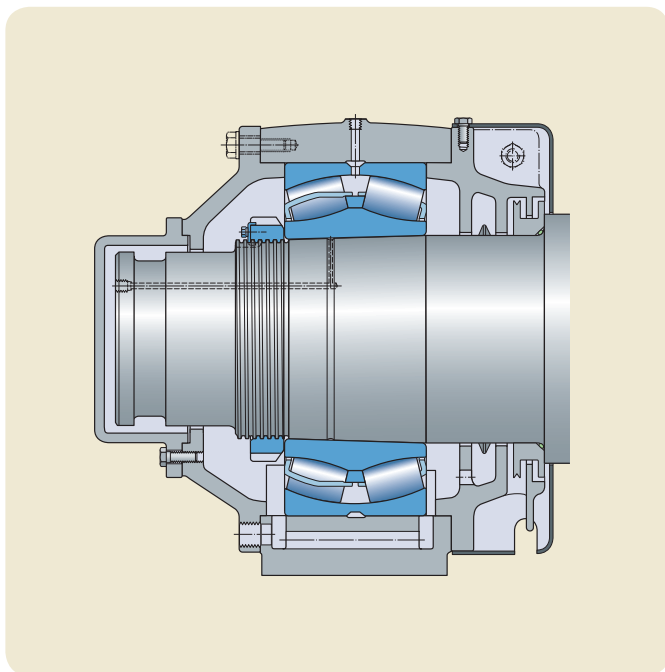


Fig. 5 Ejemplo de una disposición de rodamientos de rodillo de prensa liso del Manual SKF sobre rodamientos para máquinas papeleras.

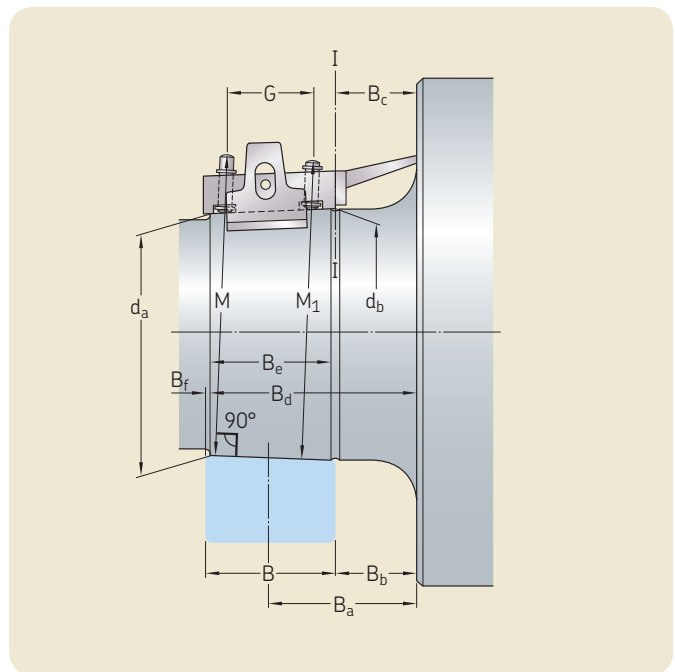


Fig. 6 Las dimensiones necesarias para utilizar el calibre para conos SKF 9205.

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, Δ_{dmp} , que es la desviación del diámetro del agujero desde el valor nominal, está entre 0,000 y +0,050 mm. Esto significa que, en realidad, el diámetro más estrecho del agujero del rodamiento está entre 600,000 y 600,050 mm.

Si el ángulo del agujero cónico es perfecto, la desviación debería ser la misma en todos los planos radiales a lo largo del cono. Si este no es el caso, el ángulo del agujero del rodamiento se fabrica dentro de determinadas tolerancias.

$(\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp})$ siempre es un valor positivo. Δ_{d1mp} es la desviación del diámetro medio del agujero en el extremo mayor teórico de un agujero cónico respecto del nominal. Para el SKF 241/600 ECAK30/C083W33, $(\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp})$ está entre 0,000 y +0,070 mm. Los valores pueden encontrarse en las páginas 145 y 146 del *Catálogo de rodamientos SKF* (número de publicación SKF 10 000).

Para calcular el diámetro nominal del eje, d_a , se tienen en cuenta el valor medio de la tolerancia del agujero del rodamiento, T_m , y la desviación de la conicidad respecto de la nominal. T_m se suma a d (\rightarrow **tabla 1** para los valores de T_m para rodamientos SKF de precisión normal).

Nota:

Para comprenderlo mejor, calculemos el valor de T_m para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33. El agujero nominal del rodamiento, d , es 600 mm y el valor real después de la fabricación se encuentra entre 600,000 y 600,050 mm. El valor medio es 600,025 mm.

Si el ángulo cónico es perfecto y se toma el valor medio de 600,025 mm, el diámetro en el otro lado del aro interior será $600,025 + 375/30$ (porque el ancho del rodamiento, B , es 375 mm y la conicidad es de 1:30), es decir, 612,525 mm. Sin

embargo, el ángulo cónico no es perfecto y la desviación es, en este caso, 0,000; +0,070. La desviación media debido a la tolerancia del ángulo cónico es entonces de $0,070/2 = 0,035$ mm. El diámetro medio en el lado más ancho del agujero es $612,525 + 0,035 = 612,560$ mm.

El valor medio en el centro del rodamiento = $(600,025 + 612,560)/2 = 606,2925$ mm. El diámetro nominal en el centro del rodamiento = $600 + [(375)/2]/30 = 606,250$ mm. La desviación media = $T_m = 606,2925 - 606,250 = 0,0425$ (que redondeamos en 0,042 o 0,043 mm).

Una vez comprendido, el cálculo puede hacerse más rápidamente ya que el ancho del rodamiento no tiene ninguna influencia. La desviación media en el extremo estrecho y en el extremo ancho del cono es de 0,025 mm. Con la adición de la desviación media debido al cono (0,035 mm), existe una desviación de 0,060 mm en el extremo ancho. Calculando la desviación media de los dos, se obtiene T_m , es decir, $(0,025 \text{ mm} + 0,060 \text{ mm})/2 = 0,0425$ mm.

Ahora, ya sabe cómo calcular T_m para rodamientos diferentes de los rodamientos SKF de clase de precisión normal.

Para rodamientos montados con un ajuste de interferencia, el eje cónico en la posición final del rodamiento montado debe ser mayor que el agujero del rodamiento. Como regla general, hay un factor de 1,1 que es un valor promedio de la relación entre la interferencia del aro interior en el eje y la reducción real del juego radial del rodamiento.

Tenga cuidado, sin embargo, porque este factor solo es válido para ejes sólidos y ejes con un diámetro de agujero inferior a la mitad del diámetro nominal del eje. O, para simplificar las cosas, simplemente tome la mitad del diámetro nominal del agujero del rodamiento.

Si el agujero del eje es mayor que la mitad del agujero nominal del rodamiento, se debe aumentar el factor. En estos casos, le aconsejo ponerse en contacto con el Departamento de Ingeniería de Aplicaciones de SKF local.

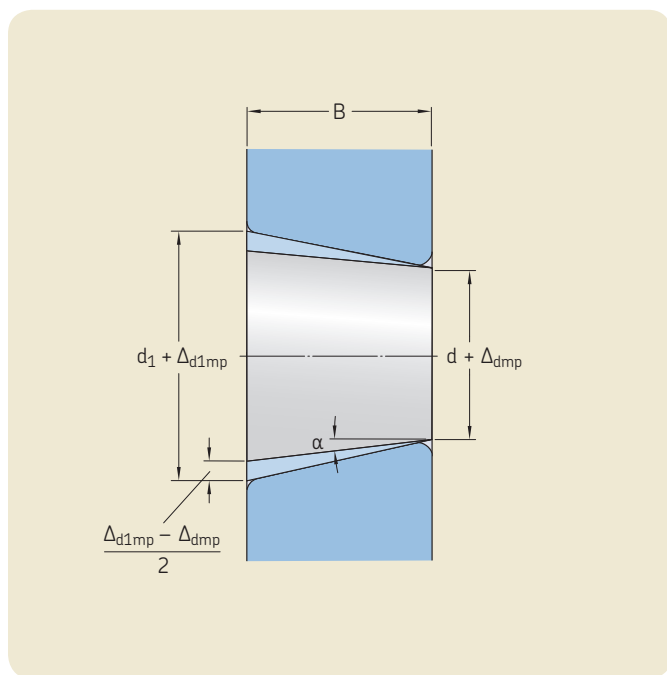


Fig. 7 Tolerancias para agujeros con conicidad de 1:30.

Diámetro nominal del agujero del rodamiento d	T_m	B_f		
		Conicidad de 1:12	Conicidad de 1:30	
Más de	Incluido			
100	120	0,026	0,019	3
120	140	0,030	0,023	3
140	180	0,030	0,023	4
180	250	0,035	0,027	4
250	315	0,039	0,031	6
315	400	0,043	0,034	6
400	500	0,047	0,038	8
500	560	0,053	0,043	8
560	630	0,053	0,043	10
630	800	0,060	0,063	10
800	1 000	0,068	0,075	10
1 000	1 250	0,079	0,091	12
1 250	1 600	0,094	0,111	15
1 600	2 000	0,113	0,138	15

Tabla 1 Valores de T_m y B_f solo para rodamientos SKF de clase de precisión normal.

En general, SKF recomienda un ajuste apretado que confiere una reducción del juego de 0,0005 veces el agujero nominal del rodamiento, d , para aplicaciones de celulosa y papel. Algunas aplicaciones de celulosa y papel, sin embargo, requieren ajustes más apretados.

Por lo tanto, debe agregarse un ajuste a d para el cálculo de d_a :
 $1,1 \times 0,0005 \times d = 0,00055 d$.

Finalmente:

$$d_a = d + (B_f/K) + T_m + 0,00055 d$$

$$d_a = 1,00055 d + B_f/K + T_m$$

(En función de la **figura 6**) $B_d = B_a + B/2 - B_f$

Nota:

Para el SKF 241/600 ECAK30/C083W33:
 $d_a = (1,00055 \times 600) + (10/30) + 0,042 = 600,7053 \text{ mm}$
 $B_d = 490 + 375/2 - 10 = 667,500 \text{ mm}$

2.2.2 Selección de la regla correcta

Para obtener resultados de medición precisos, la distancia, G , entre los pernos de calibración debe cubrir la mayor parte posible del ancho del cono, B_e . Sin embargo, G está limitada por el espacio necesario para alojar los pernos de calibración y el tornillo de micrómetro en cada extremo del cono (véanse las distancias V que se muestran en la **figura 3**).

Para conicidad de 1:30, $G < B_e - (2V) - 0,02 d_a$
 Para conicidad de 1:12, $G < B_e - (2V) - 0,05 d_a$

Si d_a es igual o inferior a 180 mm, V debe ser al menos 5 mm.
 Si d_a es mayor que 180 mm, y hasta 400 mm inclusive, V debe ser al menos 7 mm.
 Si d_a es mayor que 400 mm, V debe ser al menos 9 mm.
 0,02 d_a y 0,05 d_a son aproximaciones en función del diámetro del eje y el ángulo cónico que debe permitir el contacto del micrómetro con el cono y la medición de M en el extremo estrecho del agujero cónico.

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, d_a es mayor que 400 mm, por lo que el valor mínimo de V es 9 mm.

$$B_e = 370 \text{ mm}$$

$$d_a = 600,7053 \text{ mm}$$

$$G < 370 - (2 \times 9) - (0,02 \times 600,7053) = 339,986 \text{ mm}$$

Por lo tanto, debe elegirse la regla SKF 920530-210.

2.2.3 Selección de la longitud correcta de la pieza distanciadora

La longitud de la pieza distanciadora debe permitir realizar mediciones precisas. Los centros de los pernos de calibración se colocan a 20 mm de la cara del extremo de las reglas SKF. Cuando se selecciona la longitud de la pieza distanciadora, debe agregarse el valor V a la longitud mínima o restarse de la longitud máxima. También debe tenerse en cuenta la posición del extremo más estrecho y el extremo más ancho del cono.

Longitud mínima:
 $B_c \text{ mín.} = B_d - B_e - 20 + V$

Longitud máxima:
 Para conicidad de 1:30: $B_c \text{ máx.} = B_d - G - 20 - V - 0,02 d_a$
 Para conicidad de 1:12: $B_c \text{ máx.} = B_d - G - 20 - V - 0,05 d_a$

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, $B_d = 667,500 \text{ mm}$, $B_e = 370 \text{ mm}$, $V = 9 \text{ mm}$, G es 210 mm y $d_a = 600,7053 \text{ mm}$. Por lo tanto, B_c debe estar entre 286,5 mm y 416,5 mm, por lo que elegiremos una pieza distanciadora de 350 mm. Por consiguiente, $B_c = 350 \text{ mm}$.

2.2.4 Cálculo del valor nominal de M

Una vez seleccionadas la regla y la pieza distanciadora de longitud adecuada, se calcula el diámetro d_b en el plano I-I (\rightarrow **figura 6**). Este plano coincide con la cara del extremo interior de la regla.

$$d_b = d_a + (B_d - B_c)/k$$

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, $B_d = 667,500 \text{ mm}$, $B_c = 350 \text{ mm}$, $k = 30$ y $d_a = 600,7053 \text{ mm}$
 $d_b = 600,7053 + (667,500 - 350)/30 = 611,2886 \text{ mm}$

Utilizando d_b , el valor nominal de M se calcula mediante la siguiente ecuación correspondiente.

Para conicidad de 1:30: $M = d_b - 0,000139 d_b + 44,346$
 Para conicidad de 1:12: $M = d_b - 0,000867 d_b + 43,413$

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, $d_b = 611,2886 \text{ mm}$; por lo tanto, M es igual a $611,2886 - (0,000139 \times 611,2886) + 44,346 = 655,5496 \text{ mm}$

2.3 Tolerancias para el eje cónico

Cuando se mecaniza un eje, debe permitirse una determinada tolerancia que se aplica a las dimensiones M y M_1-M .

Con los años, las tolerancias han cambiado. Algunos cambios son pequeños como la tolerancia para M , que era $j9$ y ahora es $js9$ (E). Otros, como los cambios en la desviación del ángulo cónico, son mucho más importantes. Algunos ejes antiguos en máquinas que todavía están en funcionamiento están fuera de tolerancia según los estándares actuales.

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, $d = 600 \text{ mm}$ $js9$ (E) para 600 mm es $\pm 0,087 \text{ mm}$
 Por lo tanto, $M = 655,5496 \text{ mm} (-0,087 ; +0,087)$

Se utilizaron diferentes enfoques cuando se establecieron las tolerancias de los asientos de ejes cónicos. El sistema europeo se basó en la desviación admisible del ángulo para el cono del eje sobre el lado positivo, como lo hacemos para los rodamientos, y el valor de tolerancia se relacionó con el diámetro nominal del eje. Por el con-

trario, el enfoque estadounidense consistió en tener una desviación admisible en el lado negativo y utilizar el ancho nominal del rodamiento. Estos enfoques diferentes, comprensiblemente, derivaron en problemas prácticos.

Desde 1986, la desviación admisible del ángulo para el mecanizado del cono es una tolerancia positiva/negativa que cumple con $\pm IT7/2$. El valor se determina en relación con el ancho del rodamiento.

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, $B = 375$ e IT7 para 375 mm es 0,057 mm.
 $\pm IT7/2 = (-0,0285; +0,0285)$

Como los pernos de calibración están separados por una distancia, G , que no es igual al ancho del rodamiento, B , la tolerancia en M_1-M será igual a $(G/B) \times (\pm IT7/2)$

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, $G = 210$, $B = 375$ y $\pm IT7/2 = \pm 0,0285$ mm.
 Por lo tanto, los límites de M_1-M son $(210/375) \times (\pm 0,0285) = \pm 0,016$ mm

Como se necesitan mayores tolerancias de variación reducidas para las máquinas modernas que funcionan más rápido, las desviaciones radiales de redondez han cambiado. En el pasado, se utilizaba IT6/2 con IT5/2 recomendada para casos que requerían tolerancias de variación reducidas. Hoy en día, se utiliza IT5/2 y se recomienda IT4/2 cuando se necesita mayor precisión. Debe utilizarse IT4/2 cuando se necesitan rodamientos con tolerancias de variación reducidas, como los rodamientos C08, VQ424 y VA460 de SKF. El valor se determina en relación con el diámetro nominal del agujero del rodamiento y se aplica a los valores de desviación máxima M y M_1 según las mediciones en diversas posiciones alrededor del eje.

Nota:

El SKF 241/600 ECAK30/C083W33 tiene un sufijo C08, por lo que el eje debe tener una redondez acorde con IT4/2.

Sin embargo, tenga cuidado porque la definición de desviación de la redondez se basa en el radio, no el diámetro. Por lo tanto, el valor debe duplicarse al medir con un micrómetro; por lo tanto, IT4 y no IT4/2. IT4 para 600 mm es 0,022 mm.

La mayoría de los documentos no mostraban IT4 para dimensiones nominales superiores a 500 mm. Puede encontrarlo en la norma ISO 286-1:2010.

Por lo tanto, después de medir M y M_1 en varias posiciones alrededor del eje, el valor de M máximo medido menos el M mínimo medido no debe superar los 0,022 mm. Lo mismo se aplica para M_1 .

2.4 Rectitud

La tolerancia de rectitud es IT5/2 y se basa en el diámetro del rodamiento. Como la desviación de la rectitud se aplica a las generatrices del cono, la tolerancia admisible se duplica si la medición se realiza con un micrómetro sobre el diámetro.

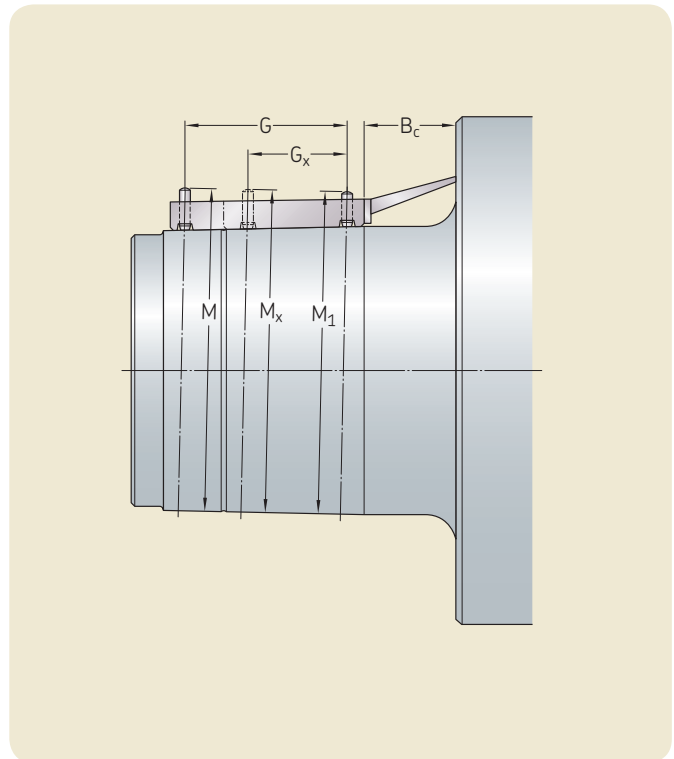


Fig. 8 Comprobación de la rectitud con el calibre para conos SKF 9205.

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, IT5/2 es 0,016 mm. Cuando la medición se realiza con un micrómetro sobre el diámetro, la tolerancia es de 0,032 mm.

La rectitud de un asiento cónico es bastante difícil de medir, pero se explicaron algunos métodos en la edición anterior de *Prácticas SKF para Celulosa y Papel*.

Puede utilizarse el calibre SKF 9205 para calcular la rectitud. El perno de calibración más cercano a la pieza distanciadora siempre tiene la misma altura y estará siempre en la misma posición, independientemente de la longitud de la regla. Esto significa que los valores de M son los mismos si se utiliza la misma pieza distanciadora.

Siempre debe tenerse en cuenta la desviación del ángulo cónico, expresada por medio de M_1-M . Si M_1-M_x tiene la misma desviación angular, la rectitud es perfecta (\rightarrow figura 8). Dado que G_x es más pequeño, M_1-M y M_1-M_x tendrán la misma desviación angular si $M_1-M_x = (G_x/G) \cdot (M_1-M)$.

La rectitud de los asientos cónicos está dentro de la tolerancia si, en los puntos de medición,

$$(G_x/G) \cdot (M_1-M) - IT5/2 < M_1-M_x < (G_x/G) \cdot (M_1-M) + IT5/2$$

Tenga en cuenta que esto es válido para un plano axial, por lo que M , M_1 y M_x deben estar en el mismo plano axial.

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, el valor calculado de M permanecerá igual a 655,5496 mm con las siguientes reglas SKF: 920530-50, 920530-80, 920530-130, 920530-210. Supongamos que $M = 655,550$ mm y que $M_1 = 655,560$ mm con la regla SKF 920530-210. La siguiente medición se lleva a cabo con la SKF 920530-130 y la misma pieza distanciadora.

- $G = 210$
- $G_x = 130$
- $G_x/G = 0,6190$
- $M_1 - M = 0,010$
- $IT5/2 = 0,016$

$$(0,619 \times 0,010) - 0,016 < M_1 - M_x < (0,619 \times 0,010) + 0,016$$

$$-0,0098 < M_1 - M_x < 0,0222$$

Por lo tanto, la rectitud en función de tres puntos está dentro de la tolerancia si, después de redondear los valores,

$$655,538 < M_x < 655,570.$$

Este método se debe utilizar en combinación con el método del azul de Prusia, que indica el porcentaje de contacto. Si está por debajo del nivel recomendado, seleccione una regla con un perno de calibración adecuado para el área que se debe medir.

Si no dispone de una regla adecuada, es posible tomar mediciones con otra pieza distanciadora y una regla más pequeña (→ **figura 9**). A pesar de que los calibres se muestran separados por 180° para facilitar la comprensión, en realidad es importante que las mediciones comparativas de M , M_1 , M_x y M_{1x} se tomen en la misma posición en el eje.

En la **figura 9**, M_x es el diámetro donde hay una supuesta desviación de rectitud. Se añade una nueva pieza distanciadora para que la regla más pequeña esté a una distancia, B_g , de la cara de referencia. La distancia entre los pernos de calibración M_1 y M_x es ahora G_1 . $G_1 = G_x + B_g - B_c$.

Como la regla más pequeña está ahora más lejos de la cara de referencia, el valor de M_x será más pequeño que M y M_1 . Debe añadirse la diferencia de diámetro, que es $(B_g - B_c)/k$, para comparar M_1 y M_x .

$$M_1 - M_x = (G_1/G) \cdot (M_1 - M) + (B_g - B_c)/k$$

La rectitud está dentro de la tolerancia si:

$$(G_1/G) \cdot (M_1 - M) + (B_g - B_c)/k - IT5/2 < M_1 - M_x < (G_1/G) \cdot (M_1 - M) + (B_g - B_c)/k + IT5/2$$

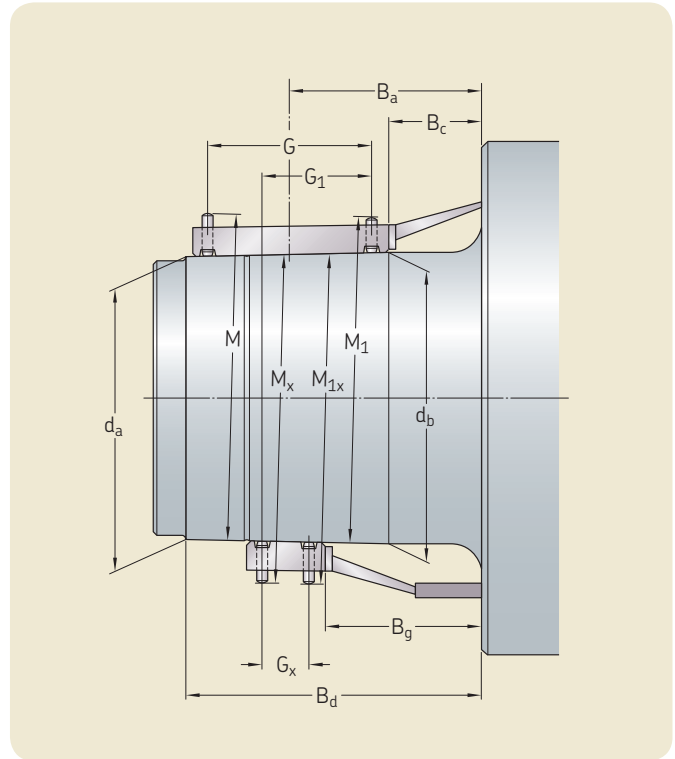


Fig. 9 Comprobación de la rectitud con el calibre para conos SKF 9205 y dos piezas distanciadoras.

2.5 Determinación del ancho del anillo distanciador

Es posible determinar el ancho de un anillo distanciador contra el cual se va a calar un rodamiento para un ajuste apretado correcto para rodamientos con una conicidad de 1:30.

Tenga en cuenta que algunos rodamientos con una conicidad de 1:12 también pueden montarse de esta manera. Tales rodamientos deben fabricarse con la cara de referencia en el extremo mayor del cono y para tolerancias de agujero más estrechas que las que se aplican a una conicidad de 1:30. Estos rodamientos tienen designaciones y precios especiales.

Nota:

El SKF 241/600 ECAK30/C083W33 tiene una conicidad de 1:30 y puede montarse contra un anillo distanciador cuyo ancho se determina previamente con el calibre para conos SKF 9205.

El ancho nominal del anillo es (→ **figura 6**):

$$B_b = B_d + B_f - B$$

donde todas las dimensiones son nominales.

El ancho real del anillo para el mismo eje se obtiene mediante la fórmula:

$$B_{be} = B_b + k \cdot \Delta M$$

Donde ΔM es la desviación medida, positiva o negativa, con respecto a la desviación nominal M .

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, M nominal = 655,5496 mm.

El valor medido de M es 655,550 mm en la posición 0° (superior).
 El valor medido de M es 655,570 mm en la posición 45°.
 El valor medido de M es 655,562 mm en la posición 90°.
 El valor medido de M es 655,559 mm en la posición 135°.
 El valor medido promedio es entonces 655,5603 mm

$$\begin{aligned}\Delta M &= 655,5603 - 655,5496 = 0,0107 \text{ mm} \\ B_d &= 667,500 \text{ mm} \\ B_f &= 10 \text{ mm} \\ B &= 375 \text{ mm} \\ B_{be} &= 667,5 + 10 - 375 + (30 \times 0,0107) = 302,819 \text{ mm}\end{aligned}$$

Para que los anillos tengan la tolerancia de ajuste necesaria, se deben fabricar más anchos:

$$B_h = B_b + k.h$$

Donde h es el límite superior para M conforme a js9(E) determinado según el diámetro del agujero del rodamiento.

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, js9(E) para 600 mm es $\pm 0,087$ mm.

$$B_h = 667,5 + 10 - 375 + (30 \times 0,087) = 305,110 \text{ mm.}$$

Se deben fabricar varios anillos distanciadores de 305,110 mm de ancho, para luego mecanizarlos o rectificarlos hasta un ancho específico, después de haber medido los valores de M alrededor del eje y calculado el M promedio.

Tenga en cuenta que cada anillo distanciador ajustado es para un único eje y no se debe utilizar con otro.

3. Incertidumbre de las mediciones

Recuerde que, a pesar de que la herramienta se llama micrómetro, no es capaz de medir con una precisión de un micrón. Otras cosas pueden afectar también la precisión de una medición, p. ej., la influencia de la temperatura del cuerpo del usuario de la herramienta. Un fabricante líder de herramientas ofrece un ejemplo de esto basándose en el uso de un micrómetro de 300 mm durante 15 minutos en una sala que está a una temperatura de 20 °C que añade 12 μm .

El sentido de la medición también es importante. Incluso si un eje tiene redondez perfecta, el micrómetro medirá una desviación entre las posiciones vertical y horizontal, porque se deforma bajo su propio peso.

Para minimizar la incertidumbre y el error, es importante comprobar siempre el micrómetro antes y después de realizar las mediciones con un patrón a temperatura ambiente.

En ausencia de otra información, una regla general simple es que la incertidumbre de medición cuando se utiliza un micrómetro se calcula en $\pm 0,1 \text{ IT}9/2$.

Nota:

Para un SKF 241/600 ECAK30/C083W33, la incertidumbre cuando se mide M será de $\pm 0,0087$ mm.

Para mayor precisión, en especial para los ejes apoyados en rodamientos C08, VQ424 y VA460, que tienen tolerancias de variación reducidas, debe usarse un reloj comparador. Luego, la incertidumbre calculada desciende hasta $\pm 0,1 \text{ IT}7/2$

Nota:

Nuestro SKF 241/600 ECAK30/C083W33 es un rodamiento C08; por lo tanto, debe usarse un reloj comparador. Luego, se calcula una incertidumbre de $\pm 0,0035$ mm.

Para concluir, el calibre para conos SKF 9205 es una buena herramienta que nunca se quedará sin batería y que puede soportar la inmersión en aceite. Al principio, puede parecer una herramienta complicada debido a todas las ecuaciones que implica. Estas, por supuesto, se pueden resolver mediante una hoja de cálculo, por lo que simplemente deberá introducir los datos de entrada.

He intentado explicar el uso de la herramienta de la manera más simple posible, mediante ejemplos desarrollados a lo largo de esta edición de Prácticas SKF para Celulosa y Papel. También agregaré que, una vez que se entiende el principio del SKF 9205, resulta obvio y no lo olvidará nunca. Solo las primeras varias veces que lo utiliza resulta algo difícil.



Atentamente,
 Philippe Gachet
 Consultor técnico sénior
 Philippe.gachet@skf.com

Segmento Global Celulosa y
Papel SKF

Contacto/Editor responsable
philippe.gachet@skf.com

® SKF es una marca comercial 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 11147/13 ES · Abril 2015

