

Rodamientos FAG

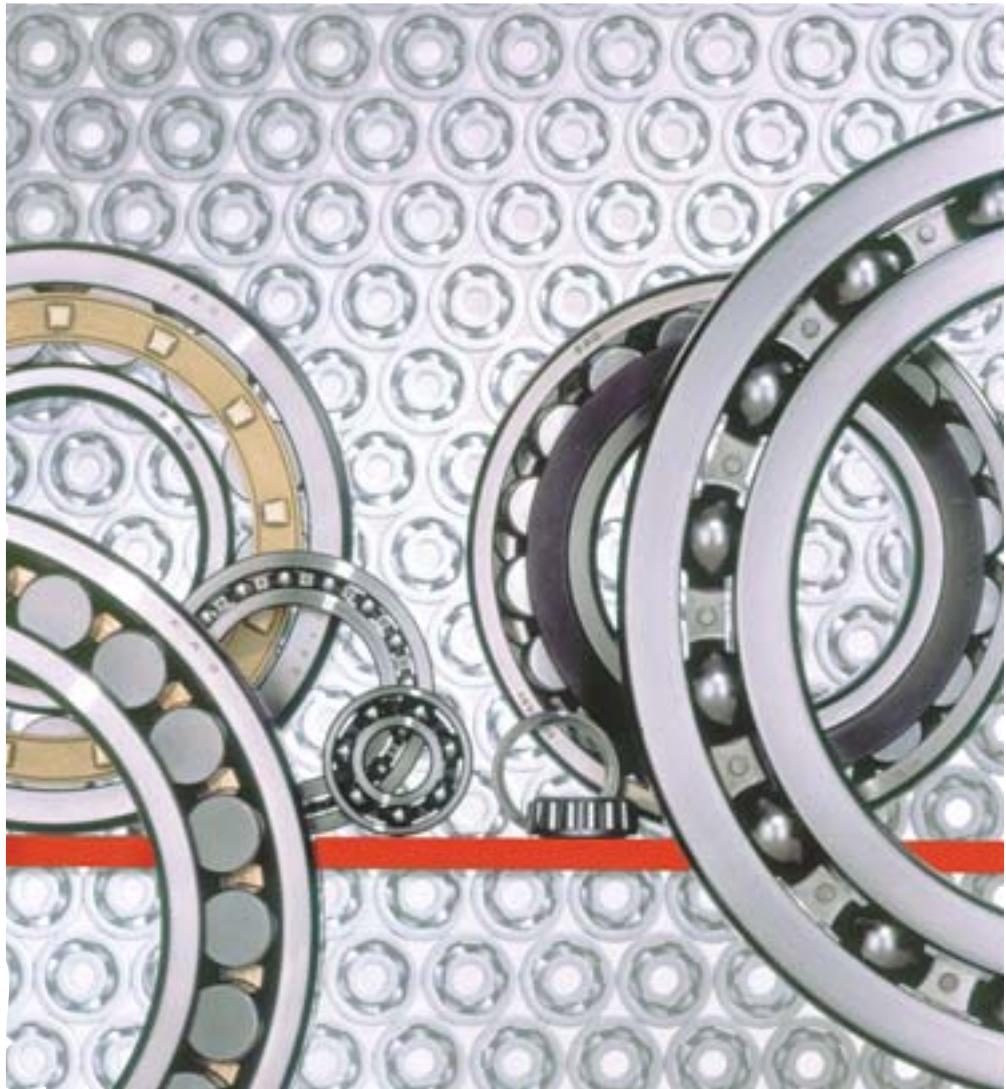
Rodamientos de bolas ·

Rodamientos de rodillos · Soportes · Accesorios

FAG

Rodamientos

Catálogo WL 41 520/3 SB



Rodamientos FAG de rodillos cilíndricos

de una hilera



Rodamientos FAG de rodillos cilíndricos

de una hilera · Normas · Ejecuciones básicas · Tolerancias · Juego de los rodamientos · Adaptabilidad angular

Los rodamientos de rodillos cilíndricos son despieceables con lo que se facilita el montaje y el desmontaje. Ambos aros pueden ser montados con un ajuste fijo. Para evitar tensiones en los cantos, los rodillos y los caminos de rodadura tienen un contacto lineal modificado.

Normas

Rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos DIN 5412, volumen 1

Rodamientos de rodillos cilíndricos para máquinas eléctricas en vehículos de tracción eléctrica

DIN 43283

Anillos angulares

ISO 246 y

DIN 5412, volumen 1

Ejecuciones básicas

Las diferentes ejecuciones de rodamientos de rodillos cilíndricos se diferencian entre sí por la disposición de los rebordes. La ejecución NU tiene dos rebordes en el aro exterior y un aro interior sin rebordes. En la ejecución N, los rebordes se encuentran en el aro interior y el aro exterior no los tiene.

Las ejecuciones NU y N se montan como rodamientos libres. Son despieceables, con lo que se facilita el montaje y el desmontaje. Ambos aros pueden ser ajustados fijamente.

Los rodamientos de rodillos cilíndricos NJ tienen dos rebordes en el aro exterior y uno en el interior. Pueden absorber cargas axiales en un sentido.

Como rodamientos para apoyos fijos, para absorber cargas axiales en ambos sentidos, se montan rodamientos de rodillos cilíndricos NUP. Tienen dos rebordes en el aro exterior y en el aro interior un reborde y un aro-reborde suelto. Igual que con la ejecución

NUP, se consigue un apoyo fijo con un rodamiento de rodillos cilíndricos NJ y un anillo angular HJ.

FAG suministra los rodamientos de rodillos cilíndricos en la ejecución reforzada como ejecución básica en las series 2E, 22E, 3E y 23E. En estos rodamientos, el conjunto de rodillos se ha diseñado para una capacidad de carga máxima.

Tolerancias

Los rodamientos de rodillos cilíndricos de una hilera se fabrican en la ejecución básica con una tolerancia normal. Bajo demanda también suministramos rodamientos con tolerancias restringidas.

Tolerancias: rodamientos radiales, Pág. 56.

Juego de los rodamientos

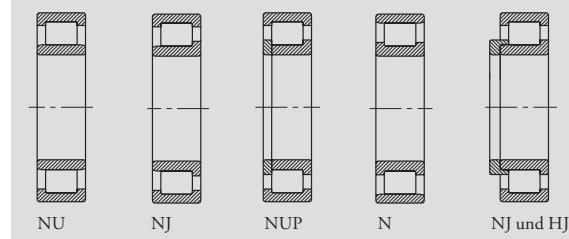
Los rodamientos de rodillos cilíndricos de una hilera se fabrican en la ejecución básica con juego normal. Bajo demanda también suministramos ejecuciones con los sufijos C3 (juego radial mayor de lo normal) o sufijo C4 (juego radial mayor que C3).

Juego radial: rodamientos de rodillos cilíndricos, véase página 78.

Adaptabilidad angular

Para evitar tensiones en los cantos y para permitir cierta adaptabilidad angular, los rodillos y los caminos de rodadura tienen un contacto lineal modificado. En rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos, el ángulo de adaptabilidad no debe rebasar 4 minutos de ángulo, suponiendo una condición de carga de $P/C \leq 0,2$ (P = carga dinámica equivalente [kN], C = capacidad de carga dinámica [kN]). En caso de haber ladeos de mayor importancia o solicitudes a carga mayores, consulten con FAG.

Rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos



Rodamientos FAG de rodillos cilíndricos

de una hilera · Jaulas · Aptitud para altas velocidades · Tratamiento térmico · Carga equivalente · Capacidad de carga axial

Jaulas

La mayor parte de los rodamientos FAG de rodillos cilíndricos de las series 2E, 22E, 3E y 23E tienen jaulas de poliamida 66 reforzada con fibra de vidrio (sufijo TVP2). Esta jaula, gracias a su estabilidad de forma, hace posible diseñar rodamientos con máxima capacidad de carga. Las jaulas de poliamida 66 soportan temperaturas constantes de hasta 120°C. Al lubricar con aceite aditivado, éste puede perjudicar la duración de servicio de la jaula. Un estado envejecido del aceite también puede perjudicar la vida en servicio de la jaula, por lo cual conviene observar los intervalos recomendados para el cambio de aceite (ver también Pág. 85).

Los rodamientos de rodillos cilíndricos sin sufijo para la jaula tienen jaula de chapa de acero. Los sufijos M y M1 definen rodamientos con jaulas macizas de latón, guiadas por los rodillos.

▼ Jaulas estándar de los rodamientos de rodillos cilíndricos

Serie	Jaula maciza de poliamida (TVP2) Número característico del agujero	Jaula de chapa de acero	Jaula maciza de latón (M, M1)
NU2 (E)	hasta 26	a partir de 28	
NU3 (E)	hasta 26	a partir de 28	
NU10		a partir de 07	
NU19		a partir de 92	
NU22 (E)	hasta 26	a partir de 28	
NU23 (E)	hasta 22	a partir de 24	

Bajo demanda también suministramos otras ejecuciones de jaulas, por ejemplo jaula maciza de latón en vez de jaula de poliamida. Con tales jaulas el comportamiento para altas velocidades y temperaturas así como las capacidades de carga pueden diferir de los datos para rodamientos con jaula estándar.

Aptitud para altas velocidades

Los conceptos generales sobre adaptación a altas velocidades se exponen en las páginas 87 y siguientes. Bajo condiciones de servicio adecuadas, la velocidad de referencia puede superar a la velocidad límite. En el caso de tener condiciones de servicio especiales, estas deben de tenerse en cuenta para determinar el valor de la velocidad térmicamente permisible de servicio.

Cuando en las tablas se indica una velocidad de referencia mayor que la velocidad límite, no debemos utilizar este valor mayor.

Tratamiento térmico

Los rodamientos FAG de rodillos cilíndricos se sujetan a un tratamiento térmico de manera que se pueden utilizar para temperaturas de servicio de hasta 150°C. Los rodamientos con un diámetro exterior mayor de 120 mm son estables dimensionalmente hasta 200°C. En rodamientos con jaulas de poliamida ha de observarse el límite térmico de aplicación del material.

Carga dinámica equivalente

Para rodamientos de rodillos cilíndricos que solamente han de absorber cargas radiales vale:

$$P = F_r \text{ [kN]}$$

Si, aparte de la fuerza radial, el rodamiento ha de soportar una fuerza axial F_a , ésta se tiene en cuenta en el cálculo de la vida de los rodamientos, debiendo ser $F_a \leq F_{aH}$ (F_{aH} carga axial permisible):

Serie	Condición de carga	Carga dinámica equivalente
19, 10, 2, 2E, 3, 3E	$F_e/F_r \leq 0,11$ $F_a/F_r > 0,11$	$P = F_r$ $P = 0,93 \cdot F_r + 0,69 \cdot F_a$
29V, 22, 22E, 23, 23E, 23VH	$F_e/F_r \leq 0,17$ $F_a/F_r > 0,17$	$P = F_r$ $P = 0,93 \cdot F_r + 0,45 \cdot F_a$
30V	$F_e/F_r \leq 0,23$ $F_a/F_r > 0,23$	$P = F_r$ $P = 0,93 \cdot F_r + 0,33 \cdot F_a$
50B, 50C	$F_e/F_r \leq 0,08$ $F_a/F_r > 0,08$	$P = F_r$ $P = 0,96 \cdot F_r + 0,5 \cdot F_a$

Valor máximo ratio $F_a/F_r = 0,4$.

Capacidad de carga axial

A parte de las fuerzas radiales, los rodamientos de rodillos cilíndricos de las ejecuciones NUP, NJ o NJC con anillo angular así como rodamientos llenos de rodillos NJ.VH, NCF.V y NNF.V (ver Pág. 313) pueden transmitir fuerzas axiales. La magnitud del esfuerzo axial (F_a/C máx. 0,1) a que pueden ser sometidos los rodamientos, depende de los siguientes factores:

- Carga radial
- Velocidad
- Lubricación
- Temperatura de servicio
- Condiciones de la transición de temperatura en el lugar de aplicación del rodamiento

La carga axial admisible, se determina basándose en las condiciones de lubricación, y de rozamiento y al balance térmico en el lugar de aplicación del rodamiento. Las condiciones de fricción más favorables se producen cuando existe una delgada película portante entre los rodillos y los rebordes. Para conseguir esta condición se necesita una gran velocidad, cuando la viscosidad de servicio es baja y la fuerza axial es grande. Suponiendo la misma viscosidad de servicio, estas condiciones favorables también se consiguen con bajas velocidades cuando la fuerza axial es pequeña.

A la fuerza axial bajo una delgada película portante todavía en formación, se le denomina Carga Hidrodinámica Límite F_{aH} .

Rodamientos FAG de rodillos cilíndricos

de una hilera · Capacidad de carga axial · Carga equivalente

La carga hidrodinámica límite F_{aH} se obtiene a partir de la gráfica de rozamiento para los rodamientos de rodillos cilíndricos cargados axialmente de la página 99. El valor de la abcisa será 7 cuando el coeficiente de rozamiento f_s , justo alcance el valor mínimo de 0,014 para lubricación hidrodinámica. Entonces F_{aH} se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$F_{aH} = [f_s \cdot d_m \cdot n \cdot v \cdot (D^2 - d^2)/7]^{1/2} \quad [\text{N}]$$

$$\begin{aligned} f_s &= 0,0048 \text{ para rodamientos con jaula} \\ &= 0,0061 \text{ para rodamientos llenos de rodillos} \\ d_m &\text{ Diámetro medio} = 0,5 \cdot (D + d) \text{ [mm]} \\ n &\text{ Velocidad de giro del aro interior} \text{ [min}^{-1}] \\ v &\text{ Viscosidad servicio del aceite o el aceite básico de la grasa} \text{ [mm}^2/\text{s}] \\ D &\text{ Diámetro exterior del rodamiento} \text{ [mm]} \\ d &\text{ Diámetro del agujero} \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Cuando se superan los valores de la carga hidrodinámica límite, y entre los rebordes y los rodillos se produce rozamiento mixto, las pérdidas por rozamiento aumentan llegando a producir desgaste.

La carga axial permisible para una temperatura de servicio, se determina a partir del balance energético, usando, por ejemplo la condición del calor generado en el rodamiento = calor disipado.

El calor generado en el rodamiento incluye el valor de calor dependiente de la carga radial y de la carga axial, así como el calor producido por el rozamiento causado por el lubricante. Esta cantidad de calor puede calcularse con bastante precisión (ver sección "Rozamiento" en páginas 96 y siguientes). El cálculo del calor disipado no se puede realizar si no se conocen las condiciones de transmisión de calor bien a través de las partes adyacentes, bien a través de refrigeración del rodamiento, por ejemplo con lubricación por circulación de aceite.

Ejemplo de cálculo:

Rodamiento de rodillos cilíndricos NUP2210E.TVP2 con $d = 50$ mm, $D = 90$ mm $C = 78$ kN;

Condiciones de servicio:

$$n = 2000 \text{ min}^{-1}, F_r = 15 \text{ kN}$$

Viscosidad de servicio del aceite: $v = 23 \text{ mm}^2/\text{s}$

$$\begin{aligned} F_{aH} &= [0,0048 \cdot 70 \cdot 2000 \cdot 23 \cdot (90^2 - 50^2)/7]^{0.5} = \\ &3\,520 \text{ N} = 3,52 \text{ kN} \end{aligned}$$

Lubricación en los rodamientos de rodillos cilíndricos cargados axialmente

Emplearemos lubricación con grasa sólo en aquellos rodamientos de rodillos cilíndricos con esfuerzos axiales en ambos sentidos ya que el cambio de sentido de la carga, facilita la lubricación de las superficies con deslizamiento. En estos casos se recomiendan grasas con consistencia NLGI de clase 2 y con aditivos EP. Para el cálculo se toma la viscosidad de servicio del aceite básico para v . En los intervalos de relubricación se tienen en cuenta los parámetros de servicio (ver publicación FAG Nº WL81115 "Lubricación de rodamientos").

En la fase crítica en donde un rodamiento se embala desde cero hasta la velocidad de servicio, siempre aparece rozamiento mixto, es por ello que para prevenir posibles daños se recomienda el uso de aditivos EP. Se debe de seleccionar la viscosidad nominal, que a temperatura de servicio, alcance una viscosidad de servicio de aproximadamente 18 mm²/s.

Límites de la carga axial

La magnitud de la carga axial se determina a partir de la temperatura máxima, la vida requerida, el ratio de carga $F_a/F_r \leq 0,4$ (factor de seguridad ante valores inadmisibles de inclinación de los rodillos) y de la resistencia de los rebordes.

Si el diámetro de apoyo solamente alcanza el diámetro del camino de rodadura, F_a [N] no debe rebasar $K \cdot d_m \cdot B$, siendo:

$$\begin{aligned} K &= 6,5 \text{ en rodamientos de una hilera con jaula} \\ K &= 5,5 \text{ en rodamientos de una hilera llenos de rodillos} \\ K &= 3 \text{ en rodamientos de varias hileras} \end{aligned}$$

$$d_m \text{ Diámetro medio del rodamiento [mm]}$$

$$B \text{ Anchura del rodamiento [mm]}$$

Si se va a sobrepasar el valor límite de la carga axial determinada, los rodamientos han de apoyarse hasta la mitad de la altura de los rebordes y los diámetros de apoyo deben diseñarse como sigue:

$$(F + J)/2 \text{ y } (H + E)/2 \text{ [mm]}$$

Para los diámetros de los caminos de rodadura (E, F) y de los rebordes (J, H), véanse las tablas de dimensiones.

Carga estática equivalente

Para rodamientos de rodillos cilíndricos cargados estáticamente en dirección radial vale:

$$P_0 = F_r \text{ [kN]}$$

Rodamientos FAG de rodillos cilíndricos

Medidas auxiliares · Ejecución RNU · Sufijos

Medidas auxiliares

En la página 123 se encuentra información general sobre las medidas auxiliares de estos rodamientos.

En las tablas se indican los valores máximos de radio r_g de la garganta y los diámetros de los resaltos.

Para la altura del resalte en presencia de grandes fuerzas axiales ver la sección "Límites de la carga axial" en la página 273.

Rodamientos de rodillos cilíndricos RNU sin aro interior

Los rodamientos de rodillos cilíndricos sin aro interior (ejecución RNU suministrables bajo demanda) se utilizan para aplicaciones en espacios limitados. Los rodillos giran directamente sobre el eje templado y rectificado. Por regla general el eje se mecaniza según g6 (medida auxiliar F, ver tabla de dimensiones) y el agujero del alojamiento según K6. Indicaciones sobre el material y el mecanizado de los caminos de rodadura para apoyos directos se encuentran en la página 121.

El diámetro del eje J (ver tablas con medidas) se mecaniza según la tolerancia h9.

Sufijos

E Diseño reforzado

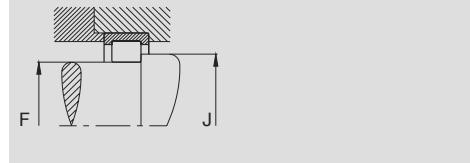
M, M1 Jaula maciza de latón guiada por los rodillos

TVP2 Jaula de ventanas maciza de poliamida reforzada con fibra de vidrio, guiada por los rodillos

X* Diseño diferente al estándar

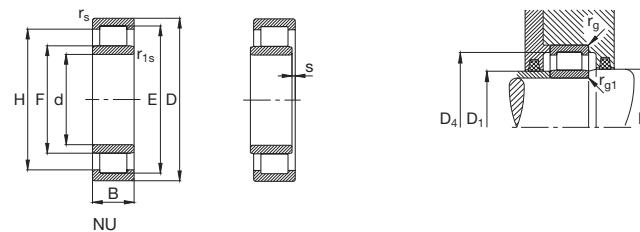
* Los rodamientos con el sufijo combinado EX tiene un diseño interno según norma revisada DIN 5412 volumen 1, ed. 02.94. Las partes despiezables de este nuevo diseño no son intercambiables con las partes despiezables de los rodamientos con diseño estándar tipo E del mismo tamaño.

▼ Medidas auxiliares para la ejecución RNU sin aro interior



Rodamientos FAG de rodillos cilíndricos de una hilera

Los rodamientos pueden alcanzar una duración de vida ilimitada, si $C_0/P_0 \geq 8$, ver Pág.41.



Eje	Dimensiones										Peso \approx	Capacidad de carga din. C	Velocidad Límite estát. C₀	Velocidad de referencia	Denominación abreviada	Medidas auxiliares								
	d mm	D	B	r _s min	r _{ls} min	E	F	H \approx	s ¹⁾	Rodamiento						D ₁ min mm	D ₁ max	D ₂ min	D ₃ min	D ₄ max	r _g max	r _{g1} max		
340	340	520	82	5	5	475	385	458,2			12,5	63	1120	1830	2200	1200	NU1068M1	357	381	390	407	503	4	4
360	360	540	82	5	5	495	405	478,1			12,5	66	1140	1900	2200	1100	NU1072M1	377	400	410	427	523	4	4
	360	650	170	6	6	573	437	545,8			17	256	3150	5400	1500	530	NU2272M1	386	434	441	468	624	5	5
380	380	560	82	5	5	515	425	498,1			9	68,6	1180	2000	2000	1000	NU1076M1	397	420	430	447	543	4	4
	380	680	175	6	6	615	451	588,8			13,8	288	4050	6700	1400	450	NU2276E.M1	406	446	456	484	654	5	5
400	400	600	90	5	5	550	450	531,5			13,5	89,8	1370	2320	1900	950	NU1080M1	417	445	455	474	583	4	4
420	420	620	90	5	5	570	470	551,5			9,6	92,9	1400	2450	1800	900	NU1084M1	437	465	475	494	603	4	4
440	440	650	94	6	6	597	493	577,6			9,8	104	1560	2750	1600	850	NU1088M1	463	488	498	518	627	5	5
460	460	620	74	4	4	578	502	562,8			8,4	63,1	1020	1960	1800		NU1992M1	475	498	506	520	605	3	3
	460	680	100	6	6	624	516	603,9			10,7	125	1660	3000	1600	800	NU1092M1	483	510	522	541	657	5	5
480	480	650	78	5	5	605	525	589			6,8	74,2	1140	2240	1800		NU1996M1	497	521	529	545	633	4	4
	480	700	100	6	6	644	536	623,9			10,7	134	1700	3100	1500	800	NU1096M1	503	530	542	562	677	5	5
500	500	720	100	6	6	664	556	643,9			10,7	133	1760	3200	1500	750	NU10/500M1	523	550	562	582	697	5	5
560	560	750	85	5	5	700	610	682			9,6	105	1460	3000	1400		NU19/560M1	577	606	614	632	733	4	4
	560	820	115	6	6	754	626	731			13,8	208	2700	5100	1200	600	NU10/560M1	583	620	632	657	797	5	5
600	600	800	90	5	5	748	652	730,7			7,8	125	1700	3450	1400		NU19/600M1	617	647	657	675	783	4	4
670	670	900	103	6	6	839	731	817			11,3	186	2040	4250	1200		NU19/670M1	693	726	736	757	877	5	5
710	710	950	106	6	6	886	774	867,7			9,3	217	2240	4750	1100		NU19/710M1	733	769	779	800	927	5	5

¹⁾ Desplazabilidad axial desde la posición central.

Bajo demanda también son suministrables otras ejecuciones; no dude en contactarnos.