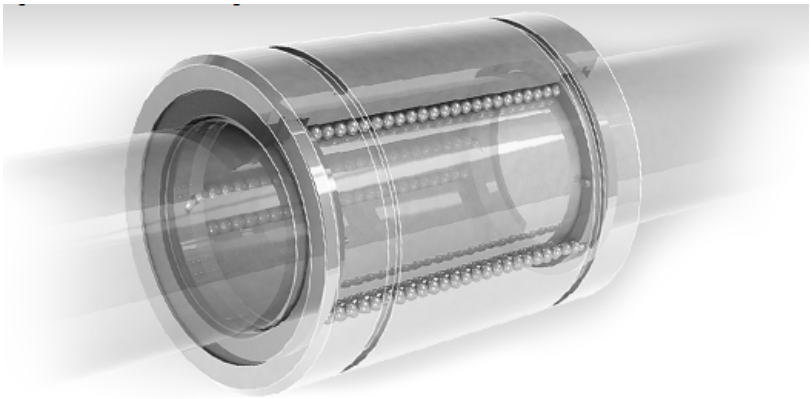
چگونه بلبرینگ خطی مناسب کار خود را انتخاب کنیم؟



بلبرینگ ها یکی از مهم ترین اجزاء مکانیکی مورد استفاده در بسیاری از دستگاه ها و ماشین آلات صنعتی هستند. ما بلبرینگ ها را عموما به عنوان ابزارهایی که در برقراری حرکت های دورانی دارای کاربرد هستند می شناسیم. اما دسته ای از بلبرینگ ها نیز وجود دارند که از آن ها در شکل دهی حرکت های خطی همچون حرکت رفت و برگشتی شافت ها و موارد این چنینی استفاده می شود. در این مقاله بلبرینگ های خطی و ویژگی های مختلف آن ها مورد بررسی قرار گرفته اند.

بلبرینگ خطی یا بال بوشینگ یا یاتاقان خطی (linear bearing یا linear ball bushing) نوعی بلبرینگ است که برای ایجاد حرکت خطی مورد استفاده قرار می گیرد. تاکنون انواع مختلفی از بلبرینگ های خطی طراحی و ساخته شده اند که هر یک موارد استفاده مخصوص به خود را دارند. از بلبرینگ های خطی به طور گسترده در دستگاه های ابزار دقیق، دستگاه های اندازه گیری، ماشین های حفاری چند محوره، ماشین آلات چاپ و بسته بندی و دستگاه های برش و . . . استفاده می شود.

 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019



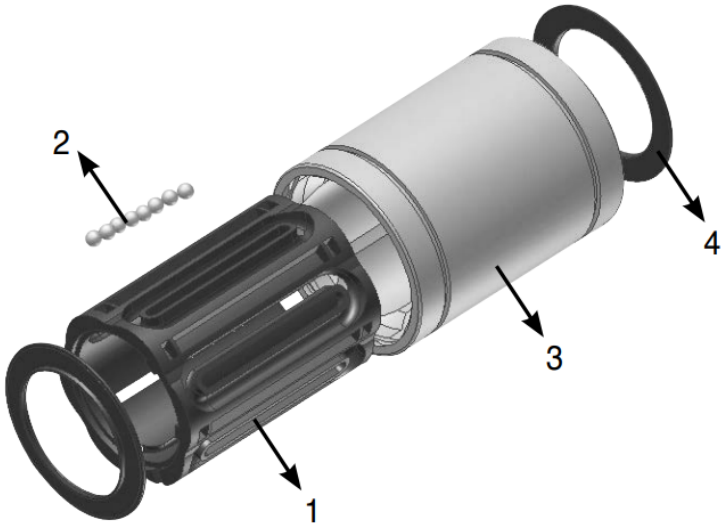
اجزاء بلبرینگ های خطی

در یک نگاه کلی، بلبرینگ های خطی در دو گروه اصلی بلبرینگ های خطی ساده و بلبرینگ های خطی شیاردار قابل تقسیم بندی هستند که اجزاء سازنده هر دو یکسان است و تفاوت آن ها در وجود یک جزء اضافه در ساختار بلبرینگ های خطی شیاردار است.

بلبرینگ های خطی ساده

4 جزء اصلی این بلبرینگ ها عبارت اند از :

1. نگهدارنده (Retainer) عامل تعیین کننده حرکت و هدایت ساچمه ها
2. ساچمه (Ball) عامل اصلی ایجاد حرکت خطی، هدایت کننده شفت در داخل بلبرینگ با کمترین اصطکاک و بیشترین راندمان
3. اسلیو خارجی (Outer Sleeve) در تماس مستقیم با ساچمه ها جهت انتقال بار به تکیه گاه ها
4. درزگیر لاستیکی (Rubber Seal) مانع از عبور مواد خارجی به داخل بلبرینگ، جلوگیری از خروج روغن روانکار از داخل بلبرینگ

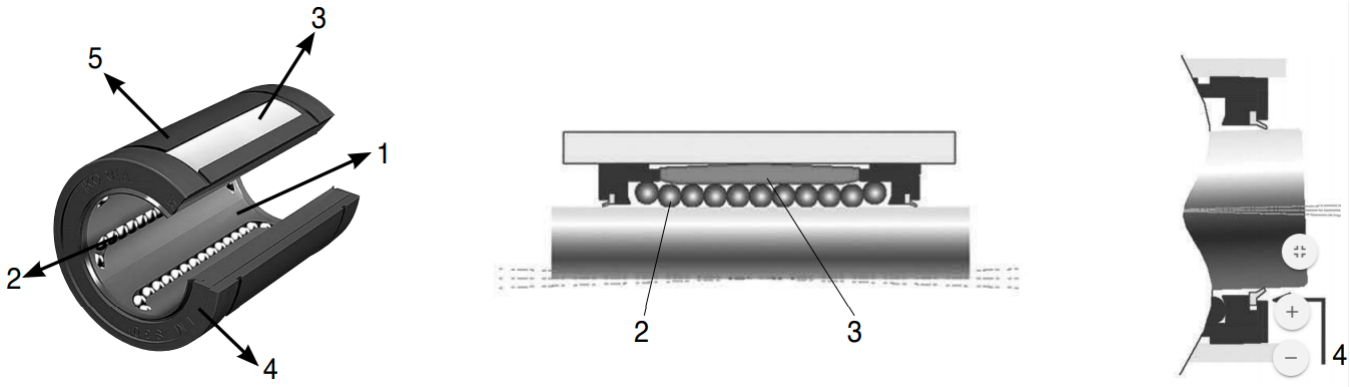


 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019

بلبرینگ های خطی شیاردار

بلبرینگ های خطی شیاردار علاوه بر اجزای سازنده بلبرینگ های خطی ساده، دارای یک صفحه ساچمه نیز هستند که بخش زیادی از وظیفه خود تراز کردن (Self Aligning) بلبرینگ بر عهده آن است.

1. نگهدارنده (Retainer)
2. ساچمه ها (Balls)
3. صفحه ساچمه (Ball plate)
4. اسلیو خارجی (Outer Sleeve)
5. درزگیر لاستیکی (Rubber Seal)



بلبرینگ خطی مناسب کار خود را از صنعت بازار تهیه کنید.

انواع بلبرینگ های خطی

بلرینگ های خطی در شکل ها و انواع گوناگون تولید می شوند. تفاوت موجود در بلبرینگ های خطی می تواند در تعداد ردیف های ساچمه، جنس، شکل و ساختار هندسی آن ها باشد. با این حال، اکثر بلبرینگ های موجود از چند نوع اصلی خارج نیستند.

1. بلبرینگ خطی Self-Aligning سری LM و LME

- ظرفیت بار و طول عمر بالا
- عملکرد نرم و روان و دارا بودن سرعت جابجایی بالا (تا 3 متر بر ثانیه)
- نصب و راه اندازی بسیار ساده (به دلیل وجود قابلیت خود ترازکنندگی - Self-Aligning)
- دارا بودن خاصیت ضد زنگ (به دلیل جنس مواد مورد استفاده در ساخت آن)

 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019





2. بلبرینگ خطی فشرده (Compact) سری CL

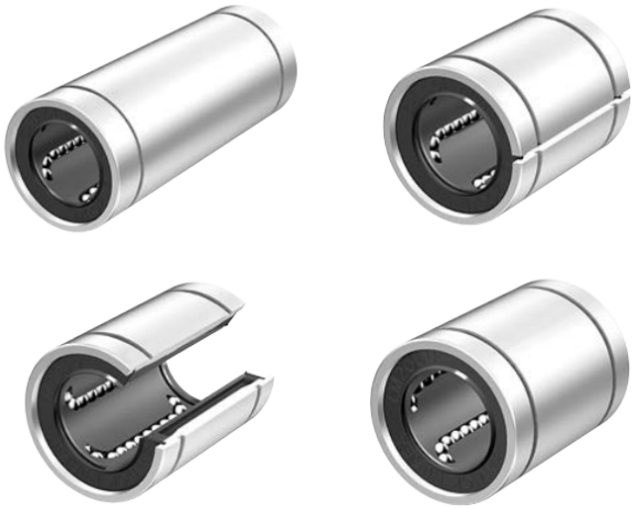
- قیمت پایین و صرفه اقتصادی بالا با قابلیت استفاده در کاربردهای متنوع
- نیاز به فضای محدود جهت جاسازی
- قابلیت نصب و راه اندازی بسیار آسان
- ضد زنگ



3. بلبرینگ خطی استاندارد سری LM و LME

- توانایی تحمل بارهای دینامیکی بسیار زیاد با نرخ های بارگذاری بالا
- قابل استفاده برای شافت هایی با قطر از 5 تا 80 میلی متر
- اصطکاک بسیار پایین و سرعت جابجایی بالا
- دارای نگهدارنده هایی از جنس رزین (برای کاربردهای عادی) و فولاد (برای کاربردهای خاص با دماهای زیاد)
- ضد زنگ زدگی و ضد خوردگی

 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019



4. بلبرینگ خطی لبه دار (Flanged Type) سری LMF و LMEF

- قابلیت نصب بدون نیاز به housing
- دارای انواع متنوع با قابلیت نصب آسان
- دارای نگهدارنده هایی از جنس رزین (برای کاربردهای عادی) و فولاد (برای کاربردهای خاص با دماهای زیاد)
- ضد زنگ زدگی و ضد خوردگی



 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019

5. بلبرینگ خطی لبه دار پایلوت (Pilot Flanged Type) سری LMFP و LMEFP

- دارای انواع متنوع با قابلیت نصب آسان
- دارای نگهدارنده هایی از جنس رزین (برای کاربردهای عادی) و فولاد (برای کاربردهای خاص با دماهای زیاد)
- ضد زنگ زدگی و ضد خوردگی



6. بلبرینگ خطی لبه دار پایلوت میانه (Middle Pilot Flanged Type) سری LMFM و LMEFM

- تمامی ویژگی های بلبرینگ های خطی لبه دار
- قابلیت حرکت پایدارتر و مناسب تر برای بارهایی از جنس گشتاور

 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019



7. بلبرینگ خطی قفسه آلومینیومی (Aluminum Case) ▯ سری SC و SCE

- محصولی ترکیبی از یک housing آلومینیومی و یک بلبرینگ خطی استاندارد
- housing آلومینیومی با دقت بسیار بالا و وزن بسیار کم
- جابجایی و نامیزانی در محدوده بارهای مجاز هرگز رخ نمی دهد.



8. بلبرینگ خطی قفسه آلومینیومی نوع باز (Open Type ▯ Aluminum Case) ▯ سری SBR و TBR

- ترکیبی از housing آلومینیومی نوع باز و بلبرینگ خطی نوع باز
- housing آلومینیومی با دقت بسیار بالا و وزن بسیار کم

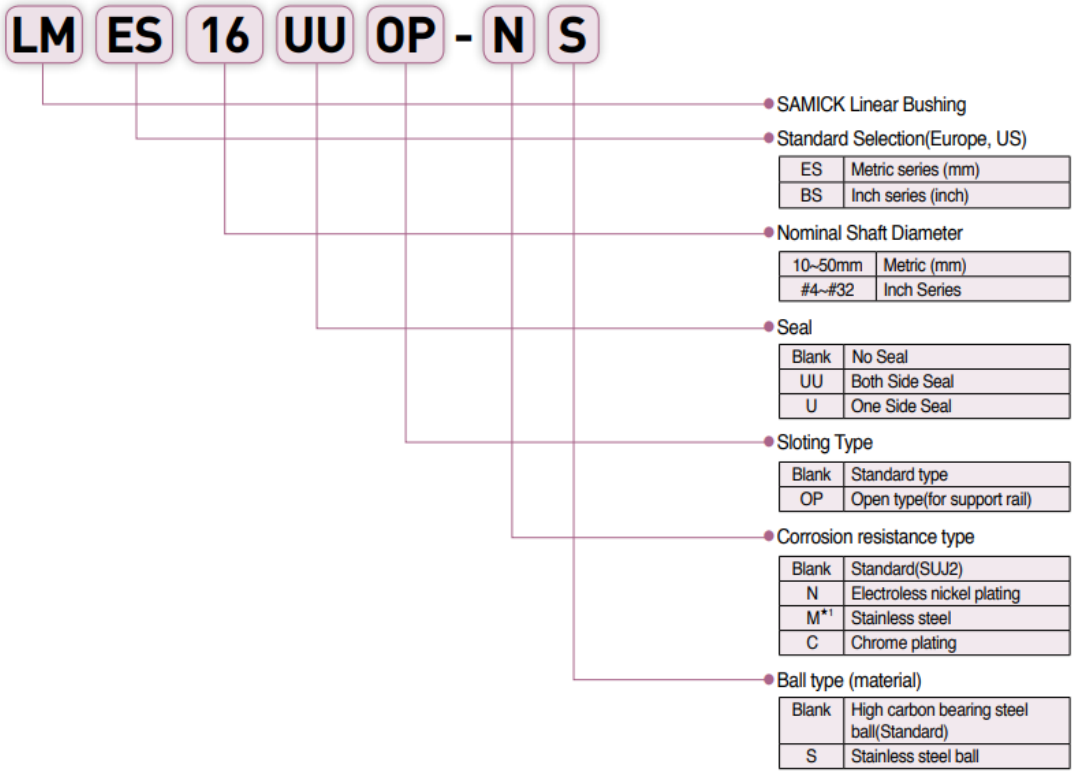




شماره گذاری فنی بلبرینگ های خطی

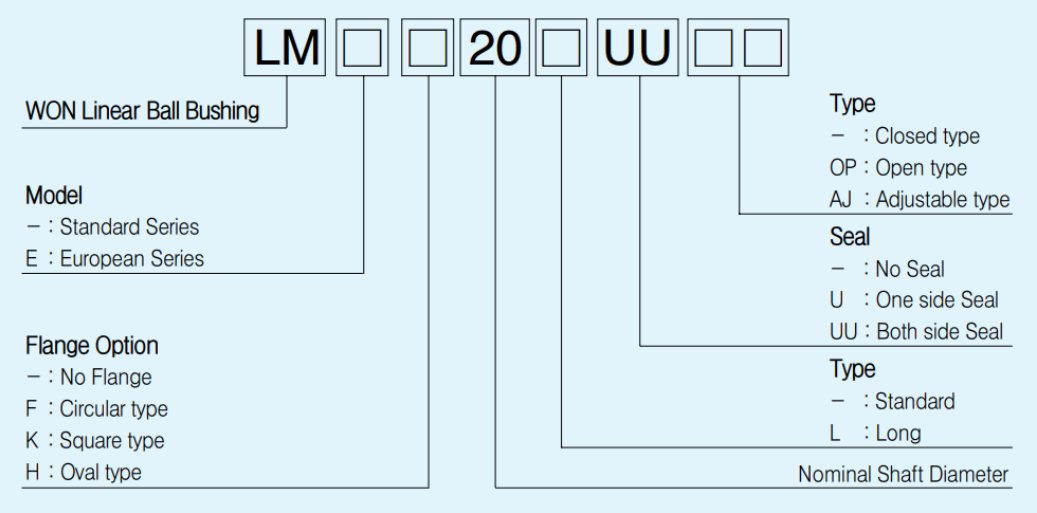
برای شماره گذاری فنی بلبرینگ های خطی، بسته به نوع شرکت سازنده آن ها، از روش های مختلفی استفاده می شود. البته اساس شماره گذاری به یک شکل است اما در برخی از جزئیات با یکدیگر تفاوت دارد.

برای مثال برند SMACK، شماره گذاری فنی بلبرینگ های خطی Self-Aligning خود را مطابق روش زیر انجام می دهد.



شرکت WON نیز این کار را مطابق الگوی زیر انجام می دهد.

 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019



باید توجه داشت که هنگام انتخاب بلبرینگ خطی مورد نیاز خود، باید به الگوی ارائه شده توسط شرکت سازنده آن رجوع کنیم.

انتخاب بلبرینگ خطی مناسب

مهم ترین فاکتورهایی که در انتخاب بلبرینگ خطی مناسب هر کار باید در نظر بگیریم، ابعاد و اندازه بلبرینگ و بار تحمل شده توسط آن هستند. درصورتیکه شروط لازم برای هر یک از این دو پارامتر در انتخاب بلبرینگ خطی ارضا نشوند، طراحی دارای مشکل بوده و عملکرد سیستم با شکست مواجه خواهد شد. برای این منظور لازم است تا به دو نکته توجه کنیم.

1. در گام نخست، ضمن بررسی دقیق شرایط کاری سیستم، بار وارد به بلبرینگ خطی را محاسبه کنیم و تمامی اصول لازم در طراحی همچون ضریب ایمنی و . . . را نیز در محاسبات خود لحاظ کنیم.

2. با آگاهی از مقدار بار اعمال شده به بلبرینگ، به سراغ جداول و کاتالوگ های شرکت های سازنده بلبرینگ های خطی رفته و با در نظر گرفتن ابعاد دستگاه یا مکانیزم، بلبرینگ مناسب را انتخاب کنیم. بلبرینگ خطی انتخابی اولا باید قادر به تحمل بار محاسبه شده در مرحله قبل باشد و ثانیا با توجه به قطر و دیگر ابعاد آن امکان نصب در محل مورد نظر در دستگاه را داشته باشد

علاوه بر بار قابل تحمل و ابعاد و اندازه بلبرینگ خطی، فاکتورهای دیگری نیز می توانند در انتخاب ما تاثیرگذار باشند که مهم ترین آن ها حداقل عمر مطلوب و مورد نظر ما برای بلبرینگ خطی انتخابی است.

برای محاسبه عمر بلبرینگ خطی از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$L_h = \frac{L \times 10^6}{2 \times \ell_s \times N_\ell \times 60}$$

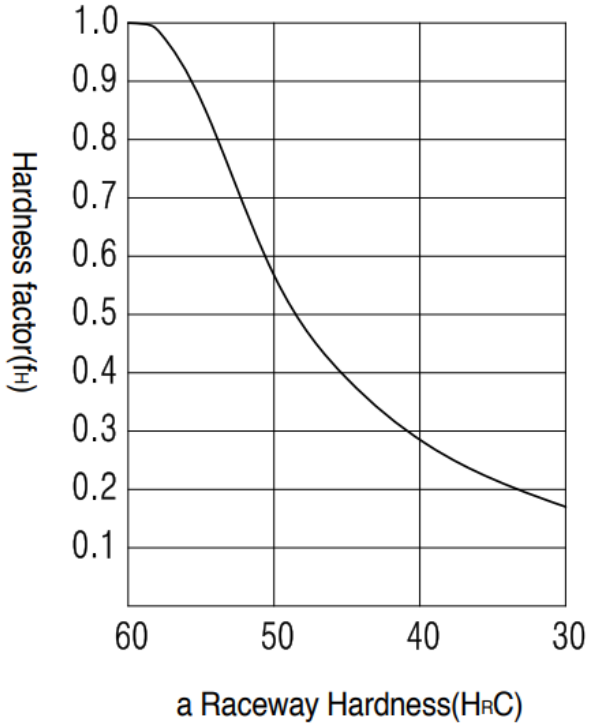
در این رابطه، L_h طول عمر بلبرینگ خطی برحسب ساعت، N_l تعداد حرکت های رفت و برگشتی رخ داده در بلبرینگ در هر دقیقه و l_s طول جابجایی شافت در بلبرینگ برحسب متر است. L نیز عمر اسمی بلبرینگ برحسب کیلومتر است که از رابطه زیر محاسبه می شود. عمر اسمی به عمری اتلاق می شود که اگر مجموعه ای از بلبرینگ های خطی کاملا مشابه در شرایط کاری یکسان کار کنند، 90 درصد آن ها بدون رخ دادن هیچ گونه مشکلی در طول این مدت به کار خود ادامه دهند.

$$L = \left(\frac{f_H \times f_T \times f_C}{f_W} \times \frac{C}{P} \right)^3 \times 50$$

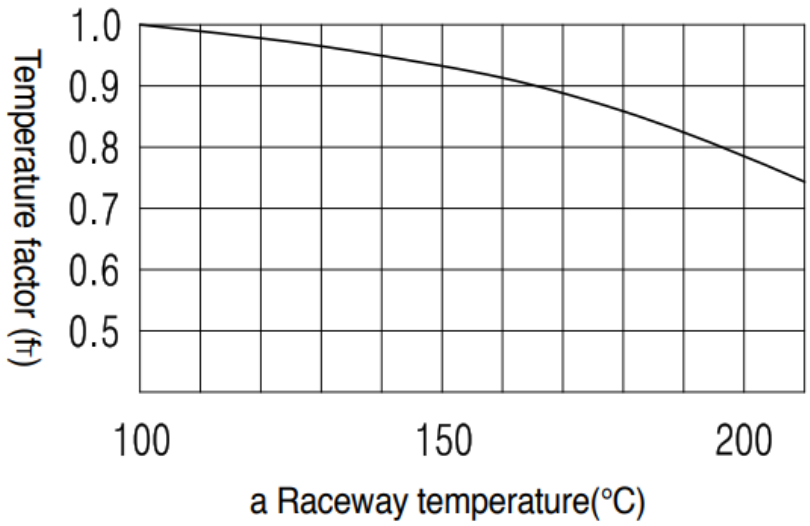
در رابطه بالا C ضریب بار دینامیکی (موجود در کاتالوگ بلبرینگ های خطی)، P بار اعمالی به بلبرینگ و f_w، f_h، f_t و f_c به ترتیب ضرایب دما، سختی، بار و تماس هستند که از نمودارها و جداول زیر قابل قرائت هستند.

 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019

ضریب سختی : مقدار سختی سطح تماس بین بلبرینگ و شافت باید بین 58 تا 64 باشد. درصورتیکه سختی سطح کمتر از این مقدار باشد، ضریب سختی باید سطح از نمودار زیر به دست آمده و در رابطه عمر بلبرینگ خطی اعمال شود.



ضریب دما : در بلبرینگ های خطی که در دماهایی بیشتر از 100 درجه سانتیگراد کار می کنند، باید ضریب دما در رابطه عمر آن ها اعمال شود که از نمودار زیر قابل قرائت است.



ضریب بار : با توجه به آنکه بلبرینگ خطی در چه شرایطی از نظر شدت ارتعاشات و سرعت اعمال بار قرار داشته باشد، لازم است تا ضریب بار مخصوص آن شرایط را در رابطه طول عمر وارد کنیم که از جدول زیر به دست می آید.

 | این محتوا توسط صنعت بازار تولید یا برگردان شده است - کپی رایت © 2019

Operating conditions		Load factor (f_w)
Load conditions	Speed	
No impact and vibration	Under 15m/min	1.0~1.5
Sight impact and vibration	Under 60m/min	1.5~2.0
considerable impact and vibration	Over 60m/min	2.0~4.0

ضریب تماس : هنگامیه چند بلبرینگ خطی به صورت همزمان و در یک محل در حال فعالیت باشند، عملکرد آن ها بر روی یکدیگر تاثیر گذاشته و امکان توزیع یکنواخت بار بین آن ها وجود ندارد. برای لحاظ کردن موضوع در محاسبه عمر بلبرینگ خطی، ضریب تماس از جدول زیر پیدا شده و در رابطه طول عمر قرار داده می شود.

Number of linear bushings on a shaft	Contact factor(fC)(f_c)
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
Over 6	0.60
In normal use	**1.0**