

14. Desenho dos Eixos e Alojamentos

Dependendo do desenho de um eixo ou de um alojamento, o eixo poderá ser influenciado por uma carga desbalanceada ou outro fator que possa causar grandes flutuações na eficiência do rolamento. Por este motivo, é necessário ter em mente os seguintes pontos quando se fizer o desenvolvimento ou escolha de um eixo ou alojamento.

- 1) Seleção do arranjo dos rolamentos; o mais eficaz método de arranjo para fixar o rolamento
- 2) Raios dos cantos do eixo e alojamento e altura do ombro (apoio axial) adequados
- 3) Dimensões das superfícies fixas; exatidão de forma e perpendicularidade do ombro
- 4) Desalinhamentos permissíveis do rolamento; precisão de acabamento e erro de instalação do eixo e alojamento adequado para permitir um ângulo de desalinhamento

14.1 Fixação dos rolamentos

Quando se fixa um rolamento em posição sobre um eixo ou alojamento, existem muitos casos onde o ajuste por interferência por si só não será suficiente para manter o rolamento na sua posição. Os rolamentos devem ser fixados por vários métodos, de tal forma que não se desloque axialmente quando colocados sob uma carga.

Mais ainda, **mesmo em rolamentos não sujeitos à cargas axiais (tais como rolamentos de rolos cilíndricos, etc.) deve haver uma fixação axial em função do possível desalinhamento do anel em razão de cargas momentâneas que resultam numa flexão do eixo podendo causar danos.**

A **tabela 14.1** mostra os métodos mais comuns de fixação de rolamentos, e a **tabela 14.2** mostra os métodos de fixação de rolamentos com furo cônico.

Tabela 14.1 Métodos de fixação de rolamentos

Fixação do anel interno	Fixação do anel externo	Anel elástico
<p>O método mais comum de fixação de rolamentos é utilizar porcas ou parafusos de fixação para segurar a borda do rolamento ou o ombro do alojamento contra a face do anel.</p>		<p>A utilização de anéis elásticos regulamentados sob a norma JIS B 2804, B 2805 e B 2806 facilita muito a construção. Entretanto, a interferência com os chanfros, dimensões de montagem do rolamento e outras especificações relacionadas, devem ser consideradas com muito cuidado.</p> <p>Os anéis elásticos não são apropriados em aplicações que requerem alta precisão e onde recebem altas cargas axiais.</p>

Tabela 14.2 Métodos de fixação de rolamentos com furos cônicos

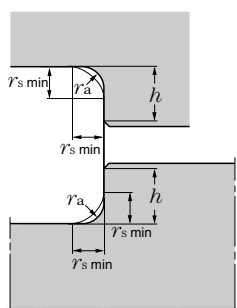
Montagem com uma bucha de montagem	Montagem com uma bucha de desmontagem	Montagem com anel bi-partido
<p>Quando se faz a instalação de rolamentos em eixos cilíndricos, buchas de montagem ou buchas de desmontagem podem ser utilizadas para fixar o rolamento axialmente.</p> <p>Fixar o rolamento axialmente por este método depende da fricção entre a bucha e o eixo.</p>		<p>Para a instalação de rolamentos com furos cônicos diretamente sobre o eixo cônico, o rolamento é fixado no lugar com um anel bi-partido montado sobre uma ranhura do eixo, e afixado no lugar com uma porca ou parafuso para anéis bipartidos.</p>

14.2 Dimensões dos encostos de rolamentos

14.2.1 Altura do encosto e raio dos cantos

A altura do encosto (h) do eixo e do alojamento deve ser maior que as dimensões máximas permissíveis da borda arredondada (chanfro) do rolamento ($r_{s \text{ max}}$) e deve ser desenhado de tal forma que entre em contato direto com a parte plana da face do rolamento. O raio do canto deve ser menor que a dimensão mínima permissível da borda arredondada do rolamento ($r_{s \text{ min}}$) de tal forma que não interfira com o assentamento do rolamento.

A **tabela 14.3** lista as alturas para o encosto (h) e os raios para o eixo (r_a). Para rolamentos que recebem uma carga axial elevada, o encosto do eixo deve ser maior do que os valores da tabela.



14.2.2 Para espaçadores e rebaixo da base

Os espaçadores podem ser utilizados efetivamente nos casos em que são requeridos raios do eixo ($r_{a \text{ max}}$) maiores do que da dimensão do chanfro do rolamento, para fortalecer o eixo ou aliviar a concentração de esforços (**figura 14.1 a**), ou onde a altura do encosto do eixo é demasiadamente baixa para proporcionar uma superfície de contato adequada com o rolamento (**figura 14.1 b**), sendo que nesse caso os espaçadores talvez devam ser efetivamente usados.

As tolerâncias para um perfeito ajuste entre eixo e alojamento estão na **tabela 14.4**.

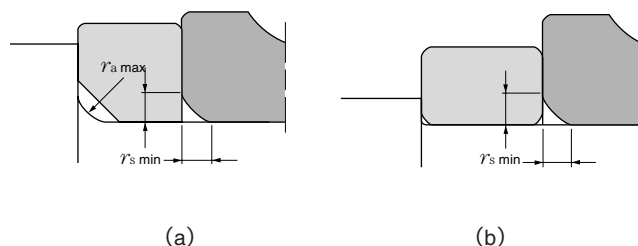


Fig. 14.1 Rolamento montado com espaçador

Tabela 14.3 Raio do chanfro e altura do encosto

Unidades em mm

$r_{s \text{ min}}$	$r_{as \text{ max}}$	h (min)	
		Uso normal ¹	Uso especial ²
0.05	0.05	0.3	
0.08	0.08	0.3	
0.1	0.1	0.4	
0.15	0.15	0.6	
0.2	0.2	0.8	
0.3	0.3	1.25	1
0.6	0.6	2.25	2
1	1	2.75	2.5
1.1	1	3.5	3.25
1.5	1.5	4.25	4
2	2	5	4.5
2.1	2	6	5.5
2.5	2	6	5.5
3	2.5	7	6.5
4	3	9	8
5	4	11	10
6	5	14	12
7.5	6	18	16
9.5	8	22	20
12	10	27	24
15	12	32	29
19	15	42	38

¹ É necessário que a borda seja mais alta do que os valores da tabela acima quando sob cargas axiais maiores

² Os valores na coluna para "casos especiais" devem ser adotados nos casos onde a carga axial é extremamente leve, exceto para rolamentos de rolos cônicos, rolamentos de contato angular e rolamentos Autocompensadores de rolos.

Nota: $r_{as \text{ max}}$ - máximo raio do chanfro permissível.

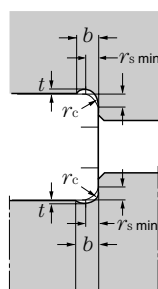


Tabela 14.4 Dimensões para o alívio em eixos retificados

Unidades em mm

$r_{s \text{ min}}$	Dimensões para o alívio		
	b	t	r_c
1	2	0.2	1.3
1.1	2.4	0.3	1.5
1.5	3.2	0.4	2
2	4	0.5	2.5
2.1	4	0.5	2.5
2.5	4	0.5	2.5
3	4.7	0.5	3
4	5.9	0.5	4
5	7.4	0.6	5
6	8.6	0.6	6
7.5	10	0.6	7

14.2.3 Rolamentos axiais e dimensões de ajustagem

Para rolamentos axiais, é necessário fazer a face posterior da pista (assento) suficientemente larga em relação à carga e à rigidez, e as dimensões de alívio da tabela de dimensões devem ser adotadas. (figura 14.2 e 14.3)

Por este motivo eixos e alturas dos encostos serão maiores do que para rolamentos radiais.

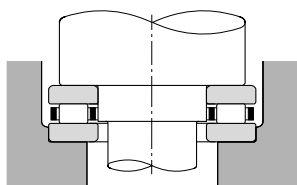


Fig. 14.2

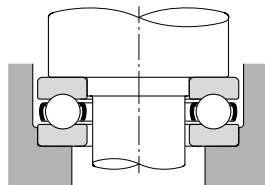


Fig. 14.3

14.3 Precisão do eixo e alojamento

A tabela 14.5 mostra a precisão das dimensões e as configurações das superfícies de montagem do eixo e alojamento, como também a rugosidade da superfície de assentamento e a perpendicularidade do encosto para funcionamento sob condições normais.

Tabela 14.5 Precisão de eixo e alojamento

Características		Eixo	Alojamento
Precisão dimensional		IT6 (IT5)	IT7 (IT5)
Circularidade (máx)		IT3	IT4
Cilindricidade		IT3	IT4
Perpendicularismo do encosto		IT3	IT3
Rugosidade da superfície de fixação	Rolamentos pequenos	0.8a	1.6a
	Rolamentos médios e grandes	1.6a	3.2a

Nota: Para rolamentos de precisão (Precisão P4, P5), é necessário aumentar a precisão de circularidade e cilindridade desta tabela em aproximadamente 50 %. Para informações mais específicas, favor consultar o catálogo NTN de rolamentos de precisão.

14.4 Desalinhamento permissível do rolamento

Um certo desalinhamento do anel interno e do anel externo do rolamento ocorre em função da flexão do eixo, das irregularidades de acabamento do eixo ou do alojamento, e em menor frequência por erro de instalação. Nas situações onde o grau de desalinhamento é suscetível de ser relativamente grande, é recomendado o uso de rolamentos Autocompensadores de esferas, Autocompensadores de rolos, unidades de rolamento e outros rolamentos que tenham a propriedade autocompensadora.

Embora um desalinhamento permissível varie de acordo com o tipo de rolamento, condições de carga, folga interna, etc., a tabela 14.6 lista alguns padrões gerais de desalinhamento em aplicações normais. No sentido de se evitar a redução da vida e a abrasão da gaiola, é necessário manter níveis de desalinhamento abaixo destes níveis padronizados.

Tabela 14.6 Tipos de rolamentos e desalinhamento/alinhamento permissíveis

Desalinhamento permissível	
Rolamentos rígidos de esferas	1/1,000~1/300
Rolamentos de esferas de contato angular de uma carreira	1/1,000
de múltiplas carreiras	1/10,000
Arranjo costa a costa	1/10,000
Arranjo face a face	1/1,000
Rolamentos de rolos cilíndricos	
Rolamentos das séries 2, 3, 4	1/1,000
Rolamentos da séries 22, 23, 49, 30	1/2,000
Rolamentos de rolos cônicos	
Arranjos costa a costa de rolamentos de uma carreira	1/2,000
Arranjos face a face	1/1,000
Rolamentos de agulhas	1/2,000
Rolamentos axiais	1/10,000
(Excluindo rolamentos axiais autocompensadores de rolos)	
Alinhamento permissível	
Rolamentos autocompensadores de esferas	1/20~1/15
Rolamentos autocompensadores de rolos	1/50~1/30
Rolamentos axiais autocompensadores de rolos	1/30
Unidades de rolamentos de esferas	
Sem tampa	1/30
Com tampa	1/50