

Rolamentos de rolos e de esferas de contato angular, geralmente exigem uma **pré-carga** a fim de manter uma força axial projetada mínima na montagem. Essa força mínima é chamada de **pré-carga do rolamento** e é projetada para superar o acúmulo de tolerâncias da montagem e garantir que não haja inclinação ou lacunas, proporcionando uma rotação firme e suave.

Há muitas opções disponíveis para o projetista compensar as tolerâncias de montagem e alcançar a força de pré-carga desejada.

Este artigo técnico oferece algumas das opções disponíveis, além das principais vantagens e desvantagens de cada uma.

Sistemas Roscados

Pré-carga ajustada por parafuso ou porca de fixação.

Benefícios: A pré-carga é infinitamente ajustável e a manutenção pode ser realizada com o mínimo de peças de estoque.



Porcas de Fixação

Desvantagens: O valor da pré-carga é limitado e dependente de um torque de acordo com a especificação. Os sistemas com roscas também são caros, quando comparados a outros.

Molas (Prato, Helicoidais, Ondulares)

A pré-carga é alcançada por uma mola e depende de sua constante elástica "K", além de só ser ajustável ao substituir a mola por uma força ou configuração diferente.

Benefícios: Projeto simples que ainda proporciona alguma absorção à impactos.



Mola Ondular, Mola Prato e Mola Helicoidal

Desvantagens: Dissipação da pré-carga conforme o desgaste da mola. Além disso, o fato de a mola ceder com impactos pode ser prejudicial para a montagem (tal como um conjunto de coroa e pinhão). Essa solução ainda é difícil de ajustar.



A pré-carga é essencial para garantir o funcionamento adequado e prolongar o ciclo de vida de um rolamento. Pacotes de calços, ou conjuntos, são usados para pré-carregar rolamentos e posicionar o encaixe do dente da engrenagem.

Calços de Espessura Única

Pré-carga ajustada preenchendo-se as lacunas com Calços de espessura específica.

Benefícios: Projeto simples e barato, que mantém a pré-carga constante entre os intervalos de serviço.

Desvantagens: Exige o estoque de várias espessuras de Calços para alcançar a força adequada durante a montagem.



Calços de Espessura Única

Calços Laminados com Superfícies Coladas

Pré-carga alcançada pelo mesmo método do Calço de espessura única, entretanto um pacote de múltiplas camadas coladas é usado para ajustar a espessura ao ponto de montagem.

Benefícios: Projeto simples e barato, que mantém a pré-carga constante entre os intervalos de serviço, além de facilitar a manutenção de campo com um menor estoque de peças.

Desvantagens: Em alguns casos, é difícil descascar as camadas e algumas delas precisam ser descartadas.



Calços Colados pela Superfície

Conjunto de Calços com Extremidades Coladas

Pré-carga alcançada com camadas múltiplas de Calços colados apenas pelas extremidades, tornando mais fácil a delaminação da espessura desejada.

Benefícios: Fácil retirada das camadas. Projeto simples e barato, que mantém a pré-carga constante entre os intervalos de serviço, além de facilitar a manutenção com um menor estoque de peças. As camadas não utilizadas podem servir para nova montagem.



Os Conjuntos de Calços com Extremidades Coladas são fáceis de separar. Camadas não usadas podem ser reutilizadas para uma outra aplicação.

Os Conjuntos de Calços com Extremidades Coladas são ideais para aplicações de pré-carga de rolamento e possuem diferentes benefícios em relação aos Calços convencionais e laminados.

A diferença principal entre um **Conjunto de Calços com Extremidades Coladas** e **Calços Laminados com Superfícies Coladas** é o método de agrupamento entre cada camada do material:

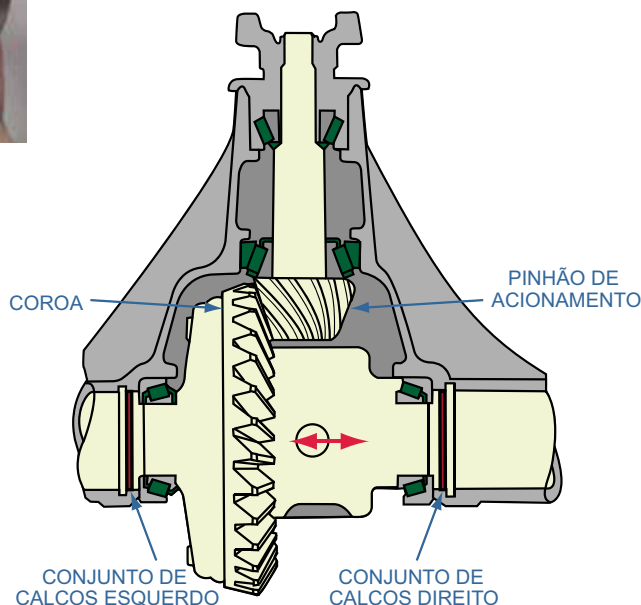
- Os Calços com Superfícies Coladas estão colados por toda a superfície entre cada camada do material e as camadas são pressionadas em conjunto, o que seria equivalente a um compensado de madeira.
- As camadas dos Calços com Extremidades Coladas são primeiro pressionadas em conjunto e, então, coladas pelas extremidades do perfil do Calço. Isso permite uma separação mais fácil das camadas no momento da utilização.

Além disso, em um Pacote de Calços Laminados, as camadas não utilizadas devem ser descartadas devido à deformação que sofrem ao serem descamadas. Como os Calços com Extremidades Coladas são mais fáceis de separar, as camadas que não forem necessárias podem ser conservadas e usadas em uma aplicação futura.

Observação: Camadas de ajuste grossas e finas.



Conjunto de Calços Colados pelas Bordas em uma montagem de eixo coroa-pinhão. As setas vermelhas ilustram as forças de pré-carga.



Um benefício adicional dos Calços com Extremidades Coladas em relação às outras técnicas de pré-carregamento é uma maior versatilidade em tamanho e forma. Com sistemas de pré-carga de mola ou rosca, a força de pré-carga deve ser distribuída em um formato circular, enquanto que em Conjuntos de Calços, estes podem ser fabricados em qualquer formato. Além disso, os Conjuntos de Calços fornecem um pré-carregamento

mais preciso e consistente por toda a vida útil da unidade sem requerer um equipamento que forneça torque preciso, tal como o sistema roscado.

Em muitos casos, os Conjuntos de Calços oferecem a solução mais rentável para qualquer sistema de pré-carga de rolamento angular, especialmente durante os reparos ou serviços em campo.

Conjuntos de Calços em outras aplicações

O **Conjunto de Calços com Extremidades Coladas** da **SPIROL** fornece vantagens econômicas em relação aos Calços colados pela superfície. Um dos principais motivos é que os materiais são de menor custo. Além disso, os Calços com Extremidades Coladas oferecem um ajuste seguro em segundos ao contrário da dificuldade e tempo perdido para descamar os laminados colados pela superfície. Ainda se verifica uma melhoria na segurança, pois não é mais necessário o uso de uma faca para remover as camadas agrupadas. E para finalizar, uma maior redução de custos deve-se ao fato de que as camadas removidas são peças funcionais reutilizáveis.

O seguinte estudo de caso ilustra os benefícios das soluções utilizando **Conjunto de Calços com Extremidades Coladas** da **SPIROL** durante um processo de fabricação.

Estudo de Caso:

Um fabricante de veículos militares de ataque terrestre procurou a **SPIROL** buscando uma entrega rápida de pacotes de Calços ajustáveis para preencher os espaçamentos das articulações da porta do veículo blindado. Esse espaçamento é crítico no processo de soldagem, pois proporciona vedação e travamento adequado das portas.



Problema:

O cliente projetou um pacote de calços ajustáveis com base nas especificações de materiais para Calços Laminados com Superfícies Coladas, requisitando 94 camadas laminadas com 0,05 mm de espessura. Por causa do tamanho e da configuração das peças, os calços colados pela superfície eram um problema com relação ao custo, o tempo necessário para o ajuste dimensional, além do longo prazo necessário para a fabricação.

Solução da SPIROL:

Os Engenheiros de Aplicação da **SPIROL** trabalharam com o cliente para determinar o ajuste necessário e desenvolveram três propostas de **Conjunto de Calços com Extremidades Coladas**. O cliente avaliou as vantagens e selecionou uma proposta que oferecia segurança, rápido ajuste, redução de custo em 70% e um curto prazo de fabricação. A **SPIROL** forneceu a solução sem custo com ferramental, visto que foi utilizado um processo de fabricação da **SPIROL** que não utiliza ferramenta especial.

Artigo original escrito por Justin Singleton e Michael Morehouse.

A SPIROL oferece amostras e assistência de engenharia de aplicação.

A **SPIROL** fabrica sistemas de pré-carga de rolamento que incluem Molas Prato, Calços, Calços Laminados e Calços com Extremidade Coladas.

Os Engenheiros de Aplicação da **SPIROL** irão analisar as suas necessidades de aplicação e trabalhar com sua equipe de projeto para recomendar a melhor solução. Uma forma de iniciar o processo é selecionar **Calços** em nosso portal **Excelência em Engenharia de Aplicação** em www.SPIROL.com.br.

© 2017 SPIROL International Corporation

Esta publicação não pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer forma ou meio, eletrônica ou mecanicamente, integral ou parcialmente, sem uma permissão por escrito da SPIROL International Corporation, salvo quando previsto por lei.

Centros Técnicos

Américas SPIROL Brasil
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brasil
Tel. +55 19 3936 2701
Fax. +55 19 3936 7121

SPIROL EUA
30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 EUA
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL Divisão de Calços
321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 EUA
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Canadá
3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canadá
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL México
Carretera a Laredo KM 16.5 Interior E
Col. Moisés Saenz
Apodaca, N.L. 66613 México
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

Europa SPIROL França
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, França
Tel. +33 (0) 3 26 36 31 42
Fax. +33 (0) 3 26 09 19 76

SPIROL Reino Unido
17 Princewood Road
Corby, Northants
NN17 4ET Reino Unido
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Alemanha
Ottostr. 4
80333 Munich, Alemanha
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL Espanha
08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Espanha
Tel. +34 93 193 05 32
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL República Tcheca
Sokola Tümy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900
República Tcheca
Tel/Fax. +420 417 537 979

SPIROL Polônia
ul. M. Skłodowskiej-Curie 7E / 2
56-400, Oleśnica, Polônia
Tel. +48 71 399 44 55

Ásia-Pacífico SPIROL Ásia
1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Xangai, China 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Coréia
160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Coreia
Tel. +86 (0) 21 5046-1451
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

e-mail: info-br@spirol.com

SPIROL.com.br