

Molas prato are são arruelas com forma cônica projetadas para fornecer um desempenho previsível e consistente. Podem ser usadas para aplicar uma carga estática, onde a carga é praticamente constante, ou em situações dinâmicas, onde a Mola Prato está sob efeito cíclico de carga e descarga. É crítico entender como as características de carga afetam o desempenho para projetar apropriadamente um sistema que use Molas Prato.

Molas são diferentes de outros componentes de montagem; são projetadas para se flexionarem e armazenar energia mecânica. A deflexão de uma Mola Prato é previsível, tornando possível a estimativa do ciclo de vida de uma Mola Prato em uma montagem.

A otimização do desempenho de uma Mola prato é alcançada quando a deflexão de trabalho é mantida entre 15% e 75% da deflexão total. É nesta faixa que os resultados medidos mais se aproximam das características teóricas das Molas Prato (Figura 1).

A curva característica medida na faixa inferior (menos de 15% da deflexão total) afasta-se da curva teórica devido à tensão residual. No meio da curva, correspondente à faixa normal de trabalho da mola prato, as características medidas e teóricas são muito parecidas. Conforme a deflexão aumenta além de 75% do total deflexão, o braço do momento de força é reduzido e o desvio das características teóricas aumenta rapidamente. É por esta razão que a previsibilidade da força / deflexão é restrita a faixa normal de operação da mola prato.

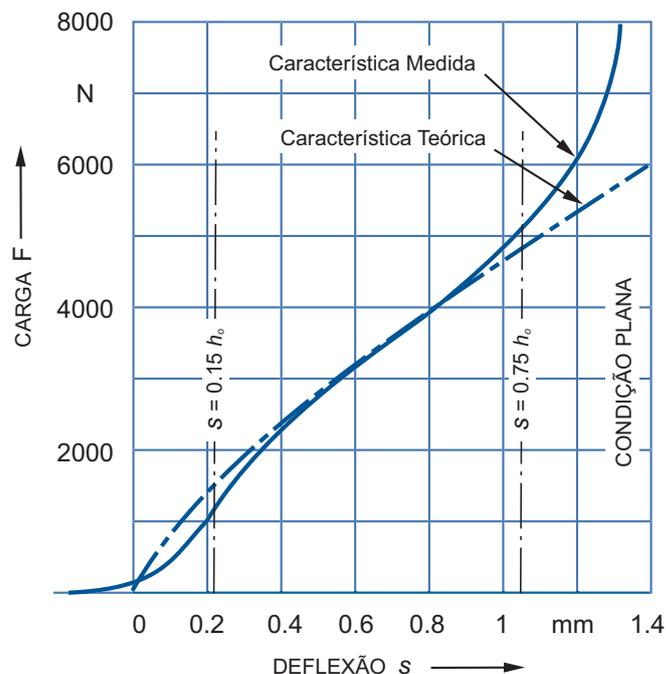


Figura 1: EN 16983, Grupo 2, Série B 50 x 25.4 x 2 (Antiga DIN 2093)

Vida Útil de uma Mola

Carga Estática

Um carregamento estático é definido pela aplicação de uma carga constante ou que muda em intervalos longos, não excedendo 10.000 ciclos na vida da montagem. Em aplicações estáticas, a tensão máxima calculada no meio da vida e na superfície superior da Mola Prato é crítica (conforme ilustrado no Ponto O na Figura 2). Neste ponto, a tensão máxima calculada não deve exceder a resistência à tração máxima do material (1400-1600 N/mm²) quando a Mola Prato estiver na posição plana. Molas Prato padronizadas podem ser usadas em cargas estáticas sem desempenhar seu cálculo teórico se a deflexão é mantida abaixo de 75% do total.

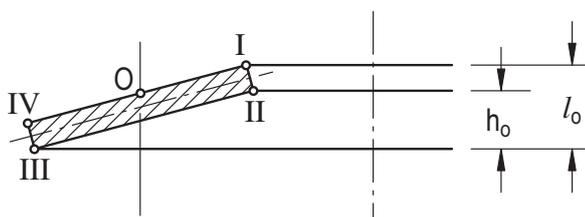


Figura 2

Carga Dinâmica

Molas Prato carregadas de forma dinâmica podem ser divididas em duas categorias:

1. Resistência à fadiga limitada onde as Molas Prato alcançam 10.000 a 2.000.000 ciclos
2. Resistência à fadiga alta onde as Molas Prato conseguem suportar mais de 2.000.000 de ciclos

Processos como o jateamento de microesferas podem ser usados para aumentar a resistência à fadiga em Molas Prato. O jateamento de microesferas entrega tensões compressivas à superfície da Mola reduzindo a propagação de trincas.

A tensão residual de manufatura ocorre na borda do diâmetro superior interno da Mola, mostrada como Ponto I na Figura 2.



Durante a operação, essa tensão de tração muda para tensão de compressão. A resistência à fadiga é drasticamente reduzida por esta reversão de tensão. Manter a Mola Prato em uma constante pré-carga de no mínimo 15% de deflexão elimina tais reversões de tensão e aumenta a vida útil da Mola Prato.

Importância da Pré-Carga e da Carga Final

Pré-Carga

O carregamento inicial da Mola Prato cumpre dois objetivos:

1. Em Molas Pratos sem carga, a tensão residual de tração da fabricação ocorre no Ponto I mostrado na Figura 2. O pré-carregamento da Mola muda a tensão de tração no Ponto I a uma tensão de compressão. Ao manter a parte superior da Mola sob uma tensão de compressão reduzimos o risco de propagação de trincas. A variação de tensão de tração para compressão limita de forma severa a resistência à fadiga da Mola Prato. A Mola Prato deve estar pré-carregada a um mínimo de 15% da deflexão total para eliminar tensões de tração.

2. A Mola Prato se acomoda enquanto a força inicial aplicada é distribuída uniformemente pela periferia da mola. Molas Prato são 100% simétricas. Portanto, há um leve aumento da força enquanto se acomodam durante a pré-carga. Embora este aumento de força possa ser antecipado, o mesmo não é considerado em cálculos de força/deflexão.

Carga Final

O aumento da carga final aumenta o valor da tensão na Mola Prato e resulta em menor resistência à fadiga. Assim como com qualquer elemento estrutural, menor deflexão acarreta menor tensão e vida útil maior. Carregar a Mola Prato além dos 75% de deflexão leva a mola além da seção linear da curva de desempenho (Figura 1), e a tensão pode aumentar de forma não-linear resultando em uma perda rápida de resistência à fadiga. Quanto menor a carga final que atende aos requisitos do projeto, maior a resistência à fadiga.

A resistência à fadiga pode ser aumentada pela diminuição da deflexão da Mola Prato. Se há uma necessidade de curso maior, Molas Prato podem ser empilhadas para fornecer maior deflexão sem aumentar a tensão individual de cada Mola resultando em maior vida útil.

Resumo

A faixa de deflexão de uma Mola Prato determina sua previsibilidade e durabilidade.

Em casos de carga estática, cálculos teóricos de tensão não são necessários desde que a deflexão não exceda os 75% da deflexão total da Mola. Deflexões maiores resultam em maiores tensões que por sua vez acarretam uma perda da força elástica. O entendimento de como a faixa de deflexão impacta a vida útil da Mola Prato é chave para determinar sua resistência à fadiga.

As orientações fornecidas neste artigo são gerais por natureza. Portanto, é recomendado que Engenheiros de Aplicação especializados em projetos e especificações de Molas Prato sejam consultados para garantir que os requisitos de desempenho sejam alcançados para cada montagem específica.



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

Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Mexico
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 93 669 31 78
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. Solec 38 lok. 10
00-394, Warszawa, Polônia
Tel. +48 510 039 345

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 Coreia

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