

Rolamentos ADAPT™:

Uma Alternativa Mais Fácil de Instalar e Comprovada em Campo para os Rolamentos de Rolos na Posição Flutuante em Eixos Rotativos



Índice:

Condições Extremas	2
Fixo e Flutuante	2
Em Busca de uma Solução	3
Um Novo Rolamento	5
Projeto do Rolamento	6
Validação do Projeto	8
Continuação dos Testes	10
Simulação no Cilindro Secador da Máquina de Papel	11
Conclusão	12

Rolamentos ADAPT™ :

Uma alternativa mais fácil de instalar, comprovada em campo para os rolamentos de rolos na posição flutuante em eixos rotativos

- Aumentar a vida útil e simplificar a instalação em temperatura elevada, aplicações de alta carga
- O projeto exclusivo permite suportar simultaneamente o desalinhamento dinâmico e o deslocamento axial
- Testado e mais durável do que rolamentos toroidais, cilíndricos e outros rolamentos de posição flutuante
- Comprovado ao longo dos anos na operação de lingotamento contínuo
- Promessa apresentada para o cilindro secador da máquina de papel; avaliação contínua de outras operações exigentes

Resumo

Este documento explora como os rolamentos ADAPT™ podem ajudar na melhoria da produtividade em aplicações em que os projetos de rolamentos toroidais, cilíndricos de auto alinhamento e outros de rolo são comumente usados na posição flutuante em eixos rotativos.

Os rolamentos de rolos tradicionais atendem a maioria das exigências da aplicação da indústria pesada, mas onde o desalinhamento dinâmico e o deslocamento axial são um desafio, uma solução de rolamento superior é necessária. O rolamento Timken® ADAPT™ evolui os projetos de rolamentos cilíndricos tradicionais e autocompensadores de rolos em um novo conceito que tem atributos-chave tanto da **capacidade de flutuação axial de um rolamento autocompensador de rolos, quanto à capacidade de desalinhamento de um rolamento autocompensador de rolos.**

Validado por testes extensivos e comprovado em operações de lingotamento contínuo em todo o mundo, o rolamento ADAPT tem o potencial de aumentar a vida útil do rolamento e melhorar o desempenho nos cilindros secadores das máquinas de papel, caixas de transmissão, e ventiladores industriais e sopradores entre outras aplicações exigentes que experimentam cargas pesadas e expansão térmica significativa do eixo rotativo.

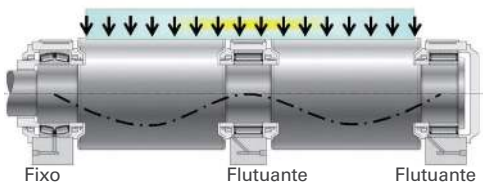
Condições Extremas

Os projetos do rolamento de rolos tradicionais (ou seja, cônicos, cilíndricos, autocompensador) atendem a maioria das exigências de aplicação atuais da indústria pesada. No entanto, onde o desalinhamento dinâmico (desalinhamento contínuo do eixo relativo ao rolamento durante a operação) e o deslocamento axial alto (movimento paralelo ao eixo do eixo) são encontrados, um rolamento que é mais forjado, mais confiável, mais fácil de montar e de manter, é procurado.

Aplicações de carga alta, temperatura alta exigem rolamentos de rolos especialmente configurados para ambientes extremos.

Um exemplo é o uso em cilindros de suporte em equipamentos de lingotamento contínuo. Cargas altas, deflexão alta e expansão térmica alta testam os limites dos rolamentos de rolos convencionais usados na posição flutuante (onde um rolamento autocompensador de rolos é tipicamente usado na posição fixa). Da mesma forma, grandes cilindros aquecidos a vapor (cilindro secador) encontrados nos cilindros secadores das máquinas de papel apresentam os mesmos impedimentos à vida útil do rolamento e à confiabilidade. Em ventiladores industriais e sopradores, e muitos tipos de caixas de transmissão, carga pesada, temperaturas elevadas, flutuações de temperatura significativas e deflexão de eixo recorrente também são desafios constantes.

Figura 1



Configurações de Rolamento Fixo e Flutuante

Essas aplicações têm dois ou mais rolamentos de apoio em um eixo rotativo. Um rolamento de posição fixa, geralmente um rolamento autocompensador de rolos, suporta as cargas radiais e axiais e ancora o rolo. As posições restantes estarão flutuando com o uso de rolamento toroidais, cilíndricos ou autocompensadores de rolos. Quando um rolamento autocompensador de rolos é usado, é montado para mover axialmente em seu mancal. Essas posições transportam apenas a carga radial e devem acomodar a expansão térmica do eixo/rolo. A figura 1 mostra uma configuração típica.

Os rolamentos autocompensadores de rolos funcionam bem na posição fixa, mas os rolamentos das posições flutuantes são uma questão mais complexa. Os projetos anteriores usaram rolamentos autocompensadores de rolos projetados para flutuar dentro de seus mancais. Ao passo que estes acomodam o desalinhamento estático

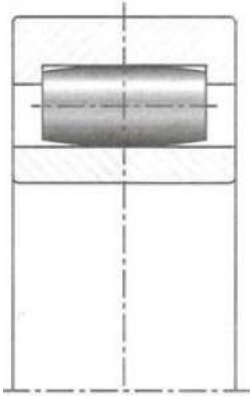


Figura 2:
Rolamento de rolos cilíndricos incorporados dentro de uma bucha esférica.

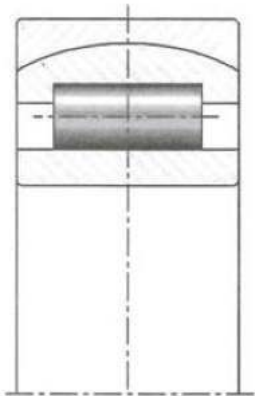


Figura 3:
Auto-alinhamento Cilíndrico.

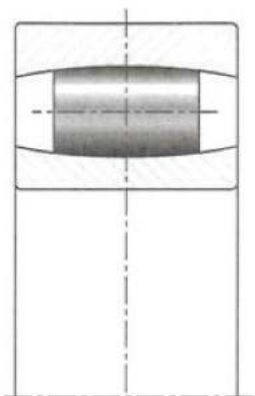


Figura 4:
Rolamentos toroidais

e dinâmico, o drawback vem da força axial considerável necessária para mover o rolamento axialmente com uma carga radial alta — isso introduz reações altas e não uniformes no rolamento até que o equilíbrio térmico (estado estático) seja atingido.

Em Busca de uma Solução

Uma montagem de rolamento aprimorado para essas aplicações tem sido um alvo para engenheiros e fabricantes por vários anos. As aplicações de lingotamento contínuo foram o alvo, e o desafio foi direcionado para proporcionar um rolamento na posição flutuante que:

- Possui elevada carga radial estática e dinâmica dentro das dimensões padrão da indústria compacta [ISO]
- Pode acomodar desalinhamento do eixo de +/- 0,5°
- Tem capacidade de flutuação axial interna de pelo menos +/- 6 mm (0,25") para acomodar o crescimento axial térmico do eixo
- Pode operar em condições de lubrificação insuficiente resultante da baixa velocidade rotacional
- É fácil de instalar, remover e inspecionar

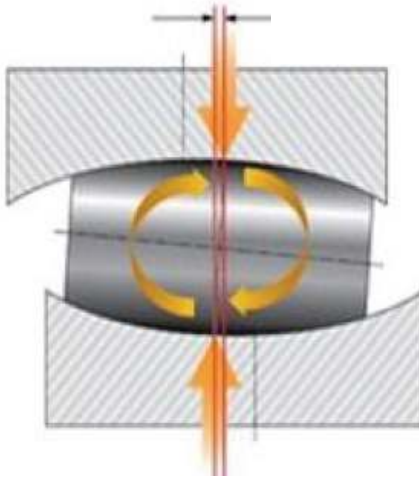
Embora a exigência desses atributos tenha origem em fabricantes e usuários de lingotamento contínuo, os mesmos atributos também podem oferecer benefícios para outras aplicações industriais exigentes.

Várias alternativas de tipos de rolamentos com porta rolos e com número máximo de rolos foram introduzidas em tentativas de fornecer uma solução melhor. Os mais comuns são os rolamentos de rolos cilíndricos com o rolo agressivo e/ou perfil da pista de rolamento (Figura 2), os rolamentos de rolos cilíndricos incorporados dentro de uma bucha esférica (Figura 3: geralmente denominados cilíndrico de auto-alinhamento ou "SAC") e rolamentos toroidais (Figura 4).

Todos atingiriam alguma medida de sucesso, mas também têm demonstrado limitações e drawbacks. Foi detectada limitação na capacidade de desalinhamento, além de dificuldade no manuseio e instalação.

Rolamento de rolos cilíndricos com perfis agressivos podem executar bem na posição flutuante em algumas aplicações de trabalho leve, mas toleram apenas oito minutos (8/60 de um grau ou 0,13 graus) de

Figura 5:



desalinhamento, o que significa que a maioria dos projetos não atende aos requisitos (cerca de meio grau de desalinhamento) em aplicações pesadas. Um rolamento de rolos cilíndricos de auto-alinhamento, entretanto, é um rolamento de rolos cilíndricos dentro de uma bucha esférica, que permite que o rolamento acomode o desalinhamento e a expansão térmica do eixo. No entanto, a adição do anel de bloqueio limita a capacidade radial do rolamento reduzindo o diâmetro dos rolos que podem ser incorporados no envelope de projeto pré-definido (rolos menores gerando menos capacidade de carga).

O rolamento toroidal é o mais conhecido e tem sido um projeto prevalente. Foi apresentado no início da década de 90 e foi o primeiro a combinar flutuação axial e capacidade de desalinhamento dinâmico. Utiliza anéis internos e externos altamente perfilados e rolos para entregar essa funcionalidade dupla. Porém, as funções não são independentes uma da outra, e, portanto, o desalinhamento máximo não pode ser atingido ao mesmo tempo como flutuação axial máxima. Além disso, são necessárias folgas internas radiais relativamente altas para desalinhamento aceitável e desempenho de flutuação em aplicações exigentes.

O rolamento toroidal é normalmente instalado com um deslocamento do anel interno de forma que os anéis fiquem aproximadamente alinhados quando o eixo atingir a temperatura normal de operação. Isso significa que a operação do rolamento pode ser comprometida durante o período crítico de aquecimento enquanto os anéis são deslocados. Essa condição de operação pode introduzir a inclinação do rolo e o potencial para bloqueio do rolamento. Isso está ilustrado na figura 5.

Nas versões do número máximo de rolos desses rolamentos (nenhum porta-rolos ou retentor de rolo), há o risco de os rolos caírem durante o manuseio e instalação. Isso pode resultar em rolos danificados. Às vezes um anel de bloqueio é usado em um lado do rolamento para ajudar a reter os rolos, mas cuidado extra deve ser tomado para orientar corretamente o anel na instalação. A orientação correta pode fazer com o que anel de bloqueio entre em contato com os rolos em funcionamento conforme o eixo expande.

Assim, o rolamento ideal combina as características de flutuação axial completa de um rolamento de rolos cilíndricos, a capacidade estática excelente desalinhamento dinâmico de um rolamento de rolos cilíndricos, e um conjunto de rolos contido ou unificado que facilita a instalação e manutenção simples e direta.

Um Novo Rolamento

Para atender às crescentes demandas da indústria e as necessidades do cliente, a Timken projetou um rolamento inteiramente novo com anel interno separável que simultaneamente oferece as características de flutuação de um rolamento de rolos cilíndricos e a capacidade de desalinhamento de um rolamento autocompensador de rolos. Este é o rolamento ADAPT e está disponível com porta-rolos em configurações com o número máximo de rolos. Um recurso-chave, da versão com número máximo de rolos, é um retentor de rolo que mantém os rolos juntos como um conjunto durante o manuseio. Isso elimina o risco dos rolos caírem durante o manuseio. Na versão com porta-rolos, é o porta-rolos que fornece a mesma retenção do conjunto de rolo.

O rolamento ADAPT da Timken é especificamente projetado para abordar as limitações dos projetos existentes. Um recurso-chave é a capacidade do rolamento de acomodar a flutuação e o desalinhamento independentes um do outro. Especificamente, a posição de flutuação axial do rolamento não interfere na sua capacidade de desalinhar e vice-versa. Ao contrário dos rolamentos toroidais, o desempenho não é comprometido pela interação destas duas condições de operação. Isso é realizado com uma configuração padrão de dois anéis e um conjunto unificado de rolos. A configuração básica é mostrada na figura 6.

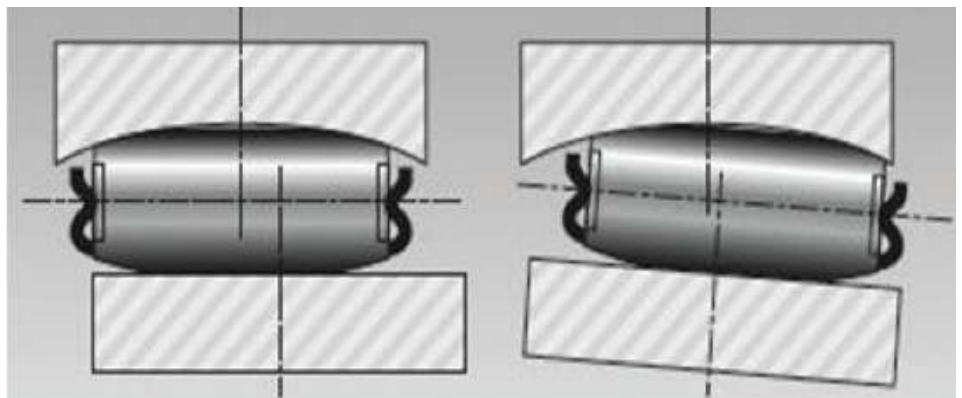


Figura 6

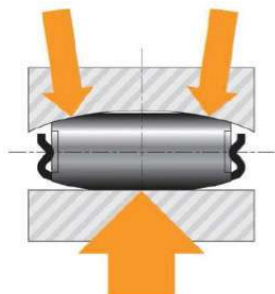


Figura 7:

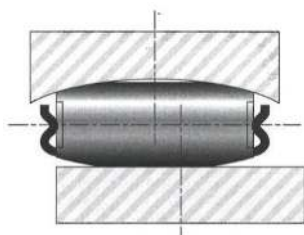


Figura 8

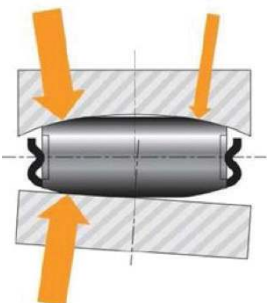


Figura 9

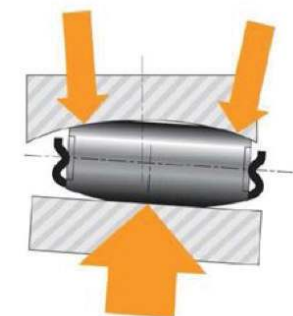


Figura 10

Projeto do Rolamento

O projeto do rolamento ADAPT combina um anel interno cilíndrico com os rolos perfilados patenteados e o anel externo. A combinação desses perfis, resulta em três pontos de contato. Especificamente, o contato do anel-rola ocorre em um ponto único, enquanto o contato para o anel externo ocorre em dois pontos separados. Assim, os contatos do anel externo são simetricamente dispostos em ambos os lados do contato do anel interno, criando dinâmica de rolos inerentemente estável. Isso está representado na figura 7. Este contato de três pontos significa também que o rolo é submetido à flexão quando sob carga. Para acomodar isso, os rolos do rolamento ADAPT são fabricados a partir do aço temperado.

Durante a operação centralizada e alinhada, as cargas e as reações são equilibradas. Na Figura 8, pode ser visto que o movimento axial significativo (flutuação) do anel interno não tenha efeito na distribuição de carga. Quando um desalinhamento angular é introduzido, no entanto, a reação do rolo inicial para o anel externo se torna desequilibrada. A Figura 9 mostra o aumento da carga em uma extremidade do rolo e diminuição no outro. Uma vez que o rolo sempre procurará equilibrar a carga, os componentes axiais das cargas mais altas conduzem o rolo até que a estabilidade seja restabelecida como mostrado na Figura 10.

Os acabamentos superficiais e texturas rolamento ADAPT também são aprimorados para aumentar a capacidade de carga e aumentar a espessura da película de óleo relativa (coeficiente lambda). O coeficiente lambda aumentado melhora a confiabilidade em condições em que a lubrificação é insuficiente.

Um porta-rolos de aço temperado (ou retentor de rolo em versões de número máximo de rolos) foi projetado para unificar o conjunto de rolo. Isso permite a separação de três componentes de rolamento (anel interno, anel externo e conjunto de rolo), que oferece flexibilidade com procedimentos para instalação, remoção e inspeção.

O projeto com número máximo de rolos fornece uma capacidade máxima de carga para aplicações de baixa velocidade, como lingotamentos contínuos, ao passo que a versão com porta-rolos é destinada para aplicações de velocidade superior.

Esse projeto exclusivo permite que o rolamento ADAPT desalinhe até +/- 0,5 graus enquanto manuseia simultaneamente o deslocamento axial, independentemente da folga interna radial do rolamento inicial. E uma vez que a folga radial é independente da flutuação axial e desalinhamento, isso pode ser reduzido, resultando em uma zona de carga otimizada (mais rolos compartilhando a carga aplicada). A

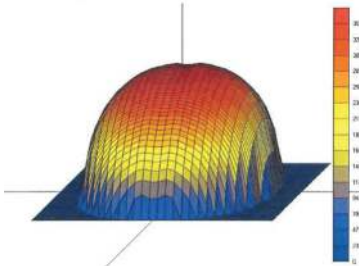


Figura 11

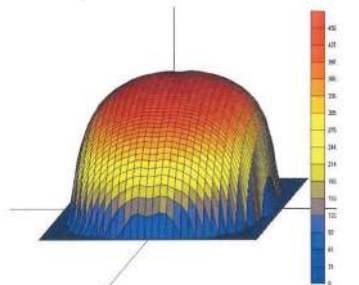


Figura 12

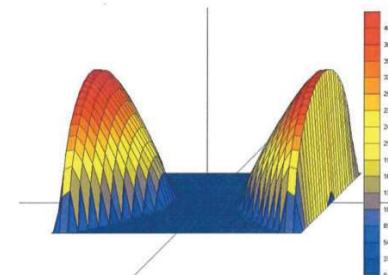


Figura 13

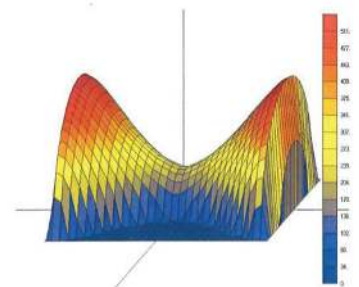


Figura 14

capacidade de flutuação axial é uma função da largura do anel interno e não está vinculada à posição de desalinhamento do rolamento. Quando necessário, os rolamentos com anéis internos estendidos podem ser especificados para aumentar mais a capacidade de flutuação axial.

O projeto separável resulta em um rolamento que é simples de instalar, remover e inspecionar. Dependendo da aplicação, o anel interno pode ser instalado separadamente em um eixo enquanto o conjunto externo é instalado em um mancal. Os anéis internos também são intercambiáveis, portanto, não é necessário que os usuários estoquem conjuntos internos e externos.

O projeto do eixo e do mancal deve ser revisado ao projetar uma nova instalação ou substituir um rolamento não separável de forma que a retenção do mancal apropriada no eixo seja fornecida ao aplicar um rolamento ADAPT separável.

Modelagem de Distribuição da Tensão de Contato

A modelagem SYBER da Timken da distribuição da tensão de contato no rolamento ADAPT mostra que os níveis de tensão permanecem dentro dos limites do projeto mesmo em cargas equivalentes a 50 por cento da carga estática nominal (C_0). As figuras 11 e 12 mostram a distribuição da tensão de contato do rolo para a pista tradicional no anel interno para cargas aplicadas equivalentes a 25 por cento e 50 por cento da carga nominal estática do rolamento. As figuras 13 e 14 mostram a distribuição exclusiva no anel externo para as mesmas cargas. Observe que não há pontos de tensão na extremidade. Conforme visto nas Figuras 13 e 14, a distribuição de tensão de contato do anel externo se espalha ao longo do comprimento do rolo conforme a carga aumenta. Essa característica permite a distribuição de tensão excelente e valores de tensão aceitáveis que serão mantidos apesar das elevadas cargas aplicadas.

Lubrificação

Ao contrário dos rolamentos cilíndricos e toroidais, a seção central da pista do rolamento ADAPT é a menos carregada, o que permite que o rolamento seja fornecido com um canal de lubrificação no anel externo e furos quando necessário. Quando isso não é necessário e o rolamento é lubrificado de um lado, tal como em equipamentos modernos de lingotamento contínuo, o projeto com gaiola não restringe o fluxo de lubrificante. Isso garante uma distribuição de lubrificante seja eficiente e a purga da antiga graxa e contaminantes.

Instalação

Nenhuma ferramenta especial é necessária para instalar os rolamentos ADAPT (mas é aconselhado para muitos rolamentos toroidais para evitar danos às pistas do rolamento).

Validação do Projeto

Os primeiros rolamentos do protótipo para o teste de validação de projeto foram fabricados pela Timken para as dimensões ISO 2212 (60 & 110 x 28 mm). Testes de vida útil e de geração de calor do rolamento foram realizados. Foram utilizados vários mancais de testes com cada mancal incorporando dois rolamentos ADAPT e dois rolamentos autocompensadores de rolos 2212 do mesmo tamanho. A configuração do teste básico é exibida na Figura 15 abaixo.

A mesma configuração, mas com rolamentos toroidais substituindo os rolamentos ADAPT, foi usada para fins de benchmarking e comparação. Os testes envolveram os rolamentos através de uma matriz de combinações de carga e velocidade com velocidades variando de 1200 a 4800 RPM, e as cargas entre 10 e 50 por cento da classificação C1 calculada ISO. Os resultados mostraram que o projeto foi bom. Os rolamentos ADAPT funcionam mais frios do que o autocompensador de rolos e os

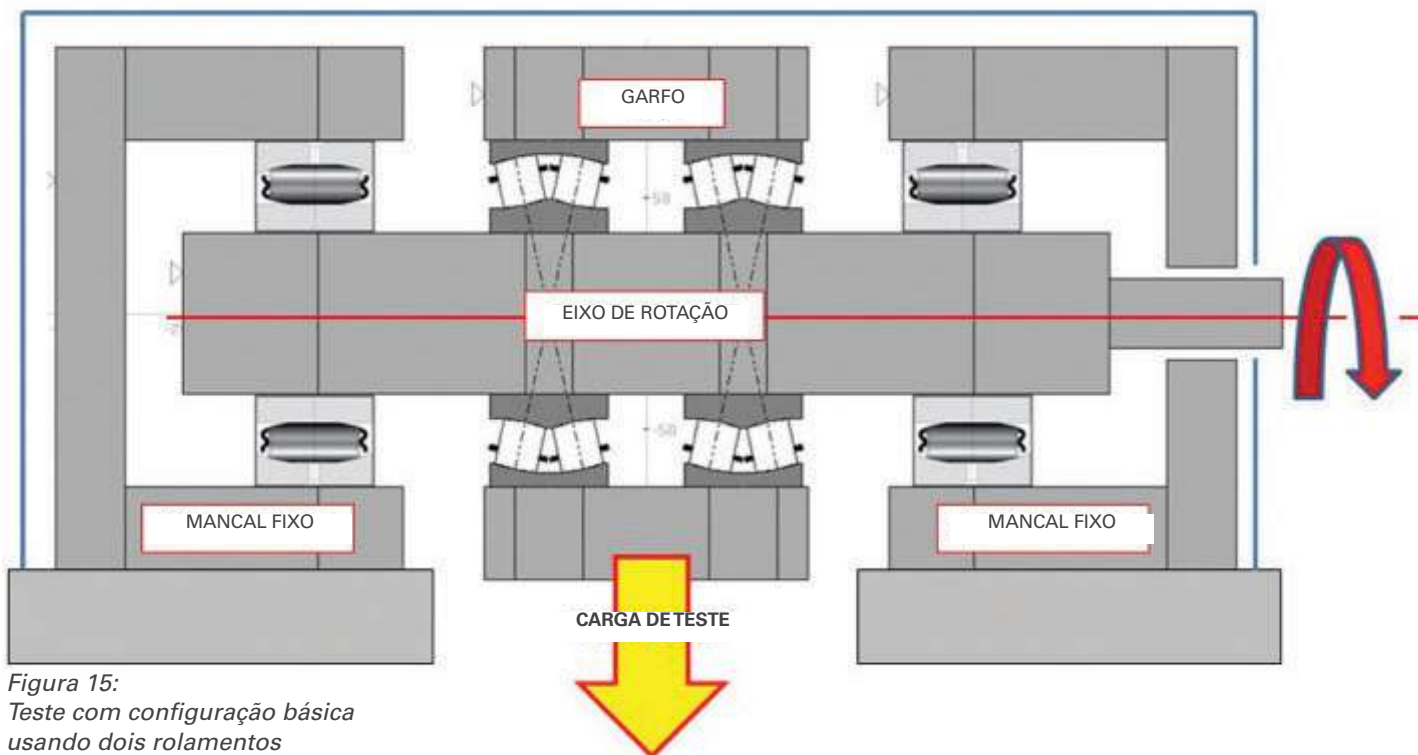


Figura 15:
Teste com configuração básica
usando dois rolamentos
ADAPT e dois rolamentos
autocompensadores de rolos

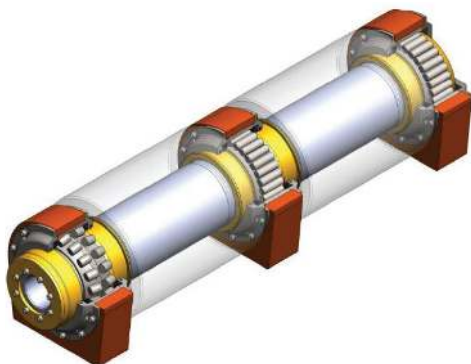


Figura 16:
Imagem representativa do rolo do lingotador contínuo com um rolamento autocompensador de rolos e dois rolamentos ADAPT

rolamentos de benchmarking, usaram menos torque, e excederam a vida útil L10 teórica. Esses resultados positivos permitiram testar para avançar para a próxima fase de produção utilizando rolamentos de produção de tamanhos 4024 e 4032. O teste foi agora aumentado para incluir ensaios de campo em um lingotador contínuo.

Sucesso em Lingotamento Contínuo

O rolamento ADAPT foi apresentado à Divisão de Lingotamento Contínuo na Primetals [antiga Siemens-VAI] em Liz, Áustria, e concordaram em cooperar com a Timken e atribuir ensaios de campo para serem realizados em um lingotador contínuo de produção comercial. Os tamanhos do rolamento acordado para esses ensaios foram versão de número máximo de rolos dos rolamentos de tamanho 4024 e 4032 que seriam instalados nas montagens do cilindro do lingotador contínuo da Primetals. Os números de peça específicos da Timken são TA4024VC4 e TA4032VC4.

Os rolamentos para teste foram fabricados em uma fábrica de produção usando processos de produção padrão. A Primetals subsequentemente avisou que a Voestalpine Stahl, também de Linz, Áustria, concordou em aplicar os rolamentos em seu novo lingotador contínuo número 6. Esse lingotador contínuo foi fornecido pela Primetals e pode produzir placas de até 235 mm de espessura e 1.650 mm de largura em velocidades de até 2.0 metros por minuto. Os rolamentos 4024 foram instalados em um segmento de desempenadeira e os rolamentos 4032 em um segmento horizontal (Figura 16). Os pequenos rolamentos foram instalados primeiro com um marco inicial de desempenho bem-sucedido de 1 milhão de toneladas de ferro fundido.

Geração de calor, vida útil e testes de desalinhamento exagerados do mesmo tamanho de rolamentos foram realizados simultaneamente na Timken. A geração de calor e os testes de vida útil foram realizados de forma semelhante nos rolamentos do protótipo, mas com velocidades diferentes e um equivalente de carga constante para 40 por cento da classificação C1 calculada ISO. As velocidades variaram até 1600 RPM. Além disso, testes de desalinhamento foram realizados a 0,2 graus, 0,35 graus e 0,5 graus de desalinhamento.

Resultados

Os testes internos dos rolamentos ADAPT produziram resultados similares aos rolamentos do protótipo. Os rolamentos ADAPT de produção funcionaram mais frios do que os rolamentos autocompensadores de rolos e excederam o valor L10 teórico por

uma margem significativa. A operação mais fria do rolamento ADAPT sugere menos atrito de deslizamento dentro do rolamento e os testes de desalinhamento confirmaram que não havia protrusão no rolo, ou conjunto do retentor de rolo além das faces do anel externo, até o desalinhamento máximo especificado de 0,5 graus.

Os rolamentos TA4024VC4 instalados no lingotador contínuo Voestalpine Stahl alcançaram com êxito 1 milhão de toneladas sem falhas prematuras e permaneceram em funcionamento por mais de 3 milhões de toneladas. Os rolamentos TA4032VC4, entretanto, atingiram mais de 5 milhões de toneladas (excedendo as expectativas de 3,5 a 4 milhões de toneladas). Subsequentemente, os rolamentos ADAPT foram liberados para uso pela Primetals e Voestalpine Stahl. Até o momento, mais de 22.000 rolamentos ADAPT foram fornecidos pela Timken para mais de 30 lingotadores contínuos operando na Europa, Ásia e América do Norte.

Continuação dos Testes

Desde o lançamento bem-sucedido para aplicações de lingotamento contínuo, os testes do rolamento ADAPT continuaram internamente para tamanhos de furo de até 300 mm para uso em uma variedade de aplicações industriais. O escopo desse teste está resumido na Tabela 1.

Tipo de Teste	No. de Testes	Rolamentos Totais Testados	Rolamentos Testados da Timken	Rolamentos Testados do Concorrente	Horas de Teste Acumuladas	Tempo Decorrido Acumulado (anos)
Vida útil e Durabilidade	7	76	56	20	31.500	3,6
Desempenho	13	134	106	28	38.900	4,4
Secador de Papel Específico da Aplicação	1	10	8	2	1.440	0,1
Tabela 1	21 testes	220 rolamentos	170 rolamentos	50 rolamentos	71.840 horas	8,1 anos

A vida útil e os testes de durabilidade usam um método “primeiro em quatro” com os rolamentos carregados em 30 por cento de sua carga nominal dinâmica em operação com aproximadamente 30 por cento de sua velocidade limite usando um óleo com viscosidade de 220 cSt e uma temperatura de entrada controlada. Os parâmetros monitorados são vibração, temperatura, torque, condição e duração. Quatro tamanhos de rolamento foram testados até o momento com os furos de 60 mm a 240 mm. Os resultados validaram um índice de carga que é de 3,5 a 7 por cento maior que os rolamentos toroidais equivalentes e 30 por cento de vida útil a mais .

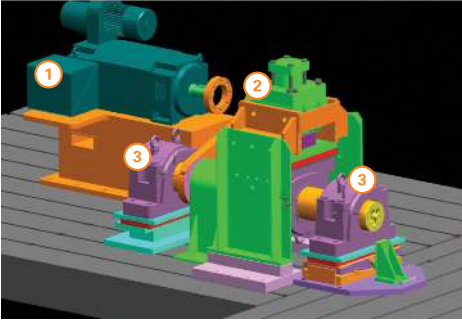


Figura 17:

1. Condução
2. Garfo de Carga Radial Hidráulico
3. Rolamentos de Teste

Os testes de desempenho envolvem a operação dos rolamentos em uma variedade de condições, cobrindo o desalinhamento até 0,5 graus, quatro cargas nominais e seis velocidades. Os parâmetros monitorados são os mesmos que a vida útil e os testes de durabilidade, e seis tamanhos de rolamento foram testados até agora. Esses testes têm maior desempenho e mostraram uma redução de 5 a 10 por cento de redução no torque de operação comparado aos rolamentos toroidais equivalentes. O torque de operação reduzido é uma demonstração do contato e atrito de deslizamento inferior dentro do rolamento e reduz as temperaturas de operação.

Simulação no Cilindro Secador da Máquina de Papel

Outro teste para aplicações exigentes mede os rolamentos ADAPT com relação aos rolamentos toroidais em um suporte personalizado construído para simular as condições de operação em um cilindro secador da máquina de papel. Em uma máquina de papel moderna, esses cilindros podem ter até 2m de diâmetro e 8m de comprimento. Estão sujeitos a variações extremas de temperatura (e à dilatação térmica), bem como deflexões significativas — todas as quais devem ser acomodadas pelo sistema de rolamentos.

Os rolamentos ADAPT com rolos e anéis internos cementados são usados por causa das tensões térmicas desenvolvidas por acelerações e velocidades de operação maiores, comparadas aos lingotadores

Teste de Aplicação em Secador: Temperatura e Vibração

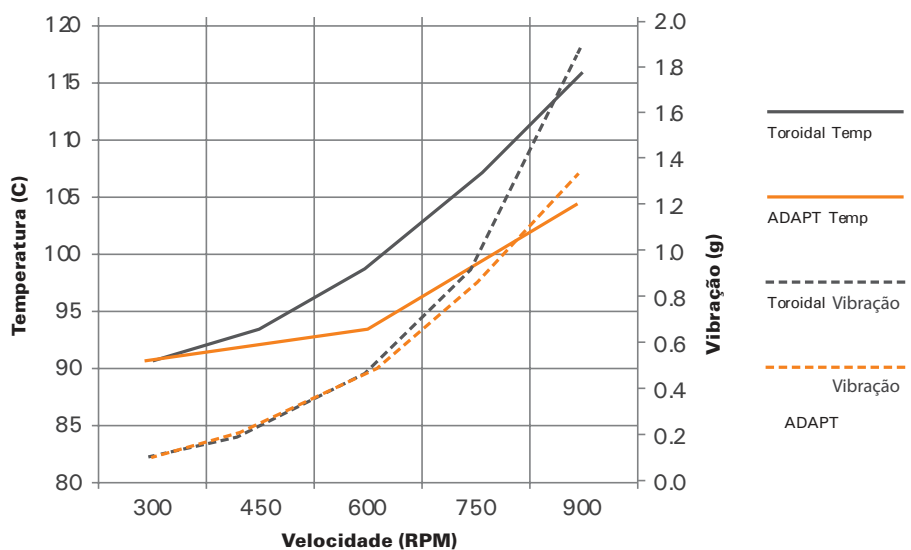


Figura 18

contínuos. O suporte de teste personalizado, com o invólucro térmico removido, está ilustrado na Figura 17.

Dez rolamentos foram testados em condições de mundo real e os parâmetros monitorados incluíram força axial, vibração, temperatura, condição de torque e rolamento.

Os resultados têm sido favoráveis para o rolamento ADAPT que produziu menos vibração e temperatura de operação mais baixa do que o design toroidal competitivo. A Figura 18 mostra que o desempenho aumenta o espaço à medida que a velocidade aumenta.

Conclusão

Para as aplicações de alta carga e alta temperatura onde o tempo de parada pode custar milhares de dólares por hora, a Timken atingiu seu objetivo de produzir um rolamento de alta capacidade que oferece simultaneamente desalinhamento e capacidade de flutuação axial, junto com a facilidade de instalação, remoção e inspeção.

A Timken realizou testes internos extensos, e o desempenho comprovado em produção de lingotador contínuo confirma que o rolamento ADAPT atende a intenção de projeto original. Os testes contínuos mostram promessa igual de maior capacidade, menores temperaturas de operação, menor torque de rotação e maior vida útil no cilindro secador da máquina de papel.

Em relação aos rolamentos toroidais de tamanho equivalente em operações industriais exigentes, os rolamentos ADAPT podem oferecer:

- Até 7 por cento de carga nominal maior
- 5 a 10 por cento menos torque de operação em
- Temperaturas de operação 5 a 10° C mais frias
- 30 por cento a mais de vida útil

Avançando, a Timken continuará a avaliar o desempenho dos rolamentos ADAPT em aplicações comparáveis de alta carga e temperatura elevada, incluindo turbinas eólicas, ventiladores industriais, sopradores e grandes caixas de transmissão.