



Contaminação, corrosão e lubrificação inadequada

"Na minha função de desenvolvimento de negócios para os rolamentos autocompensadores da SKF eu trabalho com muitos clientes de diferentes indústrias em todo o mundo. As indústrias em que estão envolvidos são diferentes e seus processos, equipamentos e aplicações variam, mas um tema comum em minhas conversas com eles é a sua necessidade de aumentar a produção e a eficiência. Acredito que os sistemas de rolamentos autocompensadores muitas vezes podem fazer uma contribuição significativa para isso".

O tratamento e a montagem inicial de rolamentos podem ter uma significativa influência sobre a forma como eles executam durante o serviço em todas as indústrias. Isto também é verdade para os rolamentos que sofrem qualquer contaminação antes da montagem ou em serviço. Enquanto meus clientes nas indústrias de mineração e siderurgia estariam dispostos a ouvir a opinião de uma fábrica de papel descrita como um ambiente hostil, o fato é que uma grande porcentagem de rolamentos que falham prematuramente na indústria de papel ocorre devido à contaminação líquida.

Esta edição das Práticas de Papel e Celulose da SKF analisa as coisas que podem ser feitas sobre a contaminação na indústria de celulose e papel. Claro que há uma série de opções, porém rolamentos autocompensadores fechados muitas vezes podem ser uma boa escolha quando a contaminação líquida é um problema. Tais rolamentos são fabricados no mesmo processo de produção que os seus homólogos abertos, com passos adicionais para enchê-los com a graxa apropriada e para inserir os selos. Como eles são "selados de fábrica", a contaminação antes ou durante a montagem é extremamente improvável. Em serviço eles oferecem segurança adicional contra a contaminação líquida e problemas resultantes pela corrosão ou lubrificação inadequada.

Atenciosamente,
Ian Bloxham
Gerente Global de Desenvolvimento de Negócios de rolamentos autocompensadores
ian.bloxham@skf.com
(T) +44 (0)1582 496329



Rolamentos de Elementos Esféricos Selados

Esta edição das Práticas de Papel e Celulose da SKF é sobre porque eu recomendo a montagem de rolamentos de elementos esféricos selados quando for apropriado e possível fazê-lo. Essencialmente, trata-se de proteger os rolamentos de contaminação. Claro, há um grande número de soluções de vedação possíveis, mas para falar sobre todos eles seria necessário escrever um livro. Então, pense nisso como apenas uma primeira experiência.

Antes de seguir adiante, devo dizer que a linha da SKF de rolamentos de elementos esféricos selados está crescendo a cada ano.

Rolamentos grandes, tais como a série 231 com orifícios de até 400 mm (15,748 in) - que podem ser encontrados em alguns rolos de prensa duplos, prensas de parafuso e rolos de prensa - estão agora disponíveis. Como tal, é hora de lembrar a todos que os rolamentos selados podem ser uma boa maneira de aumentar a duração.

Principais causas de falha do rolamento

Apesar de a lubrificação inadequada ser a principal causa da duração reduzida dos rolamentos em geral, não é este o caso nas aplicações da máquina de papel. Para todas as aplicações em todas as indústrias, estima-se que 90% dos rolamentos sobrevivam às máquinas em que estão instalados, 9,5% são substituídos durante a manutenção planejada e 0,5% falham. Dos rolamentos deteriorados, 36% falham devido à lubrificação inadequada e 14% devido à contaminação líquida ou sólida. A situação para rolamentos em aplicações de máquina de papel é bem diferente. Poucos rolamentos sobrevivem à máquina de papel em que estão instalados com 40-50% de falhas, devido à contaminação líquida. Marcas de corrosão podem ser vistas nestes rolamentos. Mesmo que não possam ser vistas, o problema é a lubrificação inadequada, devido ao teor muito alto de água no lubrificante.

A diferença entre lubrificação inadequada e contaminação líquida nem sempre é clara. Por exemplo, pode haver água suficiente no lubrificante para romper a película de óleo entre as superfícies de apoio sem criar sinais de corrosão (ver **figura 1**).

As propriedades de proteção contra corrosão de lubrificantes têm melhorado ao longo dos anos e os rolamentos mais danificados enviados a SKF para análise chegam sem uma amostra do lubrificante. Como tal, muitas vezes é apenas possível diagnosticar a lubrificação insuficiente contra os danos que podem ser vistos. Por conseguinte, a minha opinião é que as falhas devido à contaminação líquida são subestimadas, especialmente na indústria de papel.

Após a contaminação líquida, imagina-se que a contaminação por partícula sólida seja a causa mais comum de falhas do rolamento na indústria de papel. Dito isto, esta conclusão está aberta à discussão. Deixe-me explicar usando um exemplo para mostrar o porquê. Uma série de rolamentos danificados, ou foram enviados para a SKF ou foram examinados durante visitas à fábrica em questão. A maioria

tinha falhado, resultando em paradas não planejadas. Alguns eram rolamentos grandes e caros. Como foram montados na máquina de papel, na prensa e em arruelas de celulose, a maioria das causas de falhas foram a contaminação líquida e/ou a lubrificação inadequada. Nós assinamos um contrato de manutenção com a fábrica e um dos principais indicadores de desempenho (KPIs - key performance indicators) era reduzir o consumo dos rolamentos.

Para alcançar o KPI, propus que a equipe de manutenção da fábrica examinasse todos os rolamentos substituídos. Como havia muitos rolamentos para serem inspecionados, decidimos fazer inspeções rápidas em caso de falha na maioria e relatórios detalhados da Análise da Causa Raiz da Falha (RCFA - Root Cause Failure Analysis) em alguns. Concordamos que a fábrica iria armazenar, em boas condições, todos os rolamentos substituídos juntamente com informações sobre o rolamento, a aplicação e o motivo da substituição. Antes da assinatura do contrato, a maioria dos rolamentos que eu examinei simplesmente teriam sido substituídos e descartados sem qualquer análise de danos. Rapidamente estabeleceu-se que a maioria dos rolamentos tiveram danos no canal adutor devido à contaminação sólida. Outras investigações mostraram que uma grande proporção havia sido contaminada com partículas sólidas ou durante a montagem, ou quando foram lubrificadas. Alguns foram contaminados quando estavam guardados (ver **figura 5**).

Fig. 1 A folga e a fragmentação da superfície podem ser vistas no canal adutor do anel externo deste rolamento de rolo de prensas da seção molhada. A causa é a lubrificação inadequada. A graxa remanescente na caixa parece que foi contaminada com água, o que leva à conclusão de que a lubrificação inadequada é a consequência da contaminação líquida. Se não tinha nenhuma graxa, é provável que a análise de falha tenha sido feita de forma incorreta - simplesmente, lubrificação inadequada.



Tomamos várias medidas em uma tentativa de melhorar a situação:

- 1 A bancada de madeira no qual as bombas, caixas de câmbio e outros equipamentos foram montados foi coberta com aço inoxidável para torná-la mais fácil de limpar (ver **figura 2**).
- 2 As portas da oficina foram modificadas para evitar correntes de ar espalhando poeira ao redor.
- 3 Ferramentas lubrificantes sujas e inadequadas foram substituídas (ver **figuras 3 e 4**).
- 4 Foi dado um treinamento especial para a equipe de manutenção sobre a limpeza da oficina.

Fig. 2 Bancadas de madeira são difíceis de limpar corretamente.



Fig. 3 e 4 Uma garrafa de plástico cortada embaixo usada para transferir graxa do seu tambor original para um recipiente que é utilizado para lubrificar rolamentos abertos.



O consumo do rolamento caiu como resultado dessas ações, mas ainda havia alguns rolamentos substituídos devido à contaminação sólida ou líquida durante a operação. Isto ocorreu devido à falta de eficiência de vedação.

Então, o que mais podemos fazer para reduzir os danos ao rolamento devido à contaminação? Há uma série de opções, cada uma com prós e contras, pela minha experiência.

Condições de armazenamento

A quarta edição das Práticas de Papel e Celulose da SKF incluiu algumas informações sobre estas condições. Ou seja, que a área de armazenamento deve estar limpa, seca e sem correntes de ar. Gostaria também de acrescentar que os rolamentos devem ser armazenados de forma plana e em um ambiente sem vibrações. Mas o que seca significa? Isso significa que a umidade relativa recomendada deve ser mantida abaixo de 60%, com um pico de 65% de aceitação. Esta orientação é baseada no conhecimento de que o aço do rolamento desprotegido começará a corroer a uma umidade relativa de 50%, que acelera a corrosão quando a umidade relativa aumenta, e que isso vai acontecer rapidamente quando estiver acima de 75%.

A flutuação da temperatura é também importante. Ao mover rolamentos embalados entre locais diferentes, a temperatura está suscetível a variar. O ar confinado na embalagem do rolamento difere do que está fora em que o seu conteúdo de água se altera mais lentamente, enquanto que as mudanças de temperatura externas têm efeito imediato. Se a temperatura da embalagem cair, a umidade relativa no interior irá aumentar. Por exemplo, se um rolamento embalado foi armazenado durante um longo período de tempo a 30°C (86°F) e com 50% de humidade relativa e é transferido para um local onde a temperatura é de apenas 20°C (68°F), a humidade relativa vai chegar a 100% e a água pode se condensar dentro da embalagem. Por outro lado, se um rolamento embalado for movido de um ambiente frio para um quente, pode ocorrer condensação na superfície de aço relativamente fria. É por isso que a SKF tem uma recomendação conservadora, ou seja, uma flutuação máxima na temperatura ambiente de armazenagem de 3°C (5,4°F) por 48 horas.

Fig. 5 Rolamento armazenado sem proteção contra poeira.



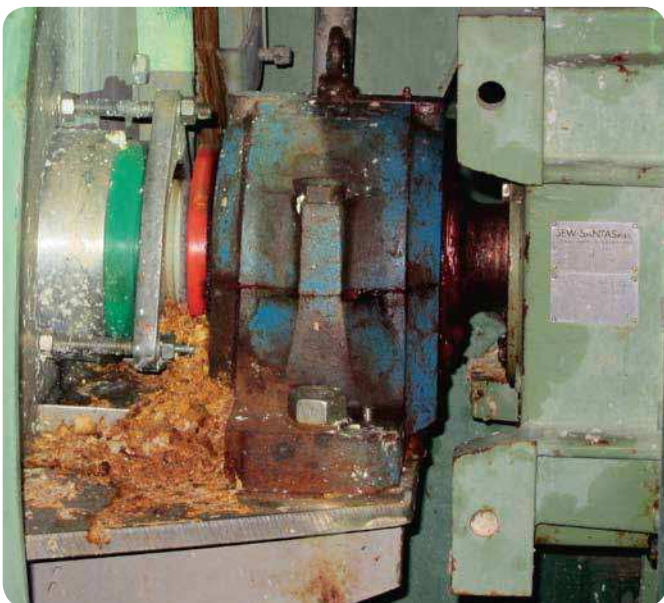
Seguir essas recomendações sobre flutuação de temperatura e umidade relativa do ar vai ajudar a evitar marcas de corrosão. Evitar a contaminação sólida é simples na teoria. Só não vá abrir a embalagem do rolamento até que esteja na hora de montá-lo! Eu digo simples na teoria, porque, na realidade, a equipe da fábrica de papel muitas vezes abre a embalagem para verificar se o rolamento é o mesmo que precisa de substituição ou para verificar que a designação indicada na caixa está correta. Na prática, muitos rolamentos são abertos e, em seguida, recolocados no armazenamento para uso posterior. Os rolamentos em boas condições que são desmontados e recolocados no armazenamento são outro problema. Eles precisam ser limpos e protegidos contra corrosão e contaminação sólida. Vou escrever mais sobre isso em uma futura edição das Práticas de Papel e Celulose da SKF.

O que pode ser dito com certeza é que os rolamentos com vedantes integrados estão protegidos contra poeira. Pelo menos no que diz respeito às suas superfícies internas.

Condições de montagem

Posso escrever mais sobre os rolamentos que devem ser montados em um ambiente limpo que seja o mais livre possível de correntes de ar? Sim, mas a vida real mostra que às vezes você apenas tem que fazer o seu melhor para evitar que os rolamentos sejam contaminados em ambientes e períodos que você não teria escolhido, dada a escolha. As pessoas nem sempre ajudam uma vez que elas têm pouca ideia de que de 0,1 mm (0,004 in) de partículas de bronze pode reduzir a duração de 500 kg (1 100 lb) do rolamento por um fator de 10. Às vezes a montagem de rolamentos abaixo de condições ideais é ruim para o moral do engenheiro que calculou a vida nominal do rolamento representando o fator de contaminação. Dito isto, você não precisa estar em uma tempestade de areia para estar em um ambiente desfavorável para rolamentos. Você poderia montar um rolamento na seção úmida enquanto alguém está trabalhando acima de você ou trocando um rolamento no chão de uma oficina suja quando as portas estão abertas para se pegar uma brisa.

Fig. 6 Fibra vazando do anel de vedação em uma lavadora de polpa. Note a proteção adicional na frente do compartimento para proteger a vedação do compartimento.



O pior caso que já tive de enfrentar foi em meus dias de mineração na montagem de um rolamento em uma tela de vibração em uma pedreira. Dois homens da pedreira estavam segurando uma folha de plástico tentando me proteger e o rolamento também. Me lembro de desejar, no momento, que o rolamento tivesse vedações integradas.

Durante a operação

Os rolamentos em operação devem ser protegidos contra a contaminação que poderia ignorar a disposição da vedação do compartimento. Esta contaminação pode ser:

- 1 Sólida e líquida, como a fibra no processo de polpação (ver **figura 6**).
- 2 Líquida, como água de processo na seção de formação (ver **figura 7**)
- 3 Sólida, apenas

O primeiro passo é manter a contaminação fora do compartimento. Eu não vou escrever sobre todas as diferentes modalidades de vedação que a SKF pode oferecer, mas vou apenas fazer algumas considerações com base na minha própria experiência.

Os conjuntos de vedação precisam ser eficientes e confiáveis. Isso tudo depende da possível contaminação e da duração exigida a partir da disposição da vedação. Da duração, quero dizer quanto tempo ela impede que a contaminação chegue ao rolamento. Uma pequena quantidade de contaminação pode passar pela vedação e ainda ser considerada aceitável se a duração do rolamento não for reduzida drasticamente. Por exemplo, um pouco de água de processo pode entrar num compartimento de sucção de rolamento de rolo se ela for rapidamente removida pelo óleo lubrificante e pelos separadores de água eficientes. Da mesma forma, se a graxa nova inserida durante a lubrificação eliminar a graxa antiga e contaminada do rolamento e da vedação.

Fig. 7 O ambiente de alta umidade de um rolo de fio em um trecho da máquina de papel da seção de formação. Graxa na vedação do labirinto freia a entrada de água de processo no compartimento do rolamento.



Cada projeto de vedação tem vantagens e desvantagens. Não é fácil ter vedações de alto desempenho sem a criação de atrito e/ou uma disposição de vedação complicada. Fatores como o atrito e o custo tendem a limitar a eficiência da vedação. No entanto, tenho algumas regras próprias com base em minha experiência:

- 1 Tente evitar vedantes de atrito sempre que possível. Note que eu uso anéis em V como defletores ou como uma espécie de válvulas de uma direção (ver **figura 8**).
- 2 É melhor adicionar várias barreiras pequenas para proteção em cascata em vez de uma única barreira de alto desempenho (ver **figura 9**). A ideia por trás deste ponto é que uma barreira sempre pode falhar, principalmente se houver atrito e, assim, desgaste.
- 3 O lubrificante, tal como gordura, pode ser considerado como uma barreira.
- 4 Lembre-se que a vedação a borda na beirada do eixo rotativo precisa ter sua borda lubrificada, o que têm um efeito de bombeamento.
- 5 O excesso de gordura em um rolamento deve sempre ser capaz de escapar para evitar o superaquecimento. Há exceções para rolamentos rotativos muito lentos.
- 6 As disposições de vedação devem usar vedantes padrão; simplesmente faça você mesmo os componentes, tais como capas ou discos rotativos ou vedações de máquinas feitas rapidamente, como aquelas disponibilizadas pela SKF Economos (ver **figura 10**).
- 7 Com a vedação na borda do eixo rotativo, a borda esta deve ser fácil de ser reparada (por exemplo, com uma bucha de desgaste fina, como SKF SPEEDI-SLEEVE) ou facilmente mutável. Se a borda for uma bucha de desgaste, ela deve ter um ajuste suficientemente apertado que não gire com a borda e previna a passagem de líquido no orifício da bucha de desgaste. Um anel de vedação do tipo "O-Ring" ou uma pasta de vedação pode evitar que o líquido passe por baixo da bucha de desgaste. O atrito da borda na bucha de desgaste pode aumentar a temperatura da bucha e deixá-la se expandir radialmente.

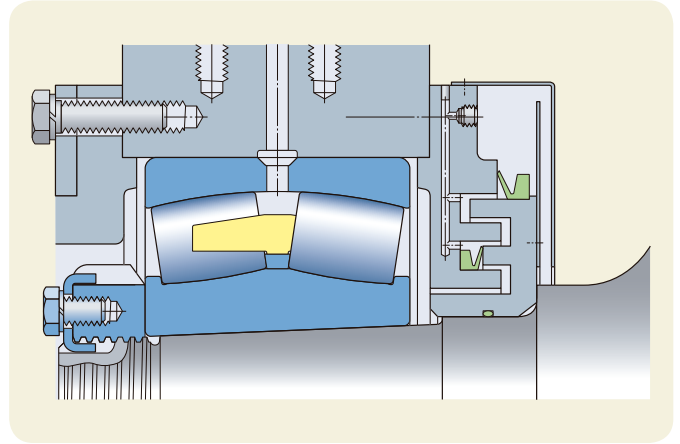


Fig. 8 A adição de uma capa, um disco rotativo e um anel em "V" adicional em um rolo de sucção.

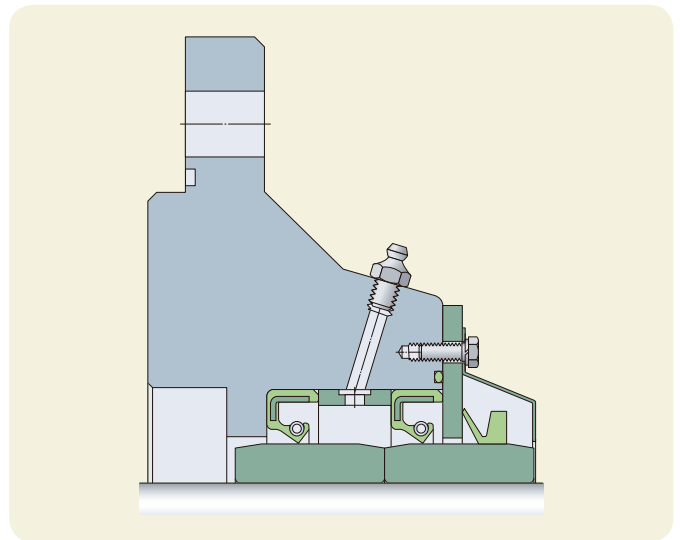


Fig. 9 Exemplo de uma disposição de vedação para um ambiente desfavorável.

Fig. 10 O SEAL JET da SKF consegue fazer vedações poliméricas na máquina para que as formas e dimensões feitas sob medida se ajustem ao pedido de um cliente. Ele é frequentemente utilizado como uma alternativa, nos casos em que a adição de um vedante padrão aumenta a eficiência de vedação solicitando modificações dispendiosas.



Portanto, quando for possível evitar as vedações do atrito, evite-as. A **Figura 11** mostra um exemplo com quatro barreiras: uma tampa para proteger a vedação do labirinto, uma vedação de labirinto rotativo que funciona como um disco que desvia a contaminação líquida, uma vedação de labirinto cheio de graxa e a graxa entre o rolamento e a vedação do labirinto.

Se isso não for bom o suficiente, talvez seja possível adicionar anéis em "V". A **Figura 8** mostra um rolo de sucção antigo cuja disposição da vedação original era apenas uma vedação de labirinto cheia de graxa. Depois de algumas falhas de rolamento devido à contaminação líquida, as seguintes modificações foram feitas:

- 1 A adição de uma cobertura feita pela fábrica de papel e um disco feito de chapa de aço inoxidável.
- 2 A adição de anéis em V que permitiu que o excesso de graxa no rolamento escapasse, mas que impediu a contaminação e/ou a graxa contaminada no labirinto entrar no compartimento do rolamento.

Note que existe um anel de vedação entre o eixo e o labirinto em rotação, pois a água pode passar entre estes dois, devido a erros de forma.

Em alguns casos, existe uma necessidade de vedações de atrito. Por exemplo, em aplicações de prensagem da polpa. A minha disposição de vedação favorita para ambientes desfavoráveis se parece com aquela mostrada na **Figura 9**. Duas vedações na borda do eixo rotativo são colocadas alinhadas, bordas viradas para o exterior, para deixar escapar a graxa em excesso. Conforme a graxa escapa, ela lubrifica a borda da vedação e afasta a contaminação. A nova graxa é colocada entre as duas vedações na borda do eixo rotativo.

Tais disposições são frequentemente utilizadas para aplicações de baixa velocidade. Com elas, os rolamentos não têm necessariamente de serem lubrificados tão frequentemente como as vedações. Isso pode ajudar a reduzir o consumo de graxa. Também permite que diferentes graxas sejam utilizadas para as disposições do rolamento e do vedante. Por exemplo, graxas de alta viscosidade com aditivos sólidos, como o SKF LGEV 2 poderiam ser utilizadas para os rolamentos, enquanto o SKF LGHB 2, que tem uma boa estabilidade mecânica, quando misturado com água e ótimas propriedades anticorrosão, pode ser utilizado para a disposição de vedação.

Nessa disposição, o anel em "V" e a tampa agem como defletores para minimizar a contaminação que atinge o lado direito da vedação na borda do eixo rotativo que poderia aumentar o desgaste da borda. É um bom exemplo do princípio da cascata de barreira. A tampa protege o anel em V, que protege o lado direito da vedação na borda do eixo rotativo, que protege a graxa, que protege o lado esquerdo da vedação na borda do eixo rotativo. As buchas de desgaste são montadas com um ligeiro ajuste apertado e cola vedante.

Mas o que acontece se a contaminação passar pelo conjunto de vedação do compartimento?

Bem, se for um rolamento aberto, você terá que contar com o lubrificante em torno do rolamento para manter a contaminação longe dele. O óleo circular com bons filtros e separadores de líquido é uma solução, mas você pode fazer mais do que apenas contar com o lubrificante.

Em casos de contaminação sólida, a SKF pode oferecer um rolamento completamente preenchido com uma matriz de polímero saturado com óleo chamado SKF Solid Oil (ver figura 12). Como todo o espaço livre do rolamento é preenchido com o polímero, a contaminação sólida não pode entrar. Pelo fato do polímero encher completamente o espaço livre no rolamento, a velocidade é limitada e o atrito que se inicia é maior do que com graxa ou óleo. Para os rolamentos de elementos esféricos do tipo E, o limite ndm é de 42500 e para os do tipo CC é de 85000.

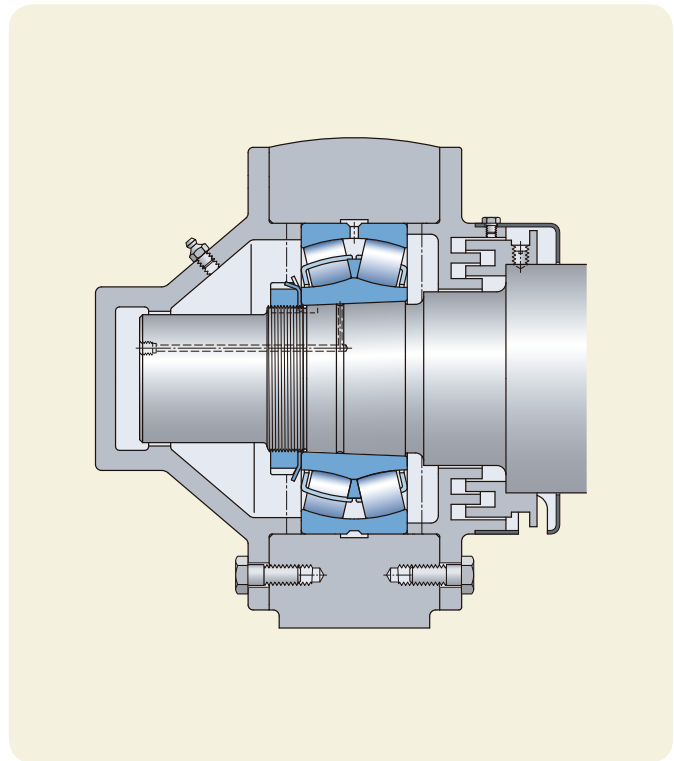


Fig. 11 Compartimento do rolamento de rolo de arame sem vedação de atrito.

Fig. 12 Rolamento do SKF Solid Oil



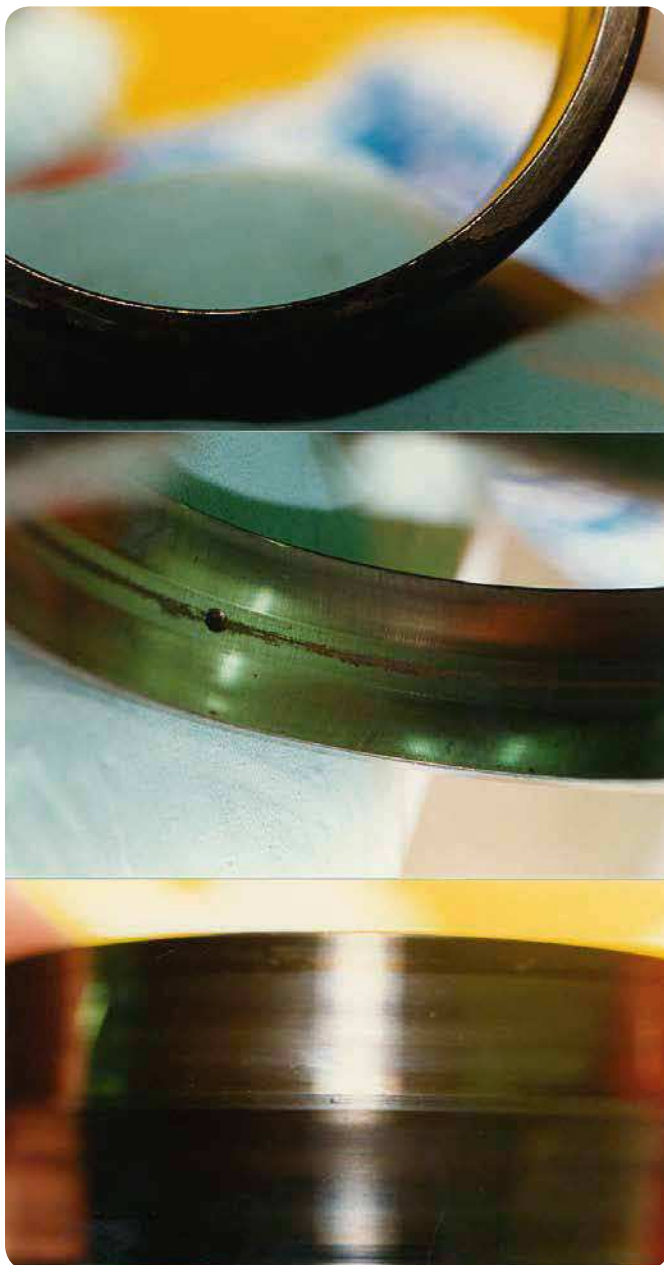


Fig. 13 Rolamento Solid Oil após 8 meses de operação em um rolo de feltro com água no compartimento. O nível de água no compartimento pode ser visto a partir da corrosão na face lateral do anel exterior na fotografia acima.

Note que $ndm = \text{velocidade} \times \text{diâmetro médio do rolamento}$ (ver a **edição 7** das Práticas de Papel e Celulose da SKF). A temperatura também é limitada a 85°C (185°F), em condições de funcionamento contínuo. Portanto, a solução do Solid Oil é perfeita em aplicações rotativas lentas de poeira, como o manuseio de materiais ou na fábrica de conversão.

Mesmo que ele não seja recomendado para ambientes úmidos, experimentamos rolamentos Solid Oil em aplicações de rolo de feltro. Três rolamentos de elementos esféricos foram montados em um rolo de feltro na França em dezembro de 1992. O cliente entendeu que não havia necessidade de preencher o compartimento com graxa. Talvez não fosse suficientemente preciso pelo fato que a graxa no compartimento fosse proteger o rolamento contra a entrada de água e à corrosão possível das superfícies exteriores dos anéis e do orifício do



Fig. 14 SKF HNCR spherical roller bearing for the wet section of a paper machine. Photograph taken for SKF Pulp & Paper Practices before being packed and sent to the customer earlier this year.

compartimento. Os rolamentos foram desmontados em agosto de 1993, depois de terem sido executados em um processo de banho de água. Você pode ver o nível de água com base na corrosão na face lateral do anel exterior na **figura 13**. Foi um sucesso, mas eu promovo o Solid Oil com precaução depois que um cliente se queixou que o rolo não girava na inicialização e que o feltro estava deslizando no rolo. O ângulo de envolvimento do feltro no rolo estava muito baixo, levando a uma baixa carga de contato entre feltro e o rolo. Os rolos de feltro podem ser colocados em várias posições de modo que haja um risco de que um rolo de feltro equipado com Solid Oil seja colocado em uma posição onde a carga de contato entre o feltro e o rolo esteja muito baixa. Eu recomendo que os rolamentos de elementos esféricos Solid Oil devam ter uma carga mínima igual a 0,02 Co (Co = classificação de carga estática básica).

Em adição ao atrito e as restrições de temperatura e de velocidade, o Solid Oil tem outra desvantagem. Ele não pode ser relubrificado. É um rolamento lubrificado para sempre e não é um rolamento padrão. Então, existem outras opções? Sim, existem.

Com a contaminação líquida que provoca corrosão, uma ideia é montar um rolamento de aço inoxidável. A SKF tem um alcance de nove rolamentos de elementos esféricos, abrangendo os tamanhos mais populares de feltro e de rolamento de elementos de arame. Estes rolamentos não são feitos de aço inoxidável 440C normal, mas sim a partir de um aço inoxidável limpo e altamente resistente à corrosão, devido à adição de nitrogênio. O aço inoxidável é chamado HNCR, que é indicado na designação do rolamento e o rolamento é produzido pela MRC, que faz parte do Grupo SKF (ver **figura 14**). Foi decidido criar uma gama de rolamentos para rolos de feltro e de arame depois de um sucesso em uma fábrica de papel nos EUA. Os rolamentos anteriores tinham uma duração média de 36 meses devido a entrada de água de processo no rolamento. Eles foram substituídos por rolamentos de elementos esféricos HNCR e o projeto do vedante externo foi levemente modificado. Estes rolamentos HNCR agora alcançam uma duração de sete anos.



Fig. 15 Rolamento de elemento esférico selado da SKF.

Como a corrosão parada - que ocorre quando uma máquina de papel fica parada para manutenção - é uma das causas principais de falha dos rolamentos, estes rolamentos HNCR podem ser vistos como uma boa solução. Dito isto, devemos ter a atenção que, se a contaminação líquida entrar no rolamento, há um risco de lubrificação inadequada e baixa duração. Este rolamento também fica menos sensível quando a sua embalagem está sujeita a condensação. Infelizmente, o custo e a pequena gama limitam o uso geral desses rolamentos de aço inoxidável de alta qualidade nas fábricas de papel.

Outra alternativa, que acredito ser a melhor, é a utilização de rolamentos selados (veja a **figura 15**). Todo mundo sabe sobre os rolamentos rígidos de esferas selados, mas a maioria não está ciente de que a SKF tem a maior gama de rolamentos de rolos selados com os orifícios do rolamento de 25 mm (0.984 in) até 400 mm (15.748 in). Como o rolamento Solid Oil, o rolamento de rolo esférico selado fica protegido contra a contaminação durante o armazenamento, quando deixado desembalado e durante a montagem. No entanto, é um rolamento padrão que pode ser executado mais depressa com menos atrito e pode ser relubrificado. As informações técnicas sobre estes rolamentos podem ser encontradas no Catálogo Geral da SKF ou na página da SKF (www.skf.com).

Não deve ser uma preocupação o fato de que não é possível medir a folga radial interna com um calibrador de folga para fins de montagem. A SKF geralmente recomenda o Método Drive-up da SKF (ver a **edição 3** das Práticas de Papel e Celulose da SKF), que é muito superior ao método do calibrador de folga.

A primeira vez que vi um rolamento de rolo esférico selado, foi um da SKF, chamado Celia. Foi quando eu comecei a trabalhar para a SKF, há 23 anos. Este rolamento de elemento esférico selado tinha

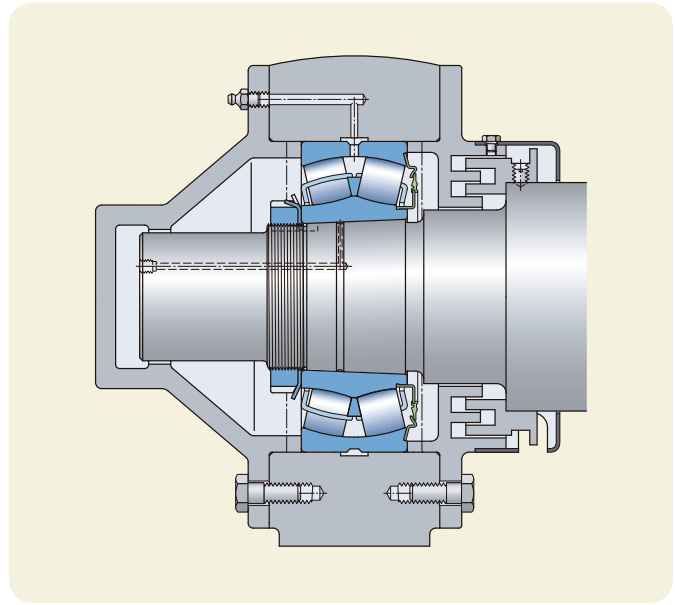


Fig. 16 rolamento de elemento esférico selado do tipo Celia em um rolo de feltro. Neste caso específico, existe uma única vedação. A vedação foi projetada para permitir que o excesso de graxa seja purgado. A graxa purgada retira a graxa e a contaminação nas vedações do labirinto e age como uma barreira para novas contaminações. Mesmo que a contaminação entre no compartimento do rolamento, ela terá dificuldades para entrar no rolamento.

dimensões ISO e como havia pouco espaço para o vedante, já que poderia, em alguns casos, tocar a gaiola ou os rolos, a vedação precisava ser saliente. Os rolamentos poderiam ser fornecidos com uma vedação de cada lado ou apenas com uma vedação de um dos lados. Uma das primeiras aplicações para ele era para rolos de feltro (veja a **figura 16**).

Os clientes da indústria de papel estavam satisfeitos, uma vez que estes rolamentos de elementos selados tinham uma duração mais longa. Infelizmente, os principais clientes destes rolamentos foram as siderúrgicas e elas reclamaram das vedações salientes porque elas poderiam ser danificadas durante o manuseio. A segunda geração de rolamentos de elementos esféricos selados da SKF não têm vedações salientes. Alguns rolamentos, principalmente do tipo CC, poderiam integrar as vedações sem aumentar a largura dos rolamentos. Estes rolamentos são principalmente de tamanho médio e grande, que podem ser encontrados em muitas aplicações e que são dimensionalmente intercambiáveis com rolamentos abertos. Eles podem ser encontrados em compartimentos padrão, no pátio de madeiras, em prensas de celulose, em algumas aplicações da máquina de papel (por exemplo, rolamentos de rolos de sucção internos - ver **figuras 17 e 18**), em enroladores e na fábrica conversora.

Os rolamentos menores com o aumento da capacidade de carga (do tipo E da SKF) não têm muito espaço para as vedações e devem ter anéis mais largos. Isto significa que se um cliente substituir um rolamento aberto com um, algumas modificações podem ser necessárias. Por exemplo, a **figura 19** mostra um rolamento selado maior montado no lugar dos rolamentos mostrados nas **figuras 11 e 16**. Neste caso, as tampas do compartimento e o eixo tinham de ser modificados.

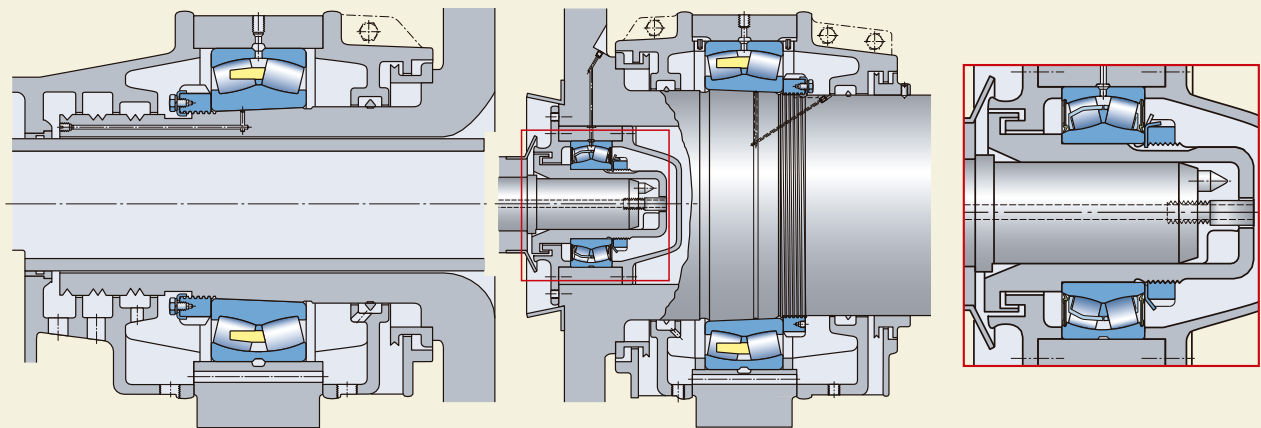
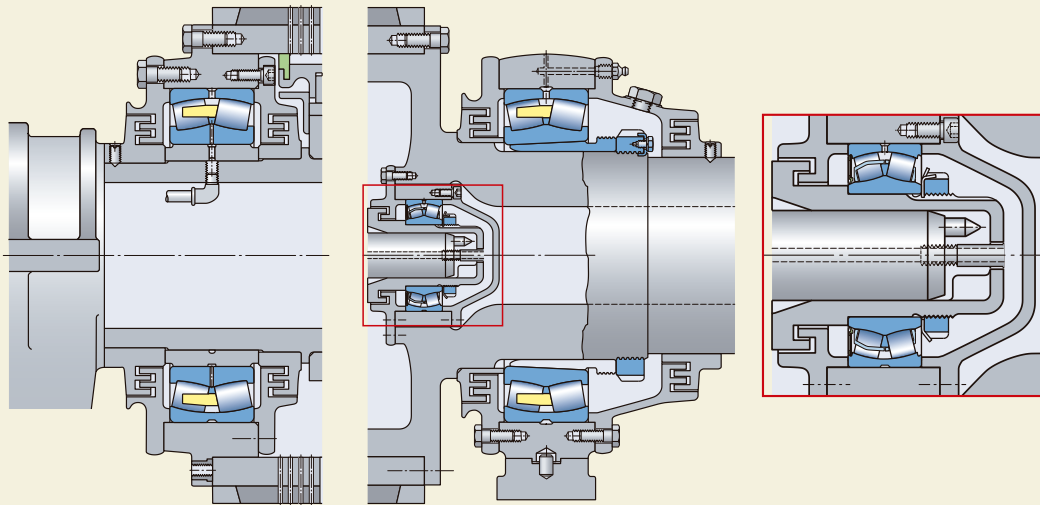


Fig. 18 Rolamento interno de elemento esférico do rolo de sucção com uma vedação em cada lado. Este rolamento é lubrificado através dos orifícios e sulcos de lubrificação em seu anel externo.

Na maioria das aplicações, as vedações dos rolamentos de elementos selados são utilizadas para oferecer uma última barreira contra a contaminação. Os textos da SKF frequentemente falam sobre o "Conceito das Três Barreiras". A primeira barreira é a disposição de vedação do compartimento. A segunda barreira é a graxa entre o rolamento e a disposição de vedação do compartimento, e a última barreira é a vedação do rolamento integrado. Isto, naturalmente, segue a minha regra número dois sobre a adição de pequenas

barreiras com proteção em cascata.

Como rolamentos fixos de esferas selados montados em caixas de engrenagens para automóveis, os rolamentos de elementos esféricos selados podem ser montados em caixas de engrenagens industriais lubrificadas pelo óleo. As caixas de engrenagens podem ter contaminação sólida e pesada no óleo. As vedações integradas eventualmente deixarão passar um pouco de óleo, mas a contaminação sólida é mantida fora do rolamento.

Em suma, espero que eu tenha lhe dado algumas ideias de como reduzir o consumo de rolamento devido à contaminação e que o rolamento de elemento esférico selado, que é um produto padronizado amplamente disponível, pode ser uma maneira econômica de aumentar a duração do rolamento. Infelizmente, a Prática de Papel e Celulose da SKF tem um número limitado de páginas, portanto eu não posso me aprofundar tanto quanto eu gostaria. Assim, para obter mais informações técnicas sobre as vedações, a Solid Oil e os rolamentos de elementos esféricos selados se encontram no Catálogo Geral da SKF ou no Catálogo industrial para vedação de eixo da SKF. Para mais informações sobre os rolamentos HNCR, entre em contato com a SKF e peça a publicação M890-600 chamada "Rolamentos de elementos esféricos resistentes à corrosão".

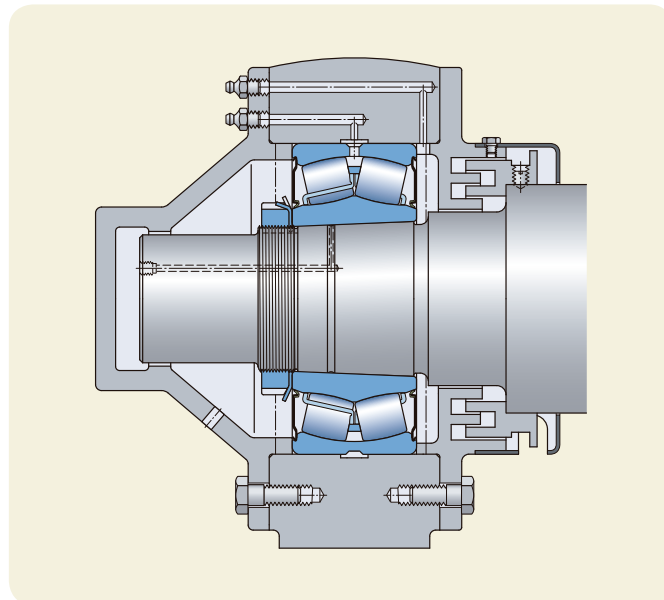


Fig. 19 Rolamento de elemento esférico selado em uma aplicação de rolo de feltro. É mais largo do que um rolamento padrão ISO. As vedações de ambos os lados ficam retidas para evitar a contaminação durante a montagem. O excesso de graxa no rolamento pode ser purgado de ambos os lados. Em tais aplicações, intervalos curtos de relubrificação são usados para retirar a contaminação do invólucro, em vez de relubrificar o rolamento. Com tal disposição, é possível escolher a graxa mais adequada para o rolamento e uma graxa diferente para atuar como barreira para a água de processo. Note a adição de um anel de vedação sob a parte rotativa do labirinto.



Atenciosamente,
Philippe Gachet
Consultor técnico sênior
philippe.gachet@skf.com



O Poder da Engenharia do Conhecimento

Baseando-se em cinco áreas de competência e os conhecimentos específicos da aplicação que se acumulou ao longo de mais de 100 anos, a SKF oferece soluções inovadoras para os OEMs e instalações de produção em todos os principais setores em todo o mundo. Estas cinco áreas de competência incluem rolamentos e unidades, vedações, sistemas de lubrificação, mecatrônica (combinando mecânica e eletrônica em sistemas inteligentes), e uma vasta gama de serviços, da modelagem de computador em 3-D aos sistemas de monitoramento avançado de condições e de gerenciamento de confiabilidade e de ativos. A presença global oferece aos clientes da SKF padrões uniformes de qualidade e disponibilidade mundial dos produtos.

SKF Global Pulp & Paper
Segment

Contato / Editor responsável
philippe.gachet@skf.com

© SKF é uma marca registrada do Grupo SKF

© SKF Group 2013

O conteúdo desta publicação é de direito autoral do editor e não pode ser reproduzido (nem mesmo parcialmente), exceto com a permissão prévia por escrito. Todo cuidado foi tomado para assegurar a precisão das informações contidas nesta publicação, mas nenhuma responsabilidade pode ser aceita por qualquer perda ou dano direta, indiretamente ou resultante do uso das informações aqui contidas.

PUB 72/S9 11147/7 EN - Abril de 2013

