

Soluções de engenharia da SKF aplicadas em plantas de papel & celulose

Skf engineering solutions applied to pulp & paper mill

Autores: Rodrigo Yoshiaki Fujimoto* e Hilário Jacob Sinkoc*

Palavras-chave: Rolamentos, Melhoria de Projeto, Soluções de Engenharia, Análise de Falha, Máquina de Papel, Motores, Lubrificação, Redutores

RESUMO

Em uma planta de papel e celulose existem diversos equipamentos rotativos que utilizam mancais de rolamentos. Entre estes equipamentos, podemos apresentar rolos prensas e guias da máquina de papel, bombas, motores, secadores, etc. Diversos dos problemas detectados nestes equipamentos ocorrem em mancais de rolamentos, abrangendo questões de contaminação do lubrificante por água, produtos químicos e contaminantes sólidos, eventos associados à falha de lubrificação, projeto de vida útil, procedimentos de montagem, entre outros. Após diversos estudos realizados em plantas de papel e celulose onde a SKF possui contratos e serviços, foram aplicadas diversas melhorias de modo a aumentar a disponibilidade, a confiabilidade e manutenibilidade destes equipamentos. Neste trabalho, apresentamos algumas destas soluções aplicadas em motores, rolos de máquina, ventiladores, redutores, etc. que permitiram solucionar os problemas recorrentes e maximizando a vida do rolamento em máquina.

Abstract

In a pulp&paper mill, there are several rotated equipments that use rolling bearings. Among these equipments, there are press, dryer and guide rolls of paper machines, pumps, motors, among others. Several problems seen in these equipments occur in rolling bearing, they are water, solids and chemical contamination of lubricant oil, problems associated with lubrication failure, design of bearing rating life, mounting procedure, among others. After several studies done in pulp&paper mills where SKF has service contracts, several improvements were applied to increase the availability, reliability and maintainability of these equipments. In this work, we present some of these solutions applied in motors, machine rolls, fans, gear box, etc. which accepted to solve the repetitive problems and get more bearing life in machines.

Keywords: Rolling Bearings, Projects of Improvements, Engineering Solutions, Failure Analyses, Paper Machine, Motors, Lubrication, Gear Box.

INTRODUÇÃO

Em diversas plantas de celulose & papel ocorrem falhas mecânicas que causam a parada da planta ou máquina. Estas paradas normalmente resultam em grande perda de produtividade que influenciam os resultados da planta.

Entre as falhas mecânicas, uma grande parte destas são associadas aos rolamentos. Estes podem ser considerados como sendo o "fusível" do equipamento. Quando o rolamento inicia seu processo de falha, ele sinaliza (através da análise preditiva do equipamento) antes da falha catastrófica (ou parada) do equipamento e, com isto, pode-se fazer a manutenção programada.

Com uma falha mecânica freqüente existe uma grande oportunidade de au-

mentar tanto a confiabilidade quanto a produção da fábrica, pois, nestes casos, possuímos maior histórico para analisar com melhor precisão a real causa de falha.

É claro que uma falha mecânica, mesmo relacionada a um rolamento, pode ser produzida por diversas causas, como lubrificação, contaminação, variação de parâmetros operacionais, projeto, transporte, armazenamento, entre outros.

A obtenção da solução destas falhas devem ser obtidas através de uma metodologia que passa da análise de falha do rolamento (caracterização da falha), re-análise de projeto, levantamento de possíveis melhorias, aplicação das modificações e controle dos resultados obtidos.

Neste artigo pretendemos apresen-

Referências dos autores:

*SKF do Brasil - Barueri, SP, Brasil

tar algumas soluções aplicadas em equipamentos que utilizam rolamentos e foram recorrentes de falhas do equipamento. Estas soluções foram aplicadas em equipamentos utilizados em plantas de papel e celulose onde a SKF possui contratos de serviço.

Análise de falhas de rolamentos

As falhas de rolamentos podem ser associadas a diversas causas. Estas causas podem ser devidas a:

- lubrificação (falta, excesso, procedimentos, ...);
- condições operacionais (sobrecarga, velocidade excessiva, vibração, ...);
- ambiente (temperatura alta/baixa, contaminação, ...);
- montagem/manuseio (procedimentos de montagem/desmontagem, ferramentas inadequadas, ...) e;
- outros (transporte, armazenamento, projeto,...).

Para a obtenção da melhor solução devemos levantar a real causa da falha para que possamos minimizar as modificações a serem feitas com melhores resultados e obtendo o menor efeito colateral possível sobre o equipamento.

Além disso, deve-se ter claro que existem a causa principal e suas causas secundárias, ou seja, devemos ter consciência que ao ser realizada a análise de falha iremos verificar diversas possíveis causas, porém, teremos poucas causas primárias (entre elas a causa principal) que resultam na falha principal, resultando posteriormente nas falhas secundárias (que serão observadas como as causas secundárias).

Para se tratar a falha, podemos observar o problema através de dois modos:

- através do tratamento da causa principal - eliminando ou evitando a causa raiz do problema, impedindo que ocorra a seqüência de falha completa;
- através do tratamento do sintoma - eliminando ou evitando uma das causas secundárias antes que ocorra a falha que resulta na parada do equipamento.

Considerando estes modos de proceder para solucionar uma falha frequente, apresentamos a seguir algumas soluções utilizadas para eliminar estas falhas, impedindo a sua recorrência.

SOLUÇÕES

Soluções para rolos de máquinas

Um dos principais problemas dos rolos instalados na zona úmida da máquina é a contaminação por água do mancal, e conseqüentemente, do lubrificante. Esta contaminação gera a falha de lubrificação com quebra do filme lubrificante e corrosão da pista do rolamento. Devido a estas duas falhas causadas pela contaminação de água, podemos colocar ela como uma das principais preocupações em rolos instalados nesta área.

Estas caixas de mancais normalmente possuem vedação do tipo sem contato (labirinto) que permite um considerável movimento axial. Porém, este tipo de vedação possui baixa performance quando a água.

Como uma das mais corriqueiras, de baixo custo e fáceis de instalar, existe a utilização de defletores na caixa de mancal. Este defletor impede que a água acerte diretamente sobre o labirinto e entre na caixa de mancal. Este defletor deve possuir um furo interno para que a água acumulada dentro do defletor não acumule.

Em alguns casos, esta configuração pode não ser o suficiente para manter o contaminante (líquido e/ou sólido) fora da caixa de mancal. Em casos onde existe maior contaminação, uma opção é utilizar como acréscimo uma vedação por contato para que possa minimizar a incidência de água diretamente sobre o labirinto da caixa de mancal. No teste realizado foi utilizado o defletor em conjunto com um V-Ring.

Apesar disto, existem algumas condições específicas, por exemplo, quando existe a relubrificação com grande quantidade de graxa, o que força o V-Ring para fora do contato, diminuindo a eficiência da vedação.

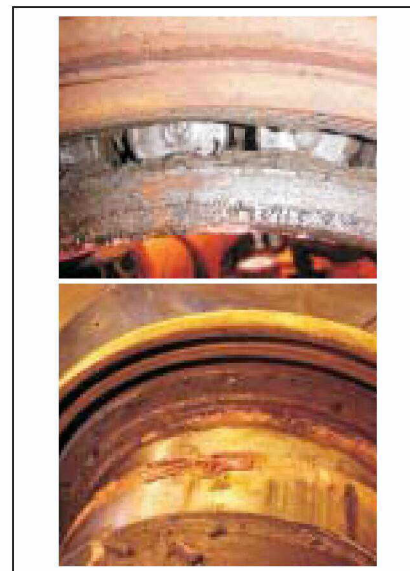


Figura 1 - Detalhe de rolamento com graxa degradada devido a contaminação de água.



Figura 2 - Detalhe das pistas do rolamento com corrosão após a entrada de contaminação de água no mancal.

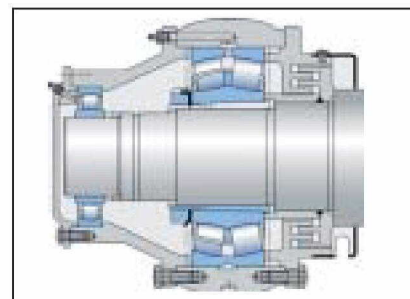


Figura 3 - Esquema de um defletor instalado na caixa de mancal para evitar a incidência direta da água sobre a vedação labirinto.

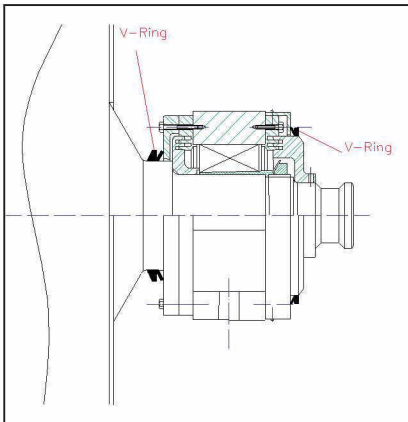


Figura 4 - Esquema de vedação por dois V-ring colocados sobre um defletor de modo a diminuir a incidência de contaminantes sobre a vedação.

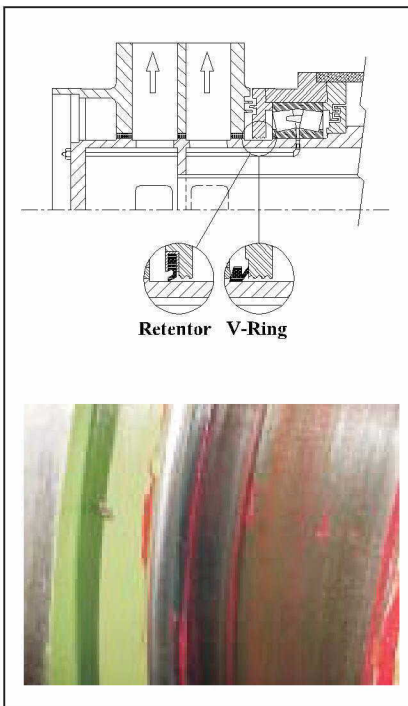


Figura 5 - Esquema da instalação de uma vedação por retentor e por V-Ring com detalhe do retentor instalado dentro da caixa de mancal. Exemplo instalado em um rolo sucção pick-up próximo à caixa de sucção.

Nestes casos, uma outra opção testada é a utilização de uma vedação do tipo retentor.

Para a utilização deste tipo de vedação foi necessária a metalização do eixo para evitar que ocorra desgaste do eixo pela pressão do retentor. Além disso, o projeto do retentor utilizado não

possui mola, de modo a minimizar o desgaste do eixo e do lábio do retentor. A construção deste retentor é do tipo HDS7 (CR Seal Handbook - Size and Type Listings for all Seal Applications).

Além disso, uma outra preocupação tomada foi aumentar a frequência de relubrificação para que toda a contaminação por água que possa entrar pelo labirinto seja repelida. Uma recomendação inicial da quantidade e período de relubrificação pode ser obtida na referência: SKF *Rolling Bearings in Paper Machine*.

Soluções para motores

Existem diversos motores utilizados em uma planta de papel e celulose. Nestes equipamentos podem ser enumeradas diversas falhas. Porém, aqui serão apresentadas apenas algumas destas falhas e soluções para estes problemas.

Uma das falhas observadas em campo foi um aquecimento excessivo do eixo/caixa de mancal que causou graves danos observados na caixa, eixo e rolamento. Neste caso específico, o motor acionava, através de um acoplamento, uma bomba centrífuga. Como configuração padrão para este motor (carcaça 355 M/L) utiliza-se um rolamento de rolos cilíndricos no lado acoplado (NU 322/C3) e um rolamento de esferas no lado oposto (6319 C3) (que é a configuração ideal para transmissão de potência por correia).

Como causa desta falha foi observada a falha por smearing (escorregamento do elemento rolante na entrada da zona de carga da pista), resultante da falta da carga mínima radial. Esta falha é normalmente observada em motores que utilizam acoplamentos. Além disso, este problema é agravado por outras características da aplicação, como, por exemplo, uma viscosidade de óleo lubrificante alta, entre outros.

Para a solução desta falha, foi proposta a substituição do rolamento de rolos cilíndricos (NU 322/C3) ou por um rolamento de esferas (6322/C3) ou por um rolamento de rolos cilíndricos de menor dimensão (NU 1022 M/C3) (que



Figura 6 - Detalhe do rolamento e eixo danificados pela alta temperatura a que estavam sendo submetidos.

possuem uma menor carga mínima necessária). Além disso, foi realizada uma re-análise do lubrificante para obter uma graxa otimizada para a aplicação.

Este problema é um bom demonstrativo de que tanto a configuração do rolamento quanto a lubrificação utilizados em uma aplicação dependem das condições operacionais em que o rolamento é utilizado.

Soluções para redutores

Em uma máquina de papel existem diversos redutores sendo utilizados, um dos principais modos de falha deste equipamento é o vazamento do óleo lubrificante que resulta na falta de lubrificante para o rolamento e engrenagens (e conseqüente vida curta do equipamento), além de possibilitar a contaminação do papel a ser produzido.

Um dos sintomas da falta ou deficiência de lubrificante seria a quebra da gaiola do rolamento ou dos dentes de engrenagem.

Com relação à confiabilidade do equipamento, um modo de manter a lubrificação constante (garantindo o nível de óleo dentro do mancal ou redutor) é utilizando um nivelador de óleo



Figura 7 - Detalhe da gaiola do rolamento utilizado em um redutor com quebra da gaiola por falta de lubrificante.

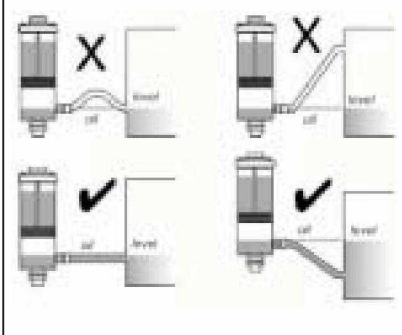
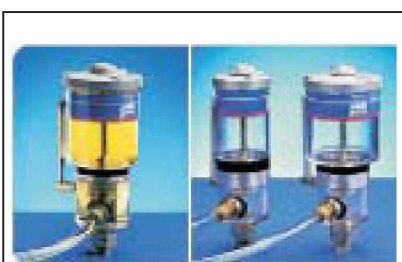


Figura 8 - Nivelador de óleo para reservatórios de óleo com algumas recomendações para a instalação do nível e nivelador de óleo.

(Produtos da SKF para Manutenção e Lubrificação). Este nivelador garantiria um constante fornecimento de óleo para o rolamento/engrenamento caso exista um pequeno vazamento de óleo.

É claro que existem diversas recomendações para a instalação de nível de óleo e niveladores que resultam em falta de lubrificação. Como principal cuidado, apresentamos a instalação da saída de tubulação do reservatório sempre abaixo do nível de óleo e sem formação de sifões nestas tubulações.

Caso estas recomendações de instalação não sejam seguidas, temos uma

grande chance de falha no levantamento (inspeção) do nível de óleo, e conseqüente deficiência de fornecimento de óleo para o equipamento.

Porém, existem diversas situações em que o vazamento de óleo provoca a contaminação do papel a ser produzido. Neste caso, não apenas a disponibilidade do equipamento está comprometida, mas também a qualidade do produto. Solução para vazamento de grande quantidade de óleo seria a melhoria da vedação para impedir que o óleo saia do reservatório.

Como uma recomendação primordial está o fato de verificar o nível de óleo, pois um nível muito alto pode provocar o vazamento através da vedação. Além disso, uma outra causa de vazamento é o desgaste do eixo ou montagem inadequada do retentor.

No caso de instalação do retentor, este deve estar de acordo com o propósito da vedação. Neste caso, para evitar a saída de lubrificante, o lábio do retentor deve ser montado na direção do reservatório.

Porém, após um longo período de trabalho, o eixo tende a desgastar no contato com o lábio do retentor, resultando em uma deficiência de vedação. Para este caso é recomendada a utilização de uma bucha de desgaste Speedi-Sleeve (CR Seal Handbook - Size and Type Listings for all Seal Applications) sobre o eixo.

Esta bucha de desgaste funciona como um modo de corrigir o desgaste do eixo, além de evitar em eixos novos a formação do desgaste no contato com o lábio do retentor.

CONCLUSÃO

As recomendações apresentadas acima foram aplicadas em diversos equipamentos utilizados em plantas de papel e celulose para solucionar diversas falhas que ocorrem nestas plantas. É claro que estas soluções não são específicas para este segmento e equipamento, porém, é necessária uma análise detalhada da aplicação para analisar a aplicabilidade da solução.

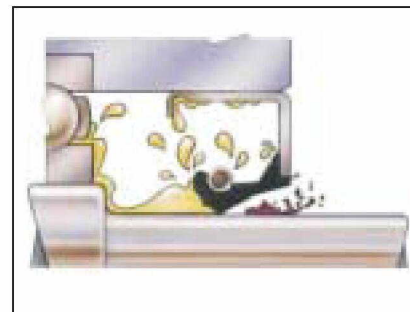


Figura 9 - Exemplo de instalação de retentor com lábio voltado para evitar a saída do lubrificante.



Figura 10 - Exemplo de eixo desgastado no contato com o lábio do retentor e esquema de montagem da bucha de desgaste.

BIBLIOGRAFIA

CHICAGO RAWHIDE (2002). CR Seal Handbook - Size and Type Listings for all Seal Applications, Catalog 457010, September.

SKF (2001). Catálogo Geral 4000 PB, ver.2.

SKF (2003). General Catalogue 5000 E, June.

SKF Maintenance Products (2001). Produtos da SKF para Manutenção e Lubrificação, Novembro.

SKF (2002). Rolling Bearings in Paper Machine 4690 E.