

## 5. Lubrificação

Mediante uma bucha aplicada à ponta do eixo, consegue-se que o óleo se comprima entre as superfícies de ajuste, até o final da operação. Se não for possível a adaptação de tal bucha, deverá ser usado um óleo de alta viscosidade, de 320 mm<sup>2</sup>/s (cSt) a 40 °C. Com um óleo tão viscoso, a película formada permanece por uns 5 minutos, tempo suficiente para a retirada do rolamento.

Estes dispositivos extratores especiais são relativamente trabalhosos e são usados em locais que, por questão de resistência, não podem ser aplicadas ranhuras aos eixos, porém existe a necessidade de trocas freqüentes (p. ex. em veículos ferroviários).

### 5. Lubrificação

O lubrificante, em primeira linha, deverá formar uma película com capacidade de carga entre os elementos de um rolamento que efetuem um movimento relativo de rolagem ou de deslizamento que se mantenham reduzidos. Uma outra função do lubrificante é de evitar a corrosão do rolamento. Os lubrificantes contribuem também para a vedação. Com a lubrificação por circulação forçada se pode dissipar o calor.

Devido a um envelhecimento e ao esforço dinâmico, os lubrificantes perdem, após um certo tempo, as suas propriedades de trabalho. Uma relubrificação, ou seja uma manutenção dos rolamentos influi positivamente na durabilidade em serviço. Muitas vezes também é possível se obter uma lubrificação contínua usando os lubrificantes apropriados e tomando em consideração as condições vedantes e de meio ambiente correspondentes.

Informações mais detalhadas estão contidas na publicação FAG WL 81115 "Lubrificação de rolamentos".

#### 5.1 Graxas

Para lubrificar os rolamentos só deverão ser usadas graxas lubrificantes de boa qualidade, geralmente com base metálica de saponificação. As graxas para rolamentos com temperaturas de serviço muito altas ou muito baixas contêm outros espessantes e óleos sintéticos, ao invés de óleos minerais. As graxas com aditivos para altas pressões (aditivos EP) se aplicam aos rolamentos submetidos a cargas elevadas e aos rolamentos com números de rotação baixos. Os rolamentos de alto número de rotações e aqueles que devam rodar com pouco atrito são lubrificados com graxas que contenham um óleo básico sintético fluido.

As temperaturas de serviço indicadas pelos fabricantes deverão ser respeitadas.

Usar só graxas de qualidade comprovada

Respeitar a faixa de aplicação das graxas

## Lubrificação

As graxas lubrificantes para rolamentos têm que ser resistentes ao envelhecimento e não podem mudar a sua estrutura mesmo depois de um longo tempo de serviço.

Na tabela 7.18, pág. 111 são descritas as comprovadas graxas FAG Arcanol e as suas características.

Usar só óleos lubrificantes de fabricantes conhecidos

### 5.2 Óleos

Normalmente os óleos para a lubrificação de rolamentos são minerais. De um óleo lubrificante para rolamentos deverá ser exigido:

Pureza absoluta, resistência ao envelhecimento, bom comportamento viscosidade/temperatura e que sejam hidrófugos. O óleo lubrificante ainda deverá proporcionar ao rolamento uma proteção contra a corrosão. Nas temperaturas muito altas ou muito baixas são necessários óleos sintéticos. Os óleos para rolamentos altamente solicitados e de baixo número de rotações devem conter aditivos de alta pressão (EP).

### 5.3 Seleção do lubrificante

Normalmente a lubrificação com graxa é preferida pela manutenção mais simples e pela boa vedação proporcionada. A lubrificação com óleo tem a vantagem de que todos os locais no rolamento são atingidos com segurança e que dissipa o calor. Como desvantagem há a necessidade de uma complicada instalação do mancal, principalmente quanto à vedação.

Dependendo das exigências envolvidas, deverão ser considerados diversos pontos de vista na seleção do lubrificante.

Observar a temperatura constante em serviço

#### Temperatura de serviço

A temperatura de um assentamento resulta do atrito do rolamento dependendo do número de suas rotações, do atrito do lubrificante, bem como da dissipação do calor ou mesmo de uma fonte de calor externa.

Quando rolamento ou um conjunto deles funciona devidamente se atinge uma determinada temperatura admissível e constante durante o serviço. Se, pelo contrário, a temperatura segue aumentando, deverão ser tomadas medidas especiais (p.ex. uma refrigeração melhor, a seleção de um outro lubrificante, etc.). Um curto aumento da temperatura ocorre ao haver uma relubrificação com graxa. Nos óleos lubrificantes, a viscosidade diminui ao aumentar a temperatura e aumenta ao diminuí-la. Por esta razão, são vantajosos os óleos cuja viscosidade se altera pouco ao variar a temperatura.

Comportamento da viscosidade perante a temperatura

## Lubrificação

Quanto maior for a temperatura em serviço, tanto maior deverá ser a viscosidade nominal do óleo lubrificante. Por viscosidade nominal se entende a viscosidade para óleos a 40°C. Os óleos são subdivididos em classes de viscosidade (ISO VG) (DIN 51519).

As graxas com diferentes bases de saponificação têm distintos limites inferior e superior de temperatura, entre os quais podem ser usadas. Geralmente o limite superior de temperatura é, para graxas com bases de saponificação:

cálcica, de + 50 °C  
sódica, entre + 70 e +120 °C  
lítica, entre +110 e +130 °C

Diversas graxas com saponificação complexa, graxas de gel e graxas que têm óleos espessantes totalmente sintéticos, apresentam limites de temperatura acima de 130 °C. As graxas com óleos sintéticos fluidos são mais adequados para baixas temperaturas.

Os valores corretos para as graxas usualmente encontradas no mercado vêm indicados nas listas dos fabricantes.

Na seleção dos óleos e graxas lubrificantes deverá ser considerado que uma temperatura alta acelera o envelhecimento e com isto reduz a durabilidade dos lubrificantes.

### Carga e número de rotações

O lubrificante deverá ser capaz de formar uma película com suficiente capacidade de carga para as condições de serviço dadas. Nos óleos, a viscosidade determina, em primeiro lugar, a capacidade de carga da película lubrificante. Quanto mais reduzido for o número de rotações do rolamento, tanto maior deverá ser a viscosidade do óleo em estado de serviço. Indicações a respeito da viscosidade necessária estão contidas no catálogo FAG WL 41510. Deverá ser considerado que a temperatura do rolamento depende da carga e do número de rotações. A temperatura de serviço necessária para a determinação da viscosidade nominal deverá ser estimada.

Com o aumento do número de rotações, aumenta o atrito do lubrificante e com isto, a temperatura do rolamento. O atrito, entretanto é tanto maior, quanto mais viscoso for o lubrificante. Por outro lado, com o aumento da temperatura baixa a viscosidade e, conseqüentemente, a capacidade de carga da película lubrificante.

Nos catálogos FAG se indicam separadamente quais as velocidades de rotação que podem ser admitidas para cada tipo construtivo e tamanho do rolamento, se lubrificadas com graxa ou com óleo.

Os lubrificantes sólidos, como grafite e bissulfeto de molibdênio só são usados em números de rotações muito baixos e movimentos deslizantes.

Os limites de aplicação de graxas com diferentes bases de saponificação são indicados nas listas dos fabricantes

Óleos viscosos só devem ser usados para número de rotações reduzido

Relação entre o número de rotações, atrito, temperatura e viscosidade

Vide os catálogos FAG quanto aos números de rotações admissíveis na lubrificação com óleo ou com graxa  
Usar lubrificantes sólidos só em mínimos números de rotações

## Lubrificação

Nas cargas elevadas deverão ser aplicados óleos lubrificantes com aditivos de alta pressão (EP). As graxas lubrificantes para rolamento altamente solicitados contêm óleos básicos de alta viscosidade e aditivos EP.

### Tamanho dos rolamentos

Para lubrificar rolamentos pequenos normalmente se usa um óleo pouco viscoso ou uma graxa muito macia, para manter baixo o atrito do lubrificante no rolamento. Nos rolamentos maiores, ao contrário, o atrito do lubrificante é reduzido, de forma que a escolha do lubrificante não é tão importante como nos rolamentos pequenos.

### Comportamento dos lubrificantes em presença de umidade

#### Umidade

As graxas para rolamentos se comportam diferentemente perante a umidade. Uma ação vedante contra a água só é oferecida por graxas com base em sabões de cálcio (graxas cálcicas). Este é o motivo por serem usadas como vedantes em labirintos, desde que a temperatura em serviço não ultrapasse +50 °C.

As graxas com base de sabão de sódio (graxas sódicas) têm um limite superior de aplicação de temperatura mais alto. Elas se emulsionam com água e, portanto, são usadas onde se poderá contar com uma pequena umidade – p.ex. água de condensação. Já que as graxas sódicas não são estáveis contra a umidade, existe o risco de, com uma presença maior de água, que elas se tornem líquidas e fluam para fora do rolamento.

As graxas saponificadas com base de lítio (graxas líticas) não absorvem tanta água como as graxas sódicas. Devido à sua maior estabilidade perante a água e à sua extensa faixa de temperaturas de aplicação, as graxas líticas são hoje em dia usadas com preferência para a lubrificação dos rolamentos.

Também para lubrificar com óleo deverá ser observado o comportamento contra a umidade e a água. Deverão ser preferidos os óleos com boas propriedades hidrófugas, porque, durante o repouso, a água se separa no banho de lubrificação ou no depósito.

Nos óleos e nas graxas, a proteção contra a corrosão é melhorada mediante aditivos anticorrosivos.

Manter sempre limpos os depósitos do lubrificante, os aparelhos e os niples

#### Partículas de sujeira no rolamento.

Deverá ser observado que os recipientes e os aparelhos de lubrificação sempre estejam limpos, afim do lubrificante não se contaminar ao ser vertido. Antes da relubrificação os niples também devem ser cuidadosamente limpos.

## Lubrificação

### Mistura de diferentes lubrificantes

Os lubrificantes com distintas bases de saponificação não deverão ser misturados entre si. Também deverá ser evitada a mistura de diferentes óleos.

**Não misturar lubrificantes diferentes entre si**

### Quantidade do lubrificante

Na lubrificação com graxa, todas as concavidades do rolamento deverão ser preenchidos. Só os rolamentos com altos números de rotação são parcialmente preenchidos (20 a 35 % do espaço vazio). As quantidades que deverão ser colocadas por ambos os lados dos espaços vazios da caixa dependem da relação  $n \cdot d_m$ :

( $n$  = mais alto número de rotações)

( $d_m = (D + d) / 2$  diâmetro médio do rolamento)

Coefficiente de número de rotações      quantidade de enchimento para os espaços da caixa

$n \cdot d_m < 50\,000 \text{ rpm} \cdot \text{mm}$       cheio

$n \cdot d_m = 50\,000 \text{ até } 500\,000 \text{ rpm} \cdot \text{mm}$       60%

Um excesso de lubrificante na caixa e no rolamento é prejudicial no caso de números de rotação médios e elevados, porque ao compactar a graxa, podem ser atingidas altas temperaturas que prejudicam o rolamento e a graxa.

Os rolamentos vedados ou blindados são preenchidos de fábrica com aproximadamente 35% de graxa.

Um excesso na lubrificação com óleo, tem desvantagens semelhantes: o óleo esquenta demais durante o salpico e exposto ao oxigênio do ar. Isto leva à oxidação e à formação de espuma.

Como regra para o enchimento de óleo das caixas dos rolamentos vale que, em repouso, o corpo rolante inferior deve mergulhar só até à metade no óleo.