

EIXOS E CORRENTES

Eixos são elementos mecânicos utilizados para articular um ou mais elementos de máquinas. Quando móveis, os eixos transmitem potência por meio de movimento de rotação.

CONSTITUIÇÃO DOS EIXOS

A maioria dos eixos são construídos em aço com baixo e médio teores de carbono. Os eixos com médio teor de carbono exigem um tratamento térmico superficial, pois estarão em contato permanente com buchas, rolamentos e materiais de vedação.

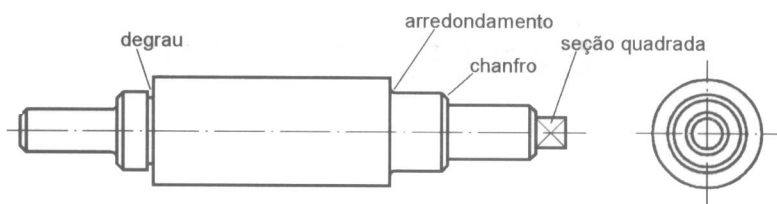
Existem eixos fabricados com aços-liga, altamente resistentes.

CLASSIFICAÇÃO DOS EIXOS

Quanto à seção transversal, os eixos são circulares e podem ser maciços, vazados, cônicos, roscados, ranhurados ou flexíveis.

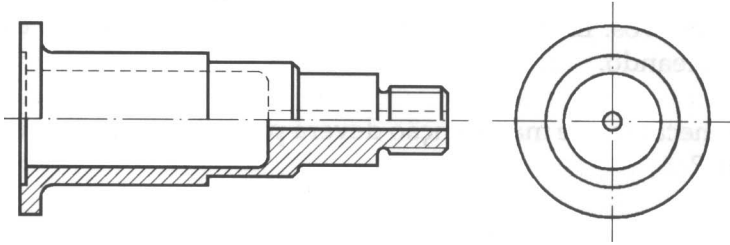
Eixos maciços

Apresentam a seção transversal circular e maciça, com degraus ou apoios para ajuste das peças sobre eles. Suas extremidades são chanfradas para evitar o rebarbamento e suas arestas internas são arredondadas para evitar a concentração de esforços localizados.



Eixos vazados

São mais resistentes aos esforços de torção e flexão que os maciços. Empregam-se esses eixos quando há necessidade de sistemas mais leves e resistentes, como os motores de aviões.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

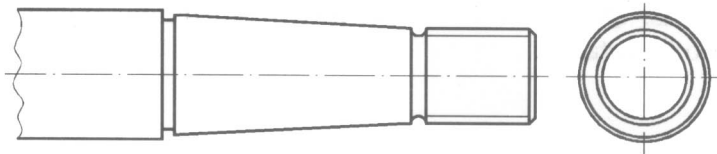
.....

.....

.....

Eixos cônicos

Devem ser ajustados num componente que possua furo de encaixe cônico. A parte ajustável tem formato cônico e é firmemente fixada por meio de uma porca. Uma chaveta é utilizada para evitar a rotação relativa.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

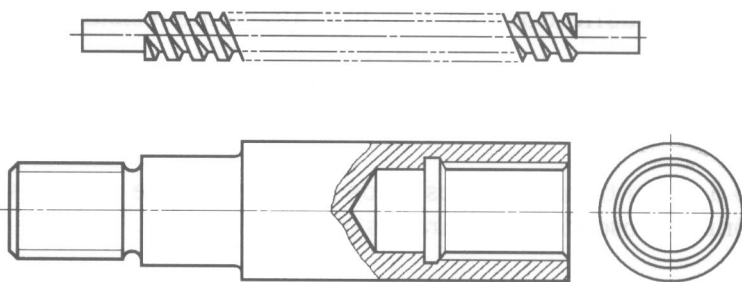
.....

.....

.....

Eixos roscados

Possuem algumas partes roscadas que podem receber porcas capazes de prenderem outros componentes ao conjunto.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

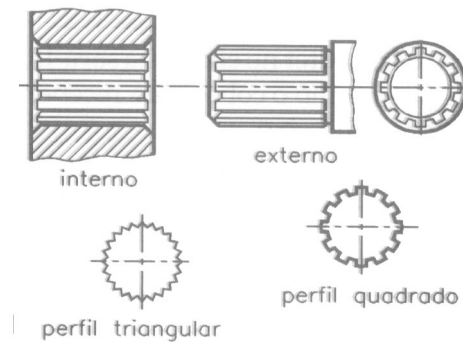
.....

.....

.....

Eixos ranhurados

Apresentam uma série de ranhuras longitudinais em torno de sua circunferência. As ranhuras engrenam-se com os sulcos correspondentes das peças a serem montadas neles. Os eixos ranhurados são utilizados quando é necessário transmitir grandes esforços.



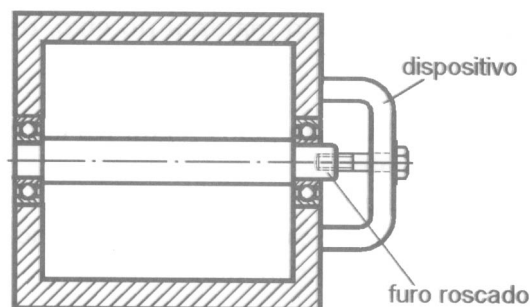
Eixos flexíveis

Consistem em uma série de camadas de arame de aço enrolado alternadamente em sentidos opostos e apertado fortemente. O conjunto é protegido por meio de um tubo flexível, e a união com o motor é feita com uma braçadeira especial munida de rosca. Os eixos flexíveis são empregados para transmitir movimento a ferramentas portáteis que operam com grandes velocidades e com esforços não muito intensos.

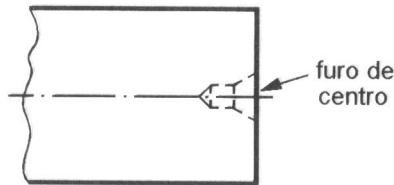
DESMONTAGEM DE EIXOS

A desmontagem de eixos é aparentemente simples e fácil, porém exige os seguintes cuidados:

- Verificar a existência de elementos de fixação (anéis elásticos, parafusos, pinos cônicos, pinos de posicionamento e chavetas) e retirá-los antes de sacar o eixo;
- Verificar se existe, na face do eixo, um furo com rosca. O furo é construído para facilitar a desmontagem do eixo por meio de um dispositivo para sacá-lo;



• Nunca bater com martelo na face do eixo. As pancadas provocam encabeçamento, não deixando que o eixo passe pelo mancal, além de produzir danos no furo de centro. Danos no furo de centro impedem posteriores usinagens, onde seria fixado à máquina (torno, retificadora cilíndrica e fresadora) entrepontas;



• Se realmente for necessário bater no eixo para sacá-lo, recomenda-se usar um material protetor e macio como o cobre para receber as pancadas, cuidando para não bater nas bordas do eixo;

• Após a desmontagem, o eixo deverá ser guardado em local seguro para não sofrer empenamentos ou outros danos, especialmente se o eixo for muito comprido.

MONTAGEM DE EIXOS

A montagem de eixos exige atenção, organização e limpeza rigorosa. Além desses fatores, os seguintes deverão ser observados:

• Efetuar limpeza absoluta do conjunto e do eixo para diminuir o desgaste por abrasão;

• Não permitir a presença de nenhum arranhão no eixo para não comprometer seu funcionamento e não provocar danos no mancal.

• Colocar os retentores cuidadosamente para não provocar desgastes no eixo e vazamentos de lubrificante;

• Não permitir a presença de nenhuma rebarba no eixo;

• Verificar se as tolerâncias das medidas do eixo estão corretas usando paquímetro ou micrômetro;

• Pré-lubrificar todas as peças para que elas não sofram desgastes até o instante da chegada do lubrificante quando a máquina for posta para funcionar.

Danos típicos sofridos pelos eixos

Os eixos sofrem dois tipos de danos: **quebra** e **desgaste**.

A quebra é causada por sobrecarga ou fadiga. A sobrecarga é o resultado de um trabalho realizado além da capacidade de resistência do eixo. A fadiga é a perda de resistência sofrida pelo material do eixo, devido às solicitações no decorrer do tempo.

O desgaste de um eixo é causado pelos seguintes fatores:

- engripamento do rolamento;
- óleo lubrificante contaminado;
- excesso de tensão na correia, no caso de eixos-árvore acionados por correias;
- perda de dureza por superaquecimento;
- falta de lubrificante.

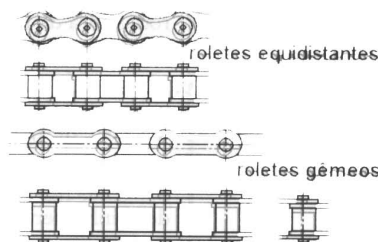
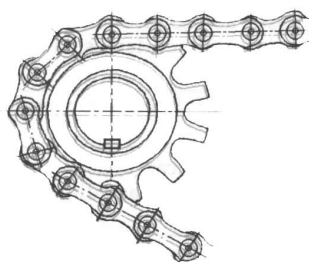
CORRENTES

Correntes são elementos de máquinas destinadas a transmitir movimentos e potência onde as engrenagens e correias não podem ser utilizadas.

Os tipos de correntes mais utilizados são: corrente de roletes, corrente de elos livres, corrente comum ou cadeia de elos.

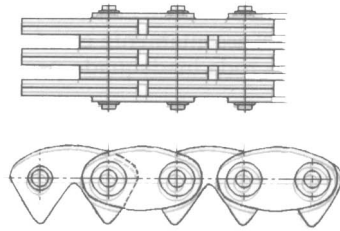
Corrente de roletes

A corrente de roletes é semelhante à corrente de bicicleta. Ela pode possuir roletes equidistantes e roletes gêmeos, e é aplicada em transmissões quando não são necessárias rotações muito elevadas.



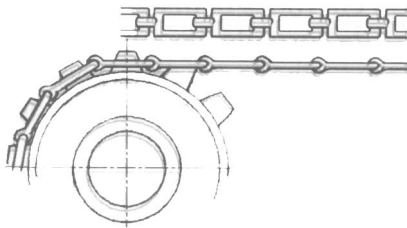
Corrente de dentes

A corrente de dentes é usada para transmissões de altas rotações, superiores às permitidas nas correntes de rolete.



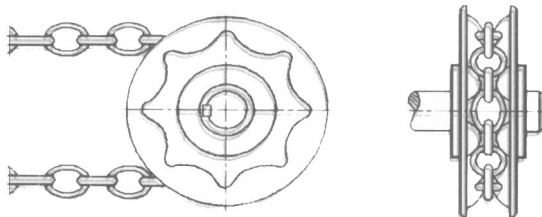
Corrente de elos livres

A corrente de elos livres é uma corrente especial, usada em esteiras transportadoras. Só pode ser empregada quando os esforços forem pequenos.



Corrente comum ou cadeia de elos

A corrente comum ou cadeia de elos possui elos formados de vergalhões redondos soldados. Esse tipo de corrente é usado para a suspensão de cargas pesadas.



DANOS TÍPICOS DAS CORRENTES

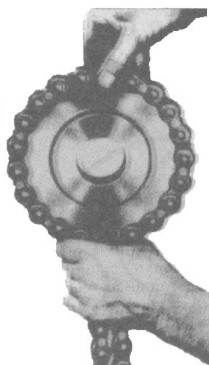
Os erros de especificação, instalação ou manutenção podem fazer com que as correntes apresentem vários defeitos. O quadro a seguir mostra os principais defeitos apresentados pelas correntes e suas causas.

DEFEITOS	CAUSAS
Excesso de ruído	desalinhamento; folga excessiva; falta de folga; lubrificação inadequada; mancais soltos; desgaste excessivo da corrente ou das rodas dentadas; passo grande demais.
Mau assentamento entre a corrente e as rodas dentadas	rodas fora de medida; desgaste; abraço insuficiente; folga excessiva; depósito de materiais entre os dentes da roda.
Chicoteamento ou vibração da corrente	folga excessiva; carga pulsante; articulações endurecidas; desgaste desigual.
Endurecimento (engripamento da corrente)	lubrificação deficiente; corrosão; sobrecarga; depósito de materiais nas articulações; recalçamento das quinas dos elos; desalinhamento.
Quebra de pinos, buchas ou roletes	choques violentos; velocidade excessiva; depósito de materiais nas rodas; lubrificação deficiente; corrosão; assentamento errado da corrente sobre as rodas.
Superaquecimento	excesso de velocidade; lubrificação inadequada; atrito contra obstruções e paredes.
Queda dos pinos	vibrações; pinos mal instalados.
Quebra dos dentes das rodas	choques violentos; aplicação instantânea de carga; velocidade excessiva; depósito de material nas rodas; lubrificação deficiente; corrosão; assentamento errado da corrente nas rodas; material da roda inadequado para a corrente e o serviço.

MANUTENÇÃO DAS CORRENTES

Para a perfeita manutenção das corrente, os seguintes cuidados deverão ser tomados:

- Lubrificar as correntes com óleo, por meio de gotas, banho ou jato;
- Inverter a corrente, de vez em quando, para prolongar sua vida útil;
- Nunca colocar um elo novo no meio dos gastos;
- Não usar corrente nova em rodas dentadas velhas;
- Para efetuar a limpeza da corrente, lavá-la com querosene;
- Enxugar a corrente e mergulhá-la em óleo, deixando escorrer o excesso;
- Armazenar a corrente coberta com uma camada de graxa e embrulhada em papel;
- Medir ocasionalmente o aumento do passo causado pelo desgaste de pinos e buchas;
- Medir o desgaste das rodas dentadas;
- Verificar periodicamente o alinhamento.



Solucionando Problemas

1) Em montagens com rolamentos ou materiais de vedação, a superfície do eixo deverá, necessariamente:

- a) () apresentar canal de lubrificação;
- b) () ter sofrido um tratamento térmico adequado;
- c) () apresentar ranhuras em toda a extensão;
- d) () ter uma camada superficial de metal não-ferroso;
- e) () ser constituída de aço-liga.

2) A finalidade do furo com rosca na face de um eixo é:

- a) () aliviar o seu peso;
- b) () permitir a fixação de componentes;
- c) () facilitar sua desmontagem;
- d) () facilitar a fixação da máquina;
- e) () diminuir a presença das forças de atrito.

3) O uso de correntes é indicado quando não é possível usar:

- a) () óleo como lubrificante;
- b) () engrenagens e correias;
- c) () querosene para a limpeza;
- d) () piso de concreto para o assentamento da máquina;
- e) () paquímetros e micrômetros para o nivelamento.

4) Assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.

- a) () Os eixos vazados são pouco resistentes aos esforços de torção.
- b) () Os eixos ranhurados apresentam uma série de ranhuras transversais.
- c) () Eixos flexíveis são utilizados, por exemplo, em ferramentas portáteis.
- d) () Marteladas na face de um eixo facilitam sua entrada em mancais.
- e) () Os eixos devem estar isentos de rebarbas na hora da montagem.
- f) () Trena e metro articulado são instrumentos de medida utilizados para verificar a tolerância dimensional de eixos.
- g) () O desgaste de um eixo pode ser causado por falta de lubrificação.
- h) () A corrente comum possui elos formados de vergalhões soldados.
- i) () A corrente de dentes é utilizada em esteiras transportadoras.
- j) () Sobrecarga pode ser uma das causas do endurecimento de correntes.
- l) () A quebra de pinos, buchas ou roletes de correntes podem ser causadas por velocidade excessiva.

ELEMENTOS NORMALIZADOS PARA DIMENSIONAMENTO DAS POLIAS EM "V"

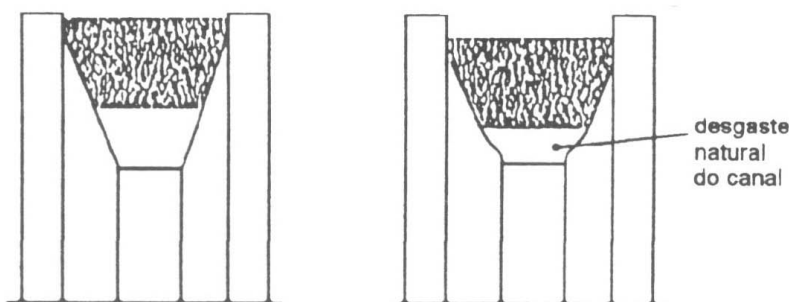
PERFIL PADRÃO DA CORREIA	DIÂMETRO EXTERNO DA POLIA (mm)	ÂNGULO DO CANAL	MEDIDAS EM MILÍMETROS							
			T	S	W	Y	Z	H	K	X
A	de 75 a 120	34	9,5	15	13	3	2	13	5	5
	de 125 a 190	36								
	acima de 200	38								
B	de 125 a 170	34	11,5	19	17	3	2	17	6,5	6,25
	de 180 a 270	36								
	acima de 280	38								
C	de 200 a 350	36	15,25	25,5	22,5	4	3	22	9,5	8,25
	acima de 350	38								
D	de 300 a 450	36	22	36,5	32	6	4,5	28	12,5	11
	acima de 450	38								
E	de 485 a 630	36	27,25	44,5	38,5	8	6	33	16	13
	acima de 630	38								

CUIDADOS EXIGIDOS COM POLIAS EM "V"

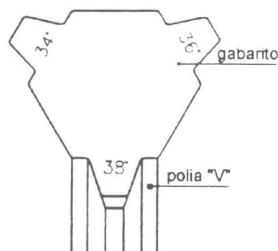
As polias, para funcionarem adequadamente, exigem os seguintes cuidados:

- não apresentar desgastes nos canais;
- não apresentar as bordas trincadas, amassadas, oxidadas ou com porosidade;
- apresentar os canais livres de graxa, óleo ou tinta e corretamente dimensionados para receber as correias.

Observe as ilustrações seguintes. À esquerda, temos uma correia corretamente assentada no canal da polia. Note que a correia não ultrapassa a linha do diâmetro externo da polia nem toca no fundo do canal. À direita, por causa do desgaste sofrido pelo canal, a correia assenta-se no fundo. Nesse último caso, a polia deverá ser substituída para que a correia não venha a sofrer desgastes prematuros.



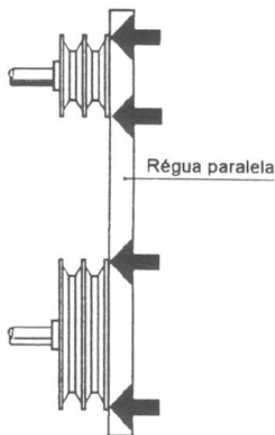
A verificação do dimensionamento dos canais das polias deve ser feita com o auxílio de um gabarito contendo o ângulo dos canais.



ALINHAMENTO DE POLIAS

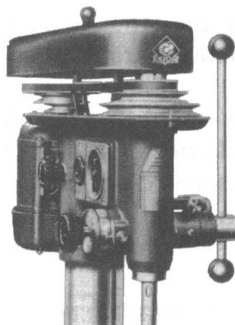
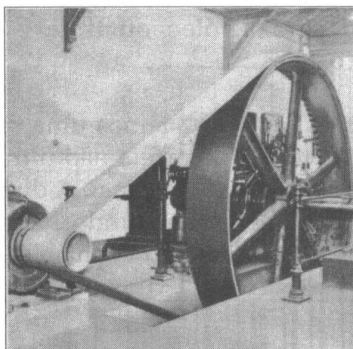
Além dos cuidados citados anteriormente, as polias em “V” exigem alinhamento. Polias desalinhadas danificam rapidamente as correias e forçam os eixos aumentando o desgaste dos mancais e os próprios eixos.

É recomendável, para fazer um bom alinhamento, usar uma régua paralela fazendo-a tocar toda a superfície lateral das polias, conforme mostra a figura.



CORREIAS

As correias são elementos de máquinas cuja função é manter o vínculo entre duas polias e transmitir força. As mais utilizadas são as planas e as trapezoidais. As correias trapezoidais também são conhecidas pelo nome de correias em “V”.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

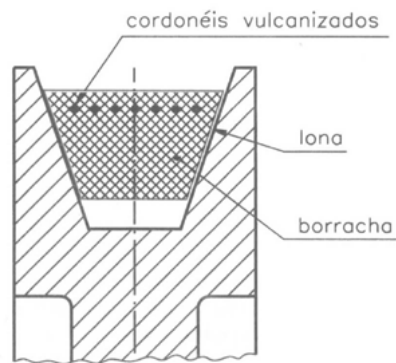
.....

.....

.....

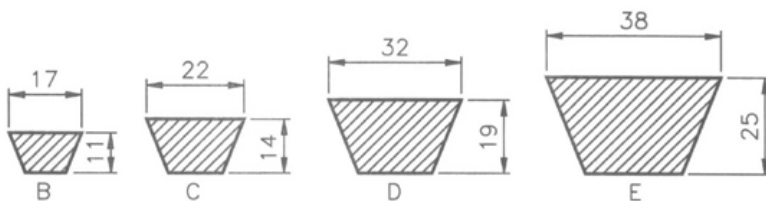
Os materiais empregados na fabricação de correias
são os seguintes: borracha; couro; materiais fibrosos e
sintéticos à base de algodão, viscose, perlon, náilon e materiais
combinados à base de couro e sintéticos.

A grande maioria das correias utilizadas em máquinas
industriais são aquelas constituídas de borracha revestida de
lona. Essas correias apresentam cordonéis vulcanizados em
seu interior para suportarem as forças de tração.



Existem cinco perfis principais padronizados de
correias em "V" para máquinas industriais e três perfis,
chamados fracionários, usados em eletrodomésticos. Cada
um deles tem seus detalhes, que podem ser vistos nos
catálogos dos fabricantes.

No caso das correias em "V", para máquinas industriais,
seus perfis, com as suas respectivas dimensões, encontram-
se ilustrados a seguir.



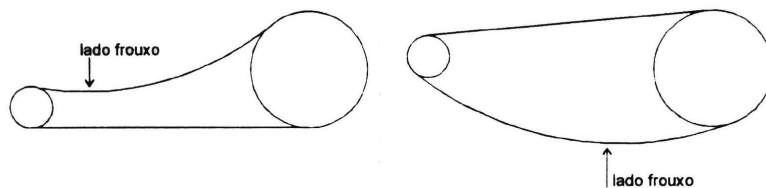
As correias em "V" com perfis maiores são utilizados
para as transmissões pesadas, e as com perfis menores para
as transmissões leves. O uso de correias com perfis menores,
em transmissões pesadas, é contraproducente, pois exige a
presença de muitas correias para que a capacidade de
transmissão exigida seja alcançada.

COLOCAÇÃO DE CORREIAS

Para colocar uma correia vinculando uma polia fixa móvel, deve-se recuar a polia móvel aproximando-a da fixa. Esse procedimento facilitará a colocação da correia sem perigos de danificá-la.

Não se recomenda colocar correias forçando-as contra a lateral da polia ou usar qualquer tipo de ferramenta para forçá-la a entrar nos canais da polia. Esses procedimentos podem causar o rompimento das lonas e cordonéis das correias.

Após montar as correias nos respectivos canais das polias e, antes de tensioná-las, deve-se girá-las manualmente para que seus lados frouxos fiquem sempre para cima ou para baixo, pois se estiverem em lados opostos o tensionamento posterior não será uniforme.

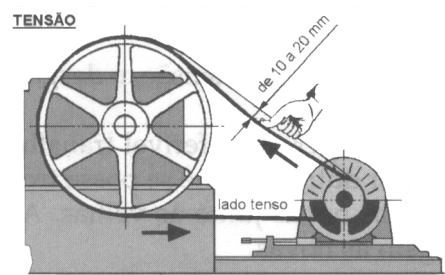


TENSIONAMENTO DE CORREIAS

O tensionamento de correias exige a verificação dos seguintes parâmetros:

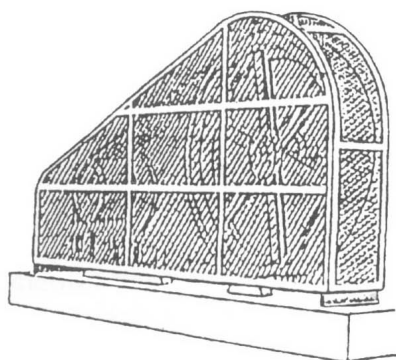
- tensão ideal: deverá ser a mais baixa possível, sem que ocorra deslizamento, mesmo com picos de carga;
- tensão baixa: provoca deslizamento e, conseqüentemente, produção de calor excessivo nas correias, ocasionando danos prematuros;
- tensão alta: reduz a vida útil das correias e dos rolamentos dos eixos das polias.

Na prática, para verificar se uma correia está corretamente tencionada, bastará empurrá-la com o polegar, de modo tal que ela se flexione aproximadamente entre 10 mm e 20 mm conforme ilustrado a seguir.



Proteção de sistemas

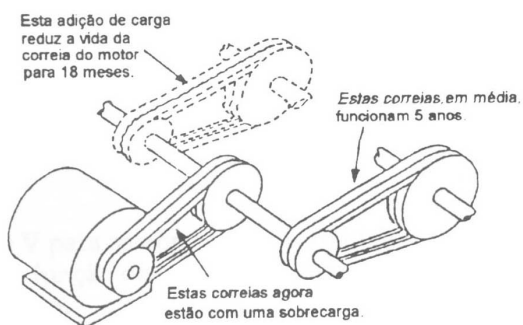
Todo sistema que trabalha com transmissão de correias deve ser devidamente protegido para evitar acidentes. Os tipos de proteção mais adequados são aqueles que permitem a passagem do ar para uma boa ventilação e dissipação do calor. Aconselha-se a colocação de telas ou grades de aço para essas proteções.



Deve-se verificar periodicamente se as malhas das telas estão limpas e se as telas não estão em contato direto com o sistema.

ADIÇÃO DE CARGAS

Um sistema de transmissão por correias deve ser calculado adequadamente. Quando se adiciona carga ao sistema já existe, encurta-se a vida útil das correias, conforme comentários mostrados na ilustração.



MANUTENÇÃO DAS CORREIAS EM “V”

A primeira recomendação para a manutenção das correias em “V” é mantê-las sempre limpas. Além disso, devem ser observados os seguintes requisitos:

- Nas primeiras 50 horas de serviço, verificar constantemente a tensão e ajustá-la, se necessário, pois nesse período as correias sofrem maiores esticamentos.

- Nas revisões de 100 horas, verificar a tensão, o desgaste que elas sofreram e o desgaste das polias.

- Se uma correia do jogo romper, é preferível trabalhar com uma correia a menos do que trocá-la por outra, até que se possa trocar todo o jogo. Não é aconselhável usar correias novas junto às velhas. As velhas, por estarem laseadas, sobrecarregam as novas.

- Jogos de correias deverão ser montados com correias de uma mesma marca. Esse cuidado é necessário porque correias de marcas diferentes apresentam desempenhos diferentes, variando de fabricante para fabricante.

- Tomar cuidado para que o protetor das correias nunca seja removido enquanto a máquina estiver em operação.

- Nunca tentar remendar uma correia em “V” estragada.

Solucionando Problemas

Complete as lacunas das frases.

Exercício 1

Polias são elementos mecânicos, com ou sem periféricos, acoplados a eixos motores e movidos de máquinas e equipamentos.

Exercício 2

As polias classifica-se em e

Exercício 3

As polias trapezoidais também são conhecidas pelo nome de polias em

Exercício 4

As polias não devem apresentar desgastes nos canais e nem estarem com as amassadas, ou com porosidade.

Exercício 5

Polias desalinhadas danificam rapidamente as e forçam os eixos, aumentando o desgaste deles.

Exercício 6

Assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.

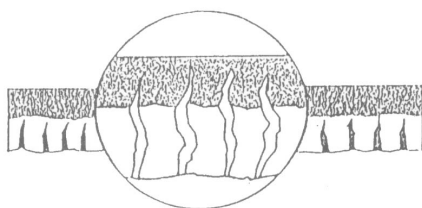
- a) () A função das correias é manter o vínculo entre polias e transmitir força.
- b) () As correias podem ser fabricadas com plástico rígido do tipo PVC.
- c) () as correias industriais, normalmente, são feitas de borracha revestida de lona.
- d) () Correias em “V”, com perfis maiores, são excelentes para transmissões leves.
- e) () O deslizamento de uma correia em “V”, dentro de um canal, é causado por um baixo tensionamento da própria correia.

POLIAS E CORREIAS II

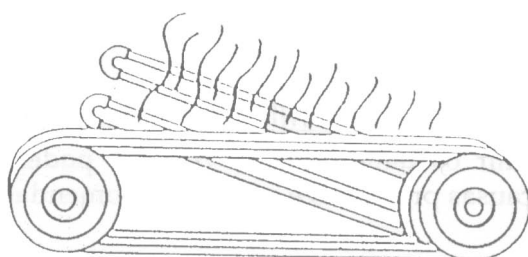
Danos típicos das correias

As correias, inevitavelmente, sofrem esforços durante todo o tempo em que estiverem operando, pois estão sujeitas às forças de atrito e de tração. As forças de atrito geram calor e desgaste, e as forças de tração produzem alongamentos que vão lassendo-as. Além desses dois fatores, as correias estão sujeitas às condições do meio ambiente como umidade, poeira, resíduos, substâncias químicas, que podem agredi-las.

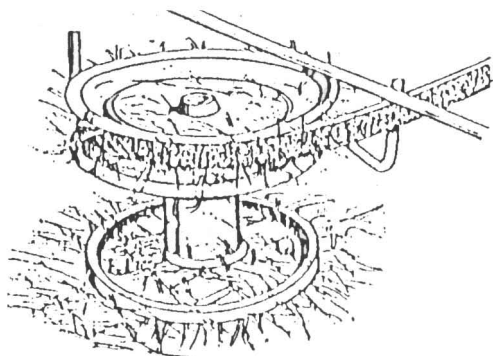
Um dano típico que uma correia pode sofrer é a rachadura. As causas mais comuns deste dano são: altas temperaturas, polias com diâmetros incompatíveis, deslizamento durante a transmissão, que provoca o aquecimento, e poeira. As rachaduras reduzem a tensão das correias e, conseqüentemente, a sua eficiência.



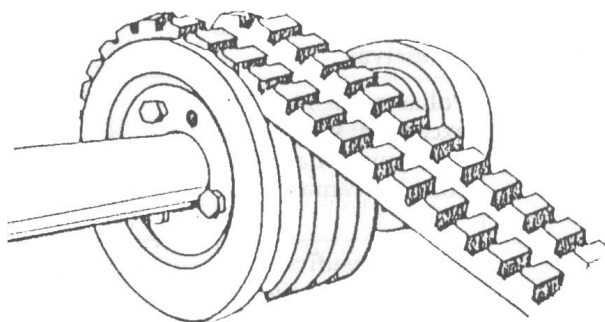
Outro dano típico sofrido pelas correias é sua fragilização. As causas da fragilização de uma correia são múltiplas, porém o excesso de calor é uma das principais. De fato, sendo vulcanizadas, as correias industriais suportam temperaturas compreendidas entre 60°C e 70°C, sem que seus materiais de construção sejam afetados; contudo temperaturas acima desses limites diminuem sua vida útil. Correias submetidas a temperaturas superiores a 70°C começam a apresentar um aspecto pastoso e pegajoso.



Um outro dano que as correias podem apresentar são os desgastes de suas paredes laterais. Esses desgastes indicam derrapagens constantes, e os motivos podem ser sujeira excessiva, polias com canais irregulares ou falta de tensão nas correias. Materiais estranhos entre a correia e a polia podem ocasionar a quebra ou o desgaste excessivo. A contaminação por óleo também pode acelerar a deterioração da correia.



Outros fatores podem causar danos às correias, como desalinhamento do sistema; canais das polias gastos e vibrações excessivas. Em sistemas desalinhados, normalmente, as correias viram nos canais das polias. O emprego de polias com canais mais profundos é uma solução para minimizar o excesso de vibrações.



Um outro fator que causa danos tanto às correias quanto às polias é o desligamento entre esses dois elementos de máquinas. Os danos surgem nas seguintes situações: toda vez que as correias estiverem gastas e deformados pelo trabalho; quando os canais das polias estiverem desgastados pelo uso e quando o sistema apresentar correias de diferentes fabricantes.

Os danos poderão ser sanados com a eliminação do fator que estiver prejudicando o sistema de transmissão, ou seja, as polias ou o jogo de correias.

É possível resumir os danos que as correias podem sofrer tabelando os problemas, suas causas prováveis e soluções recomendadas.

PROBLEMAS COM CORREIAS	CAUSAS	SOLUÇÕES
Perda da cobertura e inchamento.	Excesso de óleo.	Lubrificar adequadamente; limpar polias e correias.
Rachaduras	Exposição ao tempo	Proteger; trocar as correias
Cortes	Contato forçado contra a polia; obstrução; contato com outros materiais.	Instalar adequadamente; verificar o comprimento da correia; remover obstrução.
Derrapagem na polia	Tensão insuficiente; polia movida presa.	Tensionar adequadamente; limpar e soltar a polia presa.
Camada externa (envelope) gasta.	Derrapagens constantes; sujeira excessiva.	Tensionar adequadamente; alinhar o sistema; proteger.
Envelope gasto desigualmente.	Polias com canais irregulares.	Trocar as polias; limpar e corrigir a polia.
Separação de componentes.	Polia fora dos padrões; tensão excessiva.	Redimensionar o sistema; instalar adequadamente.
Cortes laterais.	Polia fora dos padrões.	Redimensionar o sistema.
Rompimento.	Cargas momentâneas excessivas; material estranho.	Instalar adequadamente; operar adequadamente; proteger.
Deslizamento ou derrapagem	Polias desalinhadas; polias gastas; vibração excessiva.	Alinhar o sistema; trocar as polias.
Endurecimento e rachaduras prematuras.	Ambiente com altas temperaturas.	Providenciar ventilação.
Correias com squeal (chiado).	Cargas momentâneas excessivas.	Tensionar adequadamente.
Alongamento excessivo.	Polias gastas; tensão excessiva; sistema insuficiente (quantidades de correias; tamanhos).	Trocar as polias; tensionar adequadamente; verificar se a correia está correta em termos de dimensionamento.
Vibração excessiva	Tensão insuficiente; cordonéis danificados.	Tensionar adequadamente; trocar as correias.
Correias muito longas ou muito curtas na instalação.	Correias erradas; sistema incorreto; esticador insuficiente.	Colocar correias corretas; verificar equipamentos.
Jogo de correias malfeito na instalação.	Polias gastas; mistura de correias novas com velhas; polias sem paralelismo; correias com marcas diferentes.	Trocar as polias; trocar as correias; alinhar o sistema; usar somente correias novas; usar correias da mesma marca.

Vantagens das transmissões com correias em “ V “

PROBLEMAS COM CORREIAS	CAUSAS	SOLUÇÕES
Perda da cobertura e inchamento.	Excesso de óleo.	Lubrificar adequadamente; limpar polias e correias.
Rachaduras	Exposição ao tempo	Proteger; trocar as correias
Cortes	Contato forçado contra a polia; obstrução; contato com outros materiais.	Instalar adequadamente; verificar o comprimento da correia; remover obstrução.
Derrapagem na polia	Tensão insuficiente; polia movida presa.	Tensionar adequadamente; limpar e soltar a polia presa.
Camada externa (envelope) gasta.	Derrapagens constantes; sujeira excessiva.	Tensionar adequadamente; alinhar o sistema; proteger.
Envelope gasto desigualmente.	Polias com canais irregulares.	Trocar as polias; limpar e corrigir a polia.
Separação de componentes.	Polia fora dos padrões; tensão excessiva.	Redimensionar o sistema; instalar adequadamente.
Cortes laterais.	Polia fora dos padrões.	Redimensionar o sistema.
Rompimento.	Cargas momentâneas excessivas; material estranho.	Instalar adequadamente; operar adequadamente; proteger.
Deslizamento ou derrapagem	Polias desalinhadas; polias gastas; vibração excessiva.	Alinhar o sistema; trocar as polias.
Endurecimento e rachaduras prematuras.	Ambiente com altas temperaturas.	Providenciar ventilação.
Correias com squeal (chiado).	Cargas momentâneas excessivas.	Tensionar adequadamente.
Alongamento excessivo.	Polias gastas; tensão excessiva; sistema insuficiente (quantidades de correias; tamanhos).	Trocar as polias; tensionar adequadamente; verificar se a correia está correta em termos de dimensionamento.
Vibração excessiva	Tensão insuficiente; cordonéis danificados.	Tensionar adequadamente; trocar as correias.
Correias muito longas ou muito curtas na instalação.	Correias erradas; sistema incorreto; esticador insuficiente.	Colocar correias corretas; verificar equipamentos.
Jogo de correias malfeito na instalação.	Polias gastas; mistura de correias novas com velhas; polias sem paralelismo; correias com marcas diferentes.	Trocar as polias; trocar as correias; alinhar o sistema; usar somente correias novas; usar correias da mesma marca.

Solucionando Problemas

1) Quais são as causas das rachaduras que podem surgir nas correias?

- a) () Altas temperaturas, polias de diâmetros pequenos, deslizamento na transmissão.
- b) () Baixas temperaturas, polias de diâmetros grandes, poeira e deslize de transmissão.
- c) () Variação de velocidades, poeira, altas temperaturas.
- d) () Velocidades fixas, altas temperaturas, polias de diâmetros grandes.
- e) () Velocidades altas, polias de diâmetros grandes, altas temperaturas.

2) Em qual faixa de temperatura as correias podem trabalhar sem sofrerem início de deterioração?

- a) () 70°C a 90°C;
- b) () 100°C a 120°C;
- c) () 60°C a 70°C;
- d) () 60°C a 100°C;
- e) () 120°C a 150°C.

3) Relacione a segunda coluna de acordo com a primeira.

Defeitos das correias	Soluções
a) Rachadura	1. () Trocar as polias; trocar as correias; usar somente correias novas
b) Cortes laterais	2. () Lubrificar adequadamente.
c) Patinação	3. () Remover obstrução; verificar o comprimento da correia.
d) Vibração excessiva	4. () Tencionar adequadamente; alinhar o sistema; proteger.
e) Jogo de correias malfeito	5. () Proteger as correias ou trocá-las.
f) Cortes	6. () Redimensionar os sistemas.
g) Envelope gasto desigualmente	7. () Limpar e corrigir as polias ou trocá-las.
	8. () Tencionar adequadamente ou trocar as

4) Cite quatro vantagens que as correias em “V” apresentam.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

VARIADORES E REDUTORES DE VELOCIDADE E MANUTENÇÃO DE ENGRENAGENS

VARIADOR DE VELOCIDADE

O variador de velocidade é um conjunto mecânico constituído por diversos elementos de máquinas. Sua função é permitir a variação da velocidade de trabalho de outros elementos, sem perdas de muito tempo na troca de rotações, desacelerações, paradas, troca de alavancas e novas acelerações.

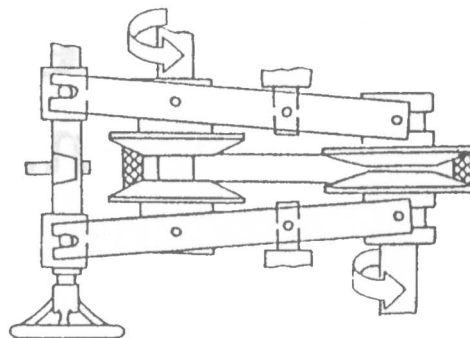
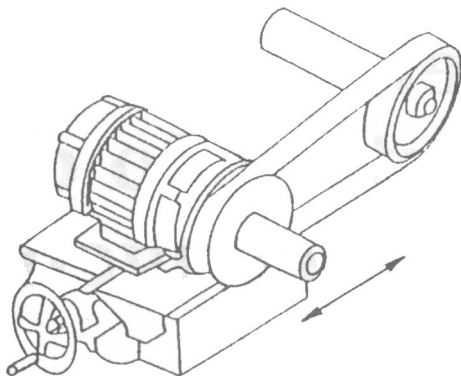
Funcionando suavemente, sem impactos, o variador de velocidade pode ser preparado para adaptar-se automaticamente às condições de trabalho exigidas.

Normalmente, a variação de velocidade é executada com a máquina em movimento com baixa carga.

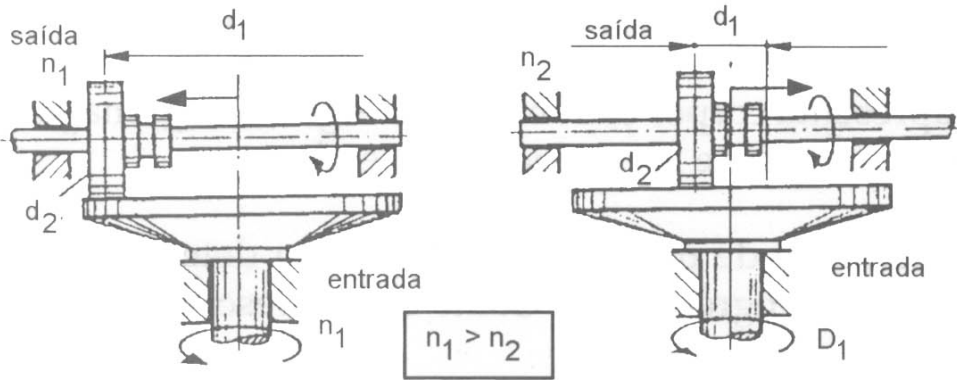
TIPOS DE VARIADORES DE VELOCIDADE

Há dois tipos principais de variadores de velocidade: os de transmissão por correia e os de roda de fricção.

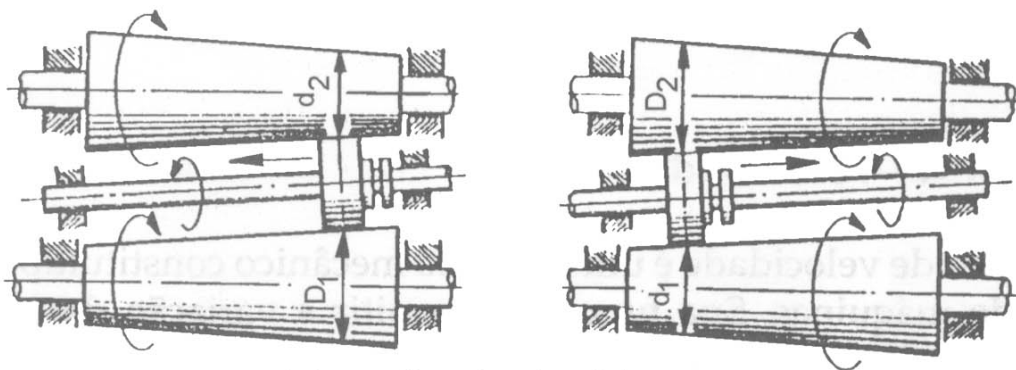
Variador com transmissão por correia – A mudança gradual da rotação na transmissão por correia obtém-se variando o diâmetro de contato da correia com as polias. As distâncias entre eixos podem permanecer variáveis ou fixas, conforme ilustrações.



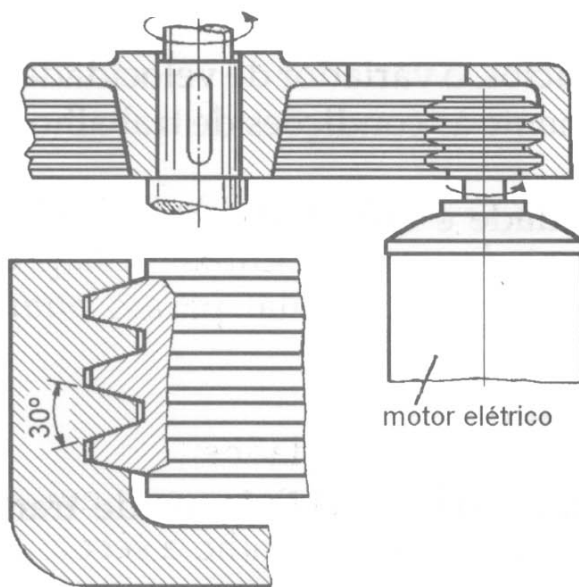
Variador por roda de fricção – Transmite o momento de giro por fricção entre duas árvores paralelas ou que se cruzam a distâncias relativamente curtas. Esse mecanismo pode ser construído de várias formas, mostradas a seguir:



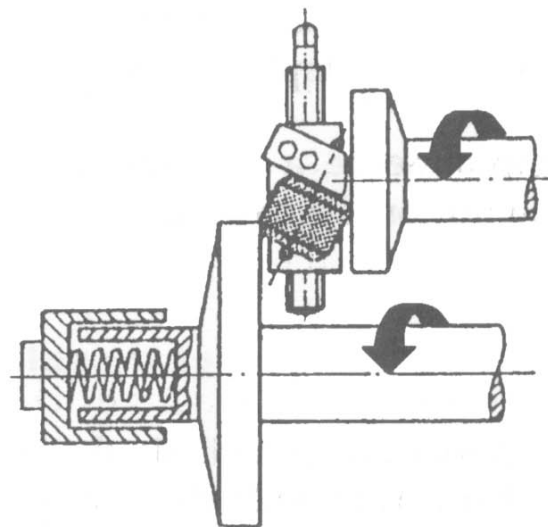
variador contínuo para eixos perpendiculares



variador contínuo de rolos cônicos



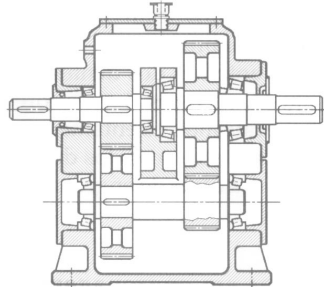
variador com polia trapezoidal



variador de roldana bicônica

REDUTOR DE VELOCIDADE

É conhecido por redutor o conjunto de coroa e parafuso com rosca sem-fim ou de engrenagens acondicionado em uma carcaça com sistema de lubrificação e destinado a reduzir a velocidade.



Manutenção de variadores e redutores de velocidade

Além dos cuidados com rolamentos, eixos, árvores e outros elementos específicos, a manutenção dos variadores de velocidade exige os seguintes cuidados:

- Alinhamento e nivelamento adequados;
- Lubrificação correta;
- Inspeções periódicas, com especial atenção aos mancais;
- Verificação dos elementos sujeitos ao atrito;
- Verificação dos elementos de ligação em geral;

Quanto aos redutores de velocidade, especialmente os de engrenagens, os principais cuidados na manutenção são os seguintes:

- Na desmontagem, iniciar pelo eixo de alta rotação e terminar pelo de baixa rotação;
- Na substituição de eixo e pinhão, considerar ambos como uma unidade, isto é, se um ou outro estiver gasto, substituir ambos;
- Coroas e pinhões cônicos são lapidados aos pares e devem ser substituídos aos pares, nas mesmas condições. Os fabricantes marcam os conjuntos aos pares e, geralmente, indicam suas posições de colocação que devem ser respeitadas;
- Medir a folga entre os dentes para que esteja de acordo com as especificações;

• Proteger os lábios dos retentores dos cantos agudos dos rasgos de chaveta por meio de papel envolvido no eixo. Não dilatar os lábios dos retentores mais que 0,8 mm no diâmetro.

Manutenção de engrenagens

Quando se fala em variadores e redutores de velocidade, não se pode esquecer de um elemento fundamental desses conjuntos: a engrenagem. Esse elemento de máquina exige uma atenção particular para o bom funcionamento dos sistemas.

Os conjuntos engrenados exigem os seguintes cuidados:

• Reversões de rotação e partidas bruscas sob carga devem ser evitadas.

• A lubrificação deve eliminar a possibilidade de trabalho a seco;

• A lubrificação deve atingir toda a superfície dos dentes;

• A lubrificação deve ser mantida no nível. O excesso de óleo provoca o efeito de turbina que, por sua vez, produz superaquecimento;

• Usar óleo lubrificante correto;

• A pré-carga dos rolamentos ou a folga dos mancais devem ser mantidas dentro dos limites recomendados. Essa medida evitará o desalinhamento dos eixos. Eixos desalinhados provocam o aparecimento de carga no canto dos dentes e suas possíveis quebras;

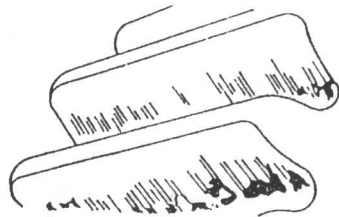
• O desgaste dos eixos e dos entalhes dos dentes das engrenagens não deve exceder os limites de ajuste. Se esses limites forem excedidos, ocorrerão batidas devido ao atraso, recalçando os entalhes. Ocorrerá desalinhamento, além de efeitos nocivos sobre os flancos dos dentes da engrenagem.

• Depósitos sólidos, do fundo da caixa de engrenagens, devem ser removidos antes de entrar em circulação.

DEFEITOS MAIS FREQUENTES EM ENGRENAGENS

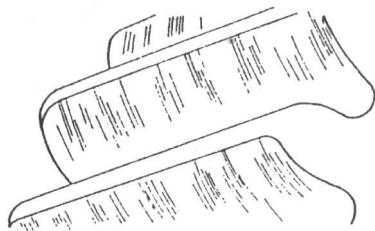
Desgaste por interferência

É provocado por um contato inadequado entre engrenagens, em que a carga total está concentrada sobre o flanco impulsor, e a ponta do dente da engrenagem impulsionada.



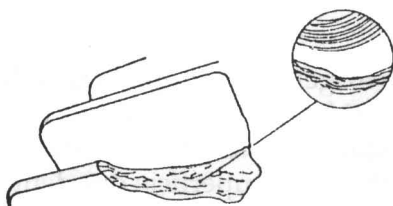
Desgaste abrasivo

É provocado pela presença de impurezas ou corpos estranhos que se interpõem entre as faces de contato. As impurezas ou corpos estranhos podem estar localizados no óleo usado nas engrenagens.



Quebra por fadiga

Começa geralmente com uma trinca do lado da carga, num ponto de concentração de tensões próximo da base do dente, e termina com quebra total no sentido longitudinal ou diagonal, para cima.

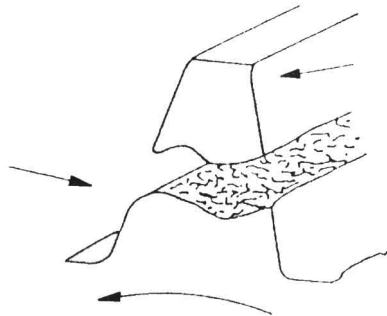


O desalinhamento na montagem ou em serviço pode favorecer o surgimento de trincas.

Quebra por sobrecarga

Resulta de sobrecarga estática, choques ou problemas de tratamentos térmicos. Geralmente, do lado da compressão do dente surge uma lombada cuja altura diminui de acordo com o tempo que o dente leva para se quebrar. É interessante salientar que a trinca em um dente sobrecarregado não mostra sinais de progresso.

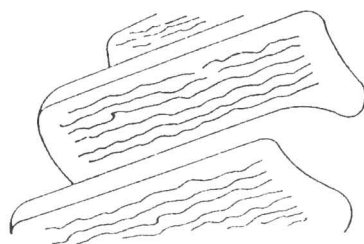
A sobrecarga pode, também, ser causada pela penetração de um corpo estranho entre os dentes, ou pelo desalinhamento devido ao desgaste ou folga excessiva nos mancais.



Trincas superficiais

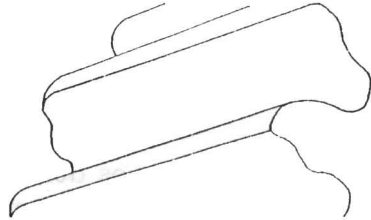
Ocorreram nas engrenagens cementadas e caracterizam-se por cisalhamento do material. São causadas pelo emperramento momentâneo e deslizamento conseqüente. Emperramento e deslizamento são provocados por vibrações, excesso de carga ou lubrificação deficiente.

As trincas superficiais, se não sofrem progressão, não causam maiores problemas.



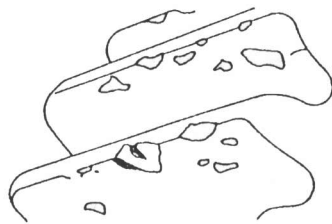
Desgaste por sobrecarga

É caracterizado pela perda de material sem a presença de abrasivos no óleo. Ocorre geralmente em velocidades baixas e com cargas muito altas.



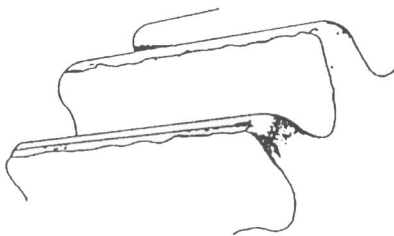
Lascamento

Os dentes temperados soltam lascas, devido a falhas abaixo da superfície originadas durante o tratamento térmico. Essas lascas podem cobrir uma área considerável do dente, como se fosse uma só mancha.



Laminação ou cilindramento

É caracterizada pela deformação do perfil do dente. Essa deformação pode se apresentar como arredondamentos ou saliências nas arestas dos dentes. Essas saliências são mais altas de um lado que do outro.



A laminação ou cilindramento também pode apresentar-se como depressão no flanco da engrenagem motora e uma lombada próxima da linha do diâmetro primitivo da engrenagem movida. É causada pelo impacto sofrido pela engrenagem, devido à ação de rolar e deslizar sob carga pesada.

Sintomas mais comuns de defeitos em engrenagens

Baseado em alguns sintomas simples de serem observados, o operador da máquina ou equipamento poderá fazer ou solicitar uma manutenção preventiva, evitando, assim, a manutenção corretiva.

Os sintomas mais simples ou comuns de defeitos em engrenagens são os seguintes:

Uivo

Normalmente aparece nas rotações muito altas e quando não existe folga suficiente entre as engrenagens ou quando elas estão desalinhadas, com excentricidade ou ovalização.

Tinido

Pode ser provocado por alguma saliência nos dentes, por alguma batida ou pela passagem de um corpo duro e estranho entre os dentes.

Matraqueamento

É causado pela folga excessiva entre os dentes (distância entre centros) ou, às vezes, pelo desalinhamento entre duas engrenagens.

Chiado

Normalmente ocorre em caixa de engrenagens quando a expansão térmica dos eixos e componentes elimina a folga nos mancais ou nos encostos.

Limalha no óleo

Se aparecer em pequena quantidade durante as primeiras 50 horas de serviço, trata-se, provavelmente, de amaciamento. Caso a limalha continue aparecendo após o amaciamento, significa a ocorrência de algum dano que pode ser provocado por uma engrenagem nova no meio das velhas ou, então, emprego de material inadequado na construção das engrenagens.

Superaquecimento

Pode ser causado por sobrecarga, excesso de velocidade, defeito de refrigeração ou de lubrificação. Se a circulação do óleo estiver excessiva, pode, ainda, ocorrer o fenômeno da freagem hidráulica com perda de potência do sistema. Os desalinhamentos e folga insuficiente entre os dentes também geram superaquecimento.

Vibração

Pode ser causada por empenamento dos eixos ou por falta de balanceamento dinâmico nas engrenagens de alta rotação ou, ainda, por desgaste desigual nas engrenagens.

A vibração pode ser causada, também, pelos seguintes fatores: erro de fabricação; mau nivelamento da máquina no piso; fundação defeituosa; sobrecarga com torção dos eixos e perda de ajuste dos mancais.

MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ENGRENAGENS EM CONJUNTOS MECÂNICOS

Os seguintes cuidados deverão ser observados para se obter um melhor aproveitamento e um melhor desempenho das engrenagens em conjuntos mecânicos:

- Antes de começar a retirar as engrenagens, verificar como estão fixadas no eixo e se estão montadas com interferência ou não;

- Não usar martelo para retirar as engrenagens do eixo para evitar danos aos dentes. Utilizar um saca-polias ou uma prensa hidráulica. Se não se dispuser de um saca-polias ou de uma prensa hidráulica, bater cuidadosamente com um tarugo de material metálico macio;

- Caso o conjunto mecânico não possua catálogo ou manual, verificar a posição ocupada pela engrenagem na montagem, fazendo marcações ou croqui. Isso evitará erros quando o conjunto tiver de ser montado novamente;

• As engrenagens devem sempre ser acondicionadas
na vertical e não empilhadas umas sobre as outras. Essa
medida evitará danos aos dentes;

• Na montagem deve ser observada a posição original
de cada elemento;

• Evitar pancadas quando estiver montando, para não
danificar os dentes das engrenagens;

• Fazer uma pré-lubrificação nas engrenagens durante
a montagem. Essa medida evitará danos posteriores às
engrenagens, que só receberão lubrificação total depois de
um certo tempo de funcionamento;

• Fazer um acompanhamento nas primeiras 50 horas
de trabalho para verificar o funcionamento e amaciamento das
engrenagens novas.

Solucionando Problemas

1) O redutor de velocidade é um conjunto de:

- a) () engrenagens cônicas;
- b) () coroa e parafuso com rosca sem-fim;
- c) () engrenagens de dentes retos;
- d) () engrenagens cônicas e sem-fim;
- e) () roscas sem-fim.

2) A desmontagem de um redutor de velocidade deve ser iniciada a partir do:

- a) () eixo de alta rotação;
- b) () eixo de baixa rotação;
- c) () sistema de engrenagens;
- d) () sistema de rolamentos;
- e) () mancal de deslizamento

3) Um sistema possui engrenagens e pinhões. Se um desses elementos estiver gasto recomenda-se substituir:

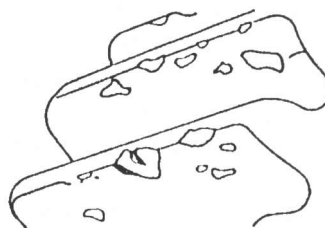
- a) () apenas as engrenagens;
- b) () apenas os pinhões;
- c) () o elemento que estiver mais gasto;
- d) () ambos os elementos;
- e) () a máquina nas quais eles se encontram.

4) A sobrecarga de trabalho, o excesso de velocidade, a falta de refrigeração e de lubrificação em engrenagens sinalizam o seguinte sintoma de defeito:

- a) () vibração;
- b) () chiado;
- c) () limalha no óleo;
- d) () matraqueamento;
- e) () superaquecimento.

5) Examine a figura que mostra dois dentes de uma engrenagem e assinale o tipo de defeito apresentado.

- a) () desgaste abrasivo;
- b) () quebra por fadiga;
- c) () trincas superficiais;
- d) () lascamento;
- e) () cilindramento.



SISTEMA DE VEDAÇÃO I

CONCEITO DE VEDAÇÃO

Vedação é o processo usado para impedir a passagem, de maneira estática ou dinâmica, de líquidos, gases e sólidos particulados (pó) de um meio para outro.

Por exemplo, consideremos uma garrafa de refrigerante lacrada. A tampinha em si não é capaz de vedar a garrafa. É necessário um elemento contraposto entre a tampinha e a garrafa de refrigerante impedindo a passagem do refrigerante para o exterior e não permitindo que substâncias existentes no exterior entrem na garrafa.

Os elementos de vedação atuam de maneira diversificada e são específicos para cada tipo de atuação. Exemplos: tampas, bombas, eixos, cabeçotes de motores, válvulas etc.

É importante que o material do vedador seja compatível com o produto a ser vedado, para que não ocorra uma reação química entre eles. Se houver reação química entre o vedador e o produto a ser vedado, poderá ocorrer vazamento e contaminação do produto. Uma vazamento, em termos industriais, pode parar uma máquina e causar contaminações do produto que, conseqüentemente, deixará de ser comercializado, resultando em prejuízos à empresa.

ELEMENTOS DE VEDAÇÃO

Os materiais usados como elementos de vedação são : juntas de borracha, papelão, velumóide, anéis de borracha ou metálicos, juntas metálicas, retentores, gaxetas, selos mecânicos etc.

Juntas de borracha

São vedações empregadas em partes estáticas, muito usadas em equipamentos, flanges etc.

Podem ser fabricadas com materiais em forma de manta e ter uma camada interna de lona (borracha lonada) ou materiais com outro formato.

Anéis de borracha (ring)

São vedadores usados em partes estáticas ou dinâmicas de máquinas ou equipamentos. Estes vedadores podem ser comparados nas dimensões e perfis padronizados ou confeccionados colando-se, com adesivo apropriado, as pontas de um fio de borracha com secção redonda, quadrada ou retangular.

A vantagem do anel padronizado é que nele não existe a linha de colagem, que pode ocasionar vazamento. Os anéis de borracha ou anéis da linha ring são bastante utilizados em vedações dinâmicas de cilindros hidráulicos que operam à baixa velocidade.

Juntas de papelão

São empregadas em partes estáticas de máquinas ou equipamentos como, por exemplo, nas tampas de caixas de engrenagens. Esse tipo de junta pode ser comprada pronta ou confeccionada conforme o formato da peça que vai utilizá-la.

Juntas metálicas

São destinadas à vedação de equipamentos que operam com altas pressões e altas temperaturas. São geralmente fabricadas em aço de baixo teor de carbono, em alumínio, cobre ou chumbo. São normalmente aplicadas em flanges de grande aperto ou de aperto limitado.

Juntas de teflon

Material empregado na vedação de produtos como óleo, ar e água. As juntas de teflon suportam temperaturas de até 260°C.

Juntas de amianto

Material empregado na vedação de fornos e outros equipamentos. O amianto suporta elevadas temperaturas e ataques químicos de muitos produtos corrosivos.

Juntas de cortiça

Material empregado em vedações estáticas de produtos como óleos, ar e água submetidos a baixas pressões. As juntas de cortiça são muito utilizadas nas vedações de tampas de cárter, em caixas de engrenagens etc.

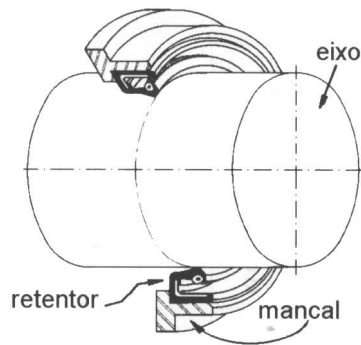
RETENTORES

O vedador de lábio, também conhecido pelo nome de retentor, é composto essencialmente por uma membrana elastomérica em forma de lábio e uma parte estrutural metálica semelhante a uma mola que permite sua fixação na posição correta de trabalho.

A função primordial de um retentor é reter óleo, graxa e outros produtos que devem ser mantidos no interior de uma máquina ou equipamento.

O retentor é sempre aplicado entre duas peças que executam movimentos relativos entre si, suportando variações de temperatura.

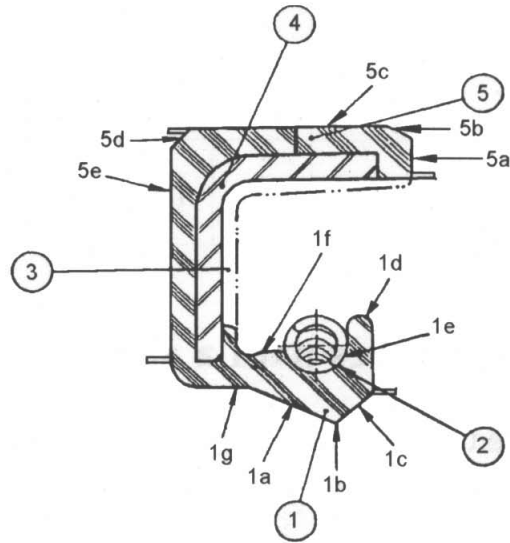
A figura a seguir mostra um retentor entre um mancal e um eixo.



ELEMENTOS DE UM RETENTOR BÁSICO

Os elementos de um retentor básico encontram-se a seguir. Acompanhe as legendas pela ilustração.

1. membrana elastomérica ou lábio
 - 1a - ângulo de ar
 - 1b - aresta de vedação
 - 1c - ângulo de óleo
 - 1d - região de cobertura da mola
 - 1e - alojamento da mola
 - 1f - região interna do lábio
 - 1g - região do engaste do lábio
2. mola de tração
3. região interna do vedador, eventualmente recoberta por material elastomérico
4. anel de reforço metálico ou carcaça
5. cobertura externa elastomérica
 - 5a - borda
 - 5b - chanfro da borda
 - 5c - superfície cilíndrica externa ou diâmetro externo
 - 5d - chanfro das costas
 - 5e - costas

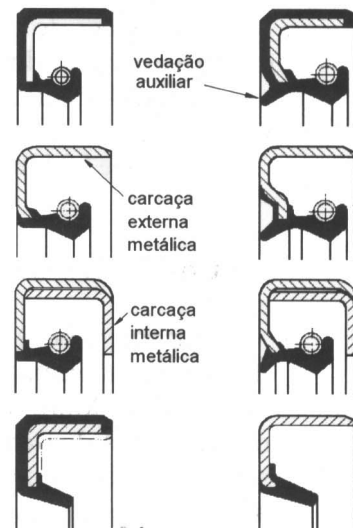


TIPOS DE PERFIS DE RETENTORES

As figuras ao lado mostram os tipos de perfis mais usuais de retentores.

Como foi visto, a vedação por retentores se dá através da interferência do lábio sobre o eixo. Esta condição de trabalho provoca atrito e a conseqüente geração de calor na área de contato, o que tende a causar a degeneração do material do retentor, levando o lábio de vedação ao desgaste. Em muitas ocasiões provoca o desgaste no eixo na região de contato com o retentor.

A diminuição do atrito é conseguida com a escolha correta do material elastomérico.



A tabela a seguir mostra quatro tipos de elastômeros e suas recomendações genéricas de uso diante de diferentes fluidos e graxas, bem como os limites de temperatura que eles podem suportar em trabalho.

CÓDIGO DO ELASTÔMERO DE ACORDO COM AS NORMAS ISO 1629 E DIN 3761	TIPO DE BORRACHA	LIMITES DE TEMPERATURA MÍNIMA DE TRABALHO (°C)	ÓLEOS PARA MOTOR	ÓLEOS PARA CAIXA DE MUDANÇAS	ÓLEOS HIPÓIDES	ÓLEOS PARA TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA (A.T.F.)	GRAXA	GASOLINA + ÓLEO MOTOR 2 T	ÁLCOOL + ADITIVOS	APLICAÇÕES GERAIS
			LIMITES DE TEMPERATURA MÁXIMA DE TRABALHO (°C)							
NBR	Nitrílica	- 35	110	110	110	120	90	100	100	Material normalmente utilizado para máquinas e equipamentos industriais. Muito utilizado na indústria automotiva para aplicações gerais.
ACM	Poliacrílica	- 15	130	120	120	130	-	-	-	Material largamente utilizado para motores e transmissões na indústria automobilística.
MVQ	Silicone	- 50	150	-	-	130	-	-	-	Material usualmente empregado em motores de elevado desempenho e em conversores de torque de transmissões automáticas.
FPM	Fluorelas- tômero	- 30	150	150	150	150	-	125	125	Material empregado em motores e transmissões altamente solicitados.

RECOMENDAÇÕES PARA A APLICAÇÃO DOS RETENTORES

Para que um retentor trabalhe de modo eficiente e tenha uma boa durabilidade, a superfície do eixo e o lábio do retentor deverão atender aos seguintes parâmetros:

- O acabamento da superfície do eixo deve ser obtido por retificação, seguindo os padrões de qualidade exigidos pelo projeto;
- A superfície de trabalho do lábio do retentor deverá ser isenta de sinais de batidas, sulcos, trincas, falhas de material, deformação e oxidação;
- A dureza do eixo, no local de trabalho do lábio do retentor, deverá estar acima de 28 HRC.

CONDIÇÕES DE ARMAZENAGEM DOS RETENTORES

Durante o período de armazenamento, os retentores deverão ser mantidos nas próprias embalagens. A temperatura ambiente deverá permanecer entre 10°C e 40°C. Manipulações desnecessárias deverão ser evitadas para preservar os retentores de danos e deformações acidentais. Cuidados especiais precisam ser observados quanto aos lábios dos retentores, especialmente quando eles tiverem que ser retirados das embalagens.

PRÉ-LUBRIFICAÇÃO DOS RETENTORES

Recomenda-se pré-lubrificar os retentores na hora da montagem. A pré-lubrificação favorece uma instalação perfeita do retentor no alojamento e mantém uma lubrificação inicial no lábio durante os primeiros giros do eixo. O fluido a ser utilizado na pré-lubrificação deverá ser o mesmo a ser utilizado no sistema, e é preciso que esteja isento de contaminações.

CUIDADOS NA MONTAGEM DO RETENTOR NO ALOJAMENTO

- A montagem do retentor no alojamento deverá ser efetuada com o auxílio de prensa mecânica, hidráulica e um dispositivo que garanta o perfeito esquadreamento do retentor dentro do alojamento;

- A superfície de apoio do dispositivo e o retentor deverão ter diâmetros próximos para que o retentor não venha a sofrer danos durante a prensagem;

- O dispositivo não poderá, de forma alguma, danificar o lábio de vedação do retentor.

MONTAGEM DO RETENTOR NO EIXO

Os cantos do eixo devem ter chanfros entre 15° e 25° para facilitar a entrada do retentor. Não sendo possível chanfrar ou arredondar os cantos, ou o retentor ter de passar obrigatoriamente por regiões com roscas, ranhuras, entalhes ou outras irregularidades, recomenda-se o uso de uma luva de proteção para o lábio. O diâmetro da luva deverá ser compatível, de forma tal que o lábio não venha a sofrer deformações.

CUIDADOS NA SUBSTITUIÇÃO DO RETENTOR

- Sempre que houver desmontagem do conjunto que implique desmontagem do retentor ou do seu eixo de trabalho, recomenda-se substituir o retentor por um novo;

- Quando um retentor for trocado, mantendo-se o eixo, o lábio do novo retentor não deverá trabalhar no sulco deixado pelo retentor velho.

- Riscos, sulcos, rebarbas, oxidação e elementos estranhos devem ser evitados para não danificar o retentor ou acarretar vazamento;
- Muitas vezes, por imperfeições no alojamento, usam-se adesivos (colas) para garantir a estanqueidade entre o alojamento e o retentor. Nessa situação, deve-se cuidar para que o adesivo não atinja o lábio do retentor, pois isso comprometeria seu desempenho.

ANÁLISE DE FALHAS E PROVÁVEIS CAUSAS DE VAZAMENTOS

FALHAS	PROVÁVEIS CAUSAS DE VAZAMENTOS
Lábio do retentor apresenta-se cortado ou com arrancamento de material.	armazenagem descuidada; má preparação do eixo; falha na limpeza; falta de proteção do lábio na montagem.
Lábio apresenta-se com desgaste excessivo e uniforme.	superfície do eixo mal-acabada; falta de pré-lubrificação antes da montagem; uso de lubrificante não recomendado; diâmetro do eixo acima do especificado; rugosidade elevada.
Lábio com desgaste excessivo, concentrado em alguma parte do perímetro.	montagem desalinhada ou excêntrica (alojamento/eixo); deformação nas costas do retentor por uso de ferramenta inadequada na montagem; retentor inclinado no alojamento.
Eixo apresenta desgaste excessivo na pista de trabalho do lábio.	presença de partículas abrasivas; dureza do eixo abaixo do recomendado.
Eixo apresenta-se com marcas de oxidação na área de trabalho do retentor.	falta de boa proteção contra oxidação durante a armazenagem e manipulação do eixo.
Lábio endurecido e com rachaduras na área de contato com o eixo.	superaquecimento por trabalhos em temperaturas acima dos limites normais; lubrificação inadequada (lubrificação não recomendada); nível abaixo do recomendado.
Retentor apresenta-se com deformações ou distorções no diâmetro, ou apresenta-se inclinado no alojamento.	diâmetro do alojamento com medidas abaixo do especificado; chanfro de entrada irregular com rebarbas ou defeitos; instalação com ferramenta inadequada.

Solucionando Problemas

1) Assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.

- a) () A vedação só impede a passagem de líquidos de um meio para outro.
- b) () O material de um vedador deve ser compatível com o produto a ser vedado.
- c) () juntas de borracha; anéis de borracha; juntas de amianto e de teflon são exemplos de elementos de vedação.
- d) () Em tampas de cárter utilizam-se juntas de cortiça como material de vedação.
- e) () Juntas de papelão são vedadores que podem operar em ambientes de alta pressão e temperatura.
- f) () Os retentores também são conhecidos por vedadores de boca.

2) Juntas de papelão são empregadas nas:

- a) () vedações de fornos;
- b) () vedações de equipamentos de alta pressão e temperatura;
- c) () partes estáticas de máquinas ou equipamentos;
- d) () partes rotativas de máquinas;
- e) () engrenagens cilíndricas e mancais de deslizamento.

3) Um tipo de junta que pode ser usada na vedação de equipamento que opera sob altas pressões e elevadas temperaturas é a de:

- a) () cortiça;
- b) () papelão;
- c) () teflon;
- d) () cobre;
- e) () amianto.

4) A principal função de um retentor é:

- a) () evitar a folga no eixo;
- b) () melhorar as condições de rotação do eixo;
- c) () impedir a lubrificação de um eixo;
- d) () estabilizar a temperatura de trabalho e eliminar o atrito;
- e) () reter óleo, graxa e outros fluídos no interior da máquina.

Solucionando Problemas

5) A montagem de um retentor num alojamento pode ser feita com o auxílio de:

- a) () um saca-pinos e um martelo;
- b) () uma prensa mecânica, hidráulica ou um outro dispositivo adequado;
- c) () um dispositivo qualquer e um martelo ou saca-pinos;
- d) () uma chave de fenda, um martelo, um punção de bico e uma talhadeira;
- e) () uma chave de fenda, uma marreta, uma talhadeira e um pé-de-cabra.

6) Um eixo apresenta desgaste excessivo na pista de trabalho do lábio de um retentor. Uma provável causa desse desgaste excessivo deve-se a:

- a) () oxidação do eixo;
- b) () má preparação do eixo;
- c) () armazenagem descuidada do retentor;
- d) () presença de partículas abrasivas;
- e) () falta de pré-lubrificante antes da montagem.

SISTEMA DE VEDAÇÃO II

GAXETAS

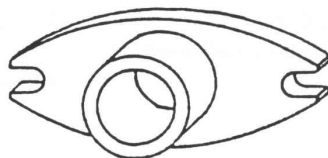
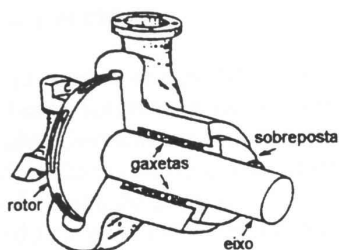
Gaxetas são elementos mecânicos utilizados para vedar a passagem de um fluxo de fluido de um local para outro, de forma total ou parcial. Os materiais usados na fabricação de gaxetas são: algodão, juta, asbesto (amianto), náilon, teflon, borracha, alumínio, latão e cobre. A esses materiais são aglutinados outros, tais como: óleo, sebo, graxa, silicone, grafite, mica etc.

A função desses outros materiais que são aglutinados às gaxetas é torná-las autolubrificadas. Em algumas situações, o fluxo de fluido não deve ser totalmente vedado, pois é necessária uma passagem mínima de fluido com a finalidade de auxiliar a lubrificação entre o eixo rotativo e a própria gaxeta. A este tipo de trabalho dá-se o nome de restringimento.

O restringimento é aplicado, por exemplo, quando se trabalha com bomba centrífuga de alta velocidade. Nesse tipo de bomba, o calor gerado pelo atrito entre a gaxeta e o eixo rotativo é muito elevado e, sendo elevado, exige uma saída controlada de fluido para minimizar o provável desgaste.

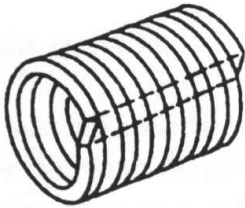


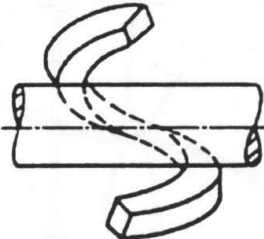
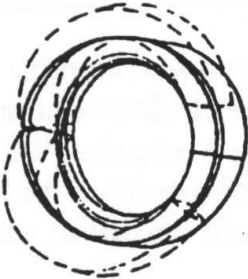
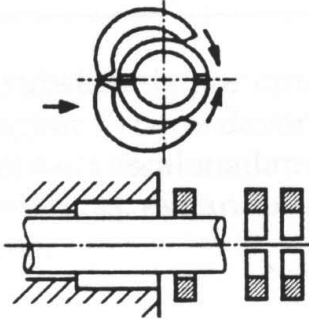
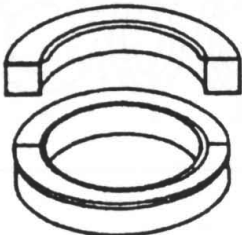
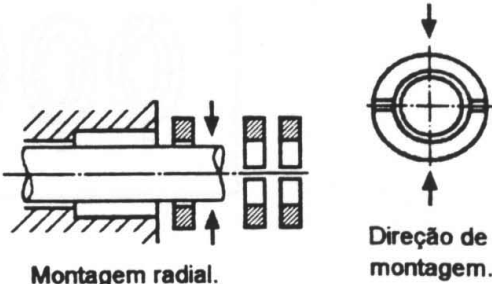
A caixa de gaxeta mais simples apresenta um cilindro oco onde ficam alojados vários anéis de gaxeta, pressionados por uma peça chamada sobreposta. A função dessa peça é manter a gaxeta alojada entre a caixa e o eixo, sob pressão conveniente para o trabalho.

A seguir mostramos gaxetas alojadas entre um eixo e um mancal e a sobreposta.



As gaxetas são fabricadas em forma de cordas para serem recortadas ou em anéis já prontos para a montagem.

As figuras seguintes mostram gaxetas em forma de corda, anéis e algumas de suas aplicações.

 <p>Corda em espiral. O corte dos anéis seguem as linhas traçadas.</p>	 <p>Montagem axial dos anéis</p>
 <p>Anel de corte único.</p>	 <p>Montagem radial dos anéis.</p>
 <p>Anéis com charmeira.</p>	 <p>Montagem radial.</p>
 <p>Anéis bipartidos.</p>	 <p>Montagem radial.</p> <p>Direção de montagem.</p>

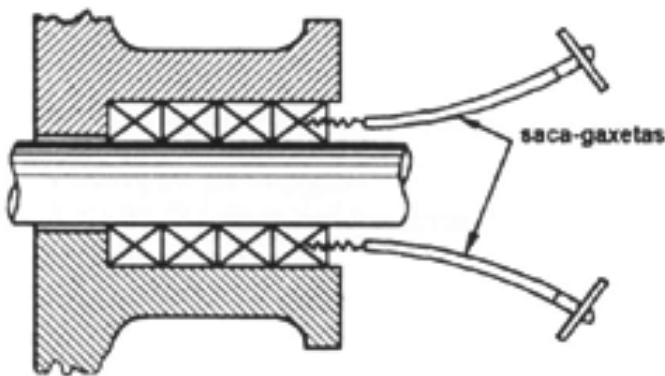
SELEÇÃO DA GAXETA

A escolha da gaxeta adequada para cada tipo de trabalho deve ser feita com base em dados fornecidos pelos catálogos dos fabricantes. No entanto, os seguintes dados deverão ser levados em consideração:

- material utilizado na confecção da gaxeta;
- dimensões da caixa de gaxeta;
- fluido líquido ou gasoso bombeado pela máquina;
- temperatura e pressão dentro da caixa de gaxeta;
- tipo de movimento da bomba (rotativo / alternativo);
- material utilizado na construção do eixo ou da base;
- ciclos de trabalho da máquina;
- condições especiais da bomba: alta ou baixa temperatura; local de trabalho (submerso ou não); meio (ácido, básico, salino) a que se encontra exposta.

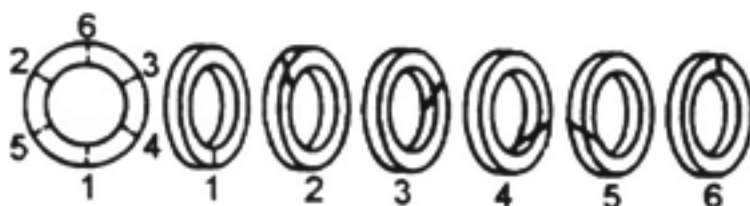
SUBSTITUIÇÃO DA GAXETA

A gaxeta deve ser removida com um par de saca-gaxeta com tamanho adequado. O interior da caixa de gaxeta deve ser bem limpo. O grau de limpeza poderá ser verificado com o auxílio de um espelho ou lâmpada, caso seja necessário.



Caso não exista uma gaxeta padronizada, deve-se substituí-la por uma em forma de corda, tomando cuidado em seu corte e montagem. O corte deverá ser a 45° para que haja uma vedação.

A gaxeta deverá ser montada escalonadamente para que não ocorra uma coincidência dos cortes ou emendas, evitando assim possíveis vazamentos conforme mostra a figura seguinte.



Falhas ou defeitos nas gaxetas

DEFEITO	POSSÍVEIS CAUSAS
Excessivas reduções na seção da gaxeta situada embaixo do eixo.	Mancais baixos com o eixo atuando sobre a gaxeta; vazamento junto à parte superior do eixo.
Redução excessiva da espessura da gaxeta em um ou em ambos os lados do eixo.	Mancais gastos ou haste fora de alinhamento.
Um ou mais anéis faltando no grupo.	Fundo de caixa de gaxeta muito gasto, o que causa extrusão da própria gaxeta.
Desgaste na superfície externa da gaxeta.	Anéis girando com o eixo ou soltos dentro da caixa.
Conicidade na face de um ou mais anéis.	Anéis adjacentes cortados em comprimento insuficiente, fazendo com que a gaxeta seja forçada dentro do espaço livre.
Grande deformação nos anéis posicionados junto à sobreposta, enquanto os anéis do fundo se encontram em boas condições.	Instalação inadequada da gaxeta e excessiva pressão da sobreposta.
Gaxetas apresentam tendência para escoamento ou extrusão entre o eixo e a sobreposta.	Pressão excessiva ou espaço muito grande entre o eixo e sobreposta.
Face de desgaste do anel seca e chamuscada, enquanto o restante da gaxeta se encontra em boas condições.	Temperatura de trabalho elevada e falta de lubrificação.

SELO MECÂNICO

O selo mecânico é um vedador de pressão que utiliza princípios hidráulicos para reter fluídos. A vedação exercida pelo selo mecânico se processa em dois momentos: a vedação principal e a secundária.

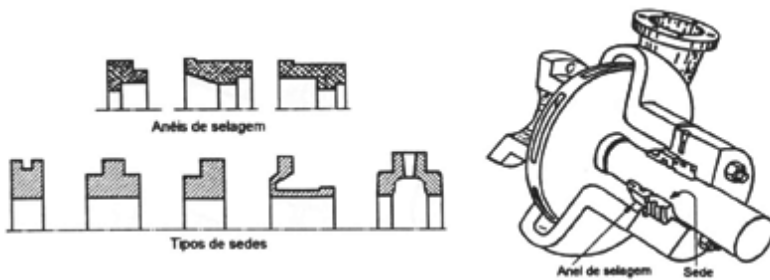
Vedação principal

A vedação principal é feita num plano perpendicular ao eixo por meio do contato deslizante entre as faces altamente polidas de duas peças, geralmente chamadas de **sede e anel de selagem**.

A sede é estacionária e fica conectada numa parte sobreposta. O anel de selagem é fixado ao eixo e gira com ele.

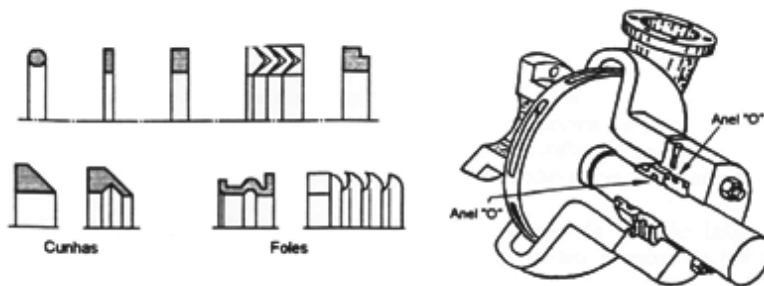
Para que as faces do anel de selagem e da sede permaneçam sempre em contato e pressionadas, utilizam-se molas helicoidais conectadas ao anel de selagem.

As figuras a seguir mostram alguns tipos de sedes e de anéis de selagem, bem como um selo mecânico em corte.



Vedação secundária

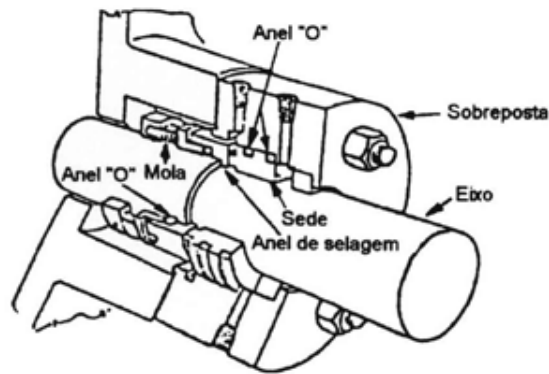
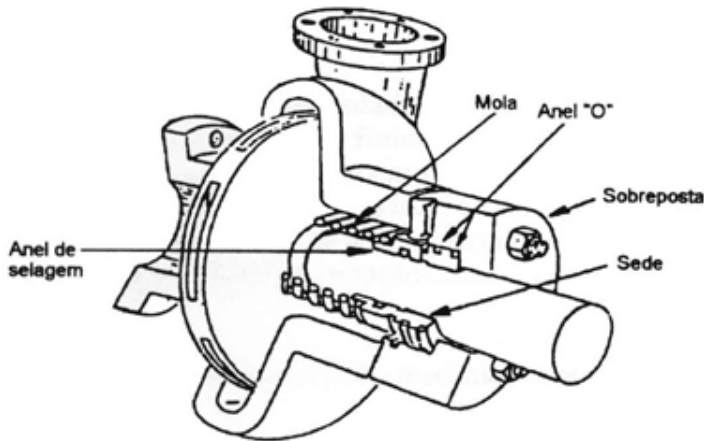
A vedação secundária, aplicada à sede e ao anel de selagem, pode ser feita por meio de vários anéis com perfis diferentes, tais como: junta, anel o´ring, anel “V”, cunha, fole etc.



USO DO SELO MECÂNICO

Os selos mecânicos são utilizados com vantagens em relação às gaxetas, pois não permitem vazamentos e podem trabalhar sob grandes velocidades e em temperaturas e pressões elevadas, sem apresentarem desgastes consideráveis. Eles permitem a vedação de produtos tóxicos e inflamáveis.

As figuras a seguir mostram exemplos de selos mecânicos em corte.



VANTAGENS DO SELO MECÂNICO

- Reduz o atrito entre o eixo da bomba e o elemento de vedação reduzindo, conseqüentemente, a perda de potência;
- Elimina o desgaste prematuro do eixo e da bucha;
- A vazão ou fuga do produto em operação é mínima ou imperceptível;
- Permite operar fluídos tóxicos, corrosivos ou inflamáveis com segurança;
- Tem capacidade de absorver o jogo e a deflexão normais do eixo rotativo.

O selo mecânico é usado em equipamentos de grande importância como bombas de transporte em refinarias de petróleo; bombas de lama bruta nos tratamentos de água e esgoto; bombas de submersão em construções; bombas de fábricas de bebidas; em usinas termoelétricas e nucleares.

Solucionando Problemas

1) Responda.

Quais materiais podem ser utilizados para fabricar gaxetas?

.....
.....

Para que servem as gaxetas?

.....
.....

Qual é a função da peça conhecida pelo nome de sobreposta?

.....
.....

De que forma as gaxetas se apresentam no comércio?

.....
.....

2) Complete.

a) O selo mecânico é um vedador de que utiliza princípios..... para reter fluídos.

b) A vedação é feita num plano perpendicular ao eixo por meio do contato deslizante entre as faces altamente de duas peças, geralmente chamadas de sede e anel de selagem.

c) Os foles são usados na vedação

3) Cite três vantagens que os selos mecânicos apresentam.

.....
.....
.....
.....

ALINHAMENTO GEOMÉTRICO E NIVELAMENTO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

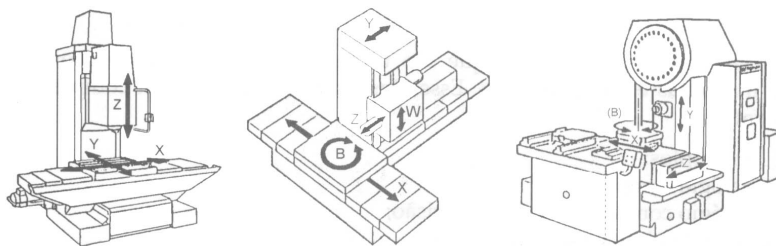
IMPORTÂNCIA DO ALINHAMENTO GEOMÉTRICO

As máquinas e os equipamentos em geral precisam estar alinhados geometricamente e nivelados para poderem operar de forma adequada e com o máximo de eficiência.

O alinhamento geométrico pode ser compreendido como sendo a relação existente entre os planos geométricos de todos os elementos constituintes de uma máquina.

A importância do alinhamento geométrico reside no fato de que deve haver harmonia entre os diversos conjuntos mecânicos existentes nas máquinas, e que executam movimentos relativos entre si, para que o todo funcione de modo eficaz. Caso contrário, ocorrerá comprometimento dos elementos em termos de exatidão e durabilidade.

As ilustrações a seguir mostram algumas máquinas alinhadas geometricamente. Observe a harmonia entre os eixos de trabalho que os conjuntos mecânicos executam.

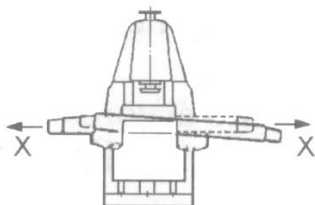


PESO DOS COMPONENTES DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Quando uma máquina ou equipamento é projetado, dois fatores importantes são levados em consideração: o centro de gravidade da máquina, ou centro de massa, e o dimensionamento do seu curso de trabalho. O centro de gravidade é o local onde está o ponto de equilíbrio do peso de todo o conjunto.

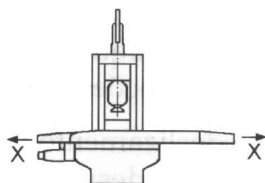
Se uma máquina ou equipamento tiver algum problema com seu centro de gravidade e erros no dimensionamento de seu curso, surgirão desgastes de conjuntos e estruturas, quebras, peças mal executadas, resistências indesejáveis etc.

Na ilustração abaixo, mostramos uma máquina cujo centro de gravidade está deslocado por causa da não simetria na distribuição de massa da mesa na direção x. A mesa do lado direito da figura possui mais massa e, conseqüentemente, mais peso desse lado. Nessas condições, o alinhamento geométrico fica prejudicado, pois a condição de apoio do sistema não satisfaz as necessidades.



Hoje em dia, as máquinas modernas apresentam configurações arrojadas e se deslocam sobre bases mais estáveis e robustas, o que lhes garante maior rigidez. O centro de gravidade dessas máquinas é mais estável, garantindo o alinhamento geométrico desejado.

Observe na figura abaixo que na direção x a mesa se mantém perfeitamente alinhada, apesar do lado direito ser maior que o esquerdo. É um projeto de engenharia bem executado que garante o perfeito alinhamento da máquina.



Resumindo, os elementos relacionados entre si devem ser nivelados e alinhados geometricamente nos planos horizontais e verticais, e esses planos devem ser nivelados e alinhados entre si.

INSTRUMENTOS UTILIZADOS NO ALINHAMENTO GEOMÉTRICO

Há vários instrumentos que são utilizados no alinhamento geométrico de máquinas e equipamentos. Esses instrumentos variam em complexidade e exatidão.

Exemplos:

- relógio comparador;
- relógio com apalpador de precisão;
- régua padrão calibrada;
- bases calibradas para suporte de instrumentos;
- acessórios de verificação;
- nível de bolha;
- nível de bolha quadrangular;
- nível eletrônico;
- teodolito;
- autocolimador óptico-visual;
- autocolimador fotoelétrico;
- autocolimador a laser.

ASPECTOS TÉCNICOS DO ALINHAMENTO GEOMÉTRICO

As partes estruturais das máquinas, como o barramento, por exemplo, sempre foram um problema de difícil solução para os projetistas. A dificuldade reside no comportamento que essas partes estruturais exibem quando estão em trabalho, fugindo de todas as condições consideradas nos cálculos. Os fatores que contribuem para esse comportamento aleatório são os seguintes:

- surgimento de esforços durante a usinagem de peças;
- esforços atuantes de outros componentes em trabalho;
- vibrações do corte;
- vibrações de componentes como árvores e rolamentos;
- efeitos de agentes externos como a temperatura que causa dilatações.

O somatório desses fatores, principalmente a temperatura, atuando nas máquinas, pode provocar torções no conjunto e causar deslocamentos de difícil controle.

As bases das máquinas foram e ainda são construídas, embora em menor número, em blocos compactos de ferro fundido. Muitas máquinas modernas apresentam suas bases na forma de conjuntos soldados de aço em vez de ferro fundido. Esse avanço tecnológico permite um melhor dimensionamento do peso dessas máquinas e uma localização mais racional para nervuras e reforços estruturais.

As guias de deslizamento eram e ainda são, em muitos casos, usinadas no próprio corpo da base de muitas máquinas. Tais guias são retificadas para que o alinhamento atenda às especificações normalizadas.

Uma máquina com guias de deslizamento feitas no próprio corpo da base pode trazer problemas. Se ocorrerem desvios, a base da máquina deverá ser retirada; as guias precisarão sofrer uma nova usinagem para corrigir as imperfeições; os demais componentes da máquina deverão ser ajustados de acordo com as novas dimensões das guias e toda a máquina deverá ser alinhada segundo as novas condições.

Na atualidade, com a evolução das máquinas que desenvolvem elevadas velocidades de corte, é cada vez mais freqüente a presença de guias lineares rolamentadas padronizadas e de fácil montagem, alinhamento, reposição e manutenção. As guias lineares rolamentadas permitem uma regulagem da pré-carga dos elementos rolantes.

Outra inovação no campo da fabricação de máquinas é a utilização de resinas como elemento de revestimento de superfície. essas resinas, em geral diamantadas, possuem uma elevada dureza e reduzem grandemente o atrito entre as superfícies em contato. As superfícies que recebem resinas passam por uma preparação prévia para que a aderência seja perfeita.

O ajuste dimensional e o alinhamento prévio dos conjuntos envolvidos são realizados com dispositivos e instrumentos adequados antes do preenchimento, moldagem e cura das resinas. As correções posteriores, quando necessário, são efetuadas por meio de rasqueteamento.

A INCONVENIÊNCIA DO CALOR EM MÁQUINAS

Como já foi discutido em aulas anteriores, as máquinas em operação geram uma certa quantidade de calor. Esse calor é proveniente das forças de atrito que surgem entre elementos mecânicos que estão em contato e realizam movimentos relativos entre si.

Por exemplo, o calor pode ser gerado pelo atrito entre:

- ferramentas de corte e peças em usinagem;
- engrenagens em movimento;
- eixos movimentando-se apoiados em mancais;
- polias e correias;
- pinhão e cremalheira.

Uma possível adição extra de calor na máquina poderá ter sua origem no meio ambiente em que ela está instalada. Todo esse aumento de temperatura se transmite a todos os elementos da máquina, e isso, inevitavelmente, influirá na geometria dos conjuntos mecânicos.

Máquinas e equipamentos com exatidão dimensional são fabricados e operam normalmente em condições ambientais controladas. Além do controle da temperatura, controla-se a umidade do ar. É uma necessidade quando se pensa em qualidade e eficiência.

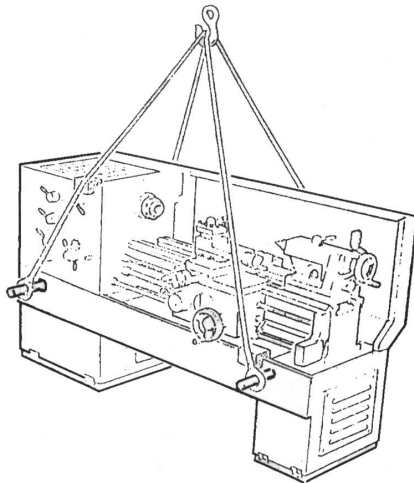
ELEVAÇÃO, MOVIMENTAÇÃO E TRANSPORTE DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Quando uma máquina é fabricada conforme projeto específico, todos os cuidados com ajustes e montagens são tomados. Aprovada, a máquina deverá sair do setor de fabricação e ser encaminhada para um depósito ou diretamente para o cliente que a comprou.

O encaminhamento da máquina para o depósito ou para o cliente envolve medidas de proteção contra ação de agentes ambientais normais (chuva e poeira) e contra quedas, uma vez que a máquina sofrerá movimentação, tanto na horizontal quanto na vertical.

Para se elevar uma máquina, devem-se observar os locais próprios de amarração. Uma amarração bem executada, considerando o centro de gravidade da máquina, evitará a ocorrência de acidentes.

A figura abaixo mostra a amarração de um torno que está sendo elevado.



Os elementos de amarração devem estar bem dimensionados para o peso da máquina, e seus componentes móveis bem travados para não sofrerem movimentos e choques com outros conjuntos durante seu transporte.

Além da elevação da máquina por meio de amarras, outros cuidados precisam ser observados em seu transporte. No caso de caminhões, vagões de trens, navios e aviões, a máquina deverá estar bem embalada, assentada e amarrada para não se deslocar. Na hora do descarregamento, todo cuidado deve ser tomado para que a máquina não caia.

Resumindo, o transporte de uma máquina exige técnica e habilidade das pessoas envolvidas nessa importante operação. Se todos os cuidados forem tomados, garante-se a preservação do alinhamento geométrico original da máquina.

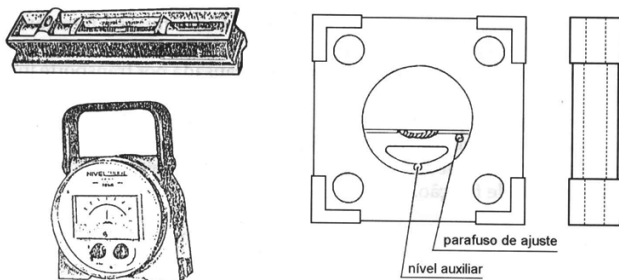
NIVELAMENTO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

O bom nivelamento das máquinas e equipamentos é outro importante fator a ser considerado em termos de alinhamento geométrico e de trabalho eficiente, e qualidade de produto.

De fato, uma máquina ou equipamento bem nivelados trabalham sem esforços adicionais, e operam segundo o previsto.

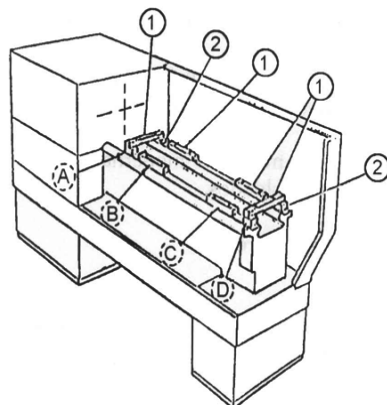
Os instrumentos mais comuns para se efetuar o nivelamento de máquinas e equipamentos são os seguintes: nível de bolha de base plana; nível de bolha quadrangular e nível eletrônico.

As figuras a seguir mostram como são esses instrumentos.



COMO NIVELAR?

O nivelamento de uma máquina ou equipamento segue procedimentos e parâmetros normalizados e deve ser feito inicialmente no sentido longitudinal e, posteriormente, no sentido transversal.



Havendo necessidade de efetuar acertos, o que é muito comum, trabalha-se acionando os niveladores da base.

Estando o equipamento nivelado, deve-se efetuar o aperto dos parafuso de fixação. Após essa operação, volta-se a conferir o nivelamento para checar se ocorreu alteração do nivelamento anterior.

Constatadas alterações, volta-se a nivelar; porém, sem desapertar totalmente os parafusos. Ao se atingir novamente as condições desejadas, confere-se o aperto final. Esse procedimento deverá ser repetido até que se atinja o nivelamento correto com o aperto final dos parafusos de fixação.

Após o nivelamento da máquina, é conveniente colocá-la para funcionar em vazio durante um certo período. Após esse período, o nivelamento deverá ser conferido novamente para novos ajustes, se necessário.

Pode ocorrer que uma determinada máquina não permita que se obtenha um nivelamento de acordo com as especificações. Nesse caso, uma análise dos fatores interferentes deverá ser realizada. Esses fatores interferentes poderão ser:

- uma torção da própria estrutura da máquina causada por transporte inadequado;
- tensões internas do próprio material utilizado na fabricação da máquina;
- instabilidade da fundação onde a máquina encontra-se assentada;
- presença de forças desbalanceadas provocadas pelo assentamento irregular dos elementos de fixação.

Eliminando-se esses fatores interferentes, o nivelamento poderá ser obtido.

Solucionando Problemas

Exercício 1

Assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.

- a) () A harmonia de funcionamento dos diversos conjuntos mecânicos de uma máquina está relacionada com o seu alinhamento geométrico;
- b) () O centro de massa de uma máquina é um fator irrelevante para o seu alinhamento geométrico;
- c) () O alinhamento geométrico de máquinas é efetuado somente com força muscular e sem auxílio de nenhum instrumento. Basta o operador ter boa visão;
- d) () Vibrações são fatores que interferem no comportamento aleatório de uma máquina causando problemas para o seu perfeito alinhamento geométrico;
- e) () A base de muitas máquinas modernas podem ser construídas por conjuntos de aço soldados.

Assinale X na alternativa correta.

Exercício 2

As guias de deslizamento de máquinas estão sendo substituídas por guias:

- a) () lineares rolamentadas;
- b) () angulares rolamentadas;
- c) () verticais rolamentadas;
- d) () trapezoidais rolamentadas;
- e) () filamentados deslizantes.

Exercício 3

As resinas de enchimento de superfícies de máquinas são:

- a) () cimentadas;
- b) () diamantadas;
- c) () asfaltadas;
- d) () tijoladas;
- e) () ladrilhadas.

Solucionando Problemas

Exercício 4

No transporte de uma máquina é importante executar uma boa:

- a) () eliminação do centro de massa;
- b) () pintura na lona de cobertura;
- c) () retificação em todos os parafusos;
- d) () amarração para evitar acidentes e danos;
- e) () torção nos elementos de amarra.

Exercício 5

Os instrumentos mais comuns utilizados no nivelamento de máquinas são:

- a) () osciloscópio, analisador de vibrações, autocolimador a laser;
- b) () analisador de vibrações, multímetro e osciloscópio;
- c) () nível de bolha e nível eletrônico;
- d) () nível eletrônico e autocolimador fotoelétrico;
- e) () teodolito, relógio comparador, paquímetro digital.

Exercício 6

Quando se vai nivelar uma máquina, o nivelamento deverá ser iniciado no sentido:

- a) () transversal;
- b) () longitudinal;
- c) () radial;
- d) () axial;
- e) () de cima para baixo.

As vias duras são tratadas por chama ou por indução e retificadas.

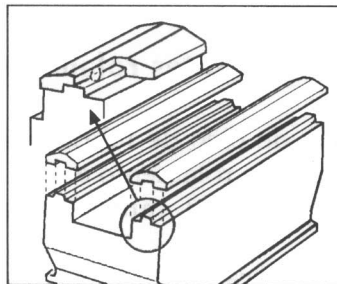
POSSIBILIDADES DE EMPARELHAMENTO DE VIAS DESLIZANTES

Existem as seguintes possibilidades de emparelhamento de vias deslizantes:

- carro brando sobre via branda;
- carro duro sobre via dura;
- carro brando sobre via dura;

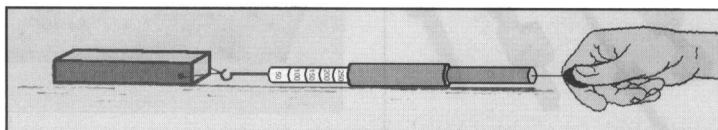
O emparelhamento de carro brando sobre via dura é o mais conveniente, pois o carro brando, sendo peça menor, funciona como peça de desgaste. Este emparelhamento deve contar com a superfície de contato da via dura retificada para manter o atrito minimizado, mesmo com lubrificação deficiente.

Em algumas máquinas, no lugar de vias deslizantes temperadas, utilizam-se tiras de aço temperado que são encaixadas e aparafusadas ao barramento, conforme mostra a figura a seguir.

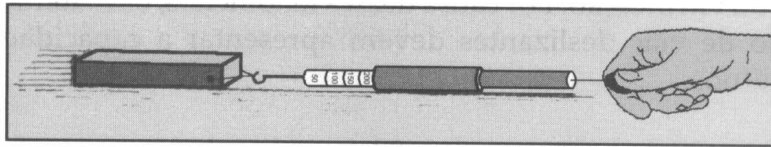


ATRITO DE ROLAMENTO NO LUGAR DO ATRITO DE DESLIZAMENTO

Consideremos um bloco de madeira apoiado sobre a superfície horizontal de uma mesa, também de madeira. Se tentarmos deslocar o bloco, surgirá entre as superfícies de contato a força de atrito estático opondo-se ao deslocamento do bloco. Essa força adquire valores crescentes que vão desde 0 N até atingir um valor máximo. É a etapa do “arranque”.



Quando a força de atrito estático atinge o valor máximo, o bloco começa a se deslocar; porém, agora, sujeito a força de atrito dinâmico de deslizamento, que é menos intensa que a força de atrito estático máxima.



Pode-se concluir que é mais difícil fazer um corpo começar a se movimentar sobre a superfície de outro do que manter o movimento do corpo depois que ele se iniciou.

De acordo com a Física, além da força de atrito de deslizamento estático ou dinâmico, existe também a força de atrito de rolamento, que aparece sempre que uma superfície rola sobre outra sem deslizar.

Como os pontos de contato entre o corpo rolante e a superfície na qual ele se apoia são muito pequenos, a força de atrito de rolamento também é de pequena intensidade.

De fato, a força de atrito de rolamento é muito menor que a força de atrito de deslizamento, seja ela estática ou dinâmica. Por essa razão, sempre que possível, usam-se corpos rolantes em máquinas, pois é melhor lidar com o atrito de rolamento do que com o atrito de deslizamento estático ou dinâmico.

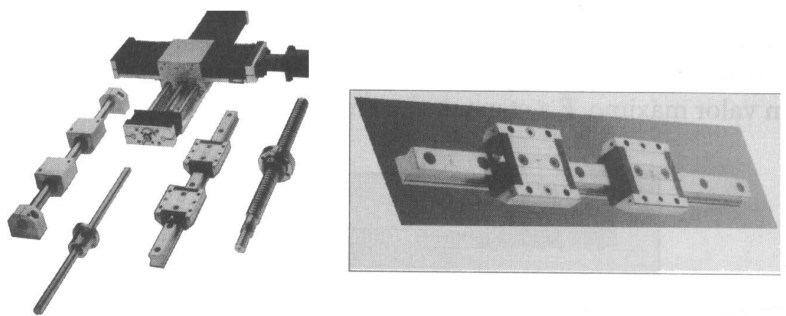
Considerando todos esses argumentos, criaram-se as vias deslizantes rolamentadas, aplicadas inicialmente em máquinas de medição e, atualmente, em máquinas CNC.

VANTAGENS DAS VIAS DESLIZANTES ROLAMENTADAS

- a espessura da película de óleo de lubrificação mantém-se praticamente constante entre as esferas de rolamentos e suas vias;
- para velocidades pequenas (1mm / min) as vias deslizam por solavancos;

- a exatidão inicial das vias ficam duráveis por um longo tempo;
- o nível da mesa permanece invariável, já que não existe variação da camada de lubrificante.

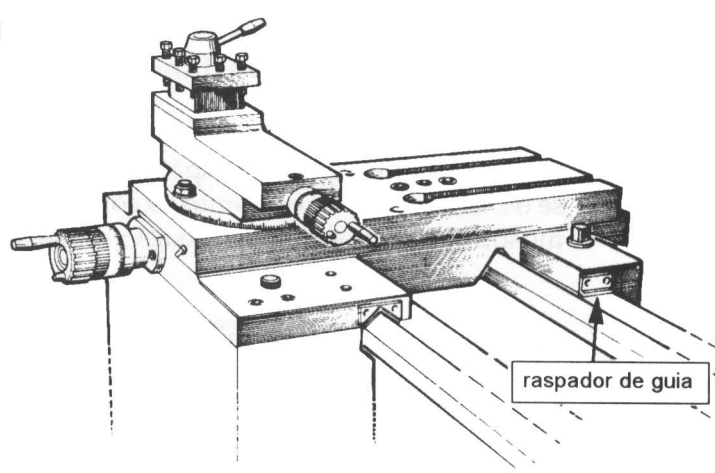
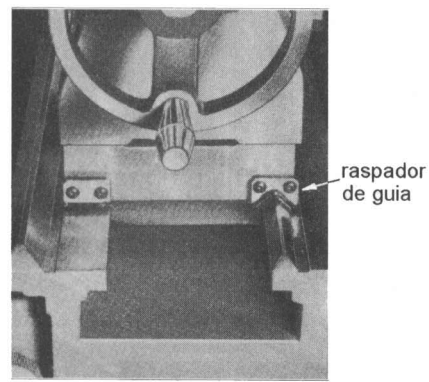
As figuras a seguir mostram elementos mecânicos de máquinas que têm vias deslizantes com corpo rolamentado.



RETENTORES DAS VIAS DESLIZANTES

As vias deslizantes das máquinas de usinagem estão expostas à ação de cavacos, óxidos metálicos, pó de fundição e partículas abrasivas diversas. Por esse motivo, elas devem ser protegidas.

O melhor protetor para as vias deslizantes são os foles tipo acordeão. As vias deslizantes podem ser protegidas com rodos ou raspadores de borracha pressionados contra o barramento.



MANUTENÇÃO DE GUIAS E BARRAMENTOS

A manutenção de guias e barramentos é feita pela equipe de manutenção visando a não ocorrência de desgastes, além daqueles normais que surgem devido ao uso.

Nas inspeções periódicas, a equipe de manutenção verifica os seguintes itens:

- folga das vias deslizantes, que devem ser ajustadas por meio das réguas de ajuste;
- protetores das vias, que devem ser substituídos ou reparados;
- folgas do sistema de acionamento, que devem ser ajustadas;
- sistema de lubrificação, que deve estar desobstruído para manter as guias lubrificadas.

RECUPERAÇÃO DE VIAS DESLIZANTES

Quando as guias de barramentos atingem o ponto de reforma, esta pode ser executada por processo mecânico convencional ou por revestimento deslizante.

O processo convencional geralmente consiste em retificar o barramento e ajustar o carro; ou em retificar as vias do carro e usinar o barramento para inserir-lhe tiras de aço temperado.

O revestimento deslizante é feito com resina epóxi aditivada em estado líquido ou pastoso.

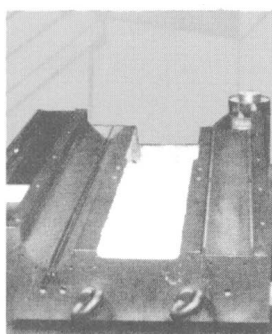
CARACTERÍSTICAS DO REVESTIMENTO DESLIZANTE

- Resistência química à água, a óleos sintéticos e minerais e a emulsões de refrigeração. Não resiste ao benzol nem à acetona;
- Boa resistência ao desgaste e capacidade de embutir corpos estranhos;
- Coeficiente de atrito dinâmico reduzido quando comparado com o coeficiente de atrito estático, o que evita solavancos em baixas velocidades;

- Temperatura de serviço entre -70° e 80°C;
- Tempo de utilização: 1 hora;
- Tempo de cura a 20°: 18 horas;

APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO DESLIZANTE

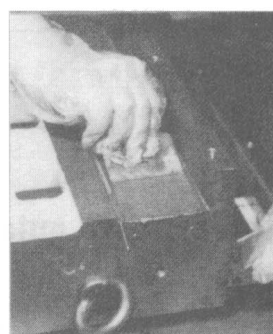
A aplicação do revestimento deslizante é feita com espátula ou por injeção. No caso da aplicação com espátula, obtém-se a moldagem adequada colocando-se o carro sobre o barramento. O conjunto deve ser nivelado. As figuras a seguir mostram a seqüência de execução desse processo.



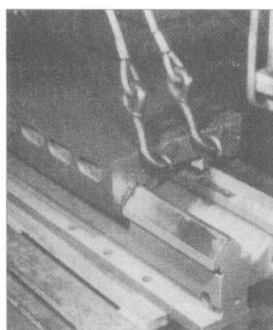
carro preparado



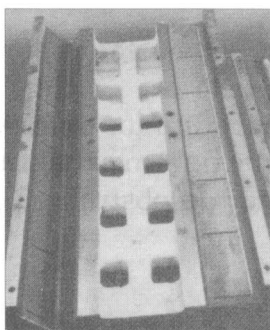
tratar face de contato com separador



aplicar -moglice-



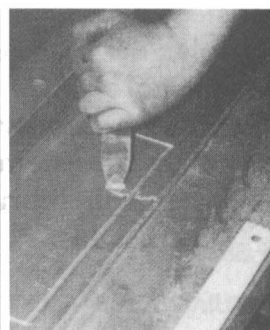
colocar carro



camada endurecida pronta



frezar canais de lubrificação



rasquetear caso necessário

No caso da aplicação por injeção, o carro é previamente alinhado sobre o barramento. A face a ser tratada deve ser aplainada.

O revestimento deslizante permite, ainda, o conserto de falhas causadas por excesso de atrito ou falhas de usinagem. Os canais de lubrificação são obtidos por meio de fresagem manual ou pré-moldagem.

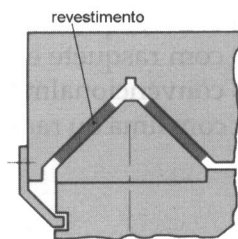
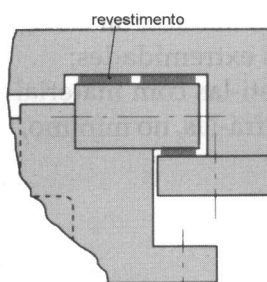
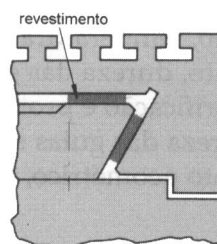
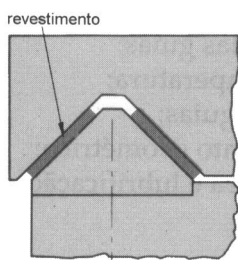
Atualmente, algumas máquinas saem das fábricas com o revestimento deslizante já aplicado.

A recuperação de guias de máquinas-ferramenta
também pode ser feita por um outro processo que reduz o
atrito e o desgaste e que aumenta a exatidão e a vida útil do
equipamento.

Esse processo consiste em colar nas guias de mesas
e carros uma manta de um material especial com
características específicas.

Esse material, após ser colado, pode ser usinado via
rasquete, fresa ou retífica, por exemplo.

Nas figuras, é possível observar como se apresentam
as guias de deslizamento após a aplicação da manta.



Solucionando Problemas

1) As guias de máquinas também são conhecidas pelo nome de:

- a) barramento;
- b) acento;
- c) vias deslizantes;
- d) caminho;
- e) pista oscilante.

2) As guias de deslizamento podem ser confeccionadas em:

- a) bronze;
- b) aço fundido;
- c) aço inoxidável;
- d) ferro fundido;
- e) latão.

3) As modernas máquinas, como as que apresentam comandos numéricos computadorizados (CNC), apresentam guias de deslizamento:

- a) com corpos rolantes;
- b) embuchadas com verniz;
- c) temperadas e cementadas;
- d) recozidas e normalizadas;
- e) postiças e pintadas.

4) A manutenção das vias de deslizamento é feita por meio de inspeções periódicas, nas quais são observados os seguintes itens:

- a) lubrificação, temperatura e dureza das guias;
- b) nivelamento, dureza das guias e temperatura;
- c) folgas, lubrificação e protetores das guias;
- d) folgas, dureza das guias e alinhamento geométrico;
- e) alinhamento geométrico, temperatura e lubrificação.

5) Para reformar as guias desgastadas de um barramento recomenda-se:

- a) substituí-las por novas e mais duras;
- b) raspá-las com rasquete e lixá-las para dar acabamento;
- c) raspá-las com rasquete e soldar suas extremidades;
- d) usiná-las convencionalmente e revesti-las com material adequado;
- e) usiná-las com lima ou rasquete e chanfrá-las, no mínimo, duas vezes.

PROCESSO MECÂNICO CONVENCIONAL PARA RECUPERAR GUIAS OU VIAS DE DESLIZAMENTO

Na aula anterior, estudamos que as guias do barramento podem ser recuperadas pelo processo de revestimento deslizante com a aplicação de resinas. Nesta aula, estudaremos outra forma de recuperar as guias, ou seja, pela aplicação do processo mecânico convencional.

O processo mecânico convencional consiste em usinar e depois rasquetear as guias.

RASQUETEAR

Rasquetear é a operação mecânica que consiste em extrair partículas metálicas muito pequenas da superfície de uma peça previamente usinada por limagem, torneamento, fresagem, aplainamento ou retificação.

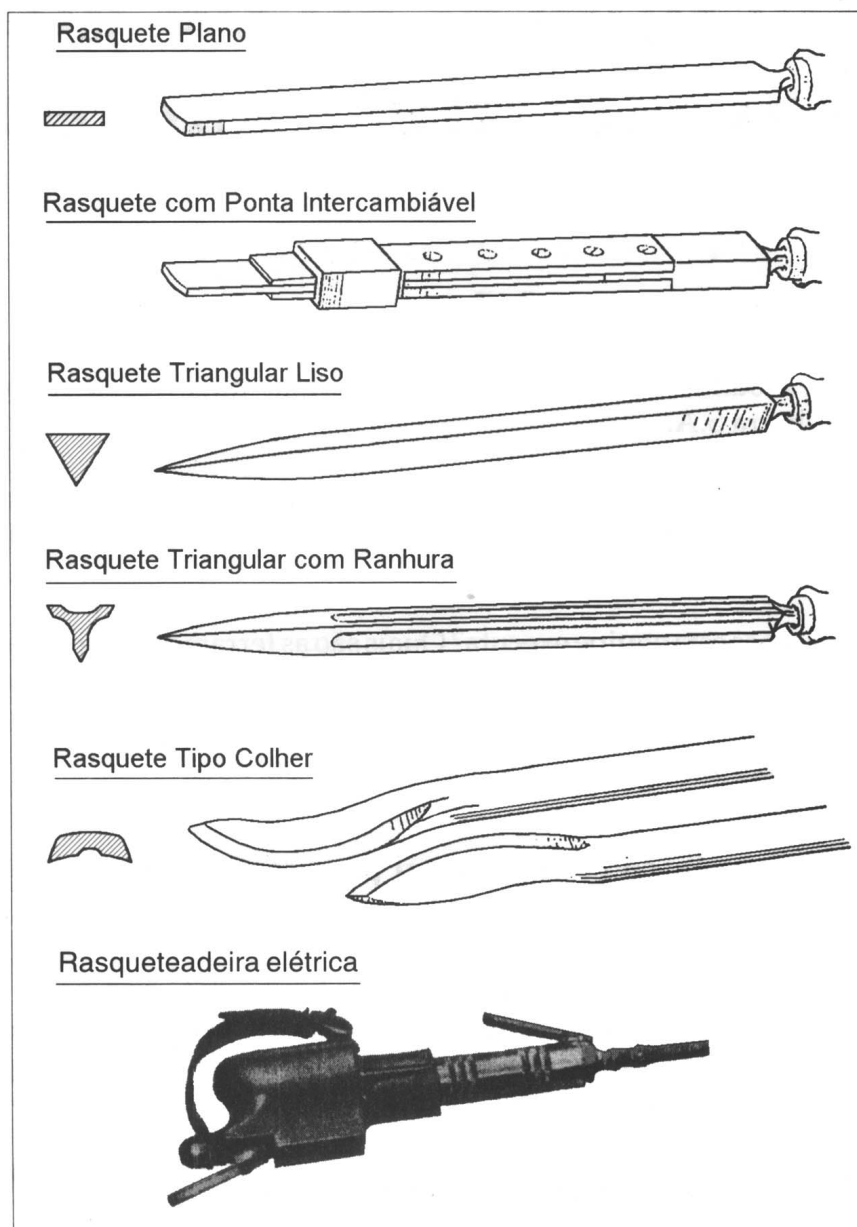
Essa operação tem dois grandes objetivos:

- corrigir a superfície das peças para suavizar os pontos de atrito;
- contribuir para a formação de uma película de óleo entre as superfícies de contato de peças que deslizam entre si.

O rasqueteamento é executado por meio de uma ferramenta de borda afiada chamada rasquete.

TIPOS DE RASQUETE

As figuras a seguir mostram alguns tipos de rasquete manuais e uma máquina de rasquetear.



Constituição dos rasquetes

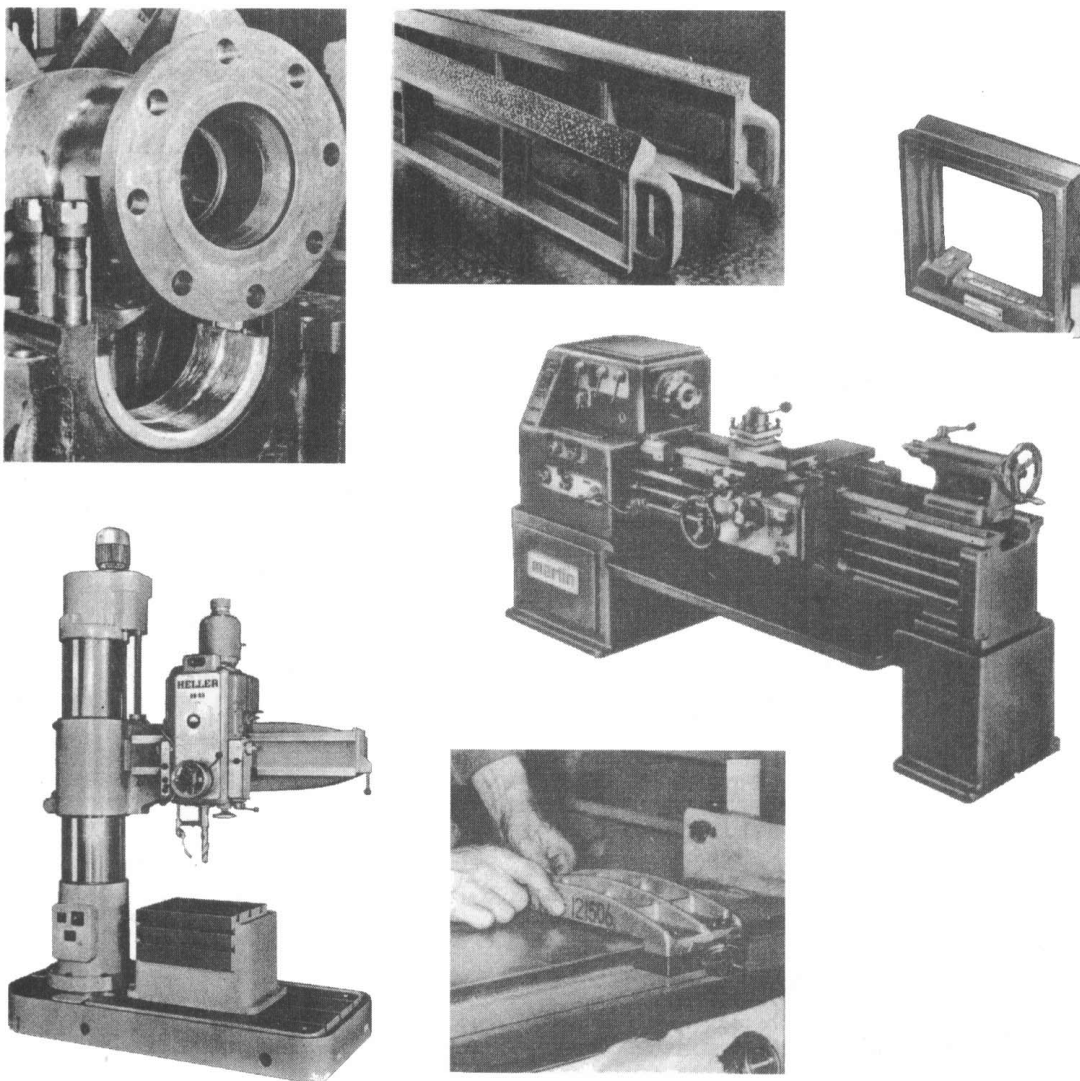
Os rasquetes são feitos de aços-ligas para ferramentas. Essas ferramentas são forjadas, conformadas, temperadas e revenidas. Após o revenimento, são afiadas e acabadas.

As pontas intercambiáveis, quando utilizadas em rasquetes que as admitem, são feitas de aço ao tungstênio, que é bastante duro. Rasquetes com essa pontas são indicados para trabalhar metais ou ligas metálicas duras.

O ângulo de corte dos rasquetes varia de 60° a 110°.

APLICAÇÕES DO RASQUTEAMENTO

O rasqueteamento é aplicado nas superfícies côncavas dos mancais de deslizamento; também em faces planas dos instrumentos de medida e de controle como réguas, mesas e bases de níveis, e em guias de barramento de máquinas-ferramenta.



QUALIDADE DE UMA SUPERFÍCIE RASQUTEADA

A qualidade de uma superfície rasqueteada depende do número de pontos de apoio que ela apresenta em uma área de 25 mm². Essa área, com um determinado número de pontos de apoio, é a unidade da qualidade de uma superfície rasqueteada.

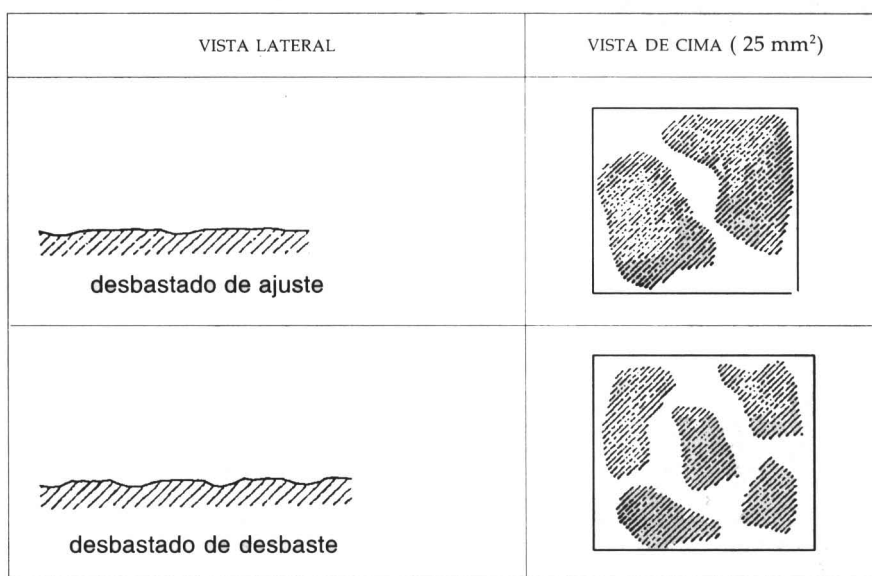
Dependendo do número de pontos de apoio que uma área de 25 mm² apresenta, temos quatro graus de qualidade do rasqueteado, ou seja:

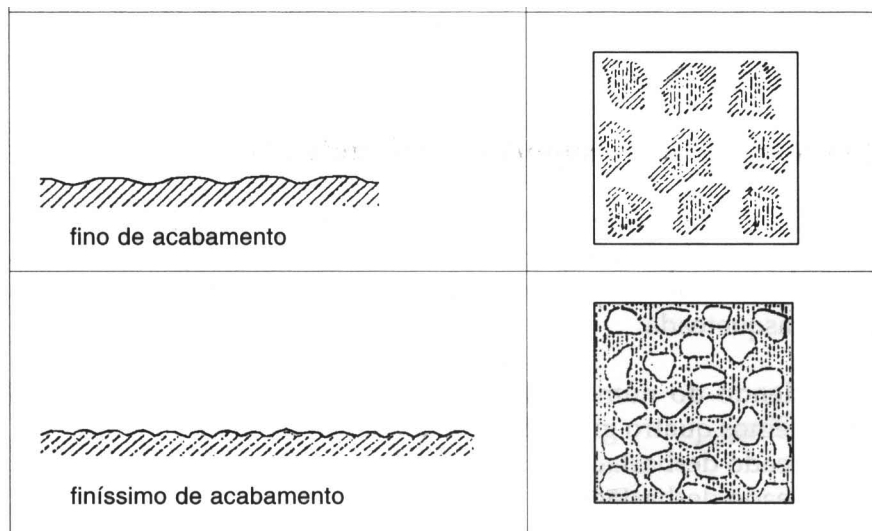
- rasqueteado desbastado de ajuste;
- rasqueteado desbastado de desbaste;
- rasqueteado fino de acabamento;
- rasqueteado finíssimo de acabamento.

O quadro seguinte resume os graus de qualidade do rasqueteado.

GRAUS DE QUALIDADE DO RASQUETEADO			
Denominação	Pontos de apoio em 25 mm ²	Emprego	Tipos de superfície
Desbastado de ajuste	1 a 3	Superfícies de apoio e superfícies fixas.	Planas
Desbastado de desbaste	4 a 5	Superfícies de todos os tipos.	Planas e curvas
Fino de acabamento	6 a 19	Guias e barramentos de máquinas de todos os tipos.	Planas e curvas
Finíssimo de acabamento	20 ou mais	Ferramentas de planear e desempenar superfícies de todos os tipos.	Planas e curvas

As figuras a seguir mostram superfícies rasqueteadas aumentadas, em vista lateral e em vista de cima, circunscritas a 25 mm².



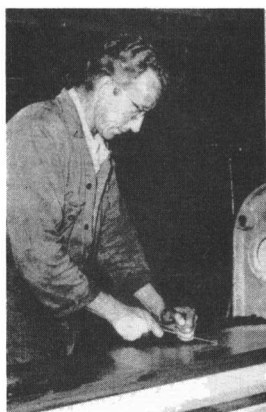


MANEJO DO RASQUETE PLANO

O rasquete plano, um dos mais utilizados na prática, exige paciência, força muscular e muita habilidade por parte do operador.

Considerando que o operador não seja canhoto, o rasquete plano deverá ser manejado da seguinte forma:

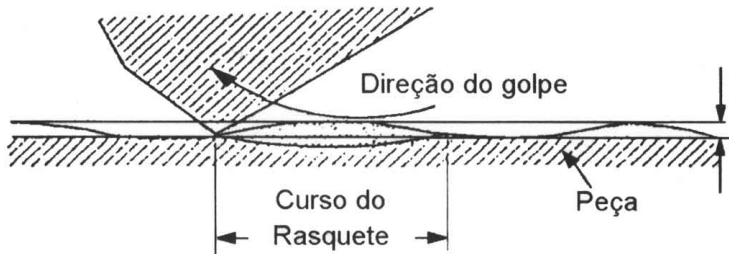
- pressionar o rasquete contra a superfície e conduzi-lo com as duas mãos;
- a mão direita deverá agarrar o cabo do rasquete e aplicar a força principal na direção dos impulsos, mantendo o ângulo de inclinação correto;



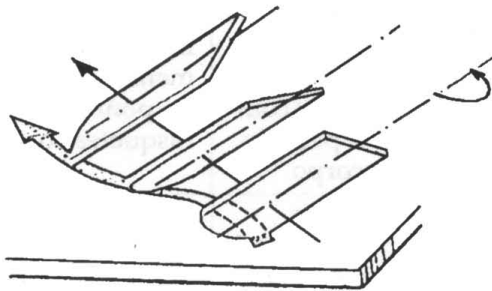
- a mão esquerda deverá agarrar o corpo do rasquete e guiá-lo durante o ataque à peça, na direção do impulso e no retrocesso, mantendo a pressão necessária.

No rasqueteamento de desbaste deve-se atacar a peça com fortes impulsos, e o rasquete deve ser apoiado pelo peso do corpo. À medida que a superfície da peça vai melhorando, os impulsos deverão ser mais curtos e rápidos.

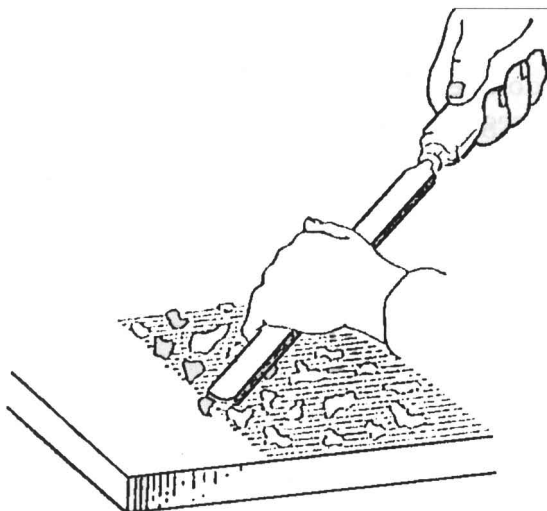
Reprodução aumentada da superfície de uma peça ferramenta



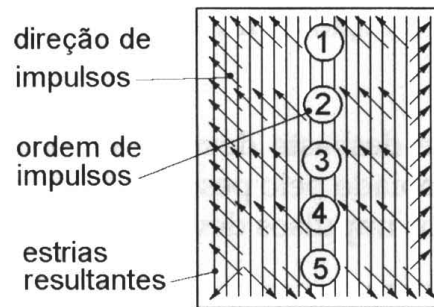
No rasqueteamento de acabamento fino, o rasquete deve ser girado sobre o seu eixo longitudinal durante o impulso.



No rasqueteado de acabamento finíssimo, o rasquete, além de ser girado sobre o seu próprio eixo longitudinal, deve ser aplicado com pressão menor e curso mais curto.



Seja qual for o tipo de rasqueteado a ser executado, os impulsos deverão ser executados de dentro para fora, seguindo a borda da peça a 45° e prosseguir em fileiras.



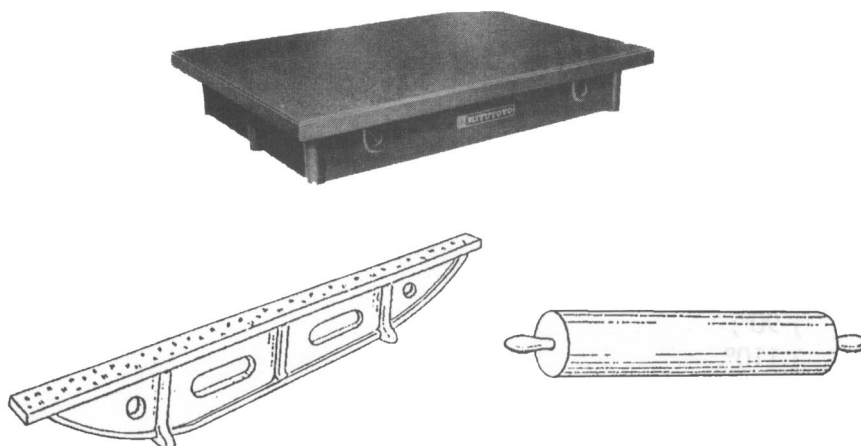
Os impulsos posteriores deverão ser de aproximadamente 90° em relação aos anteriores.

O quadro a seguir resume as técnicas de trabalho com rasquete plano.

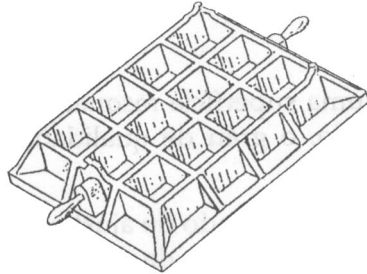
TÉCNICAS DE TRABALHO COM RASQUETE PLANO						
DENOMINAÇÃO	CURSO	PRESSÃO	MOVIMENTO	POSIÇÃO DO CORPO	ÂNGULO DE ATAQUE	PROFUNDIDADE DE CORTE
Desbastado	largo	grande	atuar com o peso do corpo	ligeiramente inclinado	$\cong 60^\circ$	0,01 mm a 0,03 mm
Fino	médio	média	atacar com força, sem atuar com o peso do corpo	inclinado a menor distância do ponto a ser rasqueteado	35° a 40°	0,005 mm a 0,01 mm
Finíssimo	curto	leve	suave, partindo da munheca	mais inclinado e perto do ponto de rasquetamento	$\cong 45^\circ$	0,003 m a 0,008 mm

CONTROLE DO RASQUETEAMENTO

O controle do grau de rasquetamento é feito por meio de mesas, réguas e cilindros de controle.



As mesas de controle são pranchas de ferro fundido com superfícies cuidadosamente trabalhadas, isto é, planas e lisas. A parte inferior das mesas de controle são providas de nervuras que evitam suas deformações.



As mesas de controle são fabricadas em tamanhos padronizados e utilizadas para verificar os pontos de apoio das superfícies planas rasqueteadas.

A verificação é efetuada passando-se tinta na superfície da mesa de controle e a peça é apoiada sobre ela. Quando a peça for de grande dimensão superficial, deve-se apoiar a mesa sobre a peça que será controlada.

Se necessário, a mesa deverá ser deslocada ao longo da superfície da peça. As marcas de tinta que ficam na superfície da mesa indicam pontos de apoio que deverão ou não ser rasqueteados, dependendo do grau de acabamento que se deseja obter.

As réguas e os cilindros de controle apresentam dimensões que variam de 100mm a 2000mm de comprimento. Esses instrumentos de controle são fabricados segundo a norma DIN 876, com três graus de qualidade distintos, conforme a exatidão de acabamento de suas superfícies.

Tanto a régua quanto o cilindro de controle não devem ser utilizados para traçagem e alinhamento. Esses instrumentos, depois de utilizados, devem ter a face de controle limpa, coberta com uma película de vaselina sólida ou graxa e guardados convenientemente em locais onde não venham a sofrer pancadas.

Solucionando Problemas

1) Os rasquetes são fabricados em:

- a) () ferro fundido;
- b) () aços-liga para ferramenta;
- c) () latão cromado;
- d) () aço carbono com baixo teor de carbono;
- e) () aço carbono, rico em ferrita.

2) O ângulo de corte máximo de um rasquete é de:

- a) () 45°;
- b) () 60°;
- c) () 75°;
- d) () 90°;
- e) () 110°.

3) A unidade de qualidade de uma superfície rasquetada é dada pelo número de pontos contidos em uma superfície de área igual a:

- a) () 25 m²;
- b) () 25 dm²;
- c) () 25 cm²;
- d) () 25 mm²;
- e) () 2,5 cm².

4) A figura abaixo mostra uma superfície rasquetada de uma peça, vista de cima. Segundo a ilustração, o grau de qualidade do rasquetado obtido chama-se:



- a) () desbastado de ajuste;
- b) () desbastado de desbaste;
- c) () fino de acabamento;
- d) () finíssimo de acabamento;
- e) () corrugado de desbaste.

5) O controle do grau de rasquetamento de uma superfície plana de grande dimensão superficial de uma peça pode ser feito com:

- a) () régua de controle;
- b) () mesa de controle;
- c) () cilindro de controle;
- d) () tarugo de controle;
- e) () assento de controle.

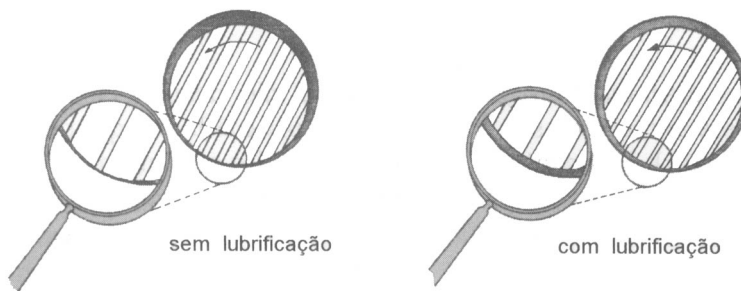
6) Cilindros de controle são utilizados para verificar o grau de rasquetamento de superfícies:

- a) () côncavas;
- b) () convexas;
- c) () plano-convexas;
- d) () plano-côncavas;
- e) () prismáticas.

Conceito e objetivo da lubrificação

A lubrificação é uma operação que consiste em introduzir uma substância apropriada entre superfícies sólidas que estejam em contato entre si e que executam movimentos relativos. Essa substância apropriada normalmente é um óleo ou uma graxa que impede o contato direto entre as superfícies sólidas.

Quando recobertos por um lubrificante, os pontos de atrito das superfícies sólidas fazem com que o atrito sólido seja substituído pelo atrito fluído, ou seja, em atrito entre uma superfície sólida e um fluído. Nessas condições, o desgaste entre as superfícies será bastante reduzido.

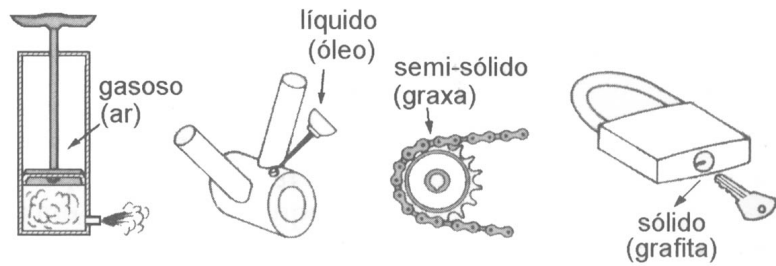


Além dessa redução do atrito, outros objetivos são alcançados com a lubrificação, se a substância lubrificante for selecionada corretamente:

- menor dissipação de energia na forma de calor;
- redução da temperatura, pois o lubrificante também refrigera;
- redução da corrosão;
- redução de vibrações e ruídos;
- redução do desgaste.

Lubrificantes

Os lubrificantes podem ser gasosos como o ar; líquidos como os óleos em geral; semi-sólidos como as graxas e sólidos como a grafita, o talco, a mica etc.



Contudo, os lubrificantes mais práticos e de uso diário são os líquidos e os semi-sólidos, isto é, os óleos e as graxas.

Classificação dos óleos quanto à origem

Quanto à origem, os óleos podem ser classificados em quatro categorias: óleos minerais, óleos vegetais, óleos animais e óleos sintéticos.

Óleos minerais - São substâncias obtidas a partir do petróleo e, de acordo com sua estrutura molecular, são classificadas em óleos parafínicos ou óleos naftênicos.

Óleos vegetais - São extraídos de sementes: soja, girassol, milho, algodão, arroz, mamona, oiticica, babaçu etc.

Óleos animais - são extraídos de animais como a baleia, o cachalote, o bacalhau, a capivara etc.

Óleos sintéticos - São produzidos em indústrias químicas que utilizam substâncias orgânicas e inorgânicas para fabricá-los. Estas substâncias podem ser silicones, ésteres, resinas, glicerinas etc.

Aplicações dos óleos

Os óleos animais e vegetais raramente são usados isoladamente como lubrificantes, por causa da sua baixa resistência à oxidação, quando comparados a outros tipos de lubrificantes. Em vista disso, eles geralmente são adicionados aos óleos minerais com a função de atuar como agentes de oleosidade.

A mistura obtida apresenta características eficientes para lubrificação, especialmente em regiões de difícil lubrificação. Alguns óleos vegetais são usados na alimentação humana. Você é capaz de citar alguns?

Os óleos sintéticos são de aplicação muito rara, em razão de seu elevado custo, e são utilizados nos casos em que outros tipos de substâncias não têm atuação eficiente. Os óleos minerais são os mais utilizados nos mecanismos industriais, sendo obtidos em larga escala a partir do petróleo.

Características dos óleos lubrificantes

Os óleos lubrificantes, antes de serem colocados à venda pelo fabricante, são submetidos a ensaios físicos padronizados que, além de controlarem a qualidade do produto, servem como parâmetros para os usuários.

Os principais ensaios físicos padronizados para os óleos lubrificantes encontram-se resumidos na tabela a seguir.

TIPO DE ENSAIO	O QUE DETERMINA O ENSAIO
Viscosidade	Resistência ao escoamento oferecida pelo óleo. A viscosidade é inversamente proporcional à temperatura. O ensaio é efetuado em aparelhos denominados viscosímetros. Os viscosímetros mais utilizados são o Saybolt, o Engler, o Redwood e o Ostwald.
Índice de viscosidade	Mostra como varia a viscosidade de um óleo conforme as variações de temperatura. Os óleos minerais parafínicos são os que apresentam menor variação da viscosidade quando varia a temperatura e, por isso, possuem índices de viscosidade mais elevados que os naftênicos.
Densidade relativa	Relação entre a densidade do óleo a 20°C e a densidade da água a 4°C ou a relação entre a densidade do óleo a 60°F e a densidade da água a 60°F.
Ponto de fulgor (flash point)	Temperatura mínima à qual pode inflamar-se o vapor de óleo, no mínimo, durante 5 segundos. O ponto de fulgor é um dado importante quando se lida com óleos que trabalham em altas temperaturas.
Ponto de combustão	Temperatura mínima em que se sustenta a queima do óleo.
Ponto de mínima fluidez	Temperatura mínima em que ocorre o escoamento do óleo por gravidade. O ponto de mínima fluidez é um dado importante quando se lida com óleos que trabalham em baixas temperaturas.
Resíduos de carvão	Resíduos sólidos que permanecem após a destilação destrutiva do óleo.

Graxas

As graxas são compostos lubrificantes semi-sólidos constituídos por uma mistura de óleo, aditivos e agentes engrossadores chamados sabões metálicos, à base de alumínio, cálcio, sódio, lítio e bário. Elas são utilizadas onde o uso de óleos não é recomendado.

As graxas também passam por ensaios físicos padronizados e os principais encontram-se no quadro a seguir.

TIPO DE ENSAIO	O QUE DETERMINA O ENSAIO
Consistência	Dureza relativa, resistência à penetração.
Estrutura	Tato, aparência.
Filamentação	Capacidade de formar fios ou filamentos.
Adesividade	Capacidade de aderência.
Ponto de fusão ou gotejo	Temperatura na qual a graxa passa para o estado líquido.

Tipos de graxa

Os tipos de graxa são classificados com base no sabão utilizado em sua fabricação.

Graxa à base de alumínio: macia; quase sempre filamentosa; resistente à água; boa estabilidade estrutural quando em uso; pode trabalhar em temperaturas de até 71°C. É utilizada em mancais de rolamento de baixa velocidade e em chassis.

Graxa à base de cálcio: vaselinada; resistente à água; boa estabilidade estrutural quando em uso; deixa-se aplicar facilmente com pistola; pode trabalhar em temperaturas de até 77°C. É aplicada em chassis e em bombas d'água.

Graxa à base de sódio: geralmente fibrosa; em geral não resiste à água; boa estabilidade estrutural quando em uso. Pode trabalhar em ambientes com temperatura de até 150°C. É aplicada em mancais de rolamento, mancais de rodas, juntas universais etc.

Graxa à base de lítio: vaselinada; boa estabilidade estrutural quando em uso; resistente à água; pode trabalhar em temperaturas de até 150°C. É utilizada em veículos automotivos e na aviação.

Graxa à base de bário: características gerais semelhantes às graxas à base de lítio.

Graxa mista: é constituída por uma mistura de sabões. Assim, temos graxas mistas à base de sódio-cálcio, sódio-alumínio etc.

Além dessas graxas, há graxas de múltiplas aplicações, graxas especiais e graxas sintéticas.

Lubrificantes sólidos

Algumas substâncias sólidas apresentam características peculiares que permitem a sua utilização como lubrificantes, em condições especiais de serviço.

Entre as características importantes dessas substâncias, merecem ser mencionadas as seguintes:

- baixa resistência ao cisalhamento;
- estabilidade a temperaturas elevadas;
- elevado limite de elasticidade;
- alto índice de transmissão de calor;
- alto índice de adesividade;
- ausência de impurezas abrasivas.

Embora tais características não sejam sempre atendidas por todas as substâncias sólidas utilizadas como lubrificantes, elas aparecem de maneira satisfatória nos carbonos cristalinos, como a grafita, e no bissulfeto de molibdênio, que são, por isso mesmo, aquelas mais comumente usadas para tal finalidade.

A grafita, após tratamentos especiais, dá origem à grafita coloidal, que pode ser utilizada na forma de pó finamente dividido ou em dispersões com água, óleos minerais e animais e alguns tipos de solventes.

É crescente a utilização do bissulfeto de molibdênio (MoS₂) como lubrificante. A ação do enxofre (símbolo químico = S) existe em sua estrutura propicia uma excelente aderência da substância com a superfície metálica, e seu uso é recomendado sobretudo para partes metálicas submetidas a condições severas de pressão e temperaturas elevadas.

Pode ser usado em forma de pó dividido ou em dispersão com óleos minerais e alguns tipos de solventes.

A utilização de sólidos como lubrificantes é recomendada para serviços em condições especiais, sobretudo aquelas em que as partes a lubrificar estão submetidas a pressões ou temperaturas elevadas ou se encontram sob a ação de cargas intermitentes ou em meios agressivos.

Os meios agressivos são comuns nas refinarias de petróleo, nas indústrias químicas e petroquímicas.

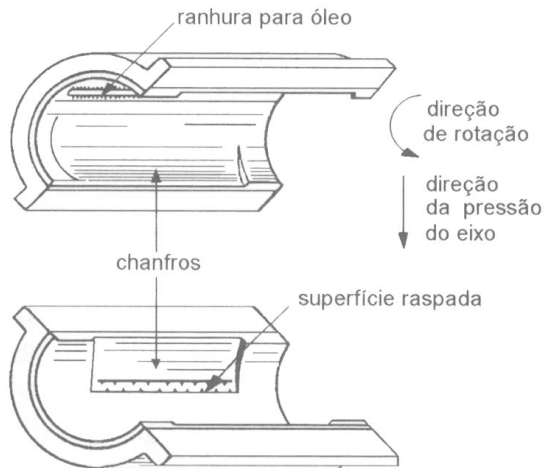
Aditivos

Aditivos são substâncias que entram na formulação de óleos e graxas para conferir-lhes certas propriedades. A presença de aditivos em lubrificantes tem os seguintes objetivos:

- melhorar as características de proteção contra o desgaste e de atuação em trabalhos sob condições de pressões severas;
- aumentar a resistência à oxidação e corrosão;
- aumentar a atividade dispersante e detergente dos lubrificantes;
- aumentar a adesividade;
- aumentar o índice de viscosidade.

Lubrificação de mancais de deslizamento

O traçado correto dos chanfros e ranhuras de distribuição do lubrificante nos mancais de deslizamento é o fator primordial para se assegurar a lubrificação adequada.



Os mancais de deslizamento podem ser lubrificados com óleo ou com graxa. No caso de óleo, a viscosidade é o principal fator a ser levado em consideração; no caso de graxa, a sua consistência é o fator relevante.

A escolha de um óleo ou de uma graxa também depende dos seguintes fatores:

- geometria do mancal: dimensões, diâmetro, folga mancal / eixo;
- rotação do eixo;
- carga no mancal;
- temperatura de operação do mancal;
- condições ambientais: temperatura, umidade, poeira e contaminantes;
- métodos de aplicação.

Lubrificação de mancais de rolamento

Os rolamentos axiais autocompensadores de rolos são lubrificados, normalmente, com óleo. Todos os demais tipos de rolamentos podem ser lubrificados com óleo ou com graxa.

Lubrificação com graxa

Em mancais de fácil acesso, a caixa pode ser aberta para se renovar ou completar a graxa. Quando a caixa é bipartida, retira-se a parte superior; caixas inteiriças dispõem de tampas laterais facilmente removíveis.

Como regra geral, a caixa deve ser cheia apenas até um terço ou metade de seu espaço livre com uma boa graxa de boa qualidade, possivelmente à base de lítio.

Lubrificação com óleo

O nível de óleo dentro da caixa de rolamentos deve ser mantido baixo, não excedendo o centro do corpo rolante inferior. É muito conveniente o emprego de um sistema circulatório para o óleo e, em alguns casos, recomenda-se o uso de lubrificação por neblina.

Intervalos de lubrificação

No caso de rolamentos lubrificados por banho de óleo, o período de troca de óleo depende, fundamentalmente, da temperatura de funcionamento do rolamento e da possibilidade de contaminação proveniente do ambiente.

Não havendo grande possibilidade de poluição, e sendo a temperatura inferior a 50°C, o óleo pode ser trocado apenas uma vez por ano. Para temperaturas em torno de 100°C, este intervalo cai para 60 ou 90 dias.

Lubrificação dos mancais dos motores

Temperatura, rotação e carga do mancal são os fatores que vão direcionar a escolha do lubrificante.

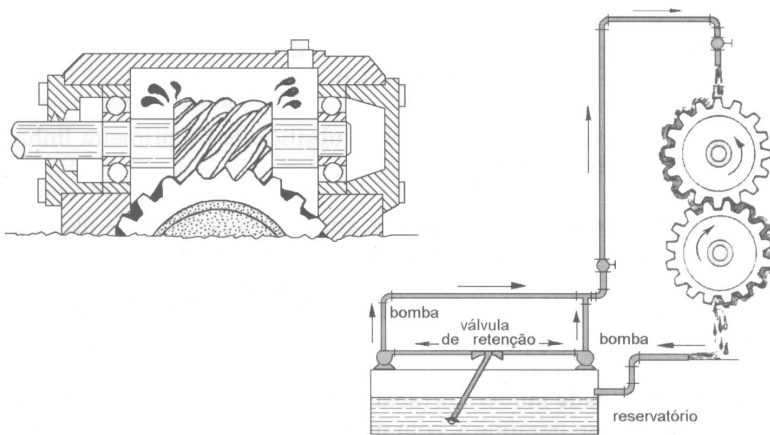
Regra geral:

- temperaturas altas: óleo mais viscosos ou uma graxa que se mantenha consistente;
- altas rotações: usar óleo mais fino;
- baixas rotações: usar óleo mais viscoso.

Lubrificação de engrenagens fechadas

A completa separação das superfícies dos dentes das engrenagens durante o engrenamento implica presença de uma película de óleo de espessura suficiente para que as saliências microscópicas destas superfícies não se toquem.

O óleo é aplicado às engrenagens fechadas por meio de salpico ou de circulação.



A seleção do óleo para engrenagens depende dos seguintes fatores: tipo de engrenagem, rotação do pinhão, grau de redução, temperatura de serviço, potência, natureza da carga, tipo de acionamento, método de aplicação e contaminação.

Lubrificação de engrenagens abertas

Não é prático nem econômico encerrar alguns tipos de engrenagem numa caixa. Estas são as chamadas engrenagens abertas.

As engrenagens abertas só podem ser lubrificadas intermitentemente e, muitas vezes, só a intervalos regulares, proporcionando películas lubrificantes de espessuras mínimas entre os dentes, prevalecendo as condições de lubrificação limítrofe.

Ao selecionar o lubrificante de engrenagens abertas, é necessário levar em consideração as seguintes condições:

temperatura, método de aplicação, condições ambientais e material da engrenagem.

Lubrificação de motorreductores

A escolha de um óleo para lubrificar motorreductores deve ser feita considerando-se os seguintes fatores: tipo de engrenagens; rotação do motor; temperatura de operação e carga. No geral, o óleo deve ser quimicamente estável para suportar oxidações e resistir à oxidação.

Lubrificação de máquinas ferramenta

Existe, atualmente, um número considerável de máquinas-ferramenta com uma extensa variedade de tipos de modelos, dos mais rudimentares àqueles mais sofisticados, fabricados segundo as tecnologias mais avançadas.

Diante de tão grande variedade de máquinas-ferramenta, recomenda-se a leitura atenta do manual do fabricante do equipamento, no qual serão encontradas indicações precisas para lubrificação e produtos a serem utilizados.

Para equipamentos mais antigos, e não se dispor de informações mais precisas, as seguintes indicações genéricas podem ser obedecidas:

Sistema de circulação forçada – óleo lubrificante de primeira linha com número de viscosidade S 215 (ASTM).

Lubrificação intermitente (oleadeiras, copo conta-gotas etc.) – óleo mineral puro com número de viscosidade S 315 (ASTM).

Fusos de alta velocidade (acima de 3000 rpm) – óleo lubrificante de primeira linha, de base parafínica, com número de viscosidade S 75 (ASTM).

Fusos de velocidade moderada (abaixo de 3000 rpm) – óleo lubrificante de primeira linha, de base parafínica, com número de viscosidade S 105 (ASTM).

Lubrificação de máquinas ferramenta

Existe, atualmente, um número considerável de máquinas-ferramenta com uma extensa variedade de tipos de modelos, dos mais rudimentares àqueles mais sofisticados, fabricados segundo as tecnologias mais avançadas.

Diante de tão grande variedade de máquinas-ferramenta, recomenda-se a leitura atenta do manual do fabricante do equipamento, no qual serão encontradas indicações precisas para lubrificação e produtos a serem utilizados.

Para equipamentos mais antigos, e não se dispondo de informações mais precisas, as seguintes indicações genéricas podem ser obedecidas:

Sistema de circulação forçada – óleo lubrificante de primeira linha com número de viscosidade S 215 (ASTM).

Lubrificação intermitente (oleadeiras, copo conta-gotas etc.) – óleo mineral puro com número de viscosidade S 315 (ASTM).

Fusos de alta velocidade (acima de 3000 rpm) – óleo lubrificante de primeira linha, de base parafínica, com número de viscosidade S 75 (ASTM).

Fusos de velocidade moderada (abaixo de 3000 rpm) – óleo lubrificante de primeira linha, de base parafínica, com número de viscosidade S 105 (ASTM).

Guias e barramentos – óleos lubrificantes contendo aditivos de adesividade e inibidores de oxidação e corrosão, com número de viscosidade S 1000 (ASTM).

Caixas de redução – para serviços leves podem ser utilizados óleos com número de viscosidade S 1000 (ASTM) aditivados convenientemente com antioxidantes, antiespumantes etc. Para serviços pesados, recomenda-se óleos com aditivos de extrema pressão e com número de viscosidade S 2150 (ASTM).

Lubrificação à graxa – em todos os pontos de lubrificação à graxa pode-se utilizar um mesmo produto. Sugere-se a utilização de graxas à base de sabão de lítio de múltipla aplicação e consistência NLGI 2.

Observações: S = Saybolt; ASTM = American Society of Testing Materials (Sociedade Americana de Materiais de Teste). NLGI = National Lubricating Grease Institute (Instituto Nacional de Graxa Lubrificante).

Em resumo, por mais complicada que uma máquina pareça, há apenas três elementos a lubrificar:

1. Apoios de vários tipos, tais como: mancais de deslizamento ou rolamento, guia etc.

2. Engrenagens de dentes retos, helicoidais, parafusos de rosca sem-fim etc., que podem estar descobertas ou encerradas em caixas fechadas.

3. Cilindros, como os que se encontram nos compressores e em toda a espécie de motores, bombas ou outras máquinas com êmbolos.

Solucionando Problemas

Responda.

1) No que consiste a lubrificação?

.....
.....

2) Em termos práticos, quais são os lubrificantes mais utilizados?

.....
.....

3) Quanto à origem, como se classificam os lubrificantes?

.....
.....

4) O que é viscosidade?

.....
.....

5) O que são graxas?

.....
.....

6) Um mancal de deslizamento que opera sob alta pressão e em baixa rotação deve ser lubrificado com óleo ou graxa? Justifique.

.....
.....

Organização da lubrificação

Uma lubrificação só poderá ser considerada correta quando o ponto de lubrificação recebe o lubrificante certo, no volume adequado e no momento exato.

A simplicidade da frase acima é apenas aparente. Ela encerra toda a essência da lubrificação.

De fato, o ponto só recebe lubrificante certo quando:

- a especificação de origem (fabricante) estiver correta;
- a qualidade do lubrificante for controlada;
- não houver erros de aplicação;
- o produto em uso for adequado;
- o sistema de manuseio, armazenagem e estocagem estiverem corretos.

O **volume adequado** só será alcançado se:

- o lubrificador (homem da lubrificação) estiver habilitado e capacitado;
- os sistemas centralizados estiverem corretamente projetados, mantidos e regulados;
- os procedimentos de execução forem elaborados, implantados e obedecidos;
- houver uma inspeção regular e permanente nos reservatórios.

O **momento exato** será atingido quando:

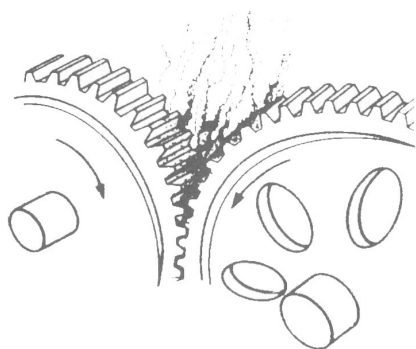
- houver um programa para execução dos serviços de lubrificação;
- os períodos previstos estiverem corretos;
- as recomendações do fabricante estiverem corretas;
- a equipe de lubrificação estiver corretamente dimensionada;
- os sistemas centralizados estiverem corretamente regulados.

Qualquer falha de lubrificação provoca, na maioria das vezes, desgastes com conseqüências a médio e longo prazos, afetando a vida útil dos elementos lubrificados. Pouquíssimas vezes a curto prazo.

Estudos efetuados por meio da análise ferrográfica de lubrificantes têm mostrado que as partículas geradas como efeito da má lubrificação são partículas do tipo normal, porém em volumes muito grandes, significando que o desgaste nestas circunstâncias ocorre de forma acelerada, levando inexoravelmente até a falha catastrófica.

Uma máquina, em vez de durar vinte anos, irá degradar em cinco anos. Um mancal de um redutor previsto para durar dois anos será trocado em um ano.

Os dentes de engrenagens projetados para operarem durante determinado período de tempo terá de ser substituído antecipadamente.



Se projetarmos estes problemas para os milhares de pontos de lubrificação existentes, teremos uma idéia do volume adicional de paradas que poderão ser provocadas, a quantidade de sobressalentes consumidos e a mão-de-obra utilizada para reparos.

Somente um monitoramento feito por meio da ferrografia poderá determinar os desgastes provocados pela má lubrificação. É muito difícil diagnosticar uma falha catastrófica resultante da má lubrificação. Normalmente se imagina que se a peça danificada estiver com lubrificante, o problema não é da lubrificação. Mas quem poderá garantir a qualidade da lubrificação ao longo dos últimos anos?

Programa de lubrificação

Em qualquer empreendimento industrial, independentemente do seu porte, o estabelecimento de um programa racional de lubrificação é fator primordial para a obtenção da melhor eficiência operacional dos equipamentos.

A existência de um programa racional de lubrificação e sua implementação influem de maneira direta nos custos industriais pela redução do número de paradas para manutenção, diminuição das despesas com peças de reposição e com lubrificantes e pelo aumento da produção, além de melhorar as condições de segurança do próprio serviço de lubrificação.

A primeira providência para a elaboração e instalação de um programa de lubrificação refere-se a um levantamento cuidadoso das máquinas e equipamentos e das suas reais condições de operação.

Para maior facilidade, recomenda-se que tal levantamento seja efetuado por setores da empresa, especificando-se sempre todos os equipamentos instalados, de maneira que eles possam ser identificados de maneira inequívoca.

Uma vez concluído este primeiro passo, deve-se verificar quais os equipamentos cujos manuais do fabricante estão disponíveis e quais os tipos e marcas de lubrificantes para eles recomendados. De posse dos dados anteriores, deve-se elaborar um plano de lubrificação para cada equipamento, em que ele deve ser identificado. E ainda mencionar todos os seus pontos de lubrificação, métodos a empregar, produtos recomendados e periodicidade da lubrificação.

Para facilitar aos operários encarregados da lubrificação e minimizar a possibilidade de erros nas tarefas de lubrificação (aplicação de produtos indevidos), sugere-se identificar, nas máquinas, todos os pontos de lubrificação com um símbolo correspondente ao do produto a ser nele aplicado.

Há várias maneiras de se estabelecer tais códigos, sendo prática a utilização de cores e figuras geométricas para facilitar a tarefa de identificação.

Assim, círculos podem representar pontos lubrificados a óleo e triângulos ou quadrados, pontos lubrificados a graxas. E a cor de cada uma dessas figuras será determinada pelas características do produto a ser empregado.

Como exemplo, um óleo para lubrificação de mancais de rolamento com velocidade de 10.000 rpm e temperatura de operação na faixa dos 60°C poderia ser identificado do seguinte modo:

Ⓟ óleo lubrificante de primeira linha com inibidores de oxidação e corrosão;
viscosidade SSU a 210°F de 52 a 58 segundos. Marca comercial X e fornecedor Y.

Observação: V = vermelho

O trecho de um plano de lubrificação, como anteriormente mencionado, pode-se apresentar da seguinte forma:

Equipamento	Parte a lubrificar	Método	Produto	Observações
Retífica nº1	Cabeçote do rebolo	Banho de óleo	Ⓐ	①
	Cabeçote fixo	Banho de óleo	Ⓑ	①
	Caixa de Redução	Banho de óleo	Ⓑ	①
	Lubrificação geral a óleo	Almotolia	Ⓥe	②
	Lubrificação geral a graxa	Pistola	Ⓥ	③

Obs.:

- 1 - Completar o nível semanalmente. Trocar a carga a cada 180 dias.
- 2 - Abastecer diariamente as oleadeiras.
- 3 - Abastecer mensalmente os pinos graxeiros.

Neste exemplo, os produtos estão representados pelos seus respectivos códigos, em que as letras no interior do círculo representam as cores que identificam os lubrificantes. Nesse caso sugerido, temos: A = amarelo; B = branco; Ve = verde e V = vermelho.

Esses códigos, por sua vez, seriam pintados, nas respectivas cores, nos diferentes pontos de lubrificação do equipamento.

Acompanhamento e controle

Visando racionalizar o uso dos óleos e graxas lubrificantes, sempre que é elaborado um programa geral de lubrificação procura-se reduzir ao máximo a quantidade de produtos recomendados.

No que se refere ao controle, podem ser elaborados fichas para cada seção da empresa, nas quais serão mencionados os respectivos equipamentos e anotados dados como: freqüência de lubrificação, quantidade de lubrificantes a aplicar etc.

Tais fichas são distribuídas aos operários da execução da lubrificação e devem ser devolvidas com as anotações devidas.

O consumo é controlado, quando possível, por equipamento. Em geral, para métodos de lubrificação manual (almotolia, pistola de graxa, copos graxeiros, copos conta-gotas etc.), fica difícil o controle de consumo por equipamento. Recomenda-se, nesse caso, considerar o consumo por seção, dividi-lo pelo número de pontos lubrificados, obtendo-se então um consumo médio por ponto de lubrificação, que multiplicado pelo número de pontos a lubrificar do equipamento, fornece o seu consumo médio no período de tempo considerado. Esse consumo deve ser dimensionado de acordo com o porte de cada empresa.

Armazenagem e manuseio de lubrificantes

Os óleos lubrificantes são embalados usualmente em tambores de 200 litros, conforme norma do INMETRO (Instituto de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial).

As graxas são comercializadas em quilograma e os tambores são de 170 Kg ou 180 Kg, conforme o fabricante.

Em relação ao manuseio e armazenagem de lubrificantes, deve-se evitar a presença de água. Os óleos contaminam-se facilmente com água. A água pode ser proveniente de chuvas ou da umidade do ar. Areia, poeira e outras partículas estranhas também são fatores de contaminação de óleos e graxas.

Outro fator que afeta os lubrificantes, especialmente as graxas, é a temperatura muito elevada, que pode decompô-las.

Quando não houver possibilidade de armazenagem dos lubrificantes em recinto fechado e arejado, devem ser observados os seguintes cuidados:

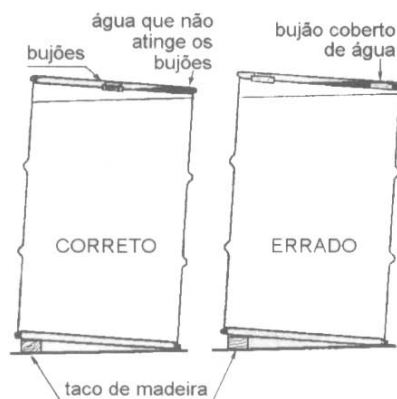
- manter os tambores sempre deitados sobre ripas de madeira para evitar a corrosão;
- nunca empilhar os tambores sobre aterros de escórias, pois estas atacam seriamente as chapas de aço de que eles são feitos;
- em cada extremidade de fila, os tambores devem ser



firmemente escorados por calços de madeira. Os bujões devem ficar em fila horizontal;

- fazer inspeções periódicas para verificar se as marcas dos tambores continuam legíveis e descobrir qualquer vazamento;

- se os tambores precisarem ficar na posição vertical, devem ser cobertos por um encerado. Na falta do encerado, o recurso é coloca-los ligeiramente inclinados, com o emprego de calços de madeira, de forma que se evite o acúmulo de água sobre qualquer um dos bujões.



A armazenagem em recinto fechado e arejado pode ser feita em estantes de ferro apropriadas chamadas racks ou em estrados de madeira chamados pallets.

O emprego de racks exige o uso de um mecanismo tipo monorail com talha móvel para a colocação e retirada dos tambores das estantes superiores. Para a manipulação dos pallets, é necessária uma empilhadeira com garfo.

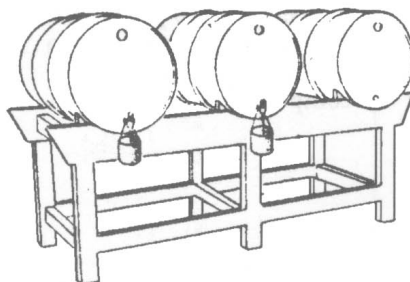
Uma outra possibilidade é dispor os tambores horizontalmente e superpostos em até três filas, com ripas de madeira de permeio e calços convenientes, conforme já foi mostrado. A retirada dos tambores é feita usando-se uma rampa formada por duas tábuas grossas colocadas em paralelo, por onde rolam cuidadosamente os tambores.

Panos e estopas sujos de óleo não devem ser deixados nesses locais, porque constituem focos de combustão, além do fator estético. O almoxarifado de lubrificantes deve ficar distante de poeiras de cimento, carvão etc., bem como de fontes de calor como fornos e caldeiras.

O piso do almoxarifado de lubrificantes não deve soltar poeira e nem absorver óleo depois de um derrame acidental. Pode-se retirar óleo de um tambor em posição vertical utilizando uma pequena bomba manual apropriada.

Os tambores que estiverem sendo usados devem ficar deitados horizontalmente sobre cavaletes adequados. A retirada de óleo é feita, nesse caso, por meio de torneiras apropriadas.





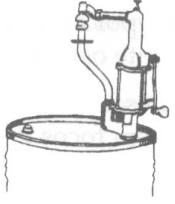
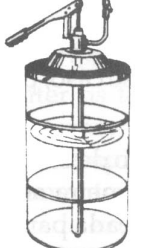
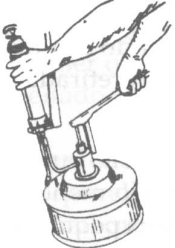
Geralmente adapta-se a torneira ao bujão menor. Para o caso de óleos muito viscosos, recomenda-se usar o bujão menor. O bujão com torneira adaptada deve ficar voltado para baixo, e uma pequena lata deve ser colocada para captar um eventual gotejamento, conforme a figura.

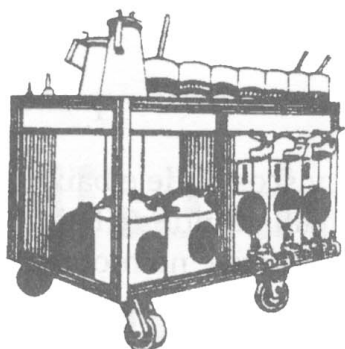


Os recipientes e os funis devem ser mantidos limpos, lavados periodicamente com querosene e enxugados antes de voltarem ao uso. Para graxas, que em geral são em número reduzido e cujo consumo é muito menor que o de óleos, recomenda-se o emprego de bombas apropriadas, mantendo-se o tambor sempre bem fechado.

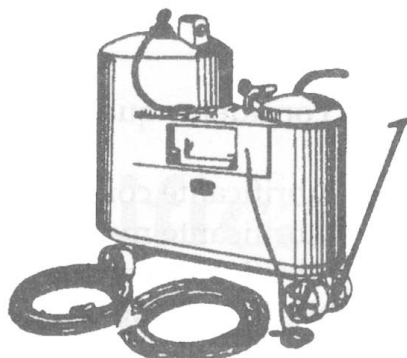
Acessórios de lubrificação

Os principais acessórios utilizados em lubrificação são os seguintes:

 <p>Talha: serve para mover os tambores de lubrificantes e pode ser manual ou elétrica.</p>	 <p>Empilhadeira: é utilizada na estocagem dos tambores.</p>	 <p>Tanque: é utilizado para a limpeza do equipamento de lubrificação.</p>
 <p>Misturador: é aplicado para misturar óleo solúvel com água.</p>	 <p>Torneira: é utilizada para retirar óleo do tambor e é aplicada nos orifícios dos bujões de enchimento.</p>	 <p>Equipamento de retirada de óleo: são, normalmente, bombas manuais, que são instaladas no bujão do tambor.</p>
 <p>Equipamento para retirada de graxa: a graxa, devido a sua consistência, exige a remoção da tampa e instalação de um equipamento especial à base de ar comprimido, que a mantém comprimida contra a base do tambor mediante uma chapa.</p>	 <p>Enchedores de pistola de graxa: são úteis para evitar contaminações, podendo ser manuais ou a ar comprimido.</p>	 <p>Pistolas portáteis para graxa: são usadas para lubrificação de grupos de equipamentos e podem ser a ar comprimido ou elétricas.</p>



Carrinhos de lubrificação: por causa da necessidade de se aplicar diferentes tipos de lubrificantes a vários equipamentos e em locais distantes, usam-se carrinhos de lubrificantes.



Lubrificadores de fusos têxteis: são aparelhos utilizados para retirar o óleo usado, limpar o recipiente e aplicar óleo novo.

O lubrificador

O homem-chave de toda a lubrificação é o lubrificador. De nada adiantam planos de lubrificação perfeitos, programas sofisticados e controles informatizados, se os homens que executam os serviços não estiverem devidamente capacitados e habilitados para a função.

Um bom lubrificador deve Ter conhecimento e habilidades que lhe permitam discernir entre o que é correto e o que é errado em lubrificação. O bom lubrificador deverá saber:

- a forma certa de lubrificar em equipamento;
- quais lubrificantes são utilizados na empresa;
- quais os efeitos nocivos da mistura de lubrificantes;
- quais os equipamentos de lubrificação devem ser utilizados;
- quais as conseqüências de uma contaminação;
- evitar a contaminação;
- quais procedimentos seguir para a retirada de amostras;
- como estocar, manusear e armazenar lubrificantes;
- qual a relação entre lubrificação e segurança pessoal;
- quais as conseqüências de uma má lubrificação;
- quais as funções e principais características dos lubrificantes;
- quais os impactos dos lubrificantes no meio ambiente;
- o que são sistemas de lubrificação;
- como funcionam os sistemas de lubrificação;
- como cuidar dos sistemas de lubrificação;
- quais equipamentos devem ser lubrificados;
- quais pontos de lubrificação devem receber lubrificante.

Solucionando Problemas

Assinale com X a alternativa correta.

1) Podemos considerar que uma lubrificação está correta quando a máquina receber:

- a) () o lubrificante correto, com média viscosidade e baixa fluidez;
- b) () o lubrificante mais aditivado, com alta fluidez e baixa viscosidade;
- c) () o lubrificante correto, no volume correto e no momento adequado;
- d) () o lubrificante de origem parafínica com a viscosidade ideal;
- e) () o lubrificante de melhor qualidade e de origem naftênica com alta viscosidade.

2) As falhas de lubrificação em máquinas podem provocar:

- a) () desgaste nos componentes afetando a vida útil deles;
- b) () a eliminação das forças de atrito com aumento de potência;
- c) () vibrações harmônicas nos componentes, que passam a trabalhar melhor;
- d) () aumento na velocidade dos componentes móveis;
- e) () apenas rachaduras nos cabeçotes, correias e eixos.

3) Uma lubrificação organizada apresentada as seguintes vantagens:

- a) () aumenta o consumo de energia e diminui a vida útil da máquina;
- b) () reduz o consumo de energia, reduz os custos, reduz o consumo de lubrificantes e aumenta a vida útil da máquina;
- c) () reduz o consumo de energia, reduz os custos, aumenta o consumo de lubrificantes e aumenta a vida útil da máquina;
- d) () aumenta o consumo de energia, reduz os custos, reduz o consumo de lubrificantes e mantém a vida útil da máquina;
- e) () reduz o consumo de energia, aumenta os custos, reduz o consumo de lubrificantes e prolonga a vida útil da máquina.

Solucionando Problemas

- 4) A primeira providência a ser executada ao se instalar um programa de lubrificação é:
- a) () colocar lubrificantes altamente viscosos em todos os componentes de todas as máquinas;
 - b) () ficar um mês lubrificando as máquinas que estão em serviço e lubrificar somente aquelas que estão paradas para manutenção;
 - c) () trocar os lubrificantes de todas as máquinas que estão em serviço e lubrificar, somente com graxa, aquelas paradas para manutenção;
 - d) () fazer um levantamento cuidadoso das máquinas para avaliar suas reais condições;
 - e) () importar óleos e graxas da Europa, pois não se pode confiar nos produtos comercializados pelas empresas instaladas no País.
- 5) A estocagem e a armazenagem de óleos lubrificantes exigem alguns cuidados. Entre esses cuidados, deve-se evitar:
- a) () a presença de graxas, pois elas reagem com os óleos e formam piche;
 - b) () locais arejados, pois o ar oxida todos os óleos com grande rapidez;
 - c) () locais com temperatura ao redor de 22°C, que pode degradar os óleos;
 - d) () tambores deitados ou de pé, pois o ideal é mantê-los pendurados;
 - e) () a presença de água, pois esta é contaminante.