

Análise de falhas em máquinas

As origens de falhas das máquinas estão nos danos sofridos pelas peças componentes.

A máquina nunca quebra totalmente de uma só vez, mas pára de trabalhar quando alguma parte vital de seu conjunto se danifica.

A parte vital pode estar no interior da máquina, no mecanismo de transmissão, no comando ou nos controles. Pode, também, estar no exterior, em partes rodantes ou em acessórios. Por exemplo, um pneu é uma parte rodante vital para que um caminhão funcione, assim como um radiador é um acessório vital para o bom funcionamento de um motor.

Origem dos danos

A origem dos danos pode ser assim agrupada:

Erros de especificação ou de projeto – A máquina ou alguns de seus componentes não correspondem às necessidades de serviço. Nesse caso os problemas, com certeza, estarão nos seguintes fatores: dimensões, rotações, marchas, materiais, tratamentos térmicos, ajustes, acabamentos superficiais ou, ainda, em desenhos errados.

Falhas de fabricação – A máquina, com componentes falhos, não foi montada corretamente. Nessa situação pode ocorrer o aparecimento de trincas, inclusões, concentração de tensões, contatos imperfeitos, folgas exageradas ou insuficientes, empeno ou exposição de peças a tensões não previstas no projeto.

Instalação imprópria – Trata-se de desalinhamento dos eixos entre o motor e a máquina acionada. Os desalinhamentos surgem devido aos seguintes fatores:

- fundação (local de assentamento da máquina) sujeita a vibrações;
- sobrecargas;
- trincas;
- corrosão.

Manutenção imprópria – Trata-se da perda de ajustes e da eficiência da máquina em razão dos seguintes fatores:

- sujeira;
- falta momentânea ou constante de lubrificação;
- lubrificação imprópria que resulta em ruptura do filme ou em sua decomposição;
- superaquecimento por causa do excesso ou insuficiência da viscosidade do lubrificante;
- falta de reapertos;
- falhas de controle de vibrações.

Operação imprópria – Trata-se de sobrecarga, choques e vibrações que acabam rompendo o componente mais fraco da máquina. Esse rompimento, geralmente, provoca danos em outros componentes ou peças da máquina.

Salientemos que não estão sendo consideradas medidas preventivas a respeito de projetos ou desenhos, mas das falhas originadas nos erros de especificação, de fabricação, de instalação, de manutenção e de operação que podem ser minimizados com um controle melhor.

As falhas são inevitáveis quando aparecem por causa do trabalho executado pela máquina. Nesse aspecto, a manutenção restringe-se à observação do progresso do dano para que se possa substituir a peça no momento mais adequado. É assim que se procede, por exemplo, com os dentes de uma escavadeira que vão se desgastando com o tempo de uso.

Análise de danos e defeitos

A análise de danos e defeitos de peças tem duas finalidades:

- a) apurar a razão da falha, para que sejam tomadas medidas objetivando a eliminação de sua repetição;
- b) alertar o usuário a respeito do que poderá ocorrer se a máquina for usada ou conservada inadequadamente.

Para que a análise possa ser bem-feita, não basta examinar a peça que acusa a presença de falhas.

É preciso, de fato, fazer um levantamento de como a falha ocorreu, quais os sintomas, se a falha já aconteceu em outra ocasião, quanto tempo a máquina trabalhou desde sua aquisição, quando foi realizada a última reforma, quais os reparos já feitos na máquina, em quais condições de serviço ocorreu a falha, quais foram os serviços executados anteriormente, quem era o operador da máquina e por quanto tempo ele a operou.

Enfim, o levantamento deverá ser o mais minucioso possível para que a causa da ocorrência fique perfeitamente determinada.

Evidentemente, uma observação pessoal das condições gerais da máquina e um exame do seu dossiê (arquivo ou pasta) são duas medidas que não podem ser negligenciadas.

O passo seguinte é diagnosticar o defeito e determinar sua localização, bem como decidir sobre a necessidade de desmontagem da máquina.

A desmontagem completa deve ser evitada, porque é cara e demorada, além de comprometer a produção, porém, às vezes, ela é inevitável. É o caso típico do dano causado pelo desprendimento de limalhas que se espalham pelo circuito interno de lubrificação ou pelo circuito hidráulico de uma máquina.

Após a localização do defeito e a determinação da desmontagem, o responsável pela manutenção deverá colocar na bancada as peças interligadas, na posição de funcionamento. Na hora da montagem não podem faltar ou sobrar peças!

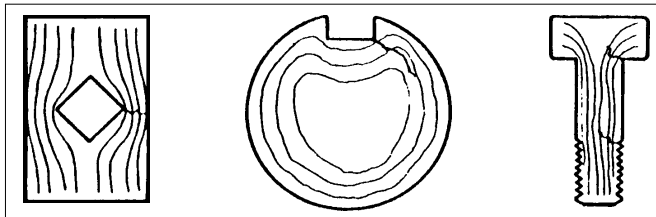
As peças não devem ser limpas na fase preliminar e sim na fase do exame final. A limpeza deverá ser feita pelo próprio analisador, para que não se destruam vestígios que podem ser importantes. Após a limpeza, as peças devem ser etiquetadas para facilitar na identificação e na seqüência de montagem da máquina.

Características gerais dos danos e defeitos

Os danos e defeitos de peças, geralmente, residem nos chamados intensificadores de tensão, e estes são causados por erro de projeto ou especificações. Se os intensificadores de tensão residem no erro de projeto, a forma da peça é o ponto crítico a ser examinado, porém, se os intensificadores de tensão residem nas especificações, estas são as que influirão na estrutura interna das peças.

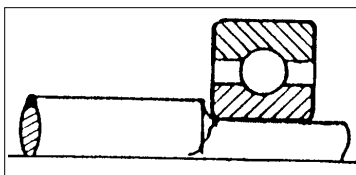
O erro mais freqüente na forma da peça é a ocorrência de **cantos vivos**.

As figuras mostram linhas de tensão em peças com cantos vivos. Com cantos vivos, as linhas de tensão podem se romper facilmente.



Quando ocorre mudança brusca de seção em uma peça, os efeitos são praticamente iguais aos provocados por cantos vivos.

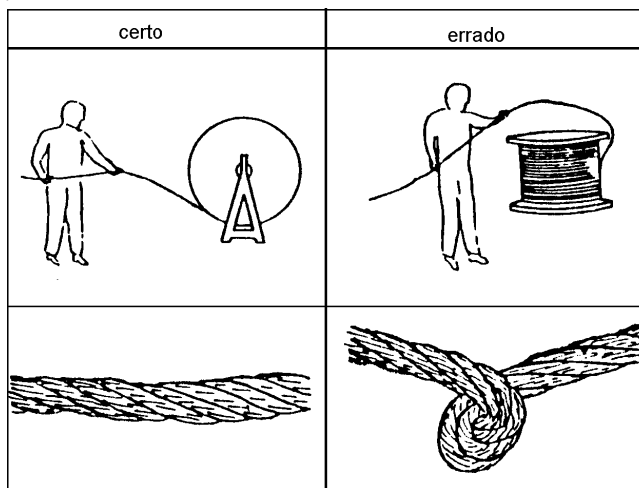
Por outro lado, se os cantos forem excessivamente suaves, um único caso é prejudicial. Trata-se do caso do excesso de raio de uma peça em contato com outra. Por exemplo, na figura abaixo, a tensão provocada pelo canto de um eixo rolante, com excesso de raio, dará início a uma trinca que se propagará em toda sua volta.



Análise de falhas e cuidados com componentes mecânicos

Cabos de aço

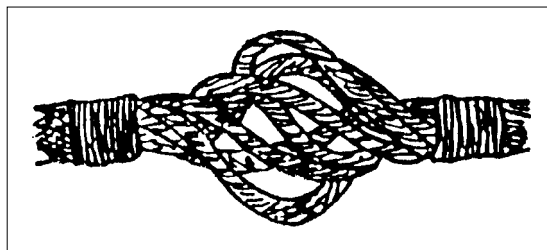
Os cabos de aço, ao serem instalados, não devem apresentar nós nem ser atritados na lateral de polias - por onde passarão - e muito menos no solo. Nós e atritos indesejados diminuem a vida útil dos cabos de aço.



Quando em serviço, os cabos de aço podem apresentar os seguintes defeitos: rompimento, “gaiola de passarinho”, amassamento, quebras de fios externos e ondulações.

Cabo rompido – Em caso de rompimento de um cabo novo ou seminovo e o cabo mantendo-se reto, a causa provável é o excesso de carga ou choque.

“Gaiola de passarinho” – É provocada pelo choque de alívio de tensão, ou seja, quando a tensão, provavelmente excessiva, é aliviada instantaneamente. Nesse caso, o operador deverá ser treinado para operar com cabos de aço. A figura seguinte mostra o fenômeno da “gaiola de passarinho”.



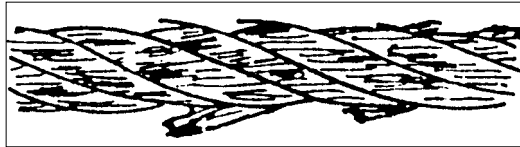
Cabo amassado – O fenômeno ocorre devido ao cruzamento de cabos sobre o tambor ou da subida deles sobre a quina da canaleta das polias. O problema é evitado mantendo o cabo esticado, de forma tal que ele tenha um enrolamento perfeito no tambor.

Quebra de fios externos – Esse fenômeno ocorre em razão das seguintes causas:

- diâmetro da polia ou tambor excessivamente pequenos;
- corrosão;
- abrasão desuniforme;
- excesso de tempo de trabalho do cabo.

As causas de quebra de fios externos devem ser eliminadas. Para evitar a corrosão de cabos de aço, estes deverão ser lubrificados e, no caso de cabos que já atingiram o limite de vida útil, devem ser substituídos por novos. Se o problema for incompatibilidade entre o diâmetro da polia ou do tambor com o diâmetro do cabo, deve-se trocar ou o cabo, ou a polia, ou o tambor.

A figura abaixo mostra um cabo de aço com fios externos quebrados.



Ondulação - Trata-se de deslizamento de uma ou mais pernas por causa da fixação imprópria ou do rompimento da alma do cabo de aço. Nesse caso a fixação deverá ser corrigida.

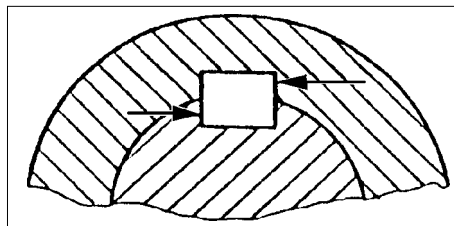
Chavetas

Chavetas são usadas para fixar elementos dos mecanismos sobre eixos. Suas dimensões são, usualmente, mais do que suficientes para a transmissão de forças existentes nas máquinas.

Na substituição de chavetas, é preciso considerar o acabamento superficial, bem como o ajuste e o arredondamento dos cantos para evitar atrito excessivo.

Os canais de chaveta devem estar em boas condições, principalmente quanto à perpendicularidade, pois além dos esforços de cisalhamento, as chavetas sofrem torção. O esforço de torção tende a virar as chavetas em suas sedes.

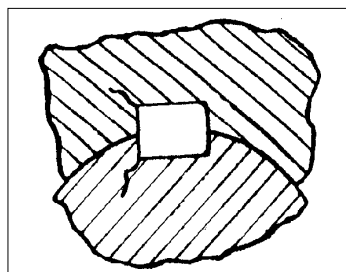
A figura abaixo mostra forças de cisalhamento atuando em uma chaveta.



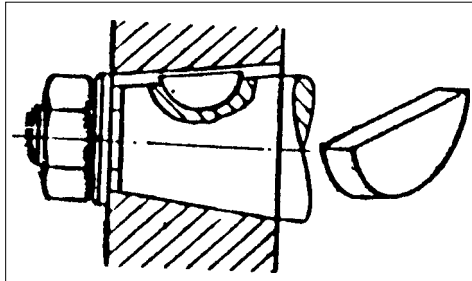
Para evitar o efeito de cunha que poderia partir o cubo do elemento colocado no eixo, a chaveta exige um perfeito ajuste no sentido lateral e vertical.

Outro ponto a observar é o acabamento dos cantos, que devem apresentar o chanfro ou o raio reto um pouco maior do que os cantos do rasgo, para evitar o surgimento de fissuras e trincas.

A figura seguinte mostra essa falha.



Em condições favoráveis, pode-se trocar uma chaveta paralela por uma do tipo meia-lua. A chaveta tipo meia-lua praticamente elimina problemas com torção, especialmente se o eixo na qual ela irá atuar for temperado.



Molas

Uma mola devidamente especificada durará muito tempo. Em caso de abuso, apresentará os seguintes danos:

Quebra – Causada por excesso de flexão ou de torção. Recomenda-se aplicar um coxim ou encosto no fim do curso previsto da mola. Essa medida fará com que a mola dure mais tempo sem se quebrar.

Flambagem – Ocorre em molas helicoidais longas, por falta de guias. A flambagem pode ser corrigida por meio da verificação do esquadro de apoios.

Recomenda-se aplicar guia interno ou externo, devidamente lubrificado.

Amolecimento – Causado por superaquecimento presente no ambiente ou por esforço de flexão. Recomenda-se diminuir a frequência ou curso de flexões. Recomenda-se, também, aplicar uma mola dupla com seção menor.

Recomendações finais a respeito de molas

- Evitar a sobrecarga da mola. Ela foi especificada para uma solicitação determinada, não devendo ser submetida a um esforço maior que o previsto.
- Impedir a flambagem. Se a mola helicoidal comprimida envergar no sentido lateral, providenciar uma guia.
- Evitar o desgaste não uniforme das pontas, pois isto criaria um esforço adicional não previsto.
- Testar as molas nas revisões periódicas da máquina e trocar as molas que estiverem enfraquecidas.
- Evitar as tentativas de consertar a mola quebrada, esticando-a, por exemplo. A tentativa será inútil. Somente em caso de quebra das pontas de molas muito pesadas é possível o conserto. Nesse caso, soldam-se as pontas quebradas com eletrodo rico em cromo.
- As molas helicoidais podem ser enroladas a frio, desde que o arame de aço não ultrapasse 13 mm de diâmetro.

Assinale com X a alternativa correta.

Exercício 1

Erros de especificação, falhas de fabricação, instalação imprópria, manutenção imprópria e operação imprópria são fatores que dão origem:

- a) () aos danos;
- b) () às trincas, nas chavetas;
- c) () às fendas, nos eixos;
- d) () à elasticidade natural das molas;
- e) () às rupturas exclusivas dos cabos de aço.

Exercício 2

É um exemplo de intensificador de tensão:

- a) () uma chaveta lubrificada;
- b) () os cantos vivos em eixos;
- c) () um cabo de aço enrolado e solto no solo;
- d) () um furo redondo em um bloco;
- e) () uma mola helicoidal corretamente aplicada.

Exercício 3

Pode-se evitar o surgimento da “gaiola de passarinho” em um cabo de aço quando:

- a) () ele for protegido com óleo;
- b) () suas guias forem esféricas;
- c) () a fixação do seu cabo for corrigida;
- d) () o operador receber treinamento adequado para seu manuseio;
- e) () estiver constantemente tracionado.

Exercício 4

Uma mola pesada, com pontas quebradas, pode ser consertada usando solda elétrica, desde que o eletrodo tenha um alto teor de:

- a) () silício;
- b) () cromo;
- c) () estanho;
- d) () prata;
- e) () bronze.

Exercício 5

A flambagem ocorre em molas helicoidais, por falta de guia. Nesse caso, as molas helicoidais são:

- a) () de diâmetro superior a 13 mm;
- b) () curtas;
- c) () praticamente sem elasticidade;
- d) () sempre soldáveis;
- e) () longas.

Exercício 6

A aplicação de uma mola dupla com seção menor é sempre recomendável para evitar:

- a) () o nó;
- b) () o amassamento;
- c) () a flambagem;
- d) () o amolecimento;
- e) () o aquecimento.