

MANUAL

Análise de Falhas Prematuras em Bronzinas

TAKAO
CC 1028D

TAKAO
PENSOU MOTOR, PENSOU TAKAO



*O seu conhecimento,
é o nosso diferencial.*

www.academia.takao.com.br



WWW.TAKAO.COM.BR



ACADEMIA DO MOTOR



@TAKAODOBRASIL

NOTA DE DIREITOS AUTORAIS

Todos os direitos reservados à TAKAO do Brasil.

A reprodução total ou parcial de qualquer parte deste manual, seja escrita ou visual, deve ser submetida à avaliação prévia da TAKAO do Brasil e requer sua autorização por escrito, do contrário, será considerada plágio e poderá desencadear a aplicação de ações jurídicas cabíveis.

NOTA DE RESPONSABILIDADE

Este manual técnico foi desenvolvido apenas para ser utilizado como material de consulta durante avaliações técnicas de bronzinas TAKAO que eventualmente possam sofrer avarias que gerem redução parcial ou total de sua vida útil, isto é, sua durabilidade. Portanto, não nos responsabilizaremos por sua utilização com outras peças de um motor de combustão interna, ou com peças de outros fabricantes.

Mesmo que este material tenha sido cuidadosamente elaborado, não nos responsabilizamos por termos ou informações apresentadas que possam vir a ser utilizadas por terceiros, ficando exposto que a responsabilidade da análise do motor e de seus componentes é totalmente devida ao profissional que efetuou montagem e/ou desmontagem das bronzinas no motor e que em caso de problemas com bronzinas TAKAO, a peça deverá ser enviada para análise de garantia através de um distribuidor autorizado, respeitando os termos e condições da política de garantia que podem ser acessados no site garantia.takao.com.br.

Não podemos nos responsabilizar juridicamente pelo uso total ou parcial de qualquer parte deste documento técnico, e não temos incumbência de arcar com danos diretos ou indiretos, materiais ou imateriais, decorrentes da utilização devida ou indevida das informações aqui contidas, desde que não sendo resultantes de dolo ou inadvertência de nossa parte.

Nos reservamos o direito de corrigir, atualizar ou alterar a qualquer momento, total ou parcialmente, este manual técnico, por quaisquer motivos e por nossa livre vontade. Em caso de atualização desta versão ela se torna obsoleta, não devendo mais ser utilizada.

SUMÁRIO

1. Objetivo	03
2. Prefácio	03 - 04
3. Introdução	05
4. Análise de Falhas Prematuras em Bronzinas	06 - 19

OBJETIVO

A TAKAO do Brasil vem cada vez mais forte com a estruturação de um controle de qualidade aprimorado, focando na melhoria contínua de seus produtos e processos, auditando seus fornecedores e controlando com maior assertividade as especificações de material e de fabricação dos seus produtos, portanto, é imprescindível que também ocorra um aprimoramento no seu processo de análises de garantia, com a estruturação de um processo mais eficaz e eficiente.

Foi com esse entendimento que se percebeu a necessidade deste material, para facilitar a análise das bronzinas que eventualmente retornam em garantia com alegações de falhas, sejam de material ou de fabricação. Dessa forma, serão apresentados os modelos de falha prematura mais frequentes que são encontrados pelo departamento de análise técnica da TAKAO, que podem ocorrer por erros de montagem ou por condições inadequadas de funcionamento do motor, levando a danificar o produto e gerar sua falha prematura (redução de vida útil).

Este manual foi estruturado para que se obtenha facilmente a resposta para uma determinada característica de falha prematura encontrada em uma bronzina, considerando que muitos casos de solicitação de análise de peças podem ser eliminados apenas pela consulta de um manual técnico.

PREFÁCIO

Este manual técnico foi desenvolvido para auxiliar na avaliação técnica de bronzinas quando ocorre um mau funcionamento do componente, que no geral pode ser resultado de um erro de montagem ou de um funcionamento inadequado do motor.

Considerando a importância de ter o total entendimento e compreensão das informações dadas neste manual, é recomendado que o leitor siga algumas instruções para ter o melhor proveito do material, as quais estão listadas a seguir:

1. Observe na tabela de (Causa/Foto/Pág.) se alguma delas se assemelha à aparência da peça que está avaliando, e encontrando uma semelhança vá direto até a página da foto, reduzindo assim o tempo de procura.
2. Se possuir acesso ao motor e/ou componentes que atuam em conjunto com a bronzina avariada, verifique se encontra algum indício que se enquadre com as possíveis causas apresentadas, e ao verificar o indício, solucione o problema antes de montar o motor novamente.
3. Caso encontre algo que não ficou claro durante a leitura, ou se achar que podemos melhorar este manual, nos comunique, pois estaremos sempre melhorando nossos materiais nas versões de atualização.
4. Na dúvida, solicite o suporte de um técnico especialista da TAKAO através da nossa central de atendimento.
5. Este manual foi desenvolvido apenas para avaliação de falhas prematuras em bronzinas TAKAO, portanto, não nos responsabilizamos pela utilização com peças de outros fabricantes.

6. Não utilize este manual para avaliar outro tipo de peça de um motor de combustão interna ou para peças que se aplicam no uso industrial.

Além de seguir essas recomendações, para entender os conceitos e definições que serão vistos neste manual é conveniente que o leitor tenha uma base de conhecimento sobre o funcionamento de um motor de combustão interna, pois deve ter entendimento sobre quais peças atuam em conjunto no motor, quais são os tempos do ciclo de funcionamento do motor e suas particularidades, as diferenças entre os ciclos OTTO e DIESEL, ter conhecimento de quais sistemas que existem no motor e todas as suas funções.



INTRODUÇÃO

A análise técnica de um componente mecânico é o estudo pormenorizado de cada informação que pode ser retirada do componente em avaliação, por meio de análises visuais, dimensionais e de material, estas podendo ser realizadas independente uma da outra, ou em conjunto, buscando encontrar indícios que justifiquem as características que a peça apresenta.

Esse estudo é necessário para identificar a origem de um possível problema que tenha ocorrido com o componente após seu funcionamento no motor, portanto, exige conhecimentos adquiridos pela engenharia mecânica e com a ciência dos materiais.

Além do conhecimento adquirido com a engenharia mecânica e de materiais, a evolução tecnológica fez as análises de falhas em componentes mecânicos evoluir a um patamar de exatidão ainda maior, pois o surgimento de novas ferramentas e, a evolução de ferramentas que já eram utilizadas, auxiliou na comprovação dos conceitos previamente definidos, e atualmente há diversos estudos acadêmicos e científicos publicados que comprovam como surgem os fenômenos de falhas em peças de um MCI. Os diversos fenômenos que ocorrem com peças durante seu ciclo de vida em um MCI são estudados desde o desenvolvimento dos primeiros motores, para definir as limitações de seus componentes, bem como a durabilidade que possuem. Os conhecimentos adquiridos com as experiências práticas e com o avanço da engenharia de materiais nos permitem saber por qual fenômeno um componente foi acometido, e as suas possíveis origens.

Antes de mais nada, é importante saber que uma determinada característica que uma peça apresenta pode ser resultado de um ou mais fenômenos somados, e que pode haver mais de uma possível causa para um mesmo fenômeno ocorrido, mas tal situação não afeta a qualidade da análise, pois a assertividade da análise – quando bem embasada em estudos de casos reais solucionados com a aplicação dos conhecimentos da engenharia e com ferramentas que permitem uma análise criteriosa – é suficiente para definir se um problema ocorrido com a peça foi por falha mecânica, de material, de fabricação, ou, por utilização inadequada do componente, seja por erros de montagem, manuseio, ou por condições de funcionamento irregulares do motor que afetaram a peça, levando-a a uma falha prematura.

Este manual deverá ser utilizado para análises visuais, e com base nas figuras apresentadas será possível realizar a comparação direta com a aparência da peça que está em análise. Com isso, erros de análise serão mitigados e o processo de análise tornar-se-á muito mais eficiente, garantindo maior agilidade e assertividade às análises visuais.

Análise de Falhas Prematuras em **Bronzinas**



TAKAO
PENSOU MOTOR, PENSOU TAKAO

<p>Fig.01 Desgaste após longo tempo de rodagem.</p> <p>Página: 08</p> 	<p>Fig.06 Corpo estranho entre bronzina e alojamento.</p> <p>Página: 13</p> 
<p>Fig.02 Desgaste irregular provocado por erros geométricos.</p> <p>Página: 08</p> 	<p>Fig.07 Falta de pressão de contato entre bronzinas e alojamento.</p> <p>Página: 14</p> 
<p>Fig.03 Incrustação de corpos estranhos.</p> <p>Página: 10</p> 	<p>Fig.08 Lubrificação insuficiente.</p> <p>Página: 16</p> 
<p>Fig.04 Bronzinas riscadas por óleo lubrificante contaminado.</p> <p>Página: 11</p> 	<p>Fig.09 Destacamento da liga antifricção.</p> <p>Página: 17</p> 
<p>Fig.05 Rasgos profundos na liga antifricção.</p> <p>Página: 12</p> 	<p>Fig.10 Esmagamento das bronzinas.</p> <p>Página: 18</p> 



Fig.01 – Desgaste após longo tempo de rodagem:

Quando as bronzinas apresentam um desgaste acentuado porém igualmente distribuído na região central após ter funcionado por muitos quilômetros ou muitas horas no motor, este é considerado um desgaste normal de funcionamento que é provocado pelas condições normais de funcionamento do motor, isto é, surgimento de pequenos corpos estranhos que podem riscar ou incrustar a liga antifricção, bem como a área que sofre contato direto com o virabrequim durante as fases de lubrificação crítica (partida do motor).

Em bronzinas com liga de alumínio o desgaste pode ser observado através de áreas polidas na parte central, normalmente observa-se regiões estreitas de contato no sentido longitudinal.

Não é possível prever quantos quilômetros ou horas de trabalho são necessários para provocar tal desgaste, pois, depende totalmente da qualidade do óleo utilizado, do respeito às recomendações de revisão do motor, da limpeza de suas partes internas durante sua manutenção e, da forma como o motor é utilizado (mais suave ou mais severamente).

Fenômeno: Desgaste abrasivo.



Fig.02 – Desgaste irregular provocado por erros geométricos:

Conforme pode ser visto no par de bronzinas acima, quando o colo do eixo virabrequim ou o

alojamento das bronzinas está com erros geométricos fora das tolerâncias, pode ocorrer um desgaste desigual nas bronzinas.

Os erros geométricos são basicamente todos os desvios de formato que um elemento apresenta com relação a um modelo ideal. No caso dos colos do eixo virabrequim e dos alojamentos das bronzinas, o formato base tomado como modelo ideal é sempre um cilindro envolvido por dois outros cilindros que se distanciam diametralmente no valor da tolerância especificada. Caso durante a medição do eixo os valores encontrados estejam entre o cilindro maior e o cilindro menor que envolve o formato base, não haverá problemas, mas caso algum valor medido esteja fora dessa tolerância o eixo ou, o alojamento, estará com um formato geométrico muito irregular, o que provocará problemas.

No caso de um alojamento com problemas geométricos, o efeito será diretamente no assentamento das bronzinas, o que prejudicará a transferência e consequente dissipação do calor absorvido pelas bronzinas. Já no caso de um eixo fora das tolerâncias geométricas o desvio poderá acarretar em estrangulamento da folga de lubrificação em uma parte da bronzina, ou, em folgas excessivas, de forma que o filme de óleo não se manterá uniformemente, prejudicando a performance do conjunto.

Deve ser entendido que os desvios geométricos podem fazer o eixo ou o alojamento tomar formas diversas, como: perfil convexo; perfil côncavo; perfil cônico; perfil oval; superfície excessivamente ondulada.

Fenômeno: Erros geométricos.

Causas

1. ERROS DE MONTAGEM

- Não conferência dimensional e dos desvios geométricos do alojamento ou do eixo virabrequim;
- Mandrilamento incorreto dos alojamentos, fazendo-os tomar um formato com desvios geométricos acima das tolerâncias especificadas como: formato oval, convexo, côncavo ou ondulado;
- Torneamento ou retificação incorreta do eixo virabrequim, fazendo-o tomar um formato com desvios geométricos acima das tolerâncias especificadas como: formato oval, convexo, côncavo ou ondulado;
- Não efetuar a correção necessária por meio de processos de usinagem em eixos ou alojamentos que apresentem geometria fora das tolerâncias recomendadas.

Obs.: Com os impactos, cargas mecânicas e variações de temperatura que o virabrequim, bem como os mancais do motor e as bielas sofrem durante sua vida útil de uso no motor, podem surgir deformações que devem ser corrigidas quando possível, e caso não seja mais viável a recuperação, caberá a substituição do componente.

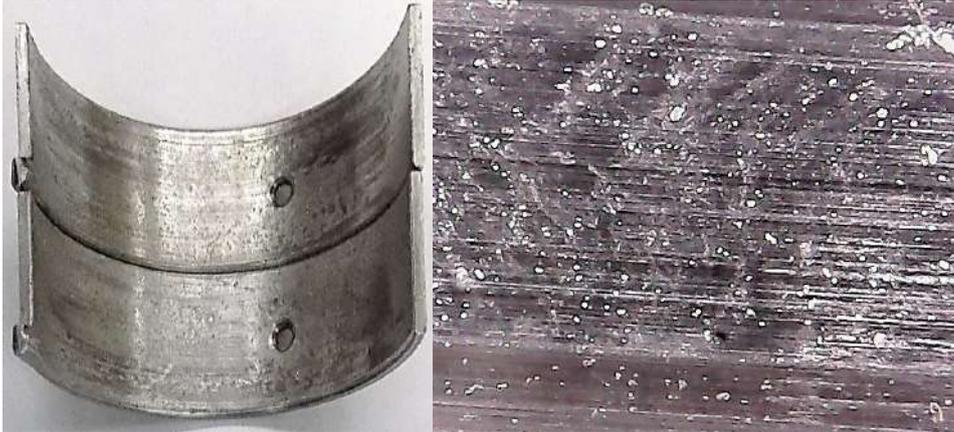


Fig.03 – Incrustação de corpos estranhos:

Surge em decorrência da contaminação do óleo lubrificante por corpos sólidos que ao serem prensados pelo eixo contra a superfície da bronzina acabam por ficar aderidos nesta. Dependendo do tamanho e dureza desses corpos sólidos, a bronzina terá a capacidade de acomodá-los, o que protege as bronzinas e o eixo contra o desgaste abrasivo, porém, esta propriedade de embutir partículas é limitada e quando ocorre de o óleo estar saturado em abrasivos a bronzina sofre desgaste prematuro provocado pela abrasão e pelo rompimento do filme de óleo.

Fenômeno: Adesão de corpos estranhos.

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montagem do motor sem executar uma limpeza adequada, de forma que abrasivos ficam contidos dentro do motor;
- Montar o motor em ambiente com poeiras, terra, areia, fuligem, ou qualquer outro tipo de particulado que venha a contaminar o motor ou suas peças internas quando ainda aberto para montagem;
- Não efetuar a revisão do filtro de ar, ou, não reparar passagens de ar falso na linha de admissão de ar do motor;
Obs.: neste caso os anéis e pistões apresentarão desgaste abrasivo.
- Realização de brunimento excessivamente rugoso, ou, sem remover os picos com processos secundários (com flex hone tool ou processo de plateau honing).
Obs.: neste caso os anéis e pistões apresentarão desgaste abrasivo.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Funcionamento do motor com limalhas ou sujeiras alojadas em seu interior;
- Óleo do motor contaminado por corpos estranhos.



Fig.04 – Bronzinas riscadas por óleo lubrificante contaminado:

O óleo pode ser contaminado por diversos tipos de corpos estranhos, que possuem composição e dimensões das mais variadas possíveis, além de formatos diversos que podem propiciar cunhas cortantes que cisalham onde tocam.

O resultado do funcionamento das bronzinas com óleo lubrificante contaminado pode ser observado nas imagens. O desgaste abrasivo pode ser resultado de duas possíveis causas, sendo que a primeira surge quando ocorre contato direto entre as asperezas de duas superfícies com movimento relativo entre si, e a segunda ocorre basicamente quando há corpos estranhos suspensos no óleo lubrificante que separa as duas superfícies, pois, quando estes corpos são pressionados entre dois elementos, geram efeitos de raspagem, como uma lixa, o que promove remoção de material da superfície que possui dureza inferior à estas partículas.

Fenômeno: Mecanismo de desgaste abrasivo

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montagem do motor sem executar uma limpeza adequada, de forma que abrasivos ficam contidos dentro do motor;
- Montar o motor em ambiente com poeiras, terra, areia, fuligem, ou qualquer outro tipo de particulado que venha a contaminar o motor ou suas peças internas quando ainda aberto para montagem;
- Não efetuar a revisão do filtro de ar, ou, não reparar passagens de ar falso na linha de admissão de ar do motor;

Obs.: neste caso os anéis e pistões apresentarão desgaste abrasivo.

- Realização de brunimento excessivamente rugoso, ou, sem remover os picos com processos secundários (com flex hone tool ou processo de plateau honing).

Obs.: neste caso os anéis e pistões apresentarão desgaste abrasivo.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Funcionamento do motor com limalhas ou sujeiras alojadas em seu interior;
- Óleo do motor contaminado por abrasivos;
- Desgaste prematuro em algum componente do motor que libera limalhas metálicas contaminando o óleo lubrificante do motor.

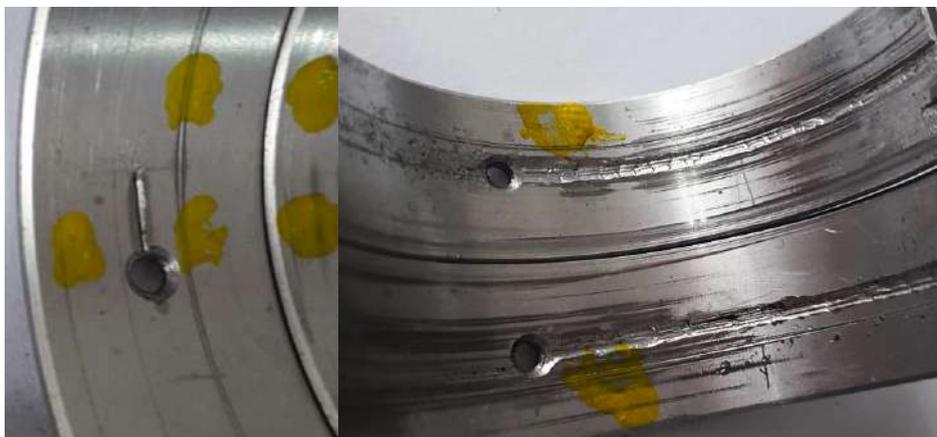


Fig.05 – Rasgos profundos na liga antifricção:

Normalmente se iniciam desde o furo de lubrificação e se estendem radialmente acompanhando o sentido de rotação do eixo virabrequim. Esses canais são provocados pela contaminação do óleo lubrificante do motor com corpos estranhos, os canais gerados apresentam escamação, caracterizando uma remoção abrupta de grande porção de material a partir da raspagem da liga antifricção com uma cunha cortante de partícula dura de dimensão macroscópica, (i.e., com diâmetro suficientemente grande a ponto de fazer um canal com profundidade milimétrica).

O óleo pode ser contaminado por diversos tipos de corpos estranhos, que possuem composição e dimensões das mais variadas possíveis, além de formatos diversos que podem propiciar cunhas cortantes que cisalham onde tocam.

A diferença entre este caso e o caso de bronzinas riscadas por óleo lubrificante contaminado consiste basicamente da quantidade e das dimensões dos corpos estranhos. Para ser possível formar um rasgo profundo o corpo estranho necessita possuir dureza suficientemente alta. Além disso, pode ocorrer apenas o surgimento de um canal grande mas não ocorrer o riscamento em toda a superfície da bronzina caso tenha ocorrido o surgimento de um corpo estranho isolado (como um grão de areia) que posteriormente ficou retido em alguma outra parte do motor.

Fenômeno: Mecanismo de desgaste abrasivo.

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montagem do motor sem executar uma limpeza adequada, de forma que corpos estranhos ficam contidos dentro do motor;
 - Montar o motor em ambiente com poeiras, terra, areia, fuligem, ou qualquer outro tipo de particulado que venha a contaminar o motor ou suas peças internas quando ainda aberto para montagem;
 - Não efetuar a revisão do filtro de ar, ou, não reparar passagens de ar falso na linha de admissão de ar do motor;
- Obs.: neste caso os anéis e pistões apresentarão desgaste abrasivo.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Funcionamento do motor com limalhas ou sujeiras alojadas em seu interior;
- Óleo do motor contaminado por corpos estranhos;
- Desgaste prematuro em algum componente do motor que libera limalhas metálicas contaminando o óleo lubrificante do motor.



Fig.06 – Corpo estranho entre bronzina e alojamento:

Quando um corpo sólido (sujeira) se confina entre o alojamento do mancal e a bronzina ocorre um calço mecânico na parte de trás desta que provoca deformação. A deformação gera uma alteração na circularidade da bronzina e pode gerar o estrangulamento da folga de óleo. O resultado pode ser

fadiga da liga que provoca o desprendimento de porções de material na região afetada, acúmulo de calor por mal assentamento da parte posterior da bronzina e o contato metal-metal com o eixo pelo rompimento do filme de óleo lubrificante.

Em casos severos a bronzina chega a sofrer fusão de sua liga provocado pelo contato metal-metal com o eixo ou pela ineficiência da dissipação do calor ocasionada pela falta de contato entre bronzina e alojamento.

Fenômeno: Mecanismo de desgaste adesivo/Scuffing/Superaquecimento.

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montagem do motor sem executar uma limpeza adequada, de forma que partícula sólida (sujeira) é deixada entre alojamento e bronzina;
- Montar o motor em ambiente com poeiras, terra, areia, fuligem, ou qualquer outro tipo de particulado que venha a contaminar o motor ou suas peças internas quando ainda aberto para montagem;



Fig.07 – Falta de pressão de contato entre bronzinas e alojamento:

Para que ocorra uma perfeita transferência de calor entre as bronzinas e o alojamento é necessário que o par de bronzinas esteja totalmente estático e perfeitamente apoiado em seu alojamento.

A solução para que não ocorram movimentos entre as bronzinas e o alojamento é produzi-las com uma dimensão livre (distância entre suas extremidades) e com uma altura de encosto (sobressalência entre as extremidades da bronzina com a capa do mancal e com a sua base), com valores maiores do que o diâmetro interno do alojamento para que durante sua montagem a bronzina entre no alojamento com uma certa interferência (resistência ao encaixe)

e para que na montagem da capa na base do mancal, o torque aplicado nos parafusos de união torne o formato ligeiramente oval de cada “meia lua” em um círculo perfeito.

Como cada “meia lua” é ligeiramente maior que cada metade do alojamento, a força de união que é aplicada por meio dos parafusos para vencer as bronzinas e unir a capa ao corpo do mancal provoca uma distribuição de pressão radial (pressão de contato) entre a base metálica das bronzinas e o diâmetro interno do alojamento, produzindo uma alta interferência entre bronzinas e alojamento que impede movimentações e permite um assentamento uniforme e perfeito, para que a bronzina possa trocar calor com o alojamento em toda a sua extensão para que seja resfriada por igual.

Se essa interferência entre as bronzinas e o alojamento for prejudicada por qualquer irregularidade geométrica ou dimensional do alojamento, ou, por falta de força de união dos parafusos, ocorrerá uma má dissipação de calor da bronzina através do alojamento e a falta de interferência poderá permitir a movimentação das bronzinas com relação ao alojamento, o que provoca aquecimento excessivo e sua falha prematura.

Fenômeno: Fritting/Scuffing/Superaquecimento (fusão do metal base e da liga antifricção)

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montagem das bronzinas em um alojamento que não atende às tolerâncias dimensionais ou geométricas;
- Não conferência dimensional do alojamento;
- Montagem de parafusos com alongamento, empenamento, estrição (diminuição do diâmetro), ou, com deformações nas roscas, pois acarretará em insuficiência de aperto;
- Aplicação de torque fora dos padrões recomendados pelo fabricante no manual de manutenção do motor;
- Utilização de ferramental descalibrado ou danificado que venha a afetar a qualidade e confiabilidade do serviço realizado.
- Montagem de bronzinas incompatíveis com o motor.

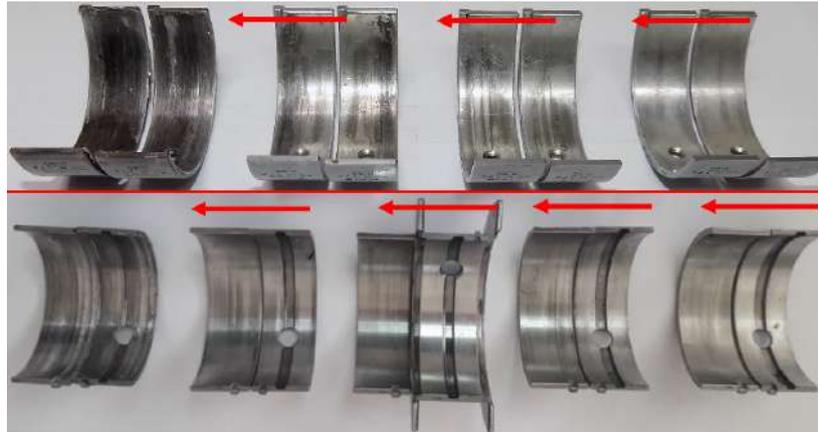


Fig.08 – Lubrificação insuficiente:

Nas imagens acima pode ser visualizada a progressão do problema ocasionado pela falha prematura das bronzinas quando são submetidas ao funcionamento sem a sustentação do virabrequim por um filme de óleo.

A ausência de uma sustentação hidrodinâmica do eixo permite que ocorra o contato direto entre a superfície antifricção das bronzinas com o eixo por um tempo acima do suportado, o que provoca inicialmente um aquecimento e polimento da superfície que evolui com o funcionamento até ocorrer a adesão de pequenas partes da liga que se desprendem e se aderem ao eixo provocando microsoldagens. Com a continuidade desta anomalia a superfície de deslizamento da bronzina continua a aquecer até que a temperatura de fusão do material é atingida e ocorre a falha catastrófica (observar a imagem da direita para a esquerda).

Fenômeno: Mecanismo de desgaste adesivo/Scuffing

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Não conferência dimensional da folga de lubrificação das bronzinas;
- Montagem do motor com folgas fora das tolerâncias especificadas, propiciando uma ineficiência de sustentação hidrodinâmica do virabrequim em um ou mais mancais;
- Aplicação de óleo lubrificante incorreto para o motor;
- Não substituir o óleo do motor dentro dos prazos recomendados;
- Montagem incorreta do motor de maneira a afetar a linha de lubrificação, como bomba de óleo, pescador de óleo, filtro de óleo, dentre outros;
- Funcionar o motor com quantidade de óleo insuficiente;

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Funcionamento do motor com óleo lubrificante fora da qualidade adequada, seja por não respeito ao prazo e tolerância de troca ou por contaminações;
- Funcionamento do motor com óleo lubrificante inadequado não atendendo às especificações recomendadas pelo fabricante do motor, como viscosidade incorreta, aditivação ineficiente, dentre outros;
- Obstruções no trajeto de lubrificação do motor, ocasionando restrições à passagem do óleo lubrificante;
- Deficiência de lubrificação provocada por irregularidades ou por falha prematura da bomba de óleo;
- Falta de óleo no motor.

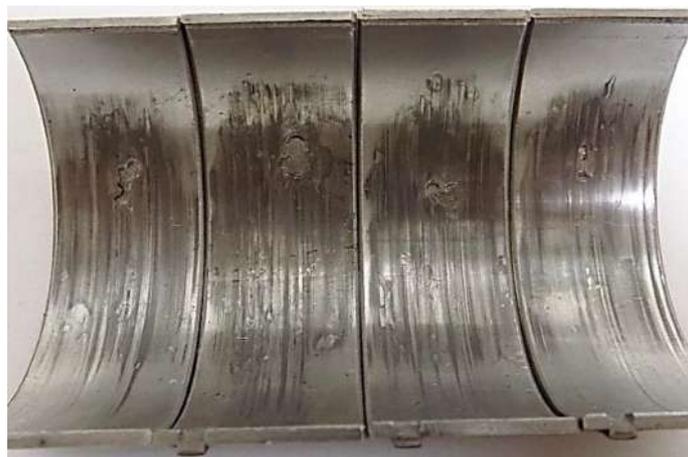


Fig.09 – Destacamento da liga antifricção:

Este tipo de falha prematura surge em decorrência de fadiga por cargas cíclicas excessivas. Estará sempre aliada a um problema de contato direto com o eixo, que pode ser provocado por carregamento excessivo, ou seja, pressão de combustão acima do suportado, ou, falhas na formação de um filme de óleo que deveria sustentar o eixo para que não ocorresse contato direto com as bronzinas e para amortecer as pancadas provocadas pela combustão e por mudanças de direção do movimento das bielas.

Para entender o motivo das rupturas de partes do material é necessário compreender o que é a fadiga, que neste contexto é basicamente o momento em que o material não suporta mais sofrer deformações, e ocorre o surgimento de fissuras, isto é, pequenas trincas que se expandem e ao se encontrarem formam a ruptura, provocando o destacamento de partes da liga antifricção. Essas trincas também podem surgir aliadas a um encruamento do material por excesso de carga, fazendo a bronzina perder parte de sua espessura por escoamento da liga, e este encruamento provoca a ruptura, pois, o material fica fragilizado e se rompe por não suportar os impactos.

Fenômeno: Fadiga por cargas cíclicas

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Não conferência dimensional da folga de lubrificação das bronzinas;
- Montagem do motor com folgas excessivas entre virabrequim e bronzinas;
- Alteração da potência do motor ou da pressão de combustão provocando um carregamento cíclico sobre as bronzinas acima do suportado.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Falha na sustentação hidrodinâmica do virabrequim por excesso de folga, ou, por irregularidades com o óleo do motor (viscosidade, índice de viscosidade, composição).
- Sobrecarga nas bronzinas, levando a fadiga da liga antifricção e posterior aumento da folga.
- Falhas prematuras nas bronzinas provocadas por demais irregularidades no motor que tenham ocorrido por um período suficientemente longo.

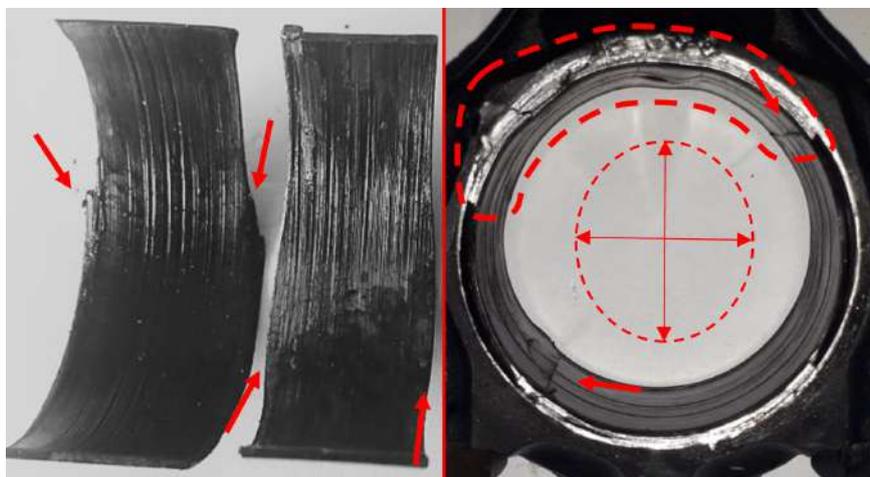


Fig.10 – Esmagamento das bronzinas:

Assim como a falta de lubrificação e a utilização de óleo inadequado prejudica a sustentação hidrodinâmica do eixo, o mesmo ocorre caso as tolerâncias de folga de lubrificação não sejam atendidas.

No caso de folga excessiva nas bronzinas de biela, por serem submetidas às cargas cíclicas decorrentes da movimentação das bielas que são empurradas pela força da combustão, a falha será mais grave e ocorrerá mais rapidamente do que em mancais principais. Como ocorre um

esmagamento das bronzinas pelas pancadas sofridas com a combustão e com as mudanças de movimento da biela, o resultado é o escoamento parcial da liga antifricção da bronzina no início e, caso o motor continue atuando nestas condições ocorrerá o escoamento total de toda a liga antifricção, o que tornará as bronzinas muito finas, fazendo-as perder sua carga de interferência com o alojamento. Daí se inicia a sua movimentação (giro) no alojamento.

Avaliando as bielas será facilmente notado que seu alojamento toma a forma de “um ovo em pé” pois o maior carregamento ocorre na sua parte superior e será naquela região que a biela sofrerá a maior deformação pelas pancadas diretas contra o moente do virabrequim nos tempos de combustão.

Um detalhe importante para este tipo de anomalia é que o aumento da pressão de combustão, seja por alterações na relação de compressão do motor ou por sobrealimentação deste, poderá provocar a fadiga mecânica das bronzinas ao serem submetidas a um carregamento acima do suportado, o que provoca o esmagamento da liga antifricção por excesso de carga (motor modificado).

Fenômeno: Escoamento por compressão excessiva.

Causas

1. ERROS DE MONTAGEM

- Não conferência dimensional da folga de lubrificação das bronzinas;
- Montagem do motor com folgas excessivas entre virabrequim e bronzinas;
- Alteração da potência do motor ou da pressão de combustão provocando um carregamento cíclico sobre as bronzinas acima do suportado.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Falha na sustentação hidrodinâmica do virabrequim por excesso de folga, ou, por irregularidades com o óleo do motor (viscosidade, índice de viscosidade, composição).
- Sobrecarga nas bronzinas, levando a fadiga da liga antifricção e posterior aumento da folga.
- Falhas prematuras nas bronzinas provocadas por demais irregularidades no motor que tenham ocorrido por um período suficientemente longo.



TAKAO

PENSOU MOTOR, PENSOU TAKAO



*O seu conhecimento,
é o nosso diferencial.*

www.academia.takao.com.br



WWW.TAKAO.COM.BR



ACADEMIA DO MOTOR



@TAKAODOBRASIL