

MANUAL

Análise de Falhas Prematuras em Bomba de Óleo

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 bombas de óleo 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 da bomba de óleo no motor e que em caso de problemas com bomba de óleo 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 Bomba de Óleo	06 - 21

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 de bombas de óleo 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 bomba de óleo, 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 bombas de óleo 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 atuaram em conjunto com a bomba de óleo 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 bombas de

óleo 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.

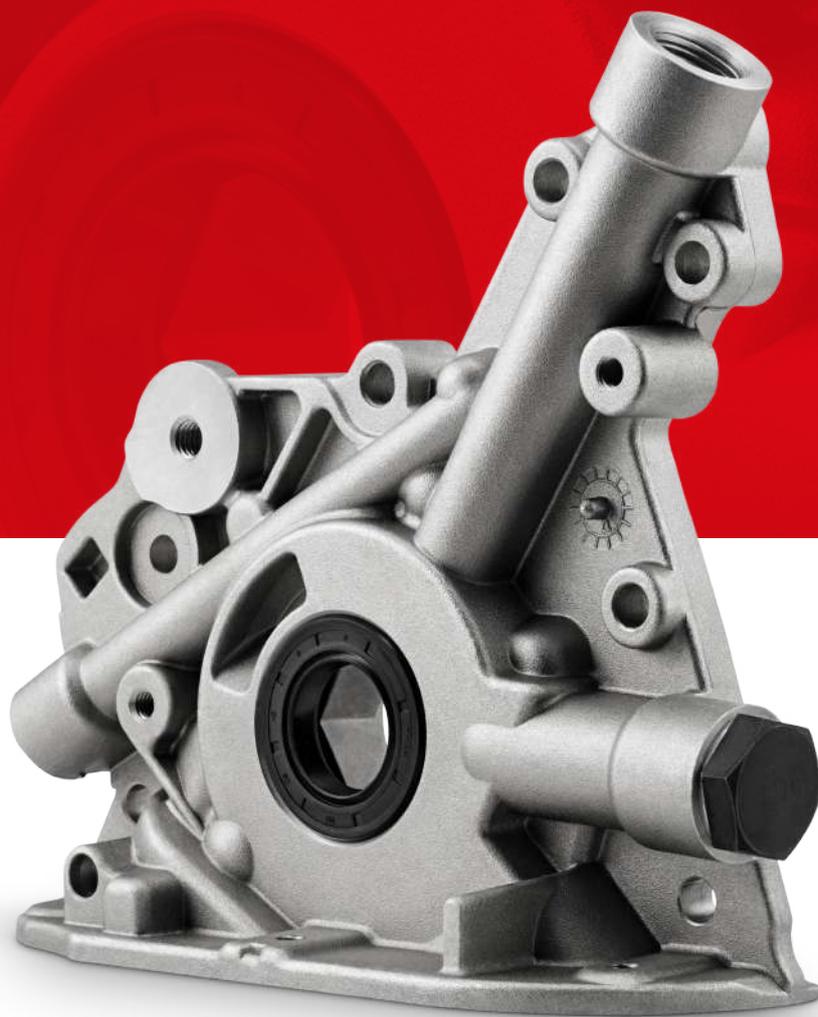
Os diversos fenômenos que ocorrem com peças durante seu ciclo de vida em um MCI são estudados desde o desenvolvimento dos primeiros motores, para definir as limitações de seus componentes, bem como a durabilidade que possuem. Os conhecimentos adquiridos com as experiências práticas e com o avanço da 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 Bomba de Óleo



TAKAO
PENSOU MOTOR, PENSOU TAKAO

Fig.01

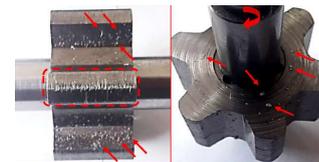
Página: 08



Baixa pressão de óleo decorrente de montagem de bomba seca.

Fig.06

Página: 14



Danos provocados por presença de abrasivos no óleo lubrificante do motor.

Fig.02

Página: 09



Aplicação de massa de vedação líquida na bomba de óleo.

Fig.07

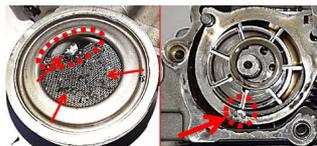
Página: 16



Engripamento da válvula de segurança limitadora da pressão de óleo (válvula de alívio).

Fig.03

Página: 10



Tubo pescador danificado.

Fig.08

Página: 17



Quebra da bomba provocada por erro de concentricidade (desalinhamento dos centros).

Fig.04

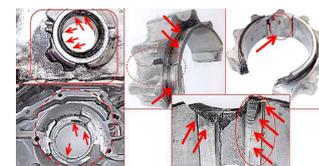
Página: 11



Óleo lubrificante do motor com suas propriedades afetadas por diluição.

Fig.09

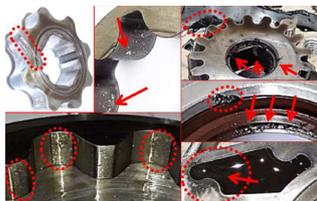
Página: 18



Folga entre chaveta e rotor de acionamento da bomba.

Fig.05

Página: 13



Presença de corpos estranhos dentro da bomba de óleo e/ou no óleo lubrificante.

Fig.10

Página: 20



Quebra da carcaça da bomba do tipo conjunto engrenado.



Fig.01 – Baixa pressão de óleo decorrente de montagem de bomba seca (sem carregar com óleo ou pasta de montagem):

Sempre que uma bomba de óleo for aplicada no motor, é necessário que seja efetuado um procedimento de carregamento de forma que todas as folgas internas da bomba sejam preenchidas com óleo, ou melhor ainda, com uma pasta de montagem específica para motores de combustão interna (com composição que não provoque reações com o óleo lubrificante).

Quando as folgas internas da bomba não são preenchidas com um fluido incompressível (líquido), ocorre que nos primeiros giros do motor ela estará enviando ar ao invés de óleo para a linha de lubrificação do motor, e como a resistência à compressão de um gás é muito pequena em comparação com a resistência à compressão de um líquido (óleo ou pasta de montagem), ocorrerá que a bomba poderá não produzir um diferencial de pressão (sucção) suficiente para sugar o óleo do cárter, principalmente nos casos de bombas que são montadas na parte frontal do motor e acionadas diretamente pelo eixo virabrequim, pois, neste caso a distância entre a bomba e a fonte de captação (cárter) é muito grande, o que provoca uma grande perda de carga (dificuldade de sugar o óleo).

O resultado de uma montagem sem carregar a bomba será sempre uma demora muito grande para que a pressão de óleo do motor atinja um valor adequado, podendo em casos mais críticos acarretar na bomba não sugar o óleo em momento algum (quando além de estar longe da fonte de captação, o óleo presente no cárter seja de alta viscosidade ou se apresente com alta viscosidade por conta de uma temperatura ambiente muito baixa, ou ainda, quando as vedações de bomba/bloco ou bomba/pescador do óleo estejam permitindo a entrada de ar na bomba).

A TAKAO, entendendo a importância de tal procedimento, recomenda ainda, que ao invés de óleo de motor comum, seja utilizada uma pasta de montagem de motor. Esta alternativa é muito mais confiável no que diz respeito à confiabilidade do serviço efetuado, pois, a pasta se apresenta em alta viscosidade na temperatura ambiente e isto garante que independentemente da posição em que a bomba seja aplicada no motor, bem como do tempo em que ela fique estática até que finalmente seja dada a partida no motor, a pasta não escorra de volta para o cárter, diferentemente de quando se utiliza o óleo do motor, que na maioria dos casos é de média a baixa viscosidade e retorna para o cárter pela ação da força gravitacional pouco tempo após a bomba ter sido aplicada.

Este procedimento é necessário para que a bomba não trabalhe sem lubrificação, o que resulta em aquecimento das partes internas na bomba e danos por contato metal-metal que provocam desgaste abrasivo acarretando em falha

prematura da bomba (o motor também trabalhará a seco, portanto, todas suas peças móveis sofreram danos iguais ou ainda mais severos, como no caso das bronzinas).

Fenômeno: Alta perda de carga/baixa sucção por presença de ar no sistema.

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montagem da bomba sem efetuar a lubrificação prévia e garantir que suas folgas internas estejam plenamente preenchidas com um lubrificante de elevada viscosidade.

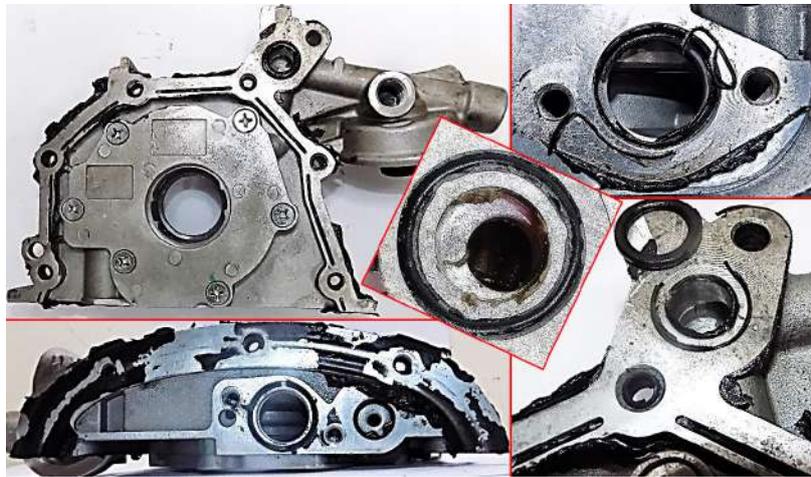


Fig.02 – Aplicação de massa de vedação líquida (cola / adesivo à base de silicone / elemento de vedação elástico permanente) na bomba de óleo:

A utilização de massa vedante na aplicação de uma bomba de óleo acarreta na isenção de responsabilidade por parte do fabricante com qualquer possível falha prematura que possa ocorrer posteriormente a tal ato, ou seja, a cobertura de garantia é anulada imediatamente.

O motivo disso é que ao aplicar um vedante líquido em qualquer parte da bomba que necessita de vedação, o elemento químico acaba por ser espremido entre as superfícies de união e parte do material acaba por adentrar o interior da bomba, o cárter, ou mesmo um duto de lubrificação do motor, desta forma, ocorrerão danos decorrentes dessa contaminação, o corpo estranho que adentrou para uma dessas partes internas ficará retido em algum ponto crítico do sistema, provocando obstrução da passagem de óleo, o que impede o fluxo do óleo, acarretando por fim, danos semelhantes aos ocorridos quando há queda de pressão de óleo ou falta de óleo no motor.

Não bastando, conforme pode ser observado nas imagens, há casos em que o aplicador faz uso deste elemento de vedação sobreposto às vedações originais da bomba, isto é, anéis O, juntas e/ou guarnições que podem acompanhar a própria peça ou vir no jogo de juntas do motor. Tal procedimento acaba por ser fatal ao motor, ou seja, o que se fez pensando em melhorar a vedação acaba por ser prejudicial para ela, pois, a junta ou o anel de vedação que foi

superposto com a massa líquida fica calçado e pode sofrer reação química com a massa aplicada, assim, a vedação fica comprometida e pior, a área vedada é muitas vezes um orifício de passagem de óleo, que acaba por ser contaminado com partes dessa massa, que adentra para o interior do motor, causando surgimento de corpos estranhos no óleo lubrificante e no interior da bomba.

No geral, há bombas que precisam realmente de utilização de uma junta, guarnição ou anel de vedação para que orifícios e superfícies sejam adequadamente vedadas, mas há casos que a bomba é montada originalmente sem nenhum tipo de material vedante, nesses casos as superfícies de união possuem rugosidade controlada para que a vedação seja perfeita sem necessidade de uso de vedadores, no entanto, para casos que há necessidade de vedação é estritamente necessário o uso de vedações sólidas e originais do motor, evitando danos decorrentes de utilização de vedantes líquidos e a perda da garantia por parte do fabricante.

Fenômeno: Contaminação da bomba por corpo estranho/contaminação do óleo lubrificante.

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montagem da bomba com utilização de vedante líquido.

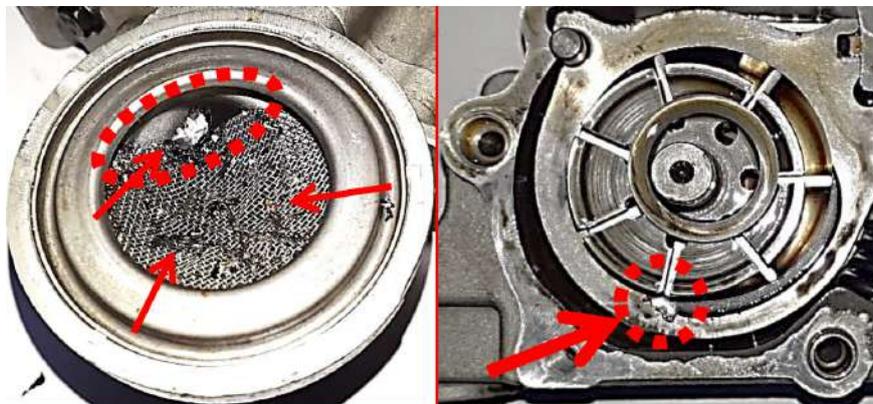


Fig.03 – Tubo pescador danificado:

Muitos não sabem, mas a bomba de óleo é o único componente do motor que recebe óleo lubrificante sem filtragem. Isto ocorre porque a bomba de óleo é o elemento que faz o envio do óleo para o filtro, para que daí por diante o sistema seja alimentado com óleo filtrado, portanto, a bomba acaba por trabalhar com óleo do cárter sem filtragem e sempre que houver contaminantes no óleo a bomba será a primeira peça a sofrer as consequências.

O tubo pescador ou conduto de sucção da bomba é o componente que faz a ponte entre a bomba e o cárter do motor, é responsável por captar o óleo do cárter e deve possuir uma tela de proteção que impede que grandes corpos estranhos adentrem o interior da bomba de óleo. Essa tela de proteção não pode ser muito restritiva, isto é, a área de cada pequena passagem para o óleo nessa tela deve ser suficiente para que não ocorra uma perda de carga muito grande (dificuldade de sucção), por isso que um padrão comum é ter telas com área de passagem próxima de

25,8 mm² (0,040 in²).

Sabe-se que qualquer corpo estranho com dimensão maior ou igual a 0,001 mm (1 µm) já deve ser considerado um elemento abrasivo que provoca danos às superfícies das peças do motor, o que significa que a bomba de óleo acaba atuando em condições mais tendenciosas ao desgaste do que outras peças do motor, já que a pré-filtragem que antecede a bomba não consegue reter corpos estranhos com dimensões inferiores à 5 mm de dimensão linear ou 25,8 mm² de área superficial, mas quando o motor funciona adequadamente e as trocas de óleo e filtro são realizadas adequadamente conforme recomendação contida no manual de garantia e manutenção do veículo, não há problemas e a bomba continua atuando normalmente com vida útil suficiente para que seja substituída apenas quando o motor necessitar de ser reaberto para uma reforma interna (recomenda-se trocar a bomba juntamente com as bronzinas que normalmente se desgastam mais cedo que a bomba).

No entanto, para casos semelhantes ao da imagem acima, temos uma situação anormal e desastrosa para a bomba. Sempre que o tubo pescador sofrer danos ou se apresentar com alguma inconformidade ele deve ser substituído e jamais aplicado no motor, pois, estando amassado, entortado ou com um rasgo acarretará problemas para a bomba de óleo e conseqüentemente para o motor.

Quando o tubo pescador se apresenta com a tela de filtragem danificada ocorrerá que corpos estranhos de dimensões muito grandes poderão entrar para o interior da bomba, e com isso ocorre a falha prematura da bomba provocada por desgaste abrasivo ou por travamento, dependendo das dimensões e do tipo de corpo estranho que passar para dentro dela, o que vai, por fim, gerar falta de óleo no motor por conta de a bomba de óleo ter sido danificada em funcionamento.

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montagem do tubo pescador danificado, amassado, entortado, com rasgo na tela de filtragem, sem tela de filtragem, ou furado.



Fig.04 – Óleo lubrificante do motor com suas propriedades afetadas por diluição:

O óleo lubrificante do motor possui uma série de funções que vão muito além de lubrificar, e cada uma dessas funções são desempenhadas através das propriedades que o óleo possui, sendo que cada propriedade é fornecida pelo pacote de aditivos que está presente na sua formulação.

As principais propriedades que um óleo de motor deve garantir são especificadas por sua classificação de serviço, definida pela American Petroleum Institute (API). O programa certifica que um óleo atende a determinados padrões de qualidade e desempenho do Original Equipment Manufacturer (OEM). A classificação do serviço é mostrada no "API Service Symbol Donut" na etiqueta do produto. Também pode haver um selo "API Certified for Engines" no rótulo.

A última classificação definida para motores ciclo otto é a API SP, que foi estabelecida em maio de 2020. Trata-se de um óleo sintético com um pacote de aditivos desenvolvido para o atendimento às condições ainda mais desafiadoras que o lubrificante do motor encontra nos motores atuais. Os óleos de motor que atendem à classificação API SP são projetados para fornecer proteção contra pré-ignição de baixa velocidade (LSPI), maior resistência ao desgaste, proteção aprimorada de depósito de alta temperatura para pistões e turbocompressores (carbonização), controle mais rigoroso de borras e verniz, bem como economia de combustível aprimorada, proteção do sistema de controle de emissão (conversor catalítico ou catalizador) e proteção de motores operando com combustíveis contendo etanol até E85 (etanol hidratado que pode ser encontrado nos postos brasileiros).

Entendendo que o óleo lubrificante encara diversos desafios cada vez mais severos, os quais são superados pela alta qualidade e pela composição com pacotes de aditivos mais sofisticados, o que permite ao óleo não só lubrificar, mas resfriar, limpar e proteger todas as partes internas que são lubrificadas no motor, fica evidente que se a composição química e/ou se as condições físico-químicas do lubrificante do motor forem alteradas por contaminação e diluição, suas funções não poderão mais ser plenamente desempenhadas, acarretando em diminuição de sua vida útil e/ou perda imediata de suas principais propriedades.

No caso em que ocorre a diluição do óleo do motor, seja ela por combustível, água ou por excesso de gases de combustão que acabam indo para o cárter (blow-by excessivo), as propriedades de antidesgaste, limpeza, antiespumante e de durabilidade serão afetadas, bem como a viscosidade. Com isso, pode ocorrer surgimento de aeração (bolhas de ar no óleo), borras, verniz, oxidação e corrosão em peças do motor, desgaste prematuro de partes móveis, falha na sustentação hidrodinâmica do virabrequim, e cada uma destas circunstâncias ensejará falha prematura da bomba de óleo, seja por uma ou mais consequências somadas em decorrência do óleo diluído.

Fenômeno: Diluição e/ou degradação do óleo lubrificante por contaminação.

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Aplicação de óleo lubrificante fora das especificações recomendadas pelo fabricante;
- Negligenciar a troca do óleo e/ou do filtro, acarretando funcionamento do motor com óleo degradado.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Falha em um ou mais bicos injetores de combustível que acabam gotejando ou injetando combustível em excesso;
- Funcionamento do motor com excesso de gases passando para o cárter (blow-by excessivo);
- Falhas de combustão que provoquem diluição do óleo por combustível;
- Presença de água ou de vazamentos de água em contato com o óleo lubrificante do motor;
- Motor funcionando com óleo degradado (fora do prazo de troca especificado);
- Períodos de condução do veículo muito curtos, de trânsito intenso ou com altas velocidades por longos períodos, o que acelera a degradação do óleo que nesses casos deverá ser substituído antes do prazo ou distâncias normais que são especificados para condições menos severas de funcionamento (trocar na metade do tempo ou distância que é recomendado no manual para condições normais de uso).



Fig.05 – Presença de corpos estranhos dentro da bomba de óleo e/ou no óleo lubrificante:

O surgimento de corpos estranhos no interior da bomba de óleo ou no óleo lubrificante do motor é um problema grave que acarreta desgaste prematuro por mecanismo de desgaste abrasivo. Além disso, pode ser que o corpo estranho não seja do tipo abrasivo por ser de material macio ou de baixa dureza, mas dependendo de suas dimensões e/ou quantidade presente poderá acarretar em entupimento de vias de passagem do óleo.

O resultado desse tipo de irregularidade é a baixa pressão de óleo do sistema e/ou a falta de óleo, que pode ser decorrente tanto de desgastes no interior da bomba que passa a possuir folgas internas muito elevadas e perde sua eficiência, como de travamento da válvula de alívio da pressão (válvula de segurança limitadora de pressão) que provoca ou excesso de pressão em altas rotações (travada fechada) ou baixa pressão por conta de travar aberta e permitir que o óleo retorne para o cárter sem antes ser atingida a pressão correta de funcionamento do sistema de

lubrificação do motor.

Fenômeno: Contaminação por corpos estranhos/óleo lubrificante contaminado.

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;
- Utilizar vedantes líquidos para a montagem da bomba de óleo, que a carreta em contaminação;
- Descuido na aplicação de vedantes líquidos em outras peças do motor, permitindo que parte do material caia dentro do motor e na linha de lubrificação.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

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

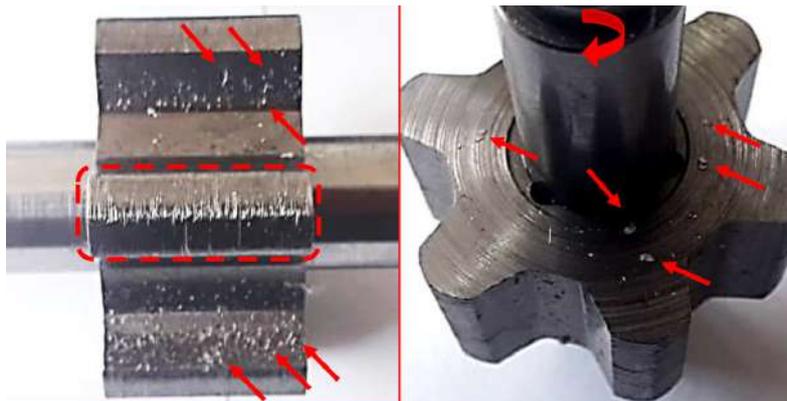


Fig.06 – Danos provocados por presença de abrasivos no óleo lubrificante do motor:

O início da avaria neste componente (rotor acionador da bomba) foi provocado pela contaminação abundante do óleo lubrificante que preenchia a bomba de óleo, de forma que no engrenamento entre rotor interno e externo as partículas duras eram comprimidas entre os dentes, riscando ambas superfícies (abrasão) e posteriormente promovendo aquecimento localizado que gerou microsoldagens (adesão dos corpos estranhos).

Com a condição severa de desgaste a superfície dos dentes iniciou um processo evolutivo de fadiga de contato em resultado de uma perda de resistência superficial, provocando microcraterações (pitting).

Fenômeno: Mecanismo de desgaste abrasivo/mecanismo de desgaste adesivo/pitting.

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;

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Funcionamento do motor com limalhas ou sujeiras alojadas em seu interior;
- Ocorrência de falha prematura em um componente do motor, o que provoca liberação de limalhas de metal que acabam sendo arrastadas com o óleo para o interior da bomba de óleo;
Obs.: neste caso, a falha não foi provocada pela bomba, mas por irregularidades na peça e/ou no funcionamento do motor que gerou a avaria, portanto, a bomba de óleo não é causadora e sim uma vítima do dano ocorrido por falha em outro componente que acometeu a bomba ao funcionamento com óleo contaminado;
- Óleo do motor contaminado por abrasivos.



Fig.07 – Engripamento da válvula de segurança limitadora da pressão de óleo (válvula de alívio):

Sempre que ocorre a entrada de corpos estranhos no interior da bomba há um grande risco de que algum se acomode no alojamento da válvula limitadora da pressão de óleo, o que poderá acarretar travamento do êmbolo, que poderá ensejar um excesso de pressão no sistema principalmente em altas rotações, bem como uma falta de pressão de óleo no caso em que a válvula travar aberta.

Quando abrasivos entram no alojamento da válvula, muitas vezes eles ficam retidos na superfície do êmbolo e/ou no alojamento, pois lá as folgas são muito estreitas (menos de 0,01 mm). Com isso, ocorre o mecanismo de desgaste abrasivo de três corpos, que provoca riscos e incrustações no alojamento e no êmbolo da válvula, provocando ou excesso de folga pela remoção de material ocorrida, ou mais comumente, o travamento da válvula por ocorrer o estrangulamento da folga, que provoca engripamento do êmbolo no alojamento.

O resultado é sempre uma anomalia na pressão de óleo do motor, que poderá atingir valores acima ou abaixo do adequado, dependendo da posição em que a válvula estiver travada.

Fenômeno: Mecanismo de desgaste abrasivo/mecanismo de desgaste adesivo.

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;

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Funcionamento do motor com limalhas ou sujeiras alojadas em seu interior;

- Ocorrência de falha prematura em um componente do motor, o que provoca liberação de limalhas de metal que acabam sendo arrastadas com o óleo para o interior da bomba de óleo;

Obs.: neste caso, a falha não foi provocada pela bomba, mas por irregularidades na peça e/ou no funcionamento do motor que gerou a avaria, portanto, a bomba de óleo não é causadora e sim uma vítima do dano ocorrido por falha em outro componente que acometeu a bomba ao funcionamento com óleo contaminado.

- Óleo do motor contaminado por abrasivos.



Fig.08 – Quebra da bomba provocada por erro de concentricidade (desalinhamento dos centros):

Nos motores em que a bomba de óleo é acionada pela polia do virabrequim ao invés do próprio eixo acioná-la diretamente (p.ex.: Ford Zetec Rocam), o procedimento de montagem deve ser efetuado de forma diferente, de maneira a centrar a bomba através da polia, o que evita que tanto a bomba de óleo como o seu retentor atuem descentralizados com relação à polia do virabrequim.

O procedimento correto de montagem é seguindo a sequência lógica que permite que todo o conjunto (i.e., virabrequim, polia, bomba de óleo e retentor) trabalhe rotacionando sobre a mesma linha de centro. Deve-se iniciar com a montagem do virabrequim sendo perfeitamente alinhado em seus mancais que devem ser torqueados, atentando para que as folgas radial e axial estejam dentro das recomendações especificadas no manual do fabricante, feito isso, parte-se para o encaixe da bomba de óleo na parte frontal do motor, mas cuidando para que os seus parafusos sejam apenas rosqueados e não apertados (apenas “apontar” as roscas dos parafusos), permitindo que a bomba tenha um jogo para todas as direções através da folga que deve existir entre os furos de sua carcaça e os parafusos de fixação. Após isso, deve ser feita a montagem do retentor na polia com o auxílio da ferramenta que o acompanha, então, a polia com o retentor deve ser aplicada de maneira que a bomba seja centrada utilizando a polia como guia. Neste momento deve-se inserir o parafuso da polia que deve ser rosqueado até o final de seu curso, fazendo o retentor encaixar em seu alojamento e apoiar completamente em seu encosto. Por fim, o parafuso deve ser afrouxado para que a ferramenta de montagem do retentor seja removida e então poderá ser aplicado o torque

final no parafuso da polia. Somente após todos esses passos que finalmente os parafusos de fixação da bomba devem ser apertados e devidamente torquados conforme especificação do manual do fabricante.

Tal procedimento evita que a bomba seja montada fora de centro, o que provoca danos à polia, ao retentor e, principalmente à bomba, causando quebra de seu rotor interno por atuar descentralizado, sendo forçado contra a carcaça da bomba até que o conjunto aqueça e com o estrangulamento da folga ocorra travamento e quebra.

Fenômeno: Ruptura por flexo-torção excessiva (gerada por travamento do mecanismo).

Causas:

1. ERROS DE MONTAGEM

- Procedimento de montagem incorreto, acarretando descentralização entre a bomba e a polia e/ou eixo de acionamento.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Bomba funcionando desalinhada em relação ao seu eixo e/ou polia de acionamento.

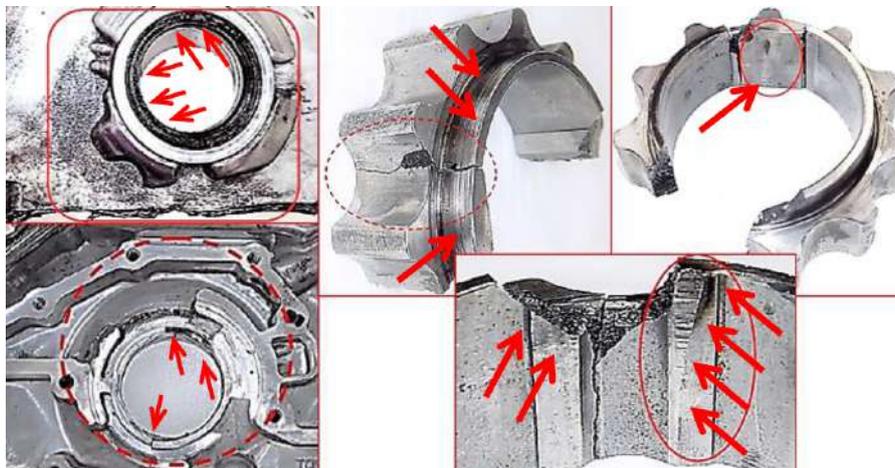


Fig.09 – Folga entre chaveta e rotor de acionamento da bomba:

Quando são encontradas marcas de atrito provocadas por desgaste entre a saliência ou concavidade de encaixe do rotor da bomba e da chaveta ou rebaixo do eixo que deve acoplar no rotor da bomba, e/ou ruptura nesta região do rotor, esses são indícios de que ocorreu funcionamento da bomba em um eixo com irregularidade no rebaixo ou na chaveta de encaixe da bomba com o eixo.

O encaixe da bomba no bloco do motor é garantido por seus parafusos de fixação, já o encaixe entre o rotor de acionamento e o eixo virabrequim do motor é garantido pela fixação da polia dianteira do motor, bem como pela(s) chaveta(s) de travamento que existe na ponta do eixo, o que em conjunto servirá para manter o rotor da bomba fixo e totalmente estático no eixo, garantindo que não haja nenhuma movimentação relativa entre ambos.

Quando há algum tipo de irregularidade na ponta do eixo, seja um amassado, “canto vivo”, ou falta de material que acarreta em folga excessiva entre a chaveta/relevo/rebaixo do eixo com o rebaixo/saliência do interno do rotor de acionamento da bomba, a fixação entre rotor da bomba e eixo virabrequim fica comprometida, desta forma há possibilidade de movimentação entre ambos, o que gera desgaste, aquecimento e posteriormente, a quebra por fadiga do material.

Além da fadiga que ocorre com o material do rotor da bomba por estar sendo submetido à variações de cargas cíclicas toda vez que ocorre uma alteração de velocidade angular do eixo e o rotor vibra ou se desloca (inevitavelmente), quanto mais essa movimentação vai ocorrendo, mais a área de encaixe fica comprometida, fazendo o eixo girar dentro do rotor da bomba e onde há uma saliência que deveria ser encaixada num rebaixo, ela será forçada por uma região sem rebaixo, acarretando num tensionamento excessivo do rotor partindo do local onde ocorreu o deslocamento da saliência, assim, essa saliência/chaveta força o interno do rotor, provocando sua expansão e ruptura por flexão na seção transversal.

Garantir que não haja folga ou “jogo” do rotor da bomba no eixo é responsabilidade do aplicador, que deverá assegurar a fixação do conjunto, atentando para caso exista alguma irregularidade no eixo e assim devendo corrigi-la antes da aplicação da bomba, o que evitará a falha prematura do componente por conta da quebra do referido rotor.

Fenômeno: Ruptura por fadiga/flexão excessiva.

Causas

1. ERROS DE MONTAGEM

- Montar a bomba sem conferir o encaixe com o eixo, permitindo que a bomba funcione com folga entre rotor e eixo.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Bomba funcionando com folga entre seu rotor/engrenagem de acionamento com o eixo, o que provoca desgaste no interno do rotor e deslocamento entre rotor e eixo, acarretando ruptura do rotor.

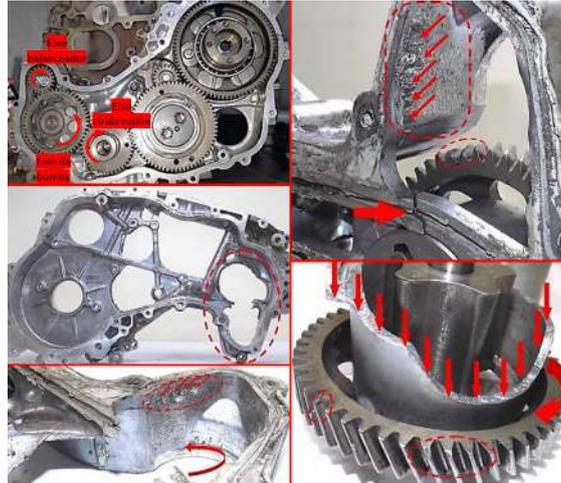


Fig.10 – Quebra da carcaça da bomba do tipo conjunto engrenado:

Em casos que a bomba de óleo é parte de uma estrutura que serve de carcaça para um conjunto engrenado, qualquer travamento ou dissincronia com uma ou mais engrenagens que atuam engrenadas acarretará no travamento e na posterior quebra da bomba de óleo

No caso da imagem acima, ocorreu a quebra da carcaça da bomba na região de sua engrenagem de acionamento e, ao observar todas as evidências apresentadas, chega-se à conclusão que a causa raiz desta ruptura foi a soltura da engrenagem do eixo balanceador que é acionado pela engrenagem da bomba, de forma que ao se desprender do eixo esta engrenagem foi lançada pela força centrífuga e colidiu contra a carcaça da bomba, provocando o travamento do conjunto, pois, ainda estava parcialmente em contato com a engrenagem de acionamento da bomba, o que provocou quebra de alguns dentes desta engrenagem e também a quebra da carcaça.

Analisando o funcionamento do conjunto engrenado, observa-se que o eixo acionador (virabrequim) atua no sentido horário, enquanto o eixo da bomba no anti-horário, e por fim, o eixo balanceador que neste motor é acionado pelo engrenamento com a engrenagem da bomba, gira no sentido horário. Assim, é possível verificar que as marcas presentes na carcaça da bomba coincidem com o sentido de giro e com a posição da engrenagem do eixo balanceador, o que comprova que o problema se iniciou com esta engrenagem se soltando de sua posição correta e causando o travamento do conjunto.

Todavia, para saber a causa de a engrenagem ter se soltado é necessária uma análise de todas as peças envolvidas, a fim de identificar se houve erro de torque de seu parafuso, quebra de seu eixo ou do parafuso, bem como demais possíveis causas, como o surgimento de um elemento externo que pode ter travado o conjunto e causado a quebra.

Fenômeno: Ruptura por flexão excessiva (força cortante e momento fletor gerados pelo travamento).

Causas

1. ERROS DE MONTAGEM

- Aplicação de torque excessivo no parafuso de fixação da engrenagem que é acionada pelo eixo

da bomba, de forma que ocorre quebra do parafuso ou este vem a espanar na rosca e se acaba por se soltar em funcionamento;

- Falta de torque no parafuso, acarretando sua frouxidão com o funcionamento do motor;
- Aplicação de parafuso danificado (espanado, com estricção ou deformado), o que impede que o torque aplicado atinja o valor recomendado, fazendo-o se soltar com o funcionamento do motor.

2. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO INAPROPRIADAS

- Surgimento de um corpo sólido entre as engrenagens causando interferência e travamento.



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