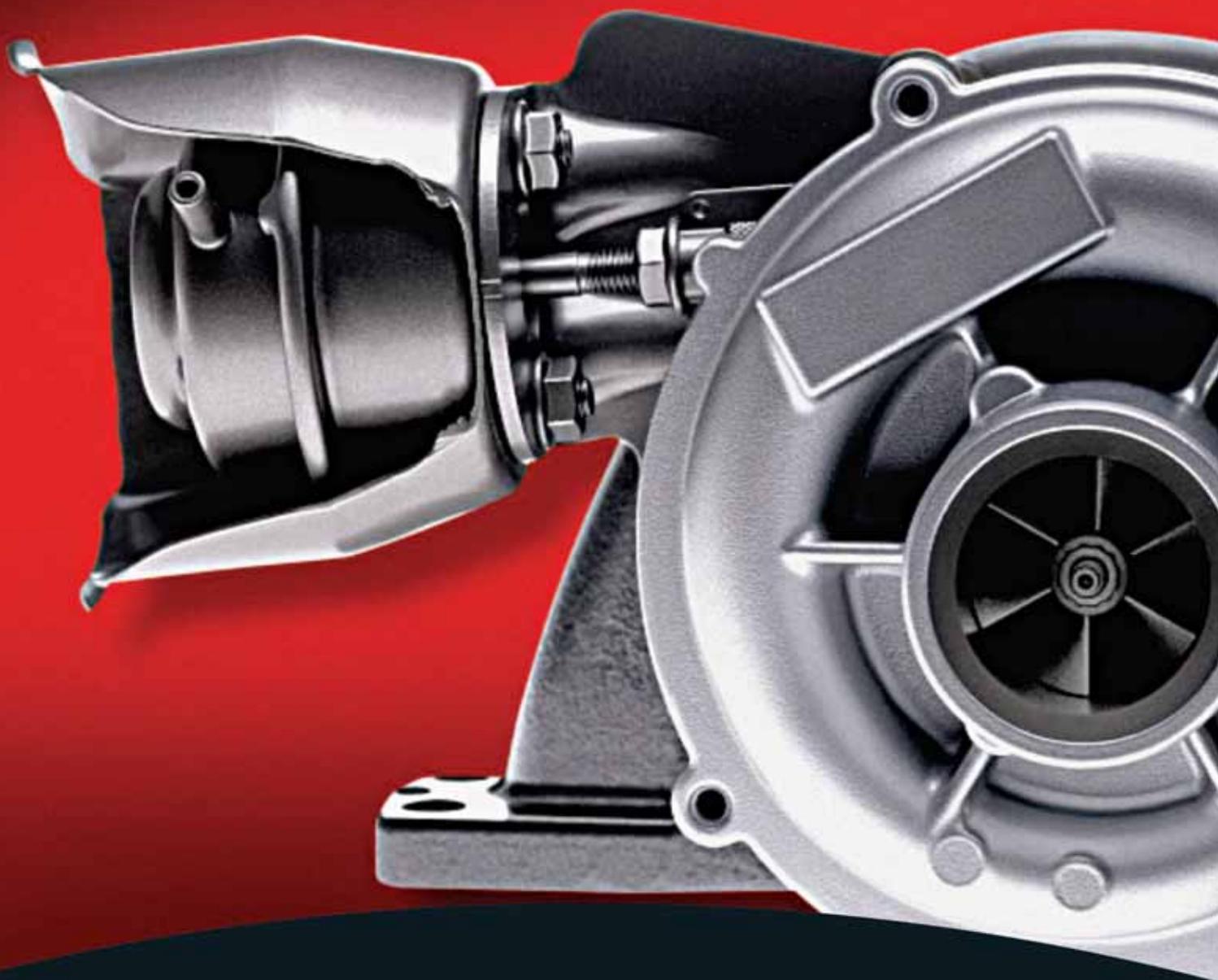


Turbo Technologies



Manual de Análise de Falhas

Garrett[®]
by Honeywell



Objetivos

Este manual visa orientar a análise de um turboalimentador, quando o usuário detectar algum problema.

Procedimentos

Antes de retirar o turboalimentador do veículo, deve-se fazer uma verificação completa em todo o sistema envolvido.

Muitos turboalimentadores são removidos desnecessariamente, acreditando-se que o mesmo está com defeito. Entretanto, a causa da falha detectada (ex. vazamento de óleo, fumaça, perda de potência) pode ser proveniente de problemas em outros componentes do veículo.

Para evitar a retirada desnecessária do turbo, dificultando a solução do problema, é necessário que se faça a verificação em todos os itens (sem exceção) relacionados na Tabela de Detecção de Problemas, conforme sintomas apresentados no veículo, como veremos adiante.

O tempo gasto nestas verificações significará tempo ganho na solução do problema e satisfação do cliente.



Índice

Teoria de Funcionamento	03
Detecção de Problemas	06
Lista de Verificação Turbo - Veículo	11
Tabela de Detecção de Problemas	13
Seqüência de Desmontagem	14
Análise de Falhas	16
Falta de lubrificante	16
Lubrificante contaminado	18
Ingestão de objeto estranho	20
Esforço axial	22
Turbo Violado	24
Motor desligado em alta rotação	26
Utilização incorreta	27

Teoria de Funcionamento

Descrição do Turboalimentador

a- Descrição do Turboalimentador

Os turbos Garrett são fabricados para aplicações em motores ciclo Diesel e Otto.

O turbocompressor é composto por uma turbina e um compressor de ar rotativos, situados em lados opostos de um mesmo eixo. Os rotores do compressor e da turbina são envolvidos por carcaças denominadas carcaça do compressor e carcaça da turbina cuja função é direcionar o fluxo de gases através das pás dos rotores.

O fluxo de gases no rotor da turbina é do diâmetro externo para o centro, significando que a turbina é uma máquina centrípeta.

No compressor, o fluxo de ar é do centro para o diâmetro externo, ou seja, o compressor é uma máquina centrífuga.

A carcaça central sustenta o eixo através de um par de mancais flutuantes. Galerias na carcaça central levam o lubrificante (derivação do sistema de lubrificação do motor) aos mancais radiais. Estas galerias estão alinhadas com os furos dos mancais radiais, permitindo que o lubrificante atinja o eixo, promovendo sua refrigeração e lubrificação.

A drenagem do óleo da carcaça central é feita por gravidade. Vedações são instaladas em cada lado do eixo entre o mancal radial e o rotor adjacente para impedir a entrada de lubrificante no compressor e na turbina e também a entrada de gases para o interior da carcaça central. fig. 1.1

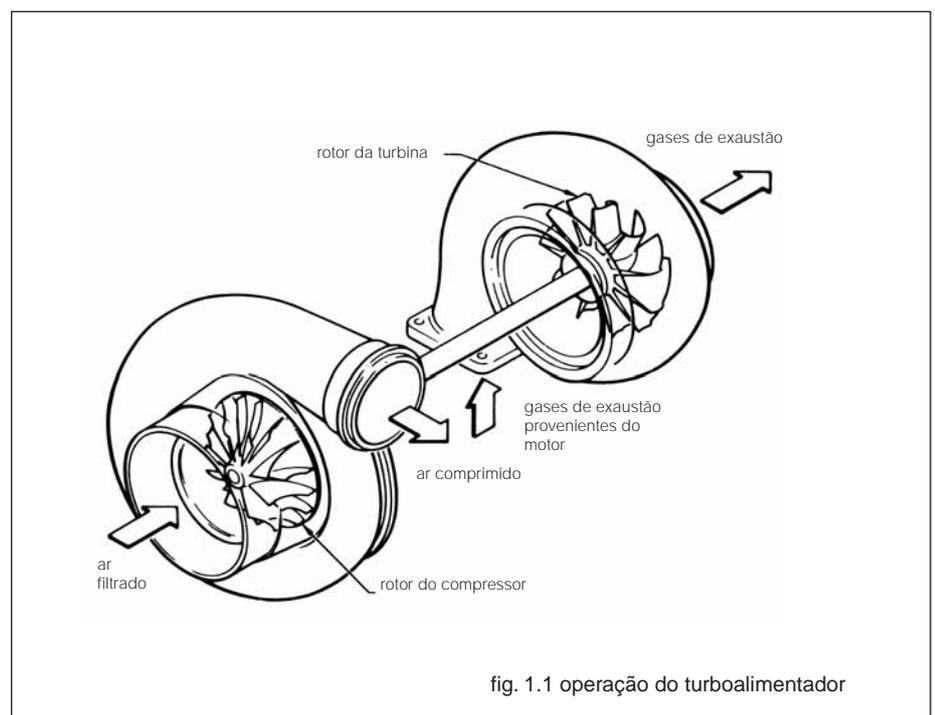


fig. 1.1 operação do turboalimentador

b- Teoria de Operação

Durante a operação de um turboalimentador gases provenientes do motor são direcionados para a turbina. Estes gases possuindo energia na forma de pressão, temperatura e velocidade provocam a rotação do rotor da turbina e consequentemente do rotor do compressor.

Com a rotação, o ar atmosférico (que deverá estar devidamente filtrado) é aspirado e posteriormente comprimido pelo rotor do compressor, de onde segue para os cilindros do motor. Dispondo de uma pressão maior na admissão, o trabalho realizado pelos cilindros é positivo, ou seja, os cilindros dispõem de menor quantidade de energia no tempo de admissão.

Outra vantagem:

Havendo maior massa de ar à entrada dos cilindros podemos queimar maior quantidade de combustível além de obtermos a combustão completa da mistura. Aliando essas três características, o resultado obtido é um aumento significativo da potência do motor. A vedação de óleo para as carcaças do compressor e turbina é efetuada aproveitando-se a rotação do eixo. Trata-se portanto de um processo dinâmico de vedação.

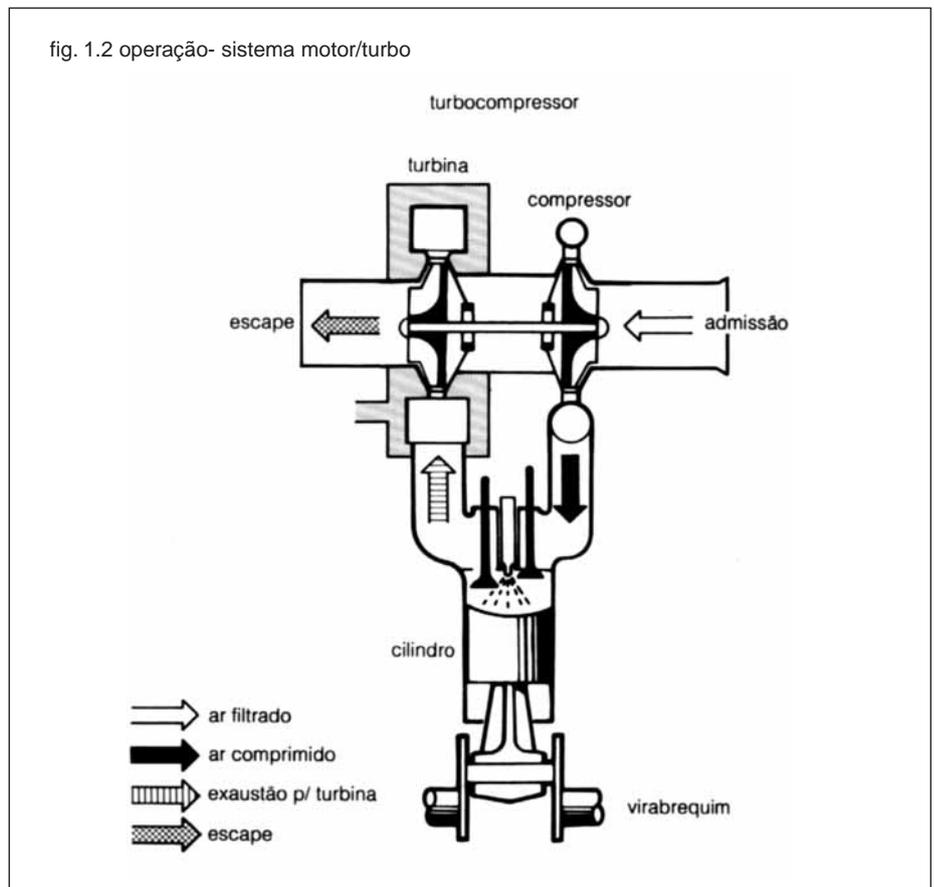
No lado da turbina o elemento responsável pela vedação é a

canaleta de óleo. Sua função é arremessar o lubrificante contra as paredes da carcaça central por centrifugação.

No lado do compressor a mesma função é executada pelo colar.

A vedação de gases em ambas extremidades do eixo é realizada por anéis denominados anéis de pistão.

fig. 1.2



c- Procedimentos para obtenção de maior durabilidade do turboalimentador Garrett

A operação de um turbo não requer nenhum procedimento especial, além dos cuidados especificados pelo fabricante do motor.

De qualquer modo, para assegurar a máxima durabilidade do turbo, atente para os seguintes itens:

- acelerar o motor imediatamente após a partida danifica o turbo, pois este adquire uma rotação elevada sem que o fluxo de óleo tenha alcançado o eixo.
- acelerar o motor instantes antes de desligá-lo também danifica o turbo, pois cessa a lubrificação, ao

passo que a rotação do eixo é ainda elevada.

- as duas condições acima causam o aquecimento e desgaste dos mancais e eixo, e a longo prazo podem levar o turbo à destruição.
- depois de trocar o óleo do motor ou ter feito qualquer operação que envolva a retirada de óleo e posterior colocação, pré lubrifique o turbo antes de acionar o motor. Desta maneira você estará seguro de que está obtendo o máximo de seu turboalimentador.

figs. 1.3, 1.4 e 1.5

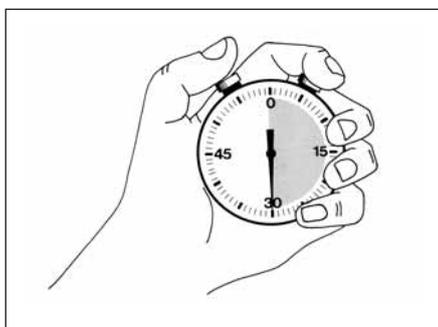


fig. 1.3 ligar o motor, aguardar no mínimo 30 seg para o estabelecimento da pressão normal de óleo. Antes de desligar o motor, aguardar 30 seg para baixar a rotação do eixo

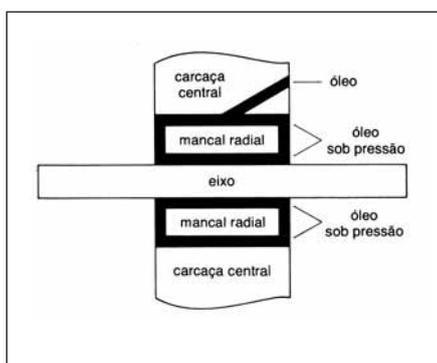


fig. 1.4 sistema de mancais radiais flutuantes

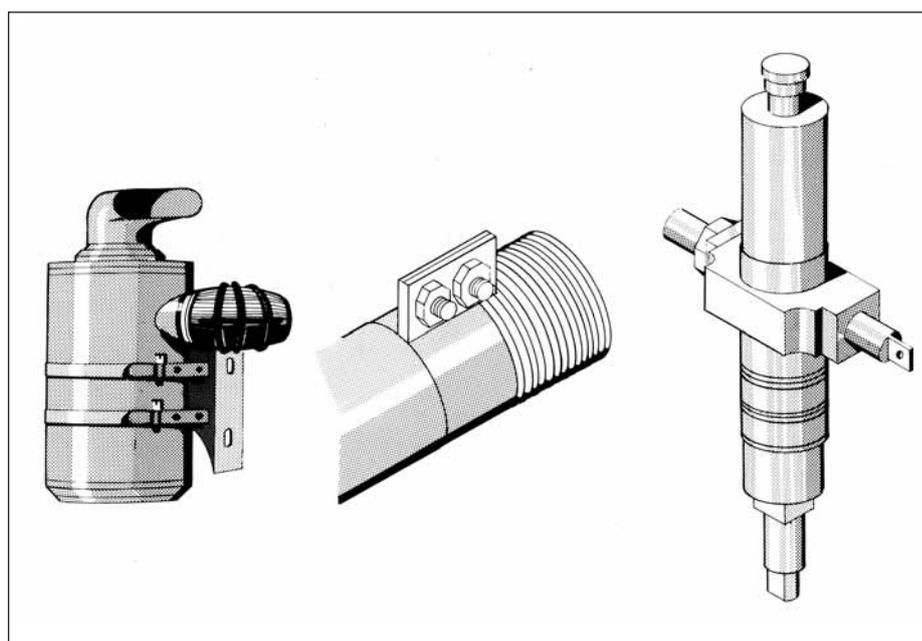


fig. 1.5 efetuar sempre a manutenção da bomba injetora, bicos, filtro de ar e conexões

Detecção de Problemas

A finalidade deste capítulo é detectar os possíveis problemas ou falhas em operação do turboalimentador, tendo em vista prevenir danos maiores no futuro. São quatro os principais problemas que aparecem no veículo por falhas do turboalimentador ou do motor:

- Perda de potência
- Emissão de fumaça preta ou branca
- Operação ruidosa
- Consumo excessivo de óleo combustível

Sem dúvida quaisquer dos sintomas acima podem ser resultado de um problema do motor, podendo não envolver o turboalimentador.

Antes de ser removido do motor e desmontado, o turbo e sua instalação devem ser examinados. Em muitos casos uma rápida checagem no sistema motor-turbo pode determinar a razão da falha. Os problemas devem ser solucionados antes da troca da unidade.

A detecção de problemas consta basicamente de quatro itens:

- a- Checagem externa do turboalimentador
- b- Checagem do rotor da turbina e da carcaça
- c- Checagem do rotor do compressor e da carcaça
- d- Checagem quanto a ruídos ou folgas excessivas

As explicações sobre os passos acima informam como proceder nas inspeções e o possível significado de cada uma. Estes passos devem ser observados antes da remoção do turbo do motor. As falhas encontradas no sistema motor turbo devem ser corrigidas antes da instalação de um novo turboalimentador.

a- Checagem externa do turboalimentador

Checar visualmente:

- parafusos, porcas ou arruelas soltas
- conexões de admissão ou escape soltas

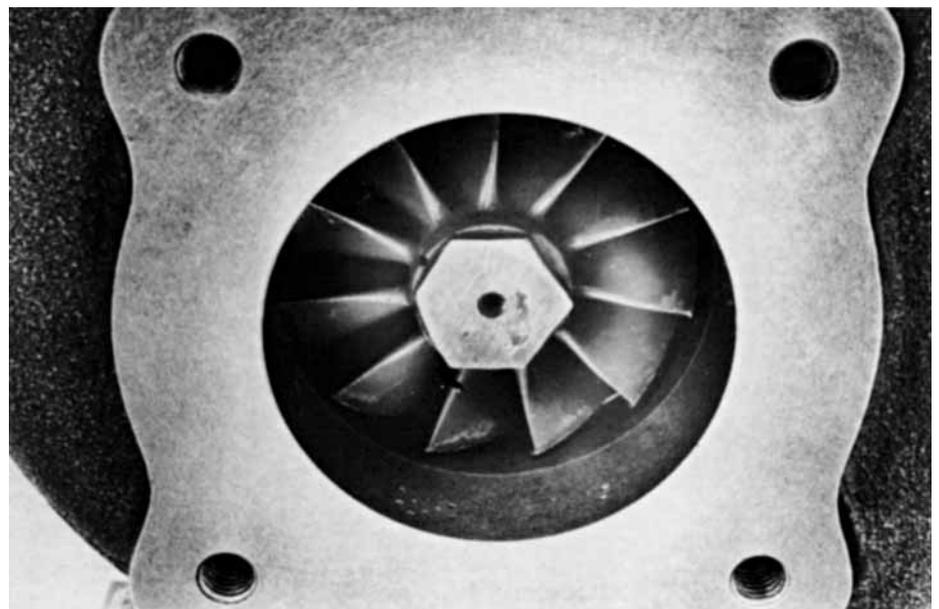
- tubulações de alimentação ou retorno de óleo danificados
- carcaça do turboalimentador trincada, corroída ou danificada
- vazamento de óleo lubrificante
- corrigir possíveis problemas de instalação encontrados.

b- Checagem do rotor da turbina e carcaça

- Remover as conexões de escape do turboalimentador
- Checar o rotor e a carcaça da turbina quanto a roçamento e vazamento de óleo lubrificante
- Havendo sinais de roçamento do rotor da turbina na carcaça, o turbo deverá ser desmontado e analisado.

fig. 2.1

fig. 2.1 roçamento do rotor da turbina na carcaça da turbina



Vazamento de óleo

Havendo evidência de vazamento de óleo deve-se determinar a origem da falha:

- Caso o vazamento seja proveniente do motor, deve-se consultar o manual do fabricante e corrigir o problema.

Se os depósitos de óleo lubrificante no rotor da turbina forem excessivos o turbo deverá ser desmontado e analisado.

- Caso o óleo encontrado na turbina seja proveniente da carcaça central deve-se checar:

- procedimentos de uso do motor: caso o motor tenha funcionado por muito tempo em marcha lenta, a combinação entre baixa pressão de gases de escape e baixa rotação do eixo e rotor da turbina permitem

um pequeno vazamento. Neste caso não há nenhum problema mecânico com o turboalimentador.

- conexões de retorno de óleo obstruídas: caso o óleo lubrificante não escoe livremente para o cárter do motor ocorrerá vazamento de óleo para a carcaça da turbina.

Ocorrendo isto, teremos a carcaça com depósitos de óleo. Corrija o problema de retorno de óleo que poderá ser:

- 1- Obstrução no retorno de óleo
- 2- Excesso de pressão no cárter
- 3- Mau posicionamento da carcaça central do turboalimentador (inclinação máxima da linha de centro da furação com relação ao solo = 35°).

fig. 2.2

fig. 2.2 vazamento pelo lado da turbina



Danos por ingestão de objeto estranho

Nestas condições a unidade tem seus parâmetros de balanceamento alterados devido à ingestão de objeto estranho pelo rotor da turbina, ocorrendo também danos nas vedações e mancais radiais. Na maioria dos casos o objeto estranho é proveniente do motor e o mesmo poderá estar danificado.

c- Checagem do rotor do compressor e carcaça

Remover as conexões de entrada de ar no compressor, checar se há roçamento do rotor do compressor na carcaça, vazamento de óleo lubrificante ou danos por ingestão de objeto estranho.

Havendo sinais de roçamento do rotor do compressor na carcaça o turbo deverá ser desmontado e analisado. fig. 2.3

Vazamento de óleo

Presença de óleo no interior do compressor pode ser causada por longos períodos de operação do motor em marcha lenta, ou restrição no sistema de retorno de óleo. Proceder às checagens conforme item "b". Havendo depósitos de óleo em grande quantidade no compressor a unidade deverá ser desmontada e analisada.

Certifique-se de que a causa do vazamento foi corrigida antes de

instalar uma nova unidade.

Presença de óleo no interior do compressor também pode ser causada por restrição no sistema de admissão de ar antes do turboalimentador. Se o turbo não puder aspirar o ar livremente, a pressão de óleo poderá exceder a pressão de ar no compressor, ocasionando a passagem de óleo para o compressor. Neste caso não há problemas com o turbo.

Certifique-se de que o problema de admissão de ar foi corrigido antes de instalar uma nova unidade.

Finalmente vazamento de óleo para o compressor pode ser causado por uso freqüente do motor sem carga; por exemplo, descendo-se uma longa ladeira com o veículo engrenado.

Durante este tipo de operação o fluxo de ar para o motor pode ser elevado, porém a descarga de

energia para a turbina é baixa e portanto a rotação do eixo também. A vazão de ar através do compressor cria uma pequena depressão no interior da carcaça puxando óleo para o compressor.

Neste caso não há nada de errado com o motor e turboalimentador.

Danos por ingestão de objeto estranho

Se o rotor do compressor está danificado por objeto estranho a unidade deverá ser desmontada e analisada. Na maioria dos casos o objeto é proveniente do sistema de admissão de ar (filtros danificados). Checar conexões soltas. Pedacos de rotor ou o próprio objeto estranho atingem o motor na maior parte das vezes, portanto, uma checagem no motor é recomendada antes da instalação de uma nova unidade (**vide check list pág. 11**).

fig. 2.4

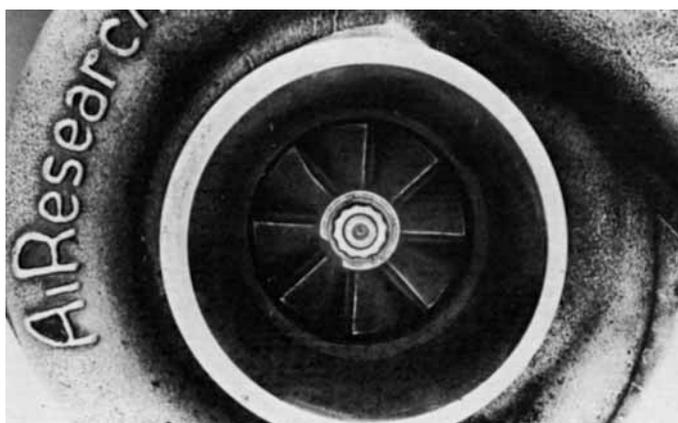


fig. 2.3 roçamento do rotor do compressor na carcaça do compressor

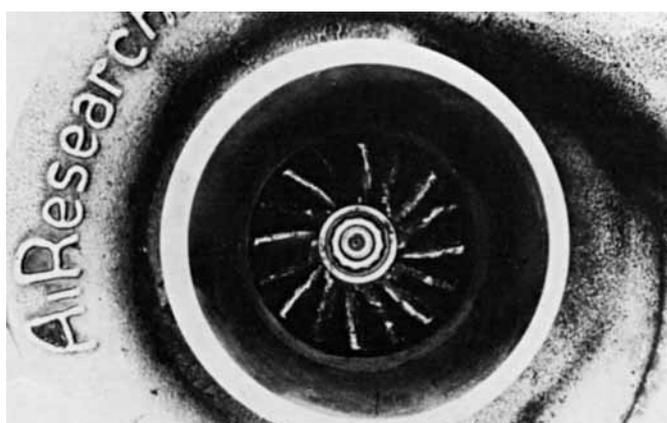


fig. 2.4 ingestão de objeto estranho pelo compressor

d- Checagem quanto a ruídos ou folgas excessivas

Checar o turbo quanto a ruídos ou folga excessiva.

Caso não sejam detectados danos no compressor e na turbina, girar o eixo e rotor da turbina normalmente. O conjunto deverá girar livremente. Verificar se os rotores (turbina e compressor) tocam as respectivas carcaças. Havendo contato, a unidade provavelmente apresentará danos internos e deverá ser desmontada e analisada.

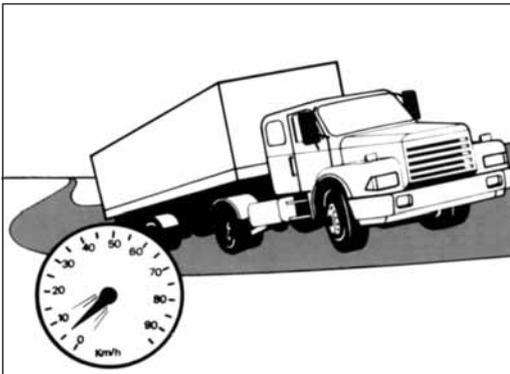


fig. 2.5 perda de potência

e- Sintomas aparentes

Para se chegar à falha real do conjunto turboalimentador/motor deve-se proceder da seguinte forma em cada um dos casos:

Perda de potência e emissão de fumaça preta

- 1- Escutar o motor e o turbo. Som compassado alto (assobio) indica perda de pressão ou vazamento de ar. Som cíclico indica filtro de ar sujo, objeto solto na tubulação de admissão ou sujeira no rotor do compressor.
- 2- Checar o filtro de ar quanto à sujeira. Estando o filtro de ar obstruído, o motor não receberá a quantidade de ar necessária

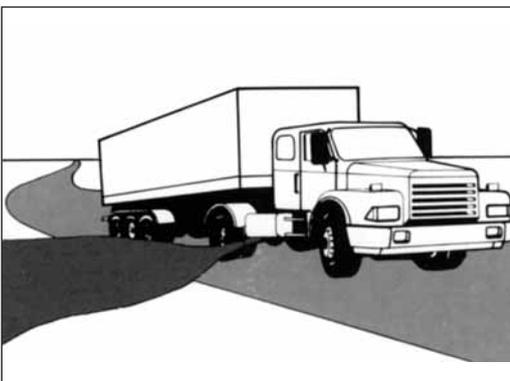


fig. 2.6 emissão de fumaça preta

para produzir a queima completa do combustível.

- 3- Verificar acúmulo de sujeira no rotor do compressor. O rotor do compressor sujo terá um rendimento menor e conseqüentemente enviará menos ar ao motor.
 - 4- Checar juntas soltas na tubulação de admissão.
 - 5- Checar juntas soltas na tubulação de escape antes da turbina. Gases queimados do motor que não passam pela turbina representam uma diminuição da rotação do turbo e menor quantidade de ar enviada ao motor.
 - 6- Checar visualmente folgas axiais e radiais do turbo. Estando as folgas em excesso deve-se trocar a unidade.
- Não se encontrando nenhum desses sintomas deve-se consultar o manual do fabricante do motor. Resumindo: falta de ar para o motor se traduzirá em perda de potência e emissão de fumaça preta.

fig. 2.5 e 2.6

Operação ruidosa

- 1- Verificar aperto nas conexões de admissão e escape.
- 2- Verificar roçamento dos rotores nas carcaças.
- 3- Verificar as folgas axiais do turbo
- 4- Verificar obstrução na entrada de óleo. Estando a entrada de óleo obstruída, o turbo trabalhará sem lubrificante ocorrendo a falha na unidade. Não encontrando nenhum dos sintomas acima deve-se consultar o manual do fabricante do motor.

fig. 2.7

avariados provocam desbalanceamento no eixo e estando o eixo desbalanceado, as vedações perdem sua função.

- 3- Verificar obstrução no retorno de óleo. Retorno de óleo obstruído pode ocasionar acúmulo de óleo na carcaça central e conseqüentemente, vazamentos para o compressor e turbina.

Não encontrado nenhum destes problemas, deve-se recorrer ao manual do fabricante do motor.

fig. 2.8

Emissão de fumaça branca ou azul

Fumaça branca ou azul indica óleo lubrificante sendo queimado.

Este vazamento de óleo pode ser devido a problemas com as vedações do turbo ou do motor, como também uso inadequado do turbo ou do motor. Assim sendo deve-se proceder como segue:

- 1- Checar o filtro de ar quanto a restrição. Restrição no filtro de ar pode causar vazamento de óleo para o compressor. Esse óleo seguirá para o motor, reduzindo a eficiência da combustão.
- 2- Checar avarias nos rotores do compressor e da turbina. Rotores

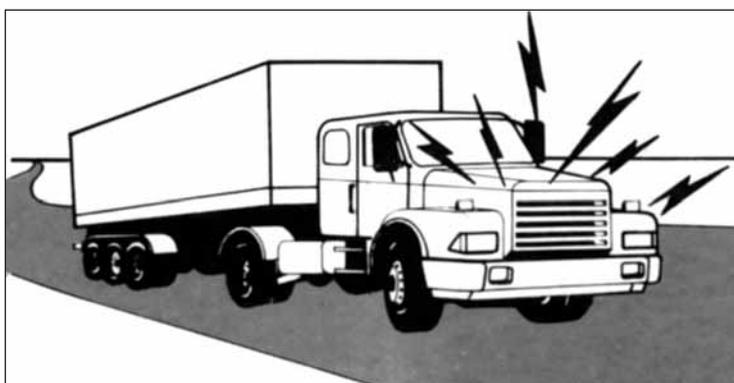


fig. 2.7 operação ruidosa

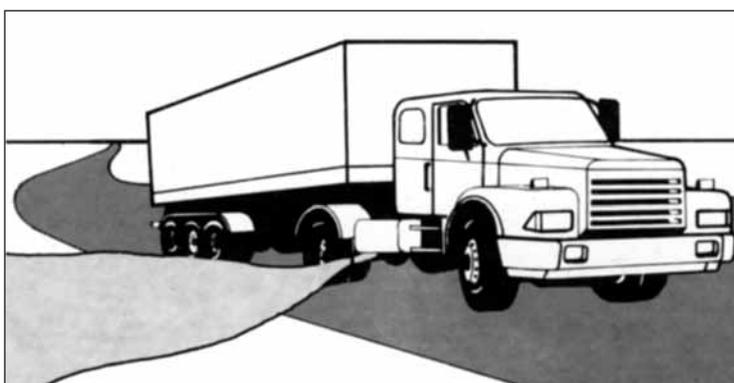


fig. 2.8 emissão de fumaça branca ou azul

Lista de Verificação Turbo - Veículo

Antes de retirar o turbo do motor siga todos os passos do check list.

Obs.: A total verificação do check list é muito importante para que se evite a retirada do turbo sem necessidade, pois um problema que aparentemente não é do turbo pode ter sido ocasionado por uma falha de um outro componente qualquer do motor.

1- Sistema de admissão e vazão de ar (antes de desmontar o turbo)

1.a - Existe válvula de recirculação - válvula de condensação de vapor de óleo dos gases do carter para tubulação de admissão?

1.b - Existe algum dano aparente, vazamento ou excesso de óleo nas válvulas?

1.c - A bomba injetora está com o lacre?

1.d - A bomba injetora está sincronizada?

1.e - A tubulação de conexão das válvulas no sistema de admissão de ar está oleada internamente?

1.f - Existe tomada de ar para o compressor de ar na tubulação de admissão de ar no motor?

1.g - A tomada de ar apresenta algum vazamento?

1.h - A tubulação entre o compressor e a admissão de ar está oleada internamente?

1.i - O filtro de ar está danificado?

1.j - O elemento do filtro de ar é o especificado pelo fabricante do veículo?

1.k - As substituições ocorreram conforme orientação do fabricante do veículo?

1.l - O filtro de ar está obstruído?

1.m - Existe alguma obstrução e/ou dano (trinca e/ou amassamento) na tubulação de admissão e vazão de ar?

1.n - Existe alguma trinca ou amassamento no inter cooler?

1.o - As mangueiras do sistema de admissão de ar do motor estão em boas condições de uso?

2- Sistema de alimentação e vazão de óleo (antes da remoção do turbo)

2.a - Existe algum dano na tubulação de entrada de óleo lubrificante ao turbo?

2.b - Existe algum dano na tubulação de retorno de óleo lubrificante ao turbo?

2.c - O nível de óleo lubrificante do carter está dentro dos limites?

2.d - Existe vazamento de óleo lubrificante em algum ponto do motor?

2.e - O filtro de óleo lubrificante foi trocado conforme orientação do fabricante do veículo?

3- Sistema de vazão de gases (antes da remoção do turbo)

3.a - O escapamento de gases está obstruído?

4- Sistema de admissão e vazão de ar (após a desmontagem do turbo do motor)

4.a - A tubulação de admissão de ar do motor está oleada internamente (entre o filtro de ar e o turbo)?

4.b - A tubulação que vai do turbo ao intercooler (radiador de ar de admissão) ou coletor de admissão caso o motor não possua intercooler está oleada internamente?

4.c - O coletor de escape está oleado internamente?

4.d - A tubulação primária do escape está oleada?

4.e - A tubulação primária dos gases de escape está completamente livre?

4.f - As mangueiras e abraçadeiras entre o turbo e intercooler estão em bom estado?

5- Sistema de alimentação e vazão de óleo (antes da remoção do turbo)

5.a - A tubulação de retorno de óleo lubrificante do turbo está completamente livre internamente?

5.b - A tubulação de entrada/retorno de óleo lubrificante do turbo está soldada?

5.c - As conexões do óleo (parafuso oco com olhal) estão com borra, carbonização excessiva?

5.d - As juntas das tubulações de entrada e saída de óleo do turbocompressor estavam montadas com cola?

Atenção:

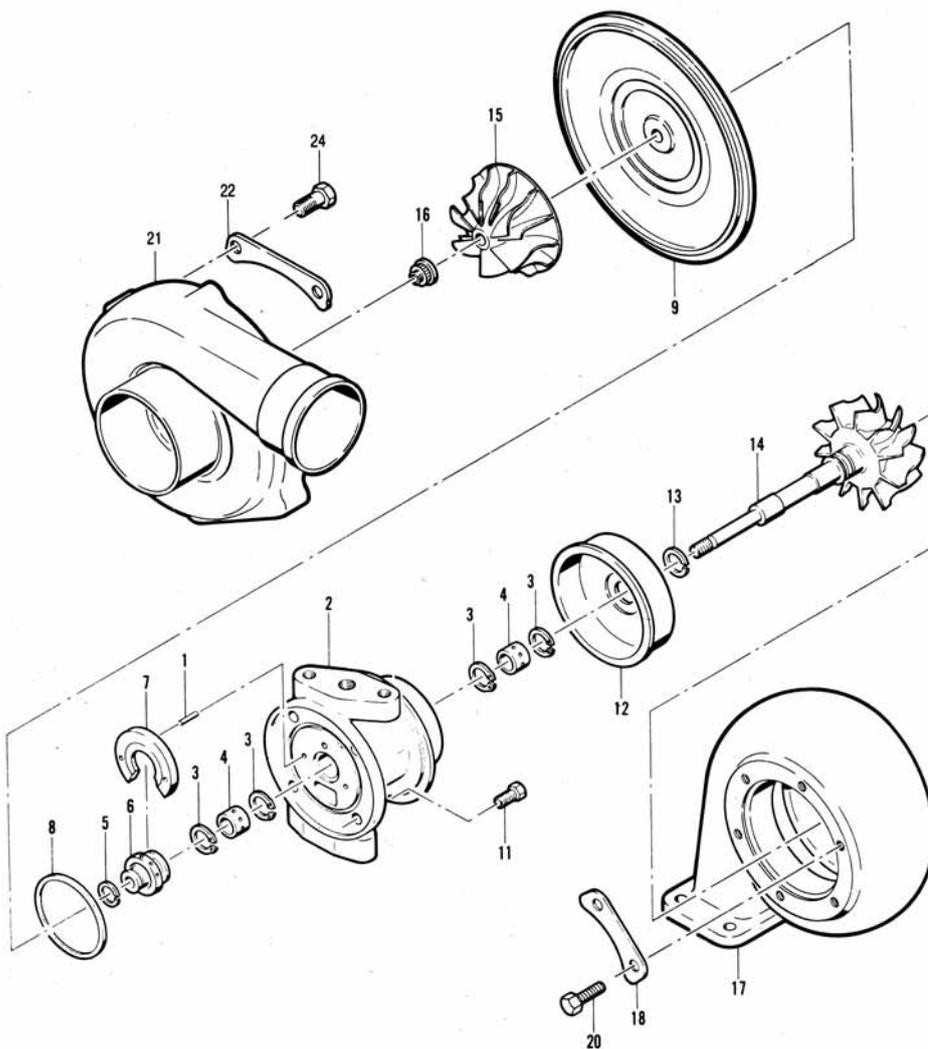
Antes da substituição do turbo defeituoso é obrigatória a verificação do estado das mangueiras de admissão de ar, filtro de ar, dutos de escape de gases, dutos de entrada e saída de óleo, filtro de óleo, óleo do carter, assim como o lacre da bomba injetora de combustível e a condição de funcionamento do motor (taxa de compressão).

Tabela de detecção de problemas

	Causa	Ação corretiva
Falta de potência no motor	Colapso da mangueira de admissão de ar	Substituir mangueira
Fumaça Preta no escape	Filtro de ar obstruído	Troque os filtros conforme as recomendações do fabricante do motor.
Consumo excessivo de óleo lubrificante	Tubulação de entrada de ar do turbo obstruída	Remova a obstrução ou troque as peças avariadas conforme necessário.
Fumaça azul no escape	Tubulação de ar entre o turbo e o coletor de admissão obstruído	Remova a obstrução ou troque as peças avariadas conforme necessário.
Turbocompressor com ruído	Coletor de admissão obstruído	Consulte o manual do fabricante do motor e remova a obstrução.
Ruído intermitente no turbocompressor	Vazamento de ar na tubulação entre o filtro de ar e a entrada do compressor	Repare o vazamento, substituindo as juntas ou reaperte as conexões, conforme necessário.
Vazamento de óleo pela vedação do turbocompressor	Vazamento de ar na tubulação entre a saída do compressor e o coletor de admissão	Repare o vazamento, substituindo as juntas ou reaperte as conexões, conforme necessário.
Vazamento de óleo pela vedação da turbina	Vazamento de ar na junta entre o coletor de admissão e o motor	Consulte o manual do fabricante do motor e substitua as juntas ou reaperte as conexões conforme necessário.
	Obstrução no coletor de escape	Consulte o manual do fabricante do motor e remova a obstrução.
	Obstrução no silencioso ou na tubulação de escape	Remova a obstrução ou troque os componentes conforme necessário.
	Vazamento de gases na junta entre o coletor de escape e o motor	Consulte o manual do fabricante do motor e substitua as juntas ou reaperte as conexões conforme necessário.
	Vazamento de gases entre a entrada da turbina e o coletor de escape	Substitua as juntas ou reaperte as conexões conforme necessário.
	Vazamento de gases na tubulação da saída da turbina	Consulte o manual do fabricante do motor e repare o vazamento.
	Retorno de óleo do turbo obstruído	Remova a obstrução e substitua a tubulação do retorno de óleo, conforme necessário.
	Respiro do carter obstruído (válvula PCV)	Consulte o manual do fabricante do motor, substituir ou limpar a válvula PCV.
	Carça central do turbo carbonizada ou com borra de óleo	Substitua o filtro e o óleo do motor, ou troque o turbo se necessário.
	Problemas no sistema de injeção de combustível	Consulte o manual do fabricante do motor, regule ou substitua os componentes conforme necessário.
	Sincronização incorreta do comando de válvulas	Consulte o manual do fabricante do motor e substitua as peças avariadas.
	Desgaste das camisas e anéis de pistão do motor (Blowby)	Consulte o manual do fabricante do motor e repare o mesmo conforme necessário.
	Problemas internos do motor (válvulas, pistões)	Consulte o manual do fabricante do motor e repare o mesmo conforme necessário.
	Impregnação de sujeira no rotor do compressor compressor e/ou turbina	Substituir o turboalimentador e verifique a causa da sujeira.
	Turboalimentador avariado	Análise o turboalimentador e substitua se necessário.
	Válvula de recirculação de ar aberto	Verificar o funcionamento da válvula e substituir se necessário.
	Válvula de alívio do turbo descalibrada ou defeituosa	Substituir o turboalimentador se necessário.
	Válvula eletromagnética de controle de pressão do turboalimentador defeituoso	Verificar a válvula e substituir se necessário.
	Kit de instalação inadequado	Substituir o coletor de escape
	Posição do turbo abaixo do nível de retorno de óleo	

Seqüência de Desmontagem

- 01 - pino guia
- 02 - carcaça central
- 03 - anel de trava
- 04 - mancal radial
- 05 - anel de pistão
- 06 - colar
- 07 - mancal de encosto
- 08 - anel de vedação
- 09 - conj. prato do compressor
- 11 - parafuso
- 12 - proteção térmica
- 13 - anel de pistão
- 14 - conj. eixo e rotor da turbina
- 15 - rotor do compressor
- 16 - porca auto frenante
- 17 - carcaça da turbina
- 18 - placa de aperto
- 20 - parafuso
- 21 - carcaça do compressor
- 22 - placa de aperto
- 24 - parafuso



Seqüência de Desmontagem

A finalidade deste capítulo é orientar a seqüência de desmontagem mais adequada de um turboalimentador Garrett. 1- Soltar as carcaças da turbina e compressor através dos parafusos e placas de aperto ou cinta "V", conforme o modelo do turboalimentador. Caso o turbo possua atuador, o mesmo deve ser solto antes de realizar esta operação soltando a trava na ponta da haste seguida pela soltura dos parafusos de fixação do suporte na carcaça.

2- Utilizando o dispositivo para fixação do rotor da turbina, desapertar e retirar a porca autofrenante com uma chave "T" (dupla alavanca). O uso da chave "T" no desaperto da porca autofrenante evita possíveis empenamentos do eixo. fig. 3.1



fig. 3.1 uso de la llave "T" para desajustar la tuerca autofrenante

- 3- Retirar o rotor do compressor com a mão tomando o cuidado de não rodá-lo durante a retirada. Se necessário, utilizar uma prensa manual para a remoção do rotor.
- 4- Retirar o eixo e rotor da turbina e proteção térmica da carcaça central.
- 5- Remover manualmente o anel de pistão do conjunto eixo e rotor da turbina.

- 6- Soltar o conjunto prato do compressor ou remover o conjunto flange da carcaça central. fig. 3.3 e 3.4
- 7- Remover o espaçador do prato compressor. fig. 3.5
- 8- Retirar o anel de pistão das canaletas do espaçador.
- 9- Remover os anéis de vedação da carcaça central. fig. 3.6

- 10- Remover o mancal de encosto interno da carcaça central. Para os modelos T45 e T51, o mancal de encosto é preso através de parafusos. Neste caso, remova os parafusos em primeiro lugar. fig. 3.7
- 11- Remover anéis de trava e os mancais radiais da carcaça central, tomando cuidado para não danificar a mesma.

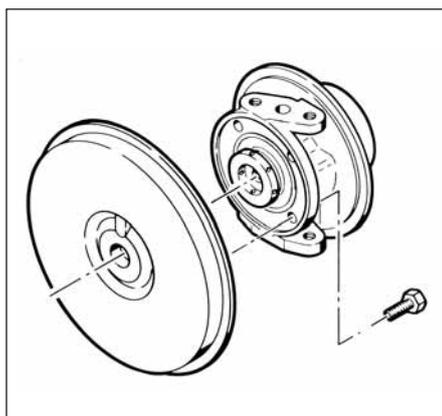


fig. 3.3 soltura do prato do compressor para modelos T04B, T04E, T31 e TE06

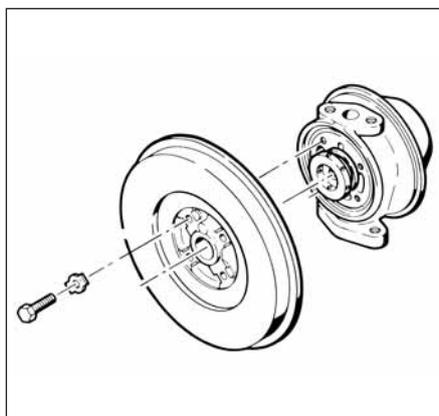


fig. 3.4 soltura do prato do compressor para modelos T06, TV61, TV77 etc

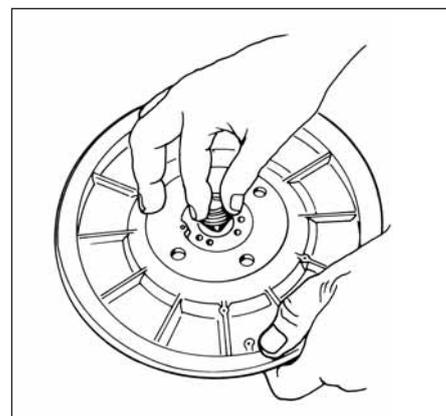


fig. 3.5 remoção do espaçador

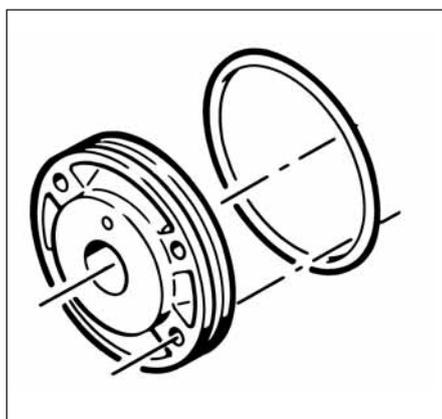


fig. 3.6 conjunto flange com anel de vedação

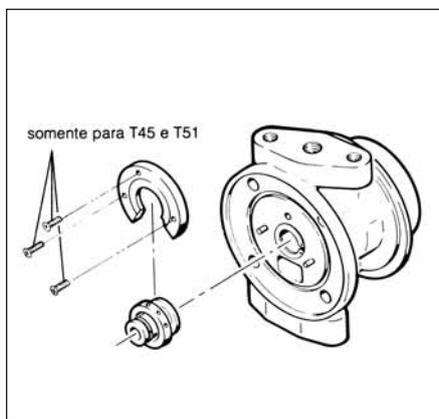


fig. 3.7 remoção do mancal de encosto e colar modelos T04B, T04E, T31, T45 e T51

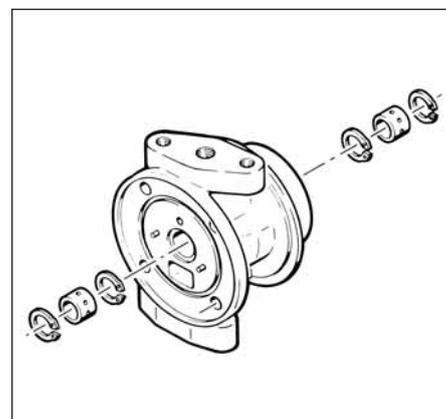


fig. 3.8 remoção dos mancais radiais modelos T04B, T04E e T31

Análise de Falhas

Falta de Lubrificante

O primeiro e principal dano causado por falta de lubrificante é o desgaste nos mancais radiais. Uma vez gastos, haverá um aumento das folgas radiais que produzirá o roçamento dos rotores nas carcaças (tanto do compressor, quanto da turbina). Essa operação durante longo tempo poderá, em certos casos, ocasionar a ruptura do eixo. Em condições normais, a temperatura de operação do eixo e mancais é de 100°C a 125°C. Na ausência de lubrificante, não há refrigeração do eixo, pelo contrário, o atrito entre as peças faz com que a temperatura atinja até 550°C, descolorindo o eixo e deixando no mesmo depósitos de material dos mancais.

Por outro lado o atrito excessivo entre eixo e mancais, desgastará principalmente a região interna dos mancais radiais, chegando a "fechar" os furos de lubrificação. Outras peças como colar, prato, espaçador, também sofrem avarias causadas por ausência de lubrificante. figs. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6

Causas:

- Nível de óleo do carter, fora de especificação
- Vazamento de óleo nas conexões do turbo ou agregados
- Obstrução nas tubulações / canais de lubrificação da carcaça central
- Excesso de óleo carbonizado na

galeria da carcaça central

- Excesso de temperatura na saída de gases
- Óleo lubrificante inadequado

Conseqüências

- Desgaste nos mancais radiais, colo do eixo e mancal de encosto
- Marcas de bronze e azulamento nos colos dos eixos
- Desbalanceamento (atrito dos rotores nas carcaças)
- Desgaste nos alojamentos dos mancais radiais na carcaça central
- Desgaste nas superfícies de vedação do prato do compressor e colar
- Ruptura e desgaste dos anéis de pistão (eixo/colar)
- Azulamento do colar

Sintomas:

- Vazamento de óleo
- Ruído
- Perda de potência
- Excesso de fumaça
- Consumo excessivo de óleo



fig. 4.1 azulamento do eixo devido a aumento de temperatura causado por falta de lubrificante



fig. 4.2 deposição do material do mancal radial no eixo



fig. 4.3 mancais radiais com furos de passagem de óleo obstruído



fig. 4.4 ruptura do eixo devido à falta de lubrificante



fig. 4.5 roçamento do rotor da turbina devido à falta de lubrificante



fig. 4.6 mancal radial com trinca devido ao superaquecimento

Lubrificante Contaminado

O turboalimentador recebe óleo filtrado do sistema de lubrificação do motor. Estando o lubrificante contaminado, os primeiros componentes avariados serão os mancais radiais. Havendo contaminação no óleo, este se alojará entre a carcaça central e o diâmetro externo dos mancais, riscando-os.

Sendo o nível de contaminante elevado, estes riscos poderão ser notados também no colo do eixo onde os mancais se situam. Riscos nos mancais e eixo, causam aumento das folgas radiais, o que ocasionará roçamento dos rotores nas carcaças.

O lubrificante contaminado, pode também obstruir as galerias que levam óleo aos mancais radiais, deixando o turbo trabalhar sem lubrificante. Como já foi visto anteriormente, a ausência de lubrificante traz sérios danos ao turboalimentador.

Finalmente, o lubrificante contaminado pode obstruir os sistemas de vedação provocando grande vazamento de óleo, bem como deposição de óleo carbonizado no rotor da turbina e como consequência teremos desbalanceamento no conjunto eixo e rotor da turbina.

figs. 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 e 4.12

Causas

- Filtro de óleo saturado
- Lubrificante recuperado
- Motor reconicionado com impurezas nas galerias
- Óleo carbonizado por alta temperatura
- Partículas provenientes do desgaste de outros componentes do motor
- Resíduo de combustão incompleta

Conseqüências

- Riscos / desgaste nos mancais radiais
- Riscos / polimento nos colos do eixo
- Riscos / desgaste no mancal de encosto e colar
- Desbalanceamento (atrito dos rotores nas carcaças)
- Ruptura de componentes

Sintomas

- Vazamento de óleo
- Ruídos
- Perda de potência
- Excesso de fumaça
- Consumo excessivo de óleo



fig. 4.7 eixo e mancal radial riscados devido à presença de lubrificante contaminado



fig. 4.8 riscos profundos nos colos dos mancais causados por contaminante



fig. 4.9 mancais radiais danificados devido a lubrificante contaminado



fig. 4.10 lubrificante contaminado pode danificar também o diâmetro interno dos mancais



fig. 4.11 colar danificado por trabalhar com lubrificante contaminado

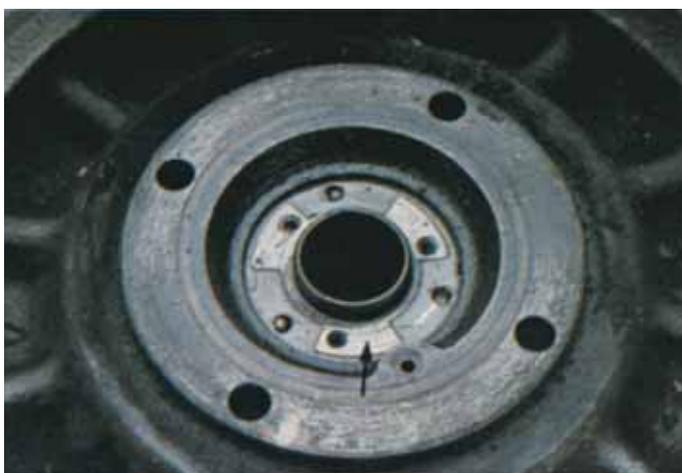


fig. 4.12 mancal de encosto do prato danificado por lubrificante contaminado

Ingestão de Objeto Estranho

A ingestão de objeto estranho danifica principalmente os rotores, tanto do compressor, quanto da turbina.

Material solto do motor, como pedaços de válvulas ou anéis produzem grande avaria nas pontas do rotor da turbina.

Do lado do compressor, a ingestão de objeto estranho como panos, pedaços de estopa, causa dobramento nas pás.

Desgaste mais severo é causado geralmente por ingestão de material mais duro, como por exemplo porcas, pedaços de ferro, limalha, etc.

A ingestão de material abrasivo, como areia, provoca o arredondamento dos cantos das pás do rotor e em certos casos, a destruição de todo o rotor.

Torna-se importante salientar que uma única pá de um rotor danificada, provoca o desbalanceamento do eixo, e estando o turbo trabalhando nestas condições os danos seguintes poderão ser muito mais sérios, chegando, em alguns casos, causar a destruição do turboalimentador. figs. 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 e 4.17

Causas

- Materiais esquecidos nas tubulações, durante manutenção

Lado Compressor

- Ausência do filtro de ar
- Danos nas mangueiras de ar (ruptura / rasgo)
- Ressecamento das mangueiras (desplacamento interno)

Lado Turbina

- Materiais provenientes do motor (válvula, pistão, etc)
- Materiais provenientes do coletor (resíduos de fundição)

Conseqüências

- Amassamento / quebra das palhetas dos rotores
- Desbalanceamento (atrito dos rotores nas carcaças)
- Desgaste dos componentes internos
- Ruptura do eixo

Sintomas

- Perda de potência
- Ruído
- Vazamento
- Excesso de fumaça



fig. 4.13 rotor da turbina danificado por objeto estranho



fig. 4.14 ingestão de material macio como estopa, pedaços de borracha, etc



fig. 4.15 exemplos típicos de ingestão de objeto estranho



fig. 4.16 exemplo típico de ingestão de objeto estranho como porca, arruela, etc



fig. 4.17 ingestão de poeira pela não utilização de filtro de ar

Esforço Axial

O turboalimentador opera em altas rotações, onde para seu funcionamento deve haver um perfeito equilíbrio de pressões entre os sistemas de admissão de ar e de exaustão de gases. Havendo o desequilíbrio de pressões, o conjunto rotativo é forçado axialmente ocasionando o desgaste dos componentes internos, o vazamento de óleo seguido da emissão de fumaça branca também pode ser causado pelo esforço axial.

Causas:

- Filtro de ar obstruído
- Colapso das mangueiras do sistema de alimentação de ar
- Restrição no sistema de exaustão de gases
- Tubulação de escape incorreta

Conseqüências:

- Riscos / desgaste do Rotor da Turbina e proteção térmica devido ao atrito.
- Riscos / desgaste nos canais de alojamento dos anéis de pistão (Colar e Eixo)
- Riscos / desgaste no mancal de encosto e colar.
- Desbalanceamento (atrito dos rotores nas carcaças)

Sintomas:

- Vazamento de óleo
- Ruídos
- Perda de Potência



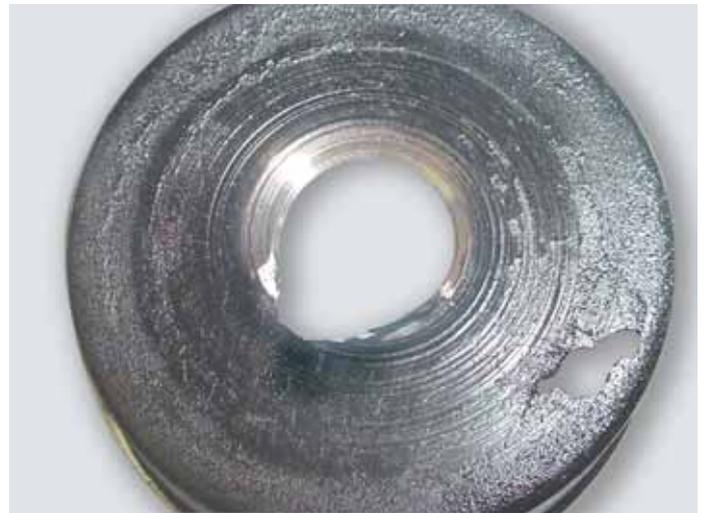
Exemplo de esforço axial no sentido Turbina Compressor.



Desgaste devido ao atrito entre colar e face do prato.



Desgaste das rampas de lubrificação devido ao atrito com o colar.



Proteção térmica danificada pelo atrito com o Rotor da Turbina causado pelo esforço axial.- Excesso de Fumaça

Turbo Violado

A desmontagem e/ou alteração de qualquer componente do turbo não prevista em projeto é considerada violação de produto, tal violação pode ser identificada da seguinte forma:

- Peças trocadas ou não originais
- Marcas de ferramenta nos parafusos
- Rompimento do lacre da porca do atuador
- Violação da porca frenante do conjunto rotativo

Conseqüências

- Soltura dos parafusos de fixação das carcaças da turbina e compressor
- Soltura do parafuso de fixação da carcaça central no prato
- Soltura dos suportes do atuador

Sintomas:

- Perda de Potência
- Vazamento
- Vazamento de Óleo
- Excesso de Fumaça



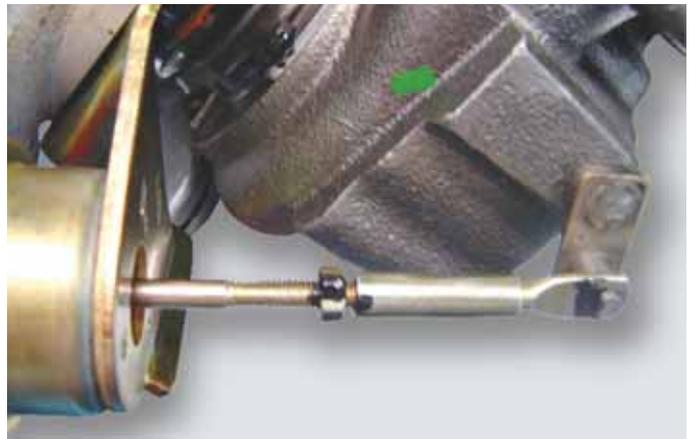
Violação do parafuso de fixação da Carcaça da Turbina



Violação do parafuso de fixação do Suporte do Atuador



Violação do parafuso de fixação da Carcaça Central no Prato



Exemplo de rompimento de lacre da porca de ajuste da haste do Atuador

Motor Desligado em Alta Rotação

As características de motor desligado em alta rotação causam as falhas indicadas, conforme figuras. figs. 4.18 e 4.19

Isto comumente ocorre devido ao costume de se acelerar o veículo e desligá-lo imediatamente. Este procedimento, em alguns casos, pode causar danos no sistema de vedação do turboalimentador.

Barras de óleo obstruem o sistema de vedação provocando grande vazamento de óleo para o lado da turbina. figs. 4.20



fig. 4.18



fig. 4.19



fig. 4.20

Utilização Incorreta

Quando o produto é utilizado sem respeitar a tabela de aplicação ou são feitas alterações significativas no motor que modifiquem sua configuração original, além do uso inadequado.

Ex.:

- aumento excessivo do débito da bomba injetora (superaquecimento)
- freio motor desregulado

Conseqüências

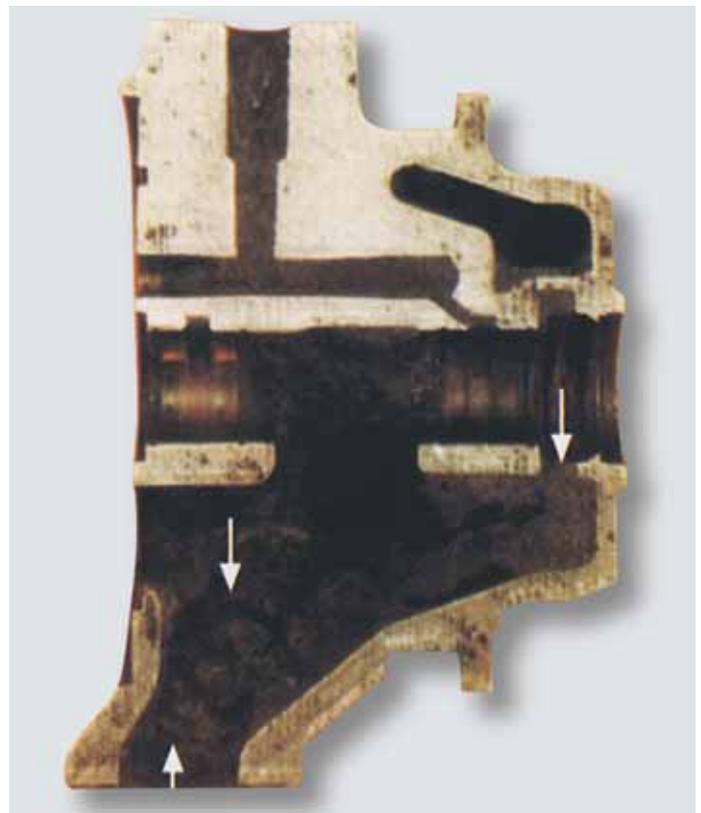
- Trincas na carcaça da turbina
- Descoloração interna da carcaça da turbina e palhetas do rotor da turbina
- Desgaste dos componentes internos, devido a força axial excessiva
- Carbonização do óleo na região do canal de centrifugação do eixo e galerias de retorno do óleo



Mancal de encosto com depósito de óleo carbonizado (alta temperatura ou má qualidade do óleo)



Alta temperatura trinca a carcaça da turbina, muda sua cor ou provoca descamação de material nas superfícies internas



Galerias de retorno de óleo da carcaça central obstruídas por óleo carbonizado (alta temperatura ou má qualidade de óleo)

Honeywell Turbo Technologies

Av. Júlia Gaioli, 212/250

07250-270 - Guarulhos

São Paulo - Brasil

www.honeywell.com/turbos

SAC 0800 35 15 16

Garrett[®]
by Honeywell

Março de 2005
Impresso no Brasil
© 2005 Honeywell International Inc.