



KNOWLEDGE**POOL**

DANOS NOS PISTÕES – DETECTAR E ELIMINAR

OUR **HEART** BEATS FOR YOUR ENGINE.



GRUPO MOTORSERVICE

QUALIDADE E SERVIÇO ATRAVÉS DE UMA ÚNICA FONTE

O Grupo Motorservice é a divisão de vendas para as atividades de aftermarket da Rheinmetall Automotive em todo o mundo. É um dos principais fornecedores de componentes de motores para o mercado de reposição. Com as prestigiadas marcas Kolbenschmidt (KS), Pierburg e BF, a Motorservice proporciona aos seus clientes, de uma única fonte, um vasto e diversificado portfólio com qualidade premium. Além de resolver problemas no varejo e na oficina, oferece ainda um extenso pacote de serviços. Os clientes da Motorservice se beneficiam assim de conhecimentos técnicos acumulados de um grande fornecedor do ramo automotivo internacional.

RHEINMETALL AUTOMOTIVE

FORNECEDOR DE RENOME DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA INTERNACIONAL

A Rheinmetall Automotive é a divisão de mobilidade do grupo tecnológico Rheinmetall Group. Com suas prestigiadas marcas Kolbenschmidt (KS), Pierburg e Motorservice, a Rheinmetall Automotive assume posições de liderança a nível internacional nos respectivos mercados das áreas de alimentação de ar, redução de poluentes e bombas como também desenvolvimento, fabricação e fornecimento de peças de reposição de pistões, blocos de motor e bronzinas. Baixa emissão de poluentes, consumo de combustível econômico, confiabilidade, qualidade e segurança são os fatores de motivação decisivos para as inovações da Rheinmetall Automotive.



KOLBENSCHMIDT



PIERBURG



Redação:

Motorservice, Technical Market Support

Layout e produção:

Motorservice, Marketing

Qualquer cópia, reprodução ou tradução, ainda que parcial, fica sujeita à nossa aprovação prévia por escrito e deverá conter uma indicação exata da fonte.

Reservadas alterações e divergências de imagens. É excluída qualquer responsabilidade.

Edição:

© MS Motorservice International GmbH

Responsabilidade

Todos os dados que se encontram nesta brochura são o resultado de um trabalho de pesquisa e organização minucioso. No entanto, existe a possibilidade de surgirem erros, nomeadamente erros de tradução e informações incompletas ou de ocorrerem alterações posteriores nas informações já disponibilizadas. Por isso, não podemos assumir a garantia nem a responsabilidade jurídica pela exatidão, integridade, atualidade ou qualidade das informações disponibilizadas. Não assumimos qualquer tipo de responsabilidade por danos diretos ou indiretos, materiais ou imateriais, que resultem de uso ou uso indevido de informações ou de partes incompletas ou incorretas desta brochura, desde que não se verifique culpa intencional ou negligência grave da nossa parte. Da mesma forma, não nos responsabilizamos por danos que resultem da falta dos conhecimentos técnicos necessários, das competências essenciais para a realização de trabalhos de reparação ou de experiência da parte dos reparadores de motores ou dos mecânicos. Não é possível prever até que ponto é que os procedimentos técnicos e as instruções de reparação aqui descritos serão aplicáveis a futuras gerações de motores, sendo portanto necessário que o reparador de motores ou a oficina analisem cada caso em específico.



O TEMA

Esta brochura oferece uma visão dos diversos danos em pistões, superfícies de deslizamento dos cilindros e camisas de cilindro. Ela fornece ajuda ao especialista no diagnóstico e determinação de causas e proporciona conhecimentos básicos ao leigo.

Para identificar as causas dos danos, nem sempre claras, é necessário um modo de observação completo na avaliação de danos em motores. Não raras vezes, as falhas voltam a ocorrer depois de uma reparação do motor, porque os componentes danificados foram substituídos, mas as causas dos danos não foram eliminadas. Para a descrição da causa do dano, muitas vezes o especialista somente recebe a peça defeituosa, mas sem maiores informações sobre o tempo de serviço ou a dimensão do dano. Assim, não é possível um diagnóstico específico do dano, mas somente um diagnóstico geral.

AUXÍLIOS

Nem sempre é fácil detectar danos. A identificação de danos é especialmente difícil em fotos. Por isso, cada tipo de dano foi complementado com um pictograma de danos (Fig. 1). Os pictogramas ajudam a identificar com maior precisão os danos nas fotos. Não se trata de uma representação 1:1 do dano em questão, mas de exemplos que, em parte, são complementados com informações adicionais. Os danos com sinais característicos em diversos locais ou partes são descritos por meio de vários pictogramas.

No anexo desta brochura você encontra um glossário com os termos técnicos mais importantes.



Fig. 1



ÍNDICE	PÁGINA
1. DIAGNÓSTICO RÁPIDO	6
2.1 CORROSÃO POR FOLGA	10
2.1.1 Generalidades sobre corrosão por folga	10
2.1.2 Corrosão por folga no corpo do pistão	11
2.1.3 Corrosão de 45°	12
2.1.4 Corrosão por folga na extremidade inferior da haste	14
2.2 CORROSÃO POR FUNCIONAMENTO A SECO	15
2.2.1 Generalidades sobre corrosão por funcionamento a seco	15
2.2.2 Corrosão por funcionamento a seco no corpo do pistão	16
2.2.3 Corrosão unilateral do corpo do pistão sem pontos de contrapressão	17
2.2.4 Atrito por funcionamento a seco devido a afogamento por combustível	18
2.2.5 Corrosão no cabeçote do pistão em pistões diesel	19
2.2.6 Corrosão por funcionamento a seco devido a segmentos do pistão queimados	20
2.3 CORROSÃO POR SOBREAQUECIMENTO	22
2.3.1 Generalidades sobre corrosão por sobreaquecimento	22
2.3.2 Corrosão por sobreaquecimento com ênfase no cabeçote do pistão	23
2.3.3 Corrosão por sobreaquecimento com ênfase no corpo do pistão	24





ÍNDICE	PÁGINA	ÍNDICE	PÁGINA
2.4 FALHAS DE COMBUSTÃO	25	2.8 CORROSÃO NOS CUBOS DE PINO DE PISTÃO	56
2.4.1 Generalidades sobre danos no pistão por falhas de combustão	25	2.8.1 Generalidades sobre corrosão nos cubos de pino de pistão	56
2.4.2 Derretimentos do cabeçote do pistão e do corpo do pistão (motor a gasolina)	29	2.8.2 Corrosão no cubo de pino de pistão (pino de pistão apoiado de forma flutuante)	57
2.4.3 Aderências e derretimentos no cabeçote do pistão (motor diesel)	30	2.8.3 Corrosão nos cubos de pino de pistão (biela retrátil)	58
2.4.4 Fissuras na superfície do pistão e na câmara (motor diesel)	32	2.8.4 Corrosão nos cubos de pino de pistão (com corrosão do corpo do pistão)	59
2.4.5 Quebras de ressalto de anel	34	2.9 RUÍDOS NO PISTÃO	60
2.4.6 Sinais de colisão no cabeçote do pistão (motor diesel)	36	2.9.1 Generalidades sobre ruídos no pistão	60
2.4.7 Buraco na superfície do pistão (motor a gasolina)	38	2.9.2 Pontos de colisão radiais no ressalto de ignição	61
2.4.8 Corrosão no cabeçote do pistão devido a pistões incorretos (motor diesel)	40	2.10 CILINDROS E CAMISAS DE CILINDRO	62
2.4.9 Erosão no ressalto de ignição e na superfície do pistão (motor a gasolina)	42	2.10.1 Fissuras longitudinais em camisas de cilindro	63
2.5 QUEBRAS DE PISTÃO E DE ANEL DO PISTÃO	44	2.10.2 Colar rompido na camisa de cilindro	64
2.5.1 Generalidades sobre quebras do pistão	44	2.10.3 Cavitação nas camisas de cilindro	66
2.5.2 Quebra de pistão no cubo de pino de pistão	45	2.10.4 Desgaste irregular da superfície de deslizamento	68
2.5.3 Quebra de pistão devido a de impacto da superfície do pistão contra o cabeçote	46	2.10.5 Pontos brilhantes na área superior da superfície de deslizamento	70
2.5.4 Lavagem de material na região dos segmentos do pistão (quebra do anel do pistão)	48	2.10.6 Fissura na camisa do cilindro por golpe de líquido	72
2.6 QUEBRAS DE PINO DE PISTÃO	50	2.11 CONSUMO EXCESSIVO DE ÓLEO	74
2.6.1 Generalidades sobre quebras de pino de pistão	50	2.11.1 Generalidades sobre o consumo de óleo	74
2.6.2 Pino de pistão quebrado	51	2.11.2 Erro de montagem do anel de segmento raspador de óleo	75
2.7 DANOS NAS TRAVAS DO PINO DE PISTÃO	52	2.11.3 Desgaste por sujeira	76
2.7.1 Generalidades sobre danos nas travas do pino de pistão	52	2.11.4 Desgaste devido a afogamento por combustível	78
2.7.2 Danos no pistão devido a travas do pino de pistão quebradas	53	2.11.5 Desgaste do anel do pistão logo após a revisão do motor	80
		2.11.6 Padrão de desgaste assimétrico do pistão	82
		3. GLOSSÁRIO	84

1. DIAGNÓSTICO RÁPIDO

DANOS NO CORPO DO PISTÃO

	Corrosão por folga no corpo do pistão	11		Corrosão de 45°	12
	Corrosão unilateral do corpo do pistão sem pontos de contrapressão	17		Corrosão por sobreaquecimento com ênfase no corpo do pistão	24
	Corrosão por funcionamento a seco no corpo do pistão	16		Corrosão por folga na extremidade inferior da haste	14
	Atrito por funcionamento a seco devido a afogamento por combustível	18		Desgaste dos pistões, segmentos do pistão e cilindros devido a afogamento por combustível	78

CORROSÃO NO CABEÇOTE DO PISTÃO

	Corrosão no cabeçote do pistão em pistão diesel	19		Corrosão no cabeçote do pistão por pistão errado (motor diesel)	40
	Corrosão por sobreaquecimento com ênfase no cabeçote do pistão	23		Corrosão por funcionamento a seco por segmentos do pistão queimados	20

DANOS NO ANEL DE ANEL DO PISTÃO

Corrosão por funcionamento a seco por segmentos do pistão queimados

20



Desgaste dos pistões, segmentos do pistão e trajeto de cilindro devido a sujeira

76



Erro de montagem do anel de segmento raspador de óleo

75



Desgaste dos pistões, segmentos do pistão e cilindros por afogamento por combustível

78



Desgaste do anel de pistão logo após a revisão do motor

80

**OUTROS DANOS NA ÁREA DE SEGMENTOS E DO CORPO**

Quebras de ressalto de anel

34



Lavagem de material na Região dos segmentos do pistão (quebra do anel do pistão)

48



Danos no pistão por travas do pino de pistão quebradas

53



Pontos de colisão radiais no ressalto de ignição

61



Padrão de desgaste assimétrico do pistão

82



Dano relevante para o consumo de óleo

DANOS NO CABEÇOTE DO PISTÃO



Derretimentos do cabeçote do pistão e do corpo do pistão (motor a gasolina)

29



Aderências e derretimentos no cabeçote do pistão (motor diesel)

30



Buraco na superfície do pistão (motor a gasolina)

38



Erosão no ressalto de ignição e na superfície do pistão (motor a gasolina)

42



Quebra do pistão por colisão da superfície do pistão contra o cabeçote

46



Sinais de colisão no cabeçote do pistão (motor diesel)

36



Fissuras na superfície do pistão e na câmara (motor diesel)

32



Quebra do pistão no cubo de pino de pistão

45

CORROSÃO NO PINO DE PISTÃO E QUEBRAS DE PINO DE PISTÃO



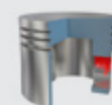
Corrosão nos cubos de pino de pistão (com corrosão no corpo do pistão)

59



Corrosão nos cubos de pino de pistão (pino do pistão apoiado de forma flutuante)

57



Corrosão nos cubos de pino de pistão (biela retrátil)

58



Pino de pistão quebrado

51

DANOS EM CAMISAS DE CILINDRO E FUROS DO CILINDRO

Flange da camisa rompido
na camisa do cilindro 64



flange da camisa rompido
na camisa do cilindro
(pré-estágio) 64



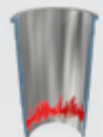
Fissuras longitudinais na camisa
de cilindro 63



Fissura na camisa do cilindro
por golpes de líquido 72



Cavitação nas camisas
de cilindro 66



Corrosão por folga na
extremidade inferior da haste 14



Desgaste irregular da superfície
de deslizamento 68



Pontos brilhantes na superfície
de deslizamento superior 70



Dano relevante para
o consumo de óleo

2.1 CORROSÃO POR FOLGA

2.1.1 GENERALIDADES SOBRE CORROSÃO POR FOLGA

A folga entre o pistão e o cilindro pode ser reduzida ou totalmente dizimada de forma inadmissível em caso de dimensionamento incorreto dos componentes associados, de deformações dos cilindros ou também de sobrecargas térmicas.

O pistão alcança temperaturas consideravelmente superiores em funcionamento e, portanto, se dilata mais do que o cilindro envolvente. Além disso, devido ao coeficiente de dilatação térmica do alumínio o pistão se dilata praticamente o dobro do que o ferro fundido cinzento normalmente usado no cilindro. Ambos os fatores devem ser levados em consideração no projeto.

Com a redução da folga entre o pistão e o cilindro ocorre inicialmente um atrito misto: o pistão que está dilatando afasta a película de óleo da parede do cilindro. Desta forma, as superfícies de suporte no corpo do pistão são friccionadas até ficarem com aspecto brilhante. O atrito misto e o calor de atrito resultante leva ao aumento da temperatura dos componentes. O pistão pressiona cada vez mais contra a parede do cilindro e a película de óleo finalmente falha totalmente. Ocorre um funcionamento a seco do pistão. As consequências são os primeiros pontos de atrito com superfície de coloração escura.

PROPRIEDADES CARACTERÍSTICAS DE UMA CORROSÃO POR FOLGA:

- Marcas de pressão de alto brilho, que passam para marcas de atrito lisas de coloração escura.
- Pontos de corrosão, tanto no lado de pressão como no lado de contrapressão.

2.1.2 CORROSÃO POR FOLGA NO CORPO DO PISTÃO



DESCRIÇÃO

- Vários pontos de corrosão semelhantes em volta do corpo do pistão.
- Corrosões no lado de pressão e no lado de contrapressão do corpo do pistão, isto é, pontos de corrosão opostos entre si.
- Transição da superfície de marcas de pressão de alto brilho para marcas de atrito lisas de coloração escura.
- Área do anel não danificado.



AVALIAÇÃO

A folga entre o corpo do pistão e a superfície do trajeto de cilindro foi subdimensionada ou reduzida devido a deformações, que possivelmente só ocorreram durante o funcionamento do motor.



NOTA

Ao contrário da corrosão por funcionamento a seco, uma corrosão por folga sempre ocorre após um curto tempo de funcionamento subsequente a uma revisão do motor.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Furo do cilindro muito pequeno.
- Aperto excessivo ou desigual do cabeçote (deformação dos cilindros).
- Superfícies planas irregulares no bloco de cilindros ou no cabeçote.
- Furos roscados ou parafusos do cabeçote sujos ou danificados.
- Superfícies de apoio das cabeças de parafuso corroídas ou lubrificadas de forma desigual.
- Vedações do cabeçote incorretas ou impróprias.
- Deformações dos cilindros devido a aquecimento desigual, causado por incrustações de calcário, sujeira ou outras falhas no sistema de refrigeração.

2.1.3 CORROSÃO A 45°



DESCRIÇÃO

- Pontos de corrosão no lado de pressão e no lado de contrapressão, deslocados em cerca de 45° em relação ao eixo do pino de pistão.
- Os pontos de corrosão passam de marcas de pressão de alto brilho para fricções de coloração escura, relativamente lisas (Fig. 1).
- Pino de pistão com cor de recozimento azul. (Fig. 3)
Motivo: apoios do pino de pistão aquecidos devido a falta de folga ou de óleo.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

AVALIAÇÃO

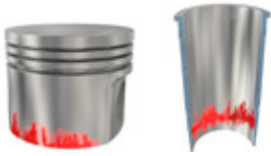
O cubo do pino de pistão aqueceu excessivamente. O corpo do pistão de parede fina e elástica pode compensar a dilatação térmica no lado de pressão e no lado de contrapressão. O cubo de pino de pistão de parede mais espessa dilata com maior intensidade. A consequência é uma redução da folga e uma corrosão nos pistões. O motivo principal da corrosão nos pistões está na amarração do cubo do pino de pistão na saia do pistão.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Sobrecarga mecânica da bronzina de biela, p. ex., devido a falhas de combustão.
- Falha de funcionamento/quebra do bico injetor de óleo.
- Pressão deficiente ou ausente da bomba de óleo.
- Lubrificação deficiente na primeira colocação em funcionamento do motor. O pino de pistão não foi lubrificado ou foi lubrificado insuficientemente na montagem.
- Falha da bucha de biela (engripamento do pino de pistão) devido a folga insuficiente ou falta de lubrificação.
- Erro de montagem na retração do pino de pistão (biela retrátil).

Na retração deve ser observado que, imediatamente após a colocação do pino de pistão, o alojamento do pino não seja controlado quanto à mobilidade mediante basculamento do pistão. Imediatamente após a colocação do pino de pistão frio na biela quente, há uma compensação de temperatura entre os dois componentes. Através da introdução de calor ocorre uma maior dilatação térmica do pino de pistão do que no funcionamento do motor. Se o apoio for movido neste estado, pode ocorrer um ponto de atrito ou uma corrosão. Durante o funcionamento do motor isto pode resultar em uma mobilidade reduzida e falha do alojamento do pino. Por esse motivo, os componentes montados devem esfriar antes da verificação da mobilidade.

2.1.4 CORROSÃO POR FOLGA NA EXTREMIDADE INFERIOR DA HASTE



DESCRIÇÃO

- Corrosão por folga com marcas de pressão e de contrapressão nas extremidades inferiores das hastes.
- Passagem de marcas de pressão de alto brilho para marcas de atrito lisas de coloração escura (Fig. 1).
- Sem características especiais em outras partes do pistão.
- Pontos de corrosão na camisa de cilindro na área dos O-rings inferiores (Fig. 2).



Fig. 1



Fig. 2

AVALIAÇÃO

A corrosão nos pistões na borda inferior do corpo foi causada por uma deformação/redução de folga na área inferior da camisa de cilindro.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Anéis de vedação incorretos: anéis de vedação muito espessos podem deformar uma camisa de cilindro e reduzir a folga do deslizamento de pistão.
- Uso adicional de produtos de vedação líquidos na ranhura do anel de vedação. Para a vedação é necessário que os anéis se possam deformar elasticamente. O espaço livre necessário para isto na ranhura não pode ser preenchido com produtos de vedação adicionais.
- Os restos de anéis de vedação existentes ou de impurezas nas ranhuras de anéis de vedação não foram removidos antes da montagem.
- Se os anéis de vedação se torcerem durante a inserção na camisa de cilindro ou se saírem da ranhura do anel de vedação, a camisa de cilindro será contraída nesta área. Para evitar isto, sempre deve ser usado um lubrificante na montagem da camisa do cilindro.

2.2 CORROSÃO POR FUNCIONAMENTO A SECO

2.2.1 GENERALIDADES SOBRE CORROSÃO POR FUNCIONAMENTO A SECO

As corrosões por funcionamento a seco podem ocorrer de forma geral, isto é, também com folga suficiente entre o cilindro e o pistão. Neste caso, a película de óleo muitas vezes falha apenas localmente devido a altas temperaturas ou afogamento por combustível. Nestes pontos as superfícies não lubrificadas de pistões, os segmentos do pistão e o trajeto de cilindro friccionam entre si. Em um curtíssimo espaço de tempo isto leva a corrosões com superfícies fortemente friccionadas.

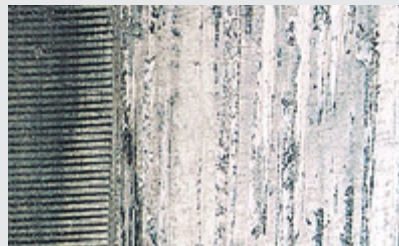
O mesmo acontece quando não se forma uma película de lubrificante suficiente entre o pistão e o cilindro devido à falta de óleo.

PARTICULARIDADES CARACTERÍSTICAS DE UMA CORROSÃO POR FUNCIONAMENTO A SECO:



Em caso de película de óleo totalmente destruída:

Corrosões bem limitadas sem transição, sobretudo no corpo do pistão, com superfície apresentando fortes marcas de atrito de coloração escura.



Em caso de falta de óleo:

As características são idênticas ao anteriormente mencionado, exceto a coloração da superfície. A superfície dos pontos de corrosão é praticamente metalicamente limpa e sem coloração escura. O déficit de óleo atinge toda a superfície de deslizamento do cilindro. Por este motivo, muitas vezes já se encontram pontos de corrosão no pistão, tanto no lado de pressão como no lado de contrapressão.

2.2.2 CORROSÃO POR FUNCIONAMENTO A SECO NO CORPO PISTÃO



DESCRIÇÃO

- Pontos de corrosão no corpo do pistão no lado de pressão, em parte as corrosões vão até a região dos segmentos do pistão.
- Pontos de corrosão leves no lado de contrapressão.
- Superfície dos pontos de corrosão clara e praticamente metalicamente limpa.



AVALIAÇÃO

Entre o pistão e o furo do cilindro havia uma grave falta de lubrificação. A superfície praticamente metalicamente limpa dos pontos de corrosão mostra que a película de óleo ainda existia quando a corrosão surgiu, mas estava muito enfraquecida. Devido ao dano de pequena monta, trata-se de uma falta de óleo temporária ou de um dano no estágio inicial. Uma continuidade de funcionamento do motor causaria danos ainda mais graves.



NOTA

O local do dano neste tipo de corrosão por funcionamento a seco sempre está na área do corpo do pistão, na qual se destaca o padrão de desgaste normal em um pistão operado sem danos.

CAUSAS POSSÍVEIS

Lubrificação deficiente devido a:

- Óleo do motor insuficiente.
- Pressão de óleo muito baixa no motor (bomba de óleo, válvula de sobrepressão, etc.): nos pontos de apoio do virabrequim sai muito pouco óleo. O trajeto de cilindro, lubrificado com óleo aspergido e óleo projetado pelo virabrequim, é alimentado insuficientemente com óleo lubrificante.
- Falha do bico injetor de óleo para a refrigeração do pistão.

2.2.3 CORROSÃO UNILATERAL DO CORPO DO PISTÃO SEM PONTOS DE CONTRAPRESSÃO



DESCRIÇÃO

- Pontos de corrosão graves, de coloração escura com superfície fortemente danificada no lado de pressão do pistão.
- Lado oposto do corpo do pistão sem danos.
- Região dos segmentos do pistão no estágio inicial, normalmente sem danos.



AVALIAÇÃO

Trata-se de uma corrosão por funcionamento a seco típica, que normalmente ocorre no lado de pressão, e com menor frequência no lado de contrapressão. Este dano ocorre quando a película de lubrificante falha apenas em uma metade do cilindro. O motivo é uma falta de lubrificante localmente limitada ou um sobreaquecimento do lado de cilindro em questão. Uma falta de folga é eliminada como causa do dano, uma vez que, apesar de corrosões graves no lado oposto, não há marcas de contrapressão.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Falha parcial da refrigeração devido à falta de líquido de refrigeração, bolhas de ar, deposições de impurezas ou outras falhas do circuito de refrigeração.
- Em camisas aletadas podem ocorrer aquecimentos locais devido a deposições de impurezas externa, e causar a falha da película de óleo.
- Em motores refrigerados a ar: defletores de ar defeituosas, faltantes ou montadas incorretamente.
- Falha do bico injetor de óleo para a refrigeração do pistão.
- Pressão de óleo muito baixa: lubrificação insuficiente do lado de pressão do cilindro em bielas com bicos injetores de óleo.
- Lubrificação deficiente no lado de pressão do cilindro com maior intensidade de carga devido à diluição do óleo ou uma qualidade de óleo imprópria para a finalidade de aplicação.

2.2.4 ATRITO POR FUNCIONAMENTO A SECO DEVIDO A AFOGAMENTO POR COMBUSTÍVEL



DESCRIÇÃO

- Pontos de atrito longos e estreitos, fortemente delimitados no corpo do pistão, em vez de um padrão de desgaste normais no pistão.



AVALIAÇÃO

O combustível não queimado condensa no trajeto de cilindro e dilui ou lava a película de óleo de suporte. Por isso ocorre o funcionamento a seco entre os parceiros de deslize pistão e furo do cilindro e, portanto, pontos de atrito alongados e estreitos. A região dos segmentos do pistão normalmente não é danificada.



NOTA

O dano em caso de atrito de combustível está nos pontos de suporte no corpo do pistão. Em um pistão não danificado, lá se destaca o padrão de desgaste normal.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Funcionamento do motor com excesso de lubrificante e falhas de combustão devido a falhas na preparação de misturas ou no sistema de ignição.
- Combustão insuficiente devido a uma compressão insuficiente.
- Dispositivo de partida a frio defeituoso ou acionado por tempo excessivo (motor de carburador).
- Diluição do óleo devido ao frequente funcionamento em trechos curtos ou a excesso de lubrificante.

2.2.5 CORROSÃO NO CABEÇOTE DO PISTÃO EM PISTÕES DIESEL



DESCRIÇÃO

- Pontos de corrosão localmente limitados, com ênfase no ressalto de ignição.
- Superfície dos pontos de corrosão rugosa e friccionada, em parte com rebentação de grandes fragmentos de material.



AVALIAÇÃO

Devido a uma falha no bico injetor, combustível não pulverizado espirrava até a parede do cilindro e enfraquecia a película de óleo até o total funcionamento a seco. Com isto, o ressalto de ignição corroeu a ponto de aderir, temporariamente na parede do cilindro. Como resultado desta aderência, fragmentos do cabeçote do pistão foram arrancados.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Bicos injetores não estanques, gotejantes, sujos ou incorretos.
- Agulha do bico injetor emperrada devido ao empeno do corpo do bico injetor (torque de aperto incorreto).
- Instante de injeção incorreto (início do débito).

2.2.6 CORROSÃO POR FUNCIONAMENTO A SECO DEVIDO A SEGMENTOS DO PISTÃO QUEIMADOS



DESCRIÇÃO

- Estrias de corrosão e manchas de queimadura nas superfícies de deslizamento do anel do pistão (Fig. 1 e 2).
- Estrias longitudinais nos furos do cilindro (não ilustrado).
- No estágio inicial: primeiros pontos de atrito no ressalto de ignição (Fig. 3 – em cima à direita).
- No estágio avançado: propagação dos pontos de atrito para todo o pistão (Fig. 4).



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

AVALIAÇÃO

Tais danos ocorrem, normalmente, na fase de rodagem sob forte carga, quando os segmentos do pistão ainda não vedam totalmente devido a uma rodagem deficiente (sobretudo em pistões diesel). Os gases de combustão que fluem nos segmentos do pistão aquecem excessivamente os segmentos do pistão e a parede do cilindro e a película de óleo falha.

Falhas de combustão e temperaturas aumentadas, respectivamente uma refrigeração insuficiente do pistão e da parede do cilindro também podem prejudicar ou destruir a película de lubrificante.

Inicialmente, isto significa um funcionamento a seco dos segmentos do pistão, o que causa manchas de queimadura. Uma vez que o pistão também passa pelas partes não lubrificadas do cilindro, inicialmente ocorrem pontos de atrito no ressalto de ignição, no decurso do dano ocorrem pontos de corrosão em todo o corpo do pistão (Fig. 4).

CAUSAS POSSÍVEIS

- Carga excessiva do motor durante a fase de rodagem.
- Estrutura deficiente da superfície brunida do cilindro, para uma boa capacidade de aderência do óleo do motor (compressão dos veios de grafite, formação de uma sobrecapa de chapa, baixa rugosidade e/ou ângulo de brunimento incorreto).
- Óleo lubrificante impróprio (qualidade de óleo e viscosidade incorretas).
- Temperatura excessiva nos trajetos de cilindro (falhas de funcionamento no sistema de refrigeração ou deposições nos canais de refrigeração envolventes).
- Temperatura aumentada durante a combustão devido a falhas de combustão (mistura pobre, autoignições, bicos injetores gotejantes ou não estanques).
- Alimentação insuficiente de óleo dos trajetos de cilindro devido à quantidade insuficiente de óleo aspergido e projetado dos pontos de apoio da biela e do virabrequim.

2.3 CORROSÃO POR SOBREAQUECIMENTO

2.3.1 GENERALIDADES SOBRE CORROSÃO POR SOBREAQUECIMENTO

Na corrosão por sobreaquecimento a película de óleo falha devido a temperaturas excessivas. Inicialmente isto leva a um atrito misto e pontos de atrito isolados. Através do aquecimento adicional nos pontos de atrito, em seguida, ocorre um total funcionamento a seco do pistão. Os pontos de corrosão têm uma coloração escura e estão fortemente danificados. Dependendo das causas dos danos, a corrosão por sobreaquecimento começa no corpo do pistão ou no cabeçote do pistão.



2.3.2 CORROSÃO POR SOBREAQUECIMENTO COM ÊNFASE NO CABEÇOTE DO PISTÃO



DESCRIÇÃO

- Corrosões fortes, partindo do cabeçote do pistão e se estendendo até o fim da extremidade da haste.
- Corrosão no perímetro total do cabeçote do pistão.
- Superfície dos pontos de corrosão com coloração escura, com estrias intensas e parcialmente danificada.
- Corrosão nas superfícies de deslizamento dos segmentos do pistão, mais fraca em direção do anel de segmento raspador de óleo.



AVALIAÇÃO

O cabeçote do pistão aqueceu tanto devido a sobrecarga térmica excessiva que a folga foi eliminada e a película de óleo destruída. Isto levou a uma combinação de corrosão por folga e por funcionamento a seco em torno do cabeçote do pistão. A falta de folga geral devido a uma folga de montagem do pistão muito pequena é descartada como causa, porque neste caso o dano partiria da área do corpo (ver o capítulo "Corrosão por folga no corpo do pistão").

CAUSAS POSSÍVEIS

- Carga elevada prolongada na fase de rotação do motor.
- Sobreaquecimento causado por um processo de combustão falho.
- Falhas no sistema de refrigeração do motor.
- Falhas na alimentação de óleo (pistão com refrigeração de óleo ou com canal de refrigeração).
- Bicos injetores de óleo deformados ou defeituosos, que refrigeram de forma insuficiente o pistão com óleo por baixo.
- Anéis de vedação incorretos no flange de camisas de cilindro molhadas; (ver o capítulo "Cavitação em camisas de cilindro").

2.3.3 CORROSÃO POR SOBREAQUECIMENTO COM ÊNFASE NO CORPO DO PISTÃO



DESCRIÇÃO

- Corrosão bilateral do corpo do pistão.
- Superfície dos pontos de corrosão com coloração escura, rugosa e fortemente friccionada.
- Região dos segmentos do pistão muitas vezes com apenas pequenos danos ou mesmo nenhum dano.



AVALIAÇÃO

Devido a um forte sobreaquecimento do motor a lubrificação falhou na superfície de deslizamento do cilindro. Isto levou a uma corrosão por funcionamento a seco com corpo do pistão fortemente friccionado.

O dano é concentrado na área do corpo, não há corrosões na área do cabeçote do pistão. Por isso, pode ser descartada uma sobrecarga de motor por falhas de combustão.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Sobreaquecimento do motor devido às seguintes falhas do sistema de refrigeração:
 - falta de líquido de refrigeração
 - sujeira
 - bomba de água defeituosa
 - termostato defeituoso
 - correia trapezoidal rompida ou patinando
 - sistemas de refrigeração com ventilação insuficiente
- Em motores refrigerados a ar: sobreaquecimento devido a deposições de impurezas nos lados externos do cilindro, aletas de refrigeração quebradas, ventilação de ar de refrigeração prejudicada ou falhada.

2.4 FALHAS DE COMBUSTÃO

2.4.1 GENERALIDADES SOBRE DANOS NO PISTÃO DEVIDO A FALHAS DE COMBUSTÃO

FALHAS DE COMBUSTÃO EM MOTORES A GASOLINA

A combustão da mistura combustível-ar no cilindro segue um processo exatamente predefinido. Ela é iniciada através da faísca da vela de ignição pouco antes do ponto morto superior. A chama se expande a partir da vela de ignição de forma circular e percorre a câmara de combustão com velocidade de combustão constantemente crescente de 5–30 m/s. Com isso, a pressão na câmara de combustão aumenta abruptamente e atinge o seu valor máximo logo após o ponto morto superior. Contudo, este processo de combustão normal também pode ser prejudicado por diversas influências, a partir do que é possível descrever três casos de falhas de combustão:

1. Autoignição (pré-ignição):

Leva à sobrecarga térmica do pistão.

2. Combustão detonante:

Leva a degradações erosivas do material e sobrecarga mecânica nos pistões e no acionamento por manivela.

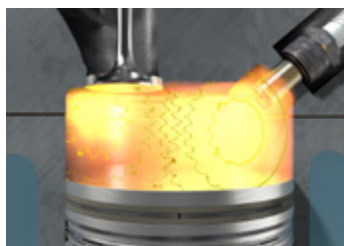
3. Afogamento por combustível:

Leva ao desgaste com consumo de óleo e também a corrosão nos pistões.

Combustão normal



Combustão detonante



Autoignição



Sobre 1 Autoignição (pré-ignição):

Na autoignição, a combustão é iniciada por uma peça incandescente na câmara de combustão antes do ponto de ignição propriamente dito. São levados em consideração a válvula de escape quente, a vela de ignição, peças de vedação e deposições nestas peças, assim como superfícies que envolvem a câmara de combustão. A chama age descontroladamente nos componentes, causando um forte aumento da temperatura na superfície do pistão. Apenas poucos segundos de autoignição ininterrupta levam a temperatura a atingir o ponto de fusão do material do pistão.

Em motores com câmara de combustão em forma de semiesfera isto leva à formação de buracos na superfície do pistão, que normalmente ocorrem em alongamento do eixo da vela de ignição.

Em câmaras de combustão com superfícies de compressão entre a superfície do pistão e o cabeçote, o ressalto de ignição normalmente derrete na área das superfícies de compressão (ver glossário) no ponto de maior sujeição de carga. Este procedimento muitas vezes continua até o anel de segmento raspador de óleo e no interior do pistão.

Uma combustão detonante, que resulta em elevadas temperaturas de superfície de determinadas peças da câmara de combustão, também pode provocar autoignições.

Sobre 2 Combustão detonante:

Na combustão detonante a ignição é iniciada normalmente através da faísca da vela de ignição. A frente da chama se expande a partir da vela de ignição e gera ondas de pressão, que causam reações críticas no gás não queimado. Isto provoca a autoignição simultânea em muitos lugares na mistura de gás residual. Em consequência disso, a velocidade de combustão aumenta para um valor 10-15 vezes maior. O aumento da pressão por grau de ângulo do virabrequim e o pico de pressão aumentam consideravelmente. Além disso, são geradas oscilações de pressão de frequência muito alta no curso de expansão. Além disso, as superfícies que envolvem a câmara de combustão aquecem muito. Câmaras de combustão livres de resíduos de queima são um sinal claro de uma combustão detonante.

Uma detonação leve temporária normalmente não resulta em danos na maioria dos motores – mesmo que por tempo prolongado.

Detonações fortes, de longa duração, resultam em degradações erosivas do material do pistão no ressalto de ignição e na superfície do pistão. Também o cabeçote e a vedação do cabeçote podem ser danificados. Peças na câmara de combustão (p. ex. a vela de ignição) podem aquecer de tal forma que isto resulte em autoignições (pré-ignições) com sobreaquecimento do pistão (aderências e derretimentos).

Graves batidas constantes resultam, após pouco tempo, em quebras de ressalto de anel e de corpos de pistão, que normalmente ocorrem sem aderências e derretimentos, e sem corrosões.

A Fig. 1 mostra o decurso de pressão na câmara de combustão. A curva característica azul mostra um decurso de pressão na combustão normal e a curva vermelha na combustão detonante. Aqui ocorrem picos de pressão.

Sobre 3 Afogamento por combustível:

Uma mistura muito rica, pressão de compressão reduzida e falhas de ignição causam queimas incompletas com afogamento por combustível. A lubrificação dos pistões, segmentos do pistão e trajetos de cilindro perde o efeito. As consequências são atrito misto com desgaste e maior consumo de óleo, bem como corrosões (ver o capítulo "Consumo de óleo e corrosão nos pistões").

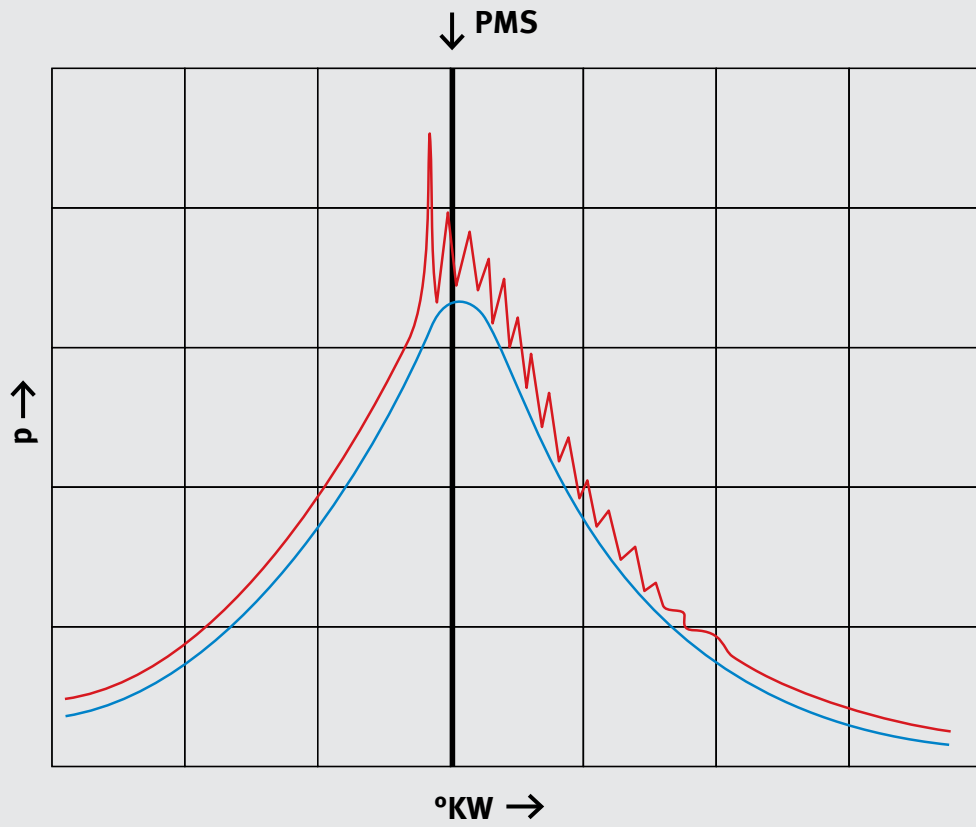


Fig. 1

FALHAS DE COMBUSTÃO EM MOTORES DIESEL

Para um processo de combustão otimizado, além do perfeito estado mecânico, também um bico injetor com pulverização extremamente fina, com injeção exata, assim como um início de injeção correto exercem um papel fundamental. Somente assim o combustível injetado pode inflamar com um mínimo de atraso de ignição e queimar totalmente com pressão normal. Também aqui se diferencia três tipos graves de falhas de combustão:

1. Atraso de ignição

2. Combustão incompleta

3. Bicos injetores com pós-gotejamento:

Sobre 1. Atraso de ignição:

O combustível inflama somente com um determinado retardo (atraso de ignição) se:

- ele não foi pulverizado com a finura suficiente,
- ele foi injetado no momento errado no cilindro,
- ou se a temperatura de compressão ainda não é suficiente no início da injeção.

O grau de atomização depende somente do estado do bico injetor. Um bico injetor perfeito, testado com o equipamento de teste de bicos, pode ser emperrado na montagem ou devido a tensões da temperatura de tal forma, que no funcionamento não pulverize perfeitamente.

A temperatura de compressão depende da pressão de compressão e, portanto, do estado mecânico do motor. O motor frio sempre apresenta um certo atraso de ignição. As paredes do cilindro frio extraem muito calor do ar de admissão mais frio durante a compressão. A temperatura de compressão existente no início da injeção não é suficiente então para inflamar imediatamente o combustível injetado. Somente com a compressão avançada é atingida a temperatura de ignição e o combustível até então injetado inflama abruptamente. Isto causa um aumento íngreme de pressão, explosivo, com geração de ruído e um forte aquecimento da superfície do pistão. As consequências são, p. ex., quebras dos ressaltos de anel do pistão e fissuras de tensão térmica na superfície do pistão.

Sobre 2. Combustão incompleta:

Se o combustível não chega no momento certo ou não pulverizado na câmara de combustão, ele não pode queimar totalmente no curto tempo disponível. O mesmo ocorre quando não entra oxigênio suficiente, isto é, ar de admissão no cilindro. As causas podem ser um filtro de ar obstruído, abertura incorreta das válvulas de admissão, falha no turbocompressor ou desgaste nos segmentos do pistão e nas válvulas. O combustível não queimado se precipita em parte nas superfícies do cilindro; lá ele prejudica ou destrói a película de lubrificante. Através disto ocorre em pouquíssimo tempo um forte desgaste ou corrosão nas superfícies de deslizamento do cilindro, nas superfícies de deslizamento dos segmentos do pistão e finalmente também nas superfícies do corpo do pistão. As consequências são consumo de óleo e perda de potência (ver imagens de danos no capítulo "Corrosão por funcionamento a seco" e "Consumo excessivo de óleo").

Sobre 3. Bicos injetores com pós-gotejamento:

Os bicos injetores podem abrir mais uma vez devido a oscilações de pressão após o término da injeção. Estas oscilações de pressão podem partir da válvula de pressão da bomba injetora, das tubulações ou dos bicos injetores. Para impedir esta falta de injeção, o sistema é aliviado da pressão através da válvula de pressão da bomba injetora em um valor definido. Se a pressão de injeção dos bicos injetores estiver ajustada muito baixa ou se não for possível manter a pressão de forma confiável (bicos injetores mecânicos), os bicos injetores podem abrir mais uma vez em sequência curta após o término da injeção, apesar do alívio de pressão. Bicos injetores não estanques ou pós-gotejantes também causam uma entrada descontrolada de combustível na câmara de combustão. Nos dois casos o combustível injetado de forma descontrolada chega à superfície do pistão sem ter sido queimado devido à falta de oxigênio. Lá o combustível queima com temperaturas relativamente elevadas e aquece localmente o material do pistão de tal forma, que partículas do pistão podem ser arrancadas da superfície através da força de inércia e erosão dos gases de combustão. As consequências são uma considerável degradação do material ou remoções erosivas na superfície do pistão.

2.4.2 DERRETIMENTOS DO CABEÇOTE DO PISTÃO E DO CORPO DO PISTÃO (MOTOR A GASOLINA)



DESCRIÇÃO

- Cabeçote do pistão derretido atrás dos segmentos do pistão.
- Corpo do pistão não corroído, o material fundido do local do dano ficou aderido no corpo do pistão.



AVALIAÇÃO

Os derretimentos do cabeçote do pistão em motores a gasolina são causados por autoignições em pistões com superfície preponderantemente plana e grandes superfícies de compressão. As autoignições ocorrem quando peças incandescentes na câmara de combustão ultrapassam a temperatura de ignição espontânea da mistura. Estas peças normalmente são as velas de ignição, válvulas de escape e deposições de óleo carbonizado nas paredes da câmara de combustão.

Na área da superfície de compressão o cabeçote do pistão se aquece fortemente devido a autoignições. Devido às altas temperaturas, o material do pistão torna-se maleável, desgastando-se até o anel de segmento raspador de óleo, em função da força de inércia e dos gases de combustão penetrantes no local do dano. Na área da superfície de compressão, o cabeçote do pistão se aquece fortemente devido a autoignições. Devido às altas temperaturas, o material do pistão torna-se maleável desgastando-se até o anel de segmento raspador de óleo, em função da força de inércia e dos gases de combustão penetrantes no local do dano.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Velas de ignição com valor térmico muito baixo.
- Mistura muito pobre e temperaturas de combustão muito elevadas através disto.
- Válvulas danificadas ou folga de válvula muito pequena: As válvulas não fecham corretamente. Através dos gases de combustão quentes que fluem, as válvulas começam a ficar incandescentes. Inicialmente são atingidas as válvulas de escape, uma vez que as válvulas de admissão são esfriadas pelos gases frescos.
- Resíduos de queima incandescentes nas superfícies do pistão, no cabeçote, nas válvulas e velas de ignição.
- Combustível impróprio com octanagem muito baixa. A qualidade do combustível deve corresponder à taxa de compressão do motor, isto é, a octanagem do combustível deve cobrir a necessidade de octanos do motor em todos os estados de funcionamento.
- Gasóleo na gasolina: Redução da octanagem do combustível.
- Alta temperatura do motor ou do ar de admissão devido à ventilação insuficiente do compartimento do motor.
- Sobreaquecimento geral do motor.

2.4.3 ADERÊNCIAS E DERRETIMENTOS NO CABEÇOTE DO PISTÃO (MOTOR DIESEL)



DESCRIÇÃO

Fig. 1:

- Cabeçote do pistão totalmente destruído.
- Ressalto de ignição derretido até o porta-anéis.
- Pontos de corrosão e danos no corpo do pistão devido a material de pistão fundido, com marcas de remoção por atrito.
- Porta-anéis parcialmente desprendido.
- Danos (marcas de impacto) em todas as câmaras de combustão devido a material do pistão e partes soltas do porta-anéis.



Fig. 1

Fig. 2:

- Derretimentos erosivos na superfícies do pistão ou no ressalto de ignição no sentido de injeção dos jatos do bico injetor.
- Sem corrosões no corpo do pistão e região dos segmentos do pistão.



Fig. 2

AVALIAÇÃO

Danos deste tipo ocorrem principalmente em motores diesel de injeção direta. Os motores com antecâmara somente são atingidos por isso, se a antecâmara estiver danificada e se, em virtude disto, o combustível também for injetado diretamente na câmara de combustão.

Se, em motores diesel de injeção direta, o bico injetor do cilindro em questão não mantiver a sua pressão de injeção, as oscilações na linha de injeção podem levantar mais uma vez a agulha do bico injetor. O combustível é injetado novamente na câmara de combustão. Se o oxigênio foi consumido, gotículas de combustível inundam a câmara de combustão e chegam à superfície do pistão. Ali, elas queimam em alta temperatura e o material do pistão fica maleável.

A força de inércia e erosão dos gases de combustão de passagem rápida arrancam partículas da superfície (Fig. 2) ou desgastam totalmente o cabeçote do pistão (Fig. 1).

CAUSAS POSSÍVEIS

- Bicos injetores não estanques ou agulhas do bico injetor com mobilidade reduzida ou emperradas.
- Molas de bico injetor quebradas ou defeituosas.
- Válvulas de alívio de pressão defeituosas na bomba injetora.
- O caudal de injeção e o instante da injeção não correspondem com as especificações do fabricante do motor.
- Em motores com antecâmara: Defeito na antecâmara associado a uma das causas acima mencionadas.
- Atraso de ignição devido a compressão insuficiente resultante de uma medida da folga excessiva, tempos de distribuição incorretos ou válvulas não estanques.
- Atraso de ignição excessivo devido a gásóleo incombustível (índice de cetano muito baixo).
- Enchimento deficiente devido ao turbocompressor defeituoso.

2.4.4 FISSURAS NA SUPERFÍCIE DO PISTÃO E NA CÂMARA (MOTOR DIESEL)



DESCRIÇÃO

- Fissuras de tensão na borda da câmara.
- Fissura principal até o cubo do pino de pistão.
- Canal queimado da câmara até abaixo do anel de segmento raspador de óleo, causado por gases de combustão que fluem através da fissura principal.



Fig. 1



Fig. 2

AVALIAÇÃO

O material do pistão aquece bastante localmente – em motores com antecâmara, nos pontos de incidência dos jatos da antecâmara (Fig. 3 e Fig. 4), em motores de injeção direta, na borda da câmara (Fig. 1). Nestes pontos o material dilata com maior intensidade. Uma vez que os pontos sobreaquecidos são rodeados de material mais frio, o material aqui se deforma plasticamente além do limite de elasticidade. No esfriamento ocorre o contrário: Nos pontos nos quais o material anteriormente foi recalçado e deslocado, agora há material insuficiente.

Com isto, ocorrem tensões de tração, que resultam em fissuras de tensão. Se as tensões térmicas condicionais são sobrepostas por tensões de uma torção de pino, forma-se uma fissura principal fortemente expandida a partir das fissuras de tensão. Isto resulta em quebra e falha do pistão. A força de inércia e erosão dos gases de combustão de passagem rápida arrancam partículas da superfície (Fig. 2) ou desgastam totalmente o cabeçote do pistão (Fig. 1).



Fig. 3

CAUSAS POSSÍVEIS

- Falhas na preparação de misturas devido a bicos injetores incorretos, falhas na bomba injetora e danos na antecâmara.
- Altas temperaturas causadas por defeitos no sistema de refrigeração.
- Falhas no freio motor ou uso excessivo do mesmo. Consequência: Sobreaquecimento.
- Resfriamento deficiente de pistões em pistões com canal de refrigeração, p. ex., devido a bicos de óleo de refrigeração obstruídos ou deformados.
- Oscilações de temperatura em motores com constante alteração de carga, p. ex., em ônibus urbanos ou máquinas de terraplenagem.
- Pistões com especificação incorreta, p. ex., sem canal de refrigeração, apesar de ser necessário usar um pistão com canal de refrigeração
- Pistões de fabricantes terceiros sem reforço de fibra na borda da câmara.
- Pistões com uma formação de câmara inadequada para o motor (ver o capítulo "Corrosão no cabeçote do pistão devido a pistões incorretos").



Fig. 4

2.4.5 QUEBRAS DO RESSALTO DE ANEL



DESCRIÇÃO

- Quebra do ressalto de anel em um lado do pistão entre o primeiro e segundo anel de compressão (Fig. 1).
- Quebra, partindo da base da ranhura superior, obliquamente ao material do pistão. Saída na base da ranhura inferior (Fig. 2).
- A quebra se alarga para baixo.
- Sem corrosão nos pistões ou ocorrências de sobreaquecimento.

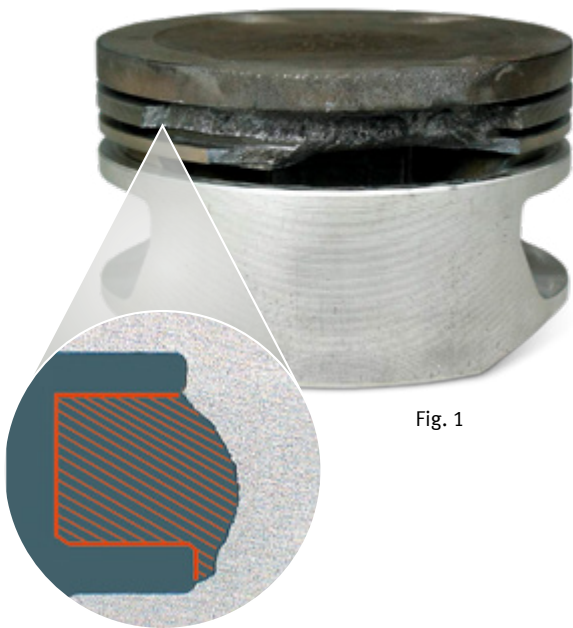


Fig. 1

Fig. 2: Corte transversal da quebra

AVALIAÇÃO

A causa para quebras de ressalto não são falhas de material, mas sobrecargas de material. Elas se diferenciam por três causas:

1. Combustão detonante:

A octanagem do combustível não era suficiente para os estados de funcionamento e de carga do motor (ver o capítulo "Generalidades sobre danos nos pistões por falhas de combustão em motores a gasolina").

As quebras de ressaltos de anel devido a combustão detonante normalmente ocorrem no lado da pressão. A causa de uma combustão detonante no motor diesel é o atraso da ignição.

2. Golpes de líquido:

Com o motor parado ou em funcionamento, líquido (água, líquido de refrigeração, óleo ou combustível) entra acidentalmente na câmara de combustão. Uma vez que não é possível comprimir líquidos, os pistões e o acionamento por manivela são submetidos a uma enorme sobrecarga no ciclo de compressão. Consequência: Quebras do ressalto de anel, fratura do cubo ou danos em bielas e virabrequim.

A Fig. 3 mostra um decurso de quebra na combustão detonante e em golpes de líquido: A força que causa a quebra e age de cima sobre o ressalto de anel, aumenta as superfícies de fratura para baixo.

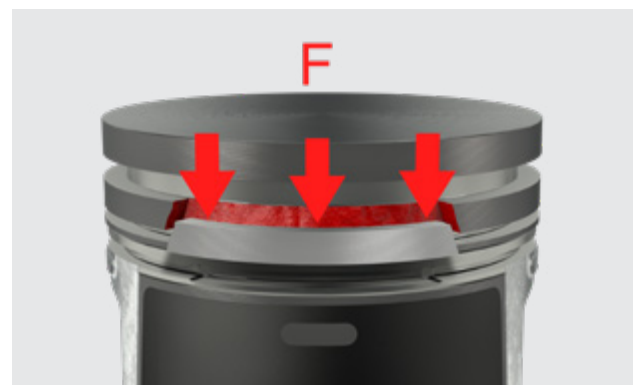


Fig. 3

3. Erro de montagem:

Segmentos do pistão não combinados corretamente requerem um maior dispêndio de força na montagem dos pistões. Através da prensagem forçada ou batimento do pistão, os ressaltos de anel são previamente prejudicados por pequenas fendas capilares.

Os ressaltos de anel quebram em sentido contrário, porque a pressão neste caso vem de baixo (Fig. 4).



Fig. 4

CAUSAS POSSÍVEIS

Combustão detonante em motores a gasolina:

- Combustível insuficientemente resistente à detonação. A qualidade do combustível deve corresponder à taxa de compressão do motor, isto é, a octanagem do combustível deve cobrir a necessidade de octanos do motor em todos os estados de funcionamento.
- Gasóleo na gasolina e, como resultado disso, uma redução da octanagem do combustível.
- Taxa de compressão muito alta devido à retificação excessiva do bloco do motor e da superfície plana do cabeçote, p. ex., na revisão do motor/tuning.
- Ponto de ignição precoce.
- Mistura muito pobre, resultando em temperaturas de combustão muito elevadas.
- Temperaturas de ar de admissão muito altas, por exemplo, devido a ventilação insuficiente do compartimento do motor ou comutação incorreta da aleta de ar de admissão para funcionamento no verão (especialmente em motores mais antigos com carburador).

Combustão detonante em motores diesel:

- Bicos injetores de pulverização ineficientes ou não estanques.
- Pressão de injeção muito baixa dos bicos injetores.
- Pressão de compressão insuficiente devido a vedações do cabeçote incorretas, protusões do pistão insuficientes, válvulas não estanques ou pistões danificados ou gastos.
- Vedações do cabeçote não estanques.
- Danos na antecâmara.
- Uso incorreto ou excessivo de assistências de arranque (spray de auxílio de arranque) na partida a frio.
- Turbocompressor defeituoso.

Em golpes de líquido:

- Aspiração involuntária de água na travessia por águas ou espirros de grandes quantidades gerados no cruzamento ou ultrapassagem de outros veículos.
- Enchimento do cilindro com o motor parado com:
 - Água, devido a vedação do cabeçote não estanque ou fissuras em componentes.
 - Combustível, devido a bicos injetores não estanques (somente motor a gasolina com sistema de injeção). A pressão residual no sistema de injeção se esvazia através do bico injetor não estanque no cilindro.

Em ambos os casos, o dano ocorre na partida do motor.

2.4.6 SINAIS DE COLISÃO NO CABEÇOTE DO PISTÃO (MOTOR DIESEL)



DESCRIÇÃO

- Fortes sinais de colisão no cabeçote do pistão (Fig. 1).
- Óleo carbonizado praticamente removido.
- Marcas e deposições de óleo carbonizado na superfície do pistão.
- Forte desgaste nos segmentos do pistão, em especial no anel de segmento raspador de óleo.
- Impressão da câmara de turbulência na borda anterior da superfície do pistão (Fig. 2).
- Impressão da válvula no lado direito da superfície.
- Primeiros indícios de um atrito por funcionamento a seco no corpo do pistão (Fig. 4).



AVALIAÇÃO

Durante o funcionamento os pistões bateram no cabeçote ou na câmara de turbulência e uma válvula. Ainda não ocorreram quebras decorrentes desta aplicação de força excessiva. Na imagem de desgaste dos segmentos do pistão e do corpo do pistão, contudo, é visível que em virtude destas batidas ocorrem falhas de combustão devido a afogamento por combustível.

Devido à batida do pistão ocorrem trepidações no cabeçote. Em consequência disto, o bico injetor é submetido a oscilações, não pode mais manter a pressão em estado fechado e injeta o combustível descontroladamente no cilindro. O resultado é um afogamento por combustível, que danifica a película de óleo. Este dano resulta em uma maior parcela de atrito misto e, com isto, ao desgaste nos segmentos do pistão, bem como a um maior consumo de óleo. Somente quando a película de óleo for prejudicada pelo combustível a ponto de ocorrer uma lubrificação deficiente é que se formam as fricções características de combustível (ver o capítulo "Atrito por funcionamento a seco devido a afogamento por combustível").

Inicialmente o corpo do pistão é menos danificado, porque ele é alimentado continuamente com óleo novo, ainda com capacidade lubrificante, a partir do acionamento por manivela. Se as partículas de atrito da área de curso dos pistões se misturarem com o óleo lubrificante e o óleo lubrificante diluído perder a capacidade de carga, o desgaste se expandirá mais.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Protusão do pistão incorreta. A protusão do pistão não foi controlada ou não foi corrigida em uma revisão do motor.
- Na renovação de bucha de biela furada excêntrica.
- Pós-retífica excêntrica (fora do centro) do virabrequim.
- Retificação excêntrica do furo base das bronzinas (no rebaixamento da tampa do mancal do virabrequim).
- Montagem das vedações do cabeçote com espessura insuficiente.
- Deposição de óleo carbonizado no cabeçote do pistão, com consequente estreitamento ou contato da medida da folga.
- Tempos de distribuição incorretos devido ao ajuste incorreto; alongamento de corrente, correia dentada saltada.
- Desvio de comprimento da biela.
- Pós-processamento excessivo da superfície plana do cabeçote e, conseqüentemente, um deslocamento do tempo de distribuição. (A distância entre a roda acionadora e acionada se altera; dependendo do caso isto não é corrigível devido ao ajuste da correia ou da corrente, condicionado pelo tipo de estrutura).
- Na renovação dos anéis de assento da válvula não foi observada a posição correta dos assentos de válvula. Se a superfície dos assentos de válvula não for posicionada suficientemente funda no cabeçote, as válvulas não têm o rebaixo suficiente no cabeçote e ficam muito salientes.
- Sobrerrotação do motor. Devido à maior força de inércia, as válvulas não fecham no tempo certo e batem no pistão.
- Folga excessiva na bronzina de biela ou uma bronzina de biela gasta, em especial, em ligação com sobrevelocidades fortes em descidas.

2.4.7 BURACO NA SUPERFÍCIE DO PISTÃO (MOTOR A GASOLINA)



DESCRIÇÃO

- Superfície do pistão com buraco passante, coberto pelo material derretido.
- A área do corpo apresenta pontos de corrosão.
Motivo: Altas temperaturas e material de pistão removido por atrito.



AVALIAÇÃO

Danos deste tipo são causados por autoignições. Componentes incandescentes ultrapassam a temperatura de autoignição da mistura na câmara de combustão.

Aqui trata-se especialmente de velas de ignição, da válvula de escape e de resíduos de combustão na câmara de combustão. A mistura se inflama ainda antes da ignição propriamente dita através da vela de ignição. Consequentemente a chama age por mais tempo na superfície do pistão do que no processo de combustão normal.

A superfície do pistão aquece de forma intensa e rápida devido a autoignições, consequentemente o material torna-se maleável. A força de inércia nos movimentos de curso do pistão e os gases de combustão de fluxo rápido desgastam o material amolecido. Assim, a pressão de combustão pressiona a espessura de parede restante da superfície do pistão para dentro. Em muitos casos não ocorrem corrosões.



NOTA

Um aquecimento local tão rápido da superfície do pistão somente é possível devido a autoignições.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Velas de ignição com valor térmico muito baixo.
- Mistura muito pobre, resultando em temperaturas de combustão muito elevadas.
- Válvulas danificadas, não estanques ou folga de válvula muito pequena. As válvulas não fecham corretamente por este motivo. Devido aos gases de combustão que fluem, as válvulas se aquecem fortemente e ficam incandescentes. Inicialmente são atingidas as válvulas de escape, uma vez que as válvulas de admissão são esfriadas pelos gases frescos.
- Resíduos de combustão incandescentes e deposições de óleo carbonizado na câmara de combustão.
- Dimensão de montagem incorreta dos injetores (anéis de vedação faltantes ou montados em duplicidade).
- Combustível impróprio com octanagem muito baixa. A qualidade do combustível deve corresponder à taxa de compressão do motor, isto é, a octanagem do combustível deve cobrir a necessidade de octanos do motor em todos os estados de funcionamento.
- Gasóleo na gasolina e, como resultado disso, uma redução da octanagem do combustível.
- Alta temperatura do motor ou do ar de admissão devido à ventilação insuficiente do compartimento do motor.
- Sobreaquecimento geral do motor.

2.4.8 CORROSÃO NO CABEÇOTE DO PISTÃO DEVIDO A PISTÕES INCORRETOS (MOTOR DIESEL)



DESCRIÇÃO

- Estrias de corrosão no cabeçote do pistão localmente limitadas, distribuídas em todo o perímetro do pistão.
- As estrias de corrosão decorrem da superfície do pistão até o segundo anel de compressão.
- Ênfase nas estrias de corrosão no ressalto de ignição.



AVALIAÇÃO

Este dano resulta de falhas de combustão. Contudo, a falha não se encontra no sistema de injeção, porém, foi causada pelo uso de um pistão incorreto. Os motores são construídos de acordo com as normas sobre gases de escape prescritas por lei. Frequentemente os pistões da respectiva norma sobre gases de escape pouco se diferenciam visualmente entre si.

No presente caso de dano foram usados pistões com diferente diâmetro da câmara para diferentes normas sobre gases de escape, na mesma série de motores. O pistão da norma sobre gases de escape Euro 1 (diâmetro da câmara: 77 mm) foi substituído em uma reparação do motor por um pistão da norma sobre gases de escape Euro 2 (diâmetro da câmara: 75 mm).

Devido ao menor diâmetro da câmara o bico injetor não acertava mais exclusivamente a câmara, mas também a borda da câmara. Nos pontos de incidência se aquecia a borda da câmara ou o material do pistão, e dilatava com maior intensidade. O resultado são pontos de corrosão limitados ao local.

Quando são usados pistões, que não são previstos para o tipo de motor e para a norma sobre gases de escape, podem ocorrer graves falhas de combustão com danos subsequentes imprevisíveis. Ocorrências concomitantes de menor consideração são os valores não atingidos de gases de escape, déficits de desempenho e um maior consumo de combustível.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Pistões com forma, profundidade ou diâmetro incorretos da câmara.
- Medidas divergentes de pistão (p. ex. altura de compressão).
- Pistões de tipo de construção incorreto. Não é permitido, por exemplo, usar um pistão sem canal de refrigeração, se o fabricante do motor tiver previsto um canal de refrigeração para uma determinada finalidade.
- Uso de componentes incorretos ou impróprios para a finalidade de aplicação (bicos injetores ou bombas injetoras, vedações do cabeçote ou outros componentes que influenciam a mistura ou a combustão).

2.4.9 EROSÃO NO RESSALTO DE IGNIÇÃO E NA SUPERFÍCIE DO PISTÃO (MOTOR A GASOLINA)



DESCRIÇÃO

- Degradações erosivas no ressalto de ignição (Fig. 2) na superfície do pistão (Fig. 3).

AVALIAÇÃO

Degradações erosivas de material no ressalto de ignição e na superfície do pistão sempre são uma consequência de uma combustão detonante de longa duração com média intensidade. Aqui se expandem ondas de pressão no cilindro e correm entre o ressalto de ignição e a parede do cilindro até o primeiro anel de compressão. No ponto de retorno da onda de pressão, partículas minúsculas são arrancadas da superfície do pistão devido à energia cinética.



Fig. 1

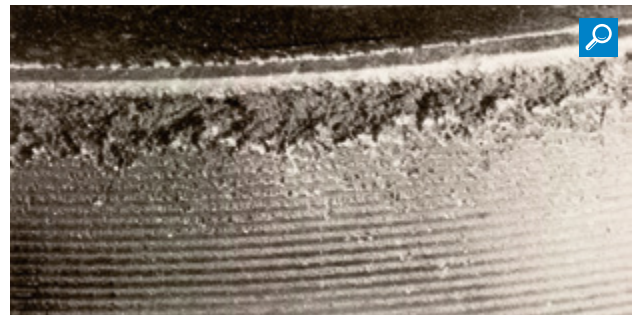


Fig. 2

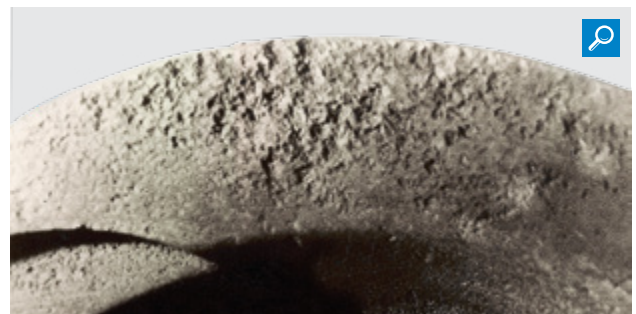


Fig. 3

CAUSAS POSSÍVEIS

- Combustível insuficientemente resistente à detonação. A qualidade do combustível deve corresponder à taxa de compressão do motor, isto é, a octanagem do combustível deve cobrir a necessidade de octanos do motor em todos os estados de funcionamento.
- Contaminação da gasolina por gasóleo. Causa: Abastecimento incorreto ou uso alternante de tanques ou reservatórios para os dois tipos de combustível. Até mesmo a menor mistura de diesel causam uma forte redução da octanagem da gasolina.
- Grandes quantidades de óleo na câmara de combustão, p. ex., devido a segmentos do pistão, guias de válvula e turbocompressores de gás de escape gastos. Elas reduzem a resistência à detonação do combustível.
- Taxa de compressão muito alta. Causa: Resíduos de combustão nas superfícies do pistão e no cabeçote ou retificação excessiva das superfícies do bloco e do cabeçote na revisão do motor ou para fins de tuning.
- Ponto de ignição precoce.
- Mistura muito pobre, resultando em temperaturas de combustão muito elevadas.
- Temperaturas muito altas do ar de admissão. Causas: Ventilação insuficiente do compartimento do motor ou contrapressão do escapamento, mudança tardia da tampa de ar de admissão para funcionamento no verão ou um dispositivo de comutação automática defeituoso (especialmente em motores mais antigos com carburador).
- Falha do controle de detonação.
- Modificação do software da unidade de comando.

NOTA

Motores modernos são equipados com sistemas que detectam uma combustão detonante. Este controle de detonação combate as combustões detonantes mediante uma adaptação do ponto de ignição. O controle de detonação, porém, somente pode intervir se já ocorreu uma combustão detonante. Danos não estão excluídos, mesmo com o controle de detonação funcional, se:

- a faixa de controle do comando do motor não for mais suficiente
 - ou se o limite de detonação for constantemente atingido.
-

2.5 QUEBRAS DE PISTÃO E DE ANEL DO PISTÃO

2.5.1 GENERALIDADES SOBRE QUEBRAS DO PISTÃO

No funcionamento do motor podem ocorrer quebras de pistão devido a uma quebra forçada ou fratura por fadiga.



Fig. 1

Uma quebra forçada (Fig. 1) sempre é causada por um corpo estranho, que colide com o pistão durante o funcionamento. Corpos estranhos podem ser partes rompidas da biela, do virabrequim, das válvulas ou similares. A quebra forçada do pistão também pode ocorrer através da entrada de água ou combustível no cilindro.

As superfícies de fratura da quebra forçada têm aspecto cinza, sem marcas de atrito e não mostram linhas de eixo. O pistão quebra de forma impactante sem desenvolvimento de ruptura.



Fig. 2

Em uma quebra por fadiga (Fig. 2) aparecem linhas de eixo na superfície de fratura, que mostram a origem e a continuidade gradativa da ruptura. As superfícies de fratura muitas vezes apresenta marcas de atrito brilhantes. A causa da fratura por fadiga é uma sobrecarga no material do pistão.

As sobrecargas ocorrem devido a:

- combustão detonante,
- trepidações fortes do pistão, p. ex., quando o cabeçote do pistão bate contra o cabeçote,
- falhas de material,
- folga excessiva do corpo.

Deformações excessivas do pino de pistão devido a sobrecarga (flexão e deformação oval) resultam em fissuras de cubo ou fissuras no apoio. As rupturas por fadiga, além disso, podem ser causadas por fissuras de tensões térmicas nas superfícies do pistão.

2.5.2 QUEBRA DE PISTÃO NO CUBO DE PINO DE PISTÃO



DESCRIÇÃO

- Formação de uma assim chamada fratura de clivagem até a superfície do pistão. Consequência: Partição do pistão em duas partes (Fig. 1).
- Fissura de fadiga de cubo no eixo central do furo do pino de pistão (Fig. 2 e 3).



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3: Corte transversal de um cubo de pino de pistão

AVALIAÇÃO

As quebras de fadiga de cubo surgem devido a sobrecarga mecânica. Através da sobrecarga constante do material do pistão ocorrem cada vez mais esforços alternantes de tensão e dobra e de fadiga do material. Uma alimentação deficiente de óleo favorece uma quebra: Uma fissura inicial no cubo de pino de pistão avança então mesmo com uma carga normal. Na sequência o pistão se parte.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Falhas de combustão, em especial a combustão impactante devido a atraso da ignição.
- Aplicação excessiva ou incorreta de assistência de arranque na partida a frio.
- Com o motor parado, o cilindro foi inundado com água, combustível ou óleo (golpe de líquido).
- Aumentos de potência (p. ex. chiptuning) utilizando o pistão de série.
- Pino de pistão incorreto ou de redução de peso. Devido à deformação oval do pino de pistão, o alojamento do pino é submetido a um esforço excessivo.

2.5.3 QUEBRA DE PISTÃO DEVIDO A IMPACTO DA SUPERFÍCIE DO PISTÃO CONTRA O CABEÇOTE



DESCRIÇÃO

- Sinais de colisão na superfície do pistão (Fig. 1), na superfície plana do cabeçote e nas duas válvulas (sem figura).
- Quebra no sentido do pino de pistão decorrente de trepidações e força excessiva.
- Corpo do pistão quebrado na ranhura inferior do anel lubrificador, as superfícies de fratura têm características de fratura por fadiga (Fig. 2).

AVALIAÇÃO

A causa é uma sequência rápida de batidas fortes na colisão da superfície do pistão contra o cabeçote.

O pistão é abalado de tal forma que ocorrem fissuras. Além disso, o pistão se deforma no cilindro e bate com o corpo contra a parede do cilindro. Em pistões com o anel de segmento raspador de óleo inferior (Fig. 2) muitas vezes o corpo quebra na ranhura inferior do anel lubrificador.



Fig. 1

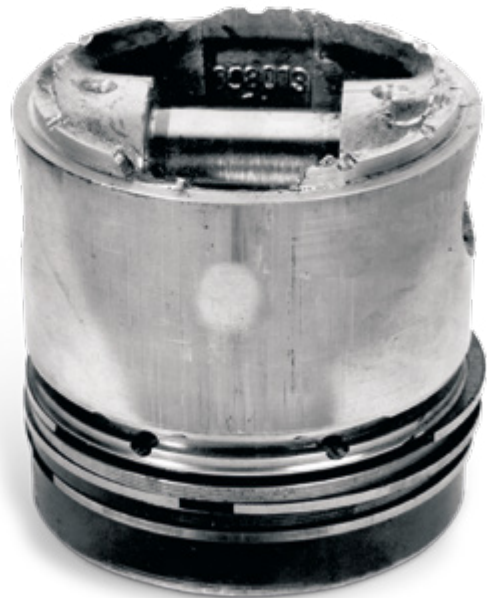


Fig. 2

CAUSAS POSSÍVEIS

- Folga excessiva na bronzina de biela ou uma bronzina de biela gasta, em especial, associadas a sobrevelocidades fortes em descidas.
- Medida da folga muito pequena (distância mínima entre a superfície do pistão e o cabeçote) no ponto morto superior do pistão. As causas podem ser:
 - Pistão com altura de compressão incorreta. Na revisão do motor muitas vezes é retificada a superfície plana do bloco de cilindros. Se após o processamento forem usados pistões com a altura de compressão original, a protusão do pistão pode ser muito grande. Por isso, são oferecidos pistões com altura de compressão reduzida para o caso de reparo. Assim a protusão do pistão fica dentro da faixa de tolerância especificada pelo fabricante de motores.*
 - Espessura insuficiente da vedação do cabeçote. Muitos fabricantes preveem vedações do cabeçote com diferente espessura para o mesmo motor: Por um lado, para compensar adições de tolerâncias de componentes na produção, por outro lado, para poder adaptar a protusão do pistão em reparos. Portanto, em caso de reparos vale o seguinte: Usar somente vedações do cabeçote com espessura de material especificada. Com isto é garantido que a medida da folga especificada seja atingida após o reparo. Se o bloco de cilindros for retrabalhado ou substituído em um reparo, a espessura da vedação deve ser redefinida segundo a dimensão do fabricante de motores com base na protusão do pistão.



ATENÇÃO

Uma verificação da mobilidade, na qual o motor frio é girado manualmente, não é uma garantia que o pistão não vai bater contra o cabeçote em temperatura de operação. Motivo: Devido à dilatação térmica os pistões e a biela se alongam. Isto reduz a distância entre a superfície do pistão e o cabeçote. Sobretudo em motores de veículos comerciais com grandes alturas de compressão ocorrem alterações consideráveis de medidas. Estas reduzem a mobilidade do pistão em vários décimos de milímetro no ponto morto superior.

* A Motorservice fornece pistões para muitos motores diesel, com altura de compressão reduzida (KH-). Ver detalhes no catálogo Motorservice "Pistons and Components".

2.5.4 LAVAGEM DE MATERIAL NA REGIÃO DOS SEGMENTOS DO PISTÃO (QUEBRA DO ANEL DO PISTÃO)



DESCRIÇÃO

- Forte lavagem de material até a superfície do pistão no área do anel na primeira ranhura do anel.
- Forte desgaste axial da primeira ranhura do anel.
- Intenso dano mecânico da superfície do pistão.
- Corpo do pistão com marca de funcionamento fosca.



AVALIAÇÃO

As causas dos danos são impurezas na câmara de combustão. Isto é indicado através do forte desgaste axial da ranhura, principalmente na primeira ranhura do anel. Com isso, as impurezas se incorporaram na ranhura do anel e causaram um desgaste abrasivo no anel do pistão e na ranhura do anel. Consequentemente, a folga na altura do anel aumentava cada vez mais. O anel do pistão fortemente enfraquecido em seu corte transversal não mais resistiu à pressão de combustão e quebrou. Por isto, o fragmento do anel do pistão quebrado pode mover-se quase que de forma desimpedida na ranhura, que aumenta cada vez mais. A sua batida contínua causou a remoção ilustrada. Quando a remoção chegou à superfície do pistão, os fragmentos de quebra do anel do pistão chegaram à câmara de combustão e causaram outros danos lá.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Forte desgaste axial da ranhura do anel e dos segmentos do pistão devido à entrada de corpos estranhos na câmara de combustão.
- Na presença de um forte desgaste radial dos segmentos do pistão sem um desgaste axial, a causa provável é um desgaste por atrito misto decorrente de afogamento por combustível.

Ver o capítulo "Desgaste por afogamento por combustível".

- Em caso de ranhuras do pistão e segmentos do pistão não desgastados e um curto tempo de funcionamento subsequente a uma revisão do motor, muitas vezes há um erro de montagem do pistão. Se os segmentos do pistão não forem pressionados suficientemente dentro da ranhura do anel, eles podem quebrar durante a colocação do pistão. Isto ocorre quando se usa ferramentas de montagem impróprias ou danificadas, ou quando a cinta para segmentos do pistão não é colocada e tensionada corretamente em volta do pistão.
- Trepidações dos anéis, devido a uma folga excessiva da altura do anel. O motivo é a simples montagem de um novo jogo de anéis por ocasião da reparação do motor, ainda que as ranhuras do anel já estejam gastas no pistão. Devido à folga excessiva, os segmentos do pistão chegam a trepidar e podem quebrar. Uma causa imaginável também é um jogo de anéis incorreto: Eventualmente a altura do anel é muito pequena e, consequentemente, a folga axial da ranhura muito grande.
- Um pistão impróprio para a finalidade de aplicação. Devido à elevada carga e durabilidade, os pistões para motores diesel são providos de um porta-anéis de ferro fundido com teor de níquel. Motores diesel com durabilidade mais curta, especificada construtivamente, muitas vezes são equipados com pistões sem porta-anéis, por motivos de custos, p.ex. máquinas agrícolas. Se um pistão sem porta-anéis deste tipo precisa realizar desempenhos maiores de funcionamento, a resistência ao desgaste das ranhuras do anel eventualmente não é suficiente.

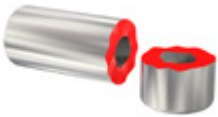
2.6 QUEBRAS DE PINO DE PISTÃO

2.6.1 GENERALIDADES SOBRE QUEBRAS DE PINO DE PISTÃO

Quebras de pino de pistão podem ocorrer devido à sobrecarga em falhas de combustão ou devido a corpos estranhos na câmara de combustão. Uma aplicação excessiva ou incorreta da assistências de arranque (spray de auxílio de arranque) é comparável aos efeitos de extremas falhas de combustão.

Devido à pressão dos gases de combustão nos pistões, o pino de pistão é deformado de forma oval. Em caso de sobrecarga pode se formar uma fissura longitudinal nas extremidades do pino de pistão, partindo do diâmetro exterior ou interior do pino de pistão. A fissura avança como fratura por fadiga na direção do centro do pino de pistão. Na maior área de esforço de cisalhamento e de flexão entre o furo do pino de pistão e o olhal da biela, a direção muda para uma fissura transversal. Finalmente isto resulta na quebra do pino de pistão. Além dos danos aqui explicados, as quebras também podem ocorrer devido a danos.

2.6.2 PINO DE PISTÃO QUEBRADO



DESCRIÇÃO

- Quebra transversal do pino de pistão (Fig. 1) na transição entre a biela e o cubo de pino de pistão.
- Separação do fragmento de quebra no sentido longitudinal.
- Superfícies de quebra com características de fratura por fadiga.



Fig. 1

AVALIAÇÃO

As quebras de pino de pistão são consequência de esforços de sobrecarga. Devido a uma deformação oval do pino de pistão nos furos de pino de pistão, inicialmente se forma uma fissura longitudinal nas extremidades do pino de pistão em caso de uma sobrecarga. A saída da quebra pode ocorrer na superfície externa como também dentro do furo. A fissura avança na direção do meio do pino de pistão. Na maior área de esforço de cisalhamento e de flexão entre o cubo do pino de pistão e o olhal da biela, a direção muda para uma fissura transversal, o que finalmente resulta em uma ruptura de todo o pino de pistão.

A Fig. 2 mostra que uma fissura inicial não apenas pode ocorrer devido a uma sobrecarga, mas também em decorrência de uma montagem incorreta do pino de pistão. O lado frontal do pino de pistão quebrado permite identificar claramente que a fissura inicial partiu de um dano por batida (batida de martelo). A fissura inicial também pode levar à quebra do pino de pistão, mesmo sob carga normal.

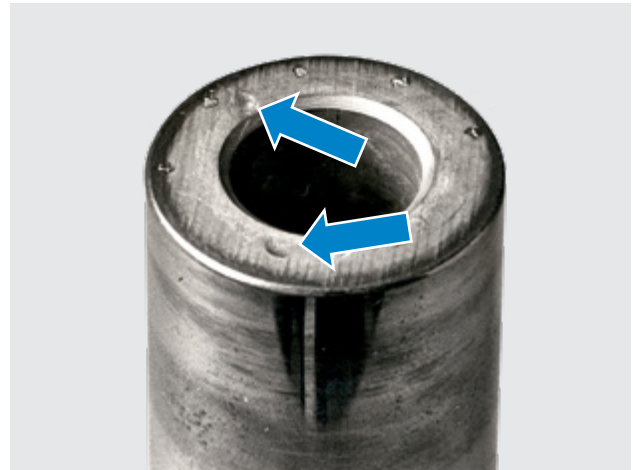


Fig. 2

CAUSAS POSSÍVEIS

- Falhas de combustão, muitas vezes devido a combustão detonante.
- Golpes de líquido.
- Tratamento incorreto do pino de pistão na montagem.
- Sobrecarga do pino de pistão devido ao aumento da potência do motor.
- Enfraquecimento do pino de pistão por tuning (redução do peso).
- Pino de pistão incorreto.

2.7 DANOS NAS TRAVAS DO PINO DE PISTÃO

2.7.1 GENERALIDADES SOBRE DANOS NAS TRAVAS DO PINO DE PISTÃO

Para o travamento do pino de pistão são utilizados anéis de retenção de arame ou os assim chamados anéis de retenção Seeger. Os dois podem quebrar ou saltar ou ser batidos para fora da ranhura no pistão.

Uma quebra dos anéis de retenção ou a ruptura das extremidades do anel é causada por um esforço excessivo ou tratamento incorreto na montagem dos anéis de retenção. Os anéis de retenção somente são submetidos a um esforço no sentido axial, se for forçado um movimento axial no pino de pistão. Isto ocorre quando um erro de alinhamento na biela ou uma haste de biela em movimento pendular, normalmente assimétrica, tira o eixo do pino de pistão e o virabrequim do paralelismo.

O pino de pistão bate em sequência rápida alternadamente contra as travas do pino de pistão e as desloca gradativamente da sua ranhura. Em seguida, elas são prensadas até o trajeto de cilindro, onde são friccionadas devido ao desgaste. Finalmente os anéis de retenção quebram. Partes dos fragmentos de quebra se fixam entre o pistão e o cilindro. Outras partes são arremessadas de um lado para outro devido à força de inércia na abertura dos cubos de pino de pistão, onde causam consideráveis remoções de material. Não raramente os fragmentos de quebra chegam também ao outro lado do pistão através do furo interno do pino de pistão e ali também causam danos graves.

2.7.2 DANOS NO PISTÃO DEVIDO A TRAVAS DO PINO DE PISTÃO QUEBRADAS



DESCRIÇÃO I

- Extremidade do furo dos furos de pino fortemente desgastada em ambos os lados do pistão, em parte, até a área do anel (Fig. 1).
- Um anel de retenção saltado para fora da ranhura de retenção e quebrado.
- Segundo anel de retenção danificado.
- O pino de pistão migrou para fora até o trajeto de cilindro por causa de uma trava do pino de pistão faltante.
- Desgaste convexo do lado frontal do pino de pistão devido ao contato prolongado com o trajeto de cilindro (Fig. 2).
- Marca de funcionamento assimétrica do pistão.



Fig. 1

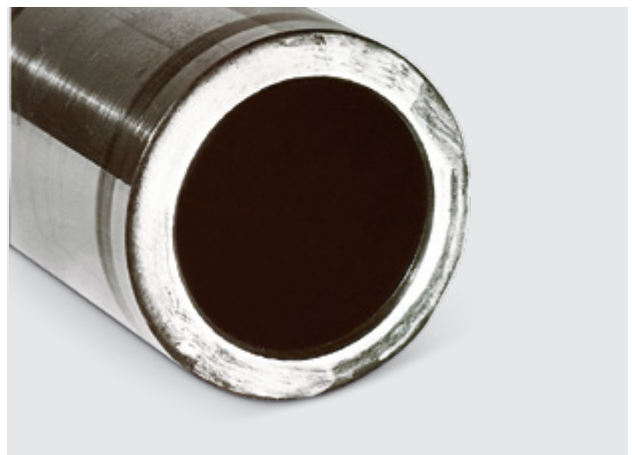


Fig. 2

DESCRIÇÃO II

- Padrão de desgaste assimétrico do pistão (Fig. 4).
- Cubo de pino de pistão e pino de pistão quebrados (Fig. 5 e 6).
- Furo do pino martelado na área dos anéis de retenção.



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

AVALIAÇÃO

As travas do pino de pistão, executadas como anéis de retenção de arame ou anéis Seeger, somente são deslocadas ou marteladas para fora durante o funcionamento devido a um impulso axial do pino de pistão. O pré-requisito é que tenham sido colocadas corretamente e não estejam danificadas.

Acelerações laterais do pino de pistão ocorrem sempre que o eixo do pino de pistão não estiver em paralelo com o eixo do virabrequim. Este é o caso quando ocorre uma forte posição inclinada do pistão devido a uma biela deformada. Nos movimentos do curso ocorre um impulso axial alternante, devido ao qual o anel de retenção é literalmente martelado para fora. O anel de retenção saltado para fora se fixa entre o pino de pistão, que migra para fora, o pistão e o trajeto de cilindro.

Lá ele é desgastado e finalmente quebra em várias partes. Dentro de pouquíssimo tempo os fragmentos martelam o material do pistão devido à sua força de inércia no movimento de subida e de descida do pistão (Fig. 2). Alguns fragmentos migram através do pino de pistão oco e causam destruições correspondentes também no outro lado do pistão.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Impulso axial do pino de pistão durante o funcionamento do motor devido a:
 - Deformação da biela ou torção da biela.
 - Olhal da biela furado obliquamente (sem paralelismo dos eixos).
 - Eixo do cilindro não retangular ao eixo do virabrequim.
 - Folga excessiva da bronzina de biela, principalmente em bielas assimétricas.
 - Pino da biela não paralelo ao eixo do virabrequim (erro de processamento).
- Uso de anéis de retenção usados ou danificados.
- Anéis de retenção montados incorretamente.

2.8 CORROSÃO NOS CUBOS DE PINO DE PISTÃO

2.8.1 GENERALIDADES SOBRE CORROSÃO NOS CUBOS DE PINO DE PISTÃO

O cubo de pino de pistão não é alimentado obrigatoriamente com óleo. Somente está disponível óleo aspergido ou óleo projetado. Por isto, as corrosões nos pontos de apoio de pinos de pistão normalmente são corrosões por funcionamento a seco, com superfície fortemente danificada e aderências de material.

Em pinos de pistão apoiados de forma flutuante ocorrem danos nos furos de pino de pistão, principalmente:

- devido à folga insuficiente do pino de pistão na bucha de biela.
- na corrosão ou emperramento do pino de pistão na bucha de biela.

Um indício para isto são pinos de pistão com cores de recozimento azuis na área da bucha de biela.

Se a mobilidade do pino de pistão estiver restringida na bucha de biela, ele deve se girar forçadamente no cubo de pino de pistão. Porém, para isto a folga de um pino de pistão apoiado de forma flutuante não é suficiente nos furos de pino de pistão. A consequência é um forte aquecimento, falha da lubrificação e uma corrosão por funcionamento a seco no cubo de pino de pistão.

Devido ao forte aquecimento, o pistão se dilata consideravelmente mais na área dos furos de pino de pistão e também no corpo. Isto também pode levar a uma folga insuficiente ali e a uma corrosão por funcionamento a seco no furo do cilindro (ver o capítulo "Corrosão de 45°").

Para pinos de pistão, que são retraídos firmemente na biela, a folga no furo de pino de pistão é dimensionada a um tamanho tal, que lá seja permitida a formação de uma película de óleo suficiente. Na reutilização de bielas retráteis já usadas, o furo na biela não deve estar empenado ou danificado de outra forma. Caso contrário, o pino de pistão poderia se deformar no estado retraído de tal forma, que a folga nos furos de pino de pistão não seria mais suficiente, causando pequenas corrosões.

Na montagem dos pistões sempre deve-se lubrificar o alojamento do pino, para que haja lubrificante suficiente para as primeiras rotações.



NOTA

Na retração do pino de pistão na biela não basta observar a lubrificação do pino de pistão acima mencionada. Imediatamente após a colocação do pino de pistão, o alojamento do pino não pode ser controlado quanto a folga mediante basculamento do pistão! Pois nesta fase a temperatura dos dois componentes se equipara (pino de pistão frio, biela quente). O pino de pistão pode esquentar muito; ele dilata fortemente e se fixa no cubo de pino de pistão. Se o apoio for movido neste estado, pode ocorrer um ponto de atrito ou uma corrosão. Possível consequência: Posterior mobilidade reduzida dos apoios, com consequente aumento de atrito e desenvolvimento de calor. Sempre deixar esfriar componentes já montados, antes que os apoios sejam controlados quanto à mobilidade

2.8.2 CORROSÃO NO CUBO DE PINO DE PISTÃO (PINO DE PISTÃO APOIADO DE FORMA FLUTUANTE)



DESCRIÇÃO

- O pino de pistão corroeu nos furos de pino de pistão.
- Material do pistão aderido no pino de pistão (Fig. 1).
- Pino de pistão com recozimento azul na área da bucha de biela.



Fig. 1

AVALIAÇÃO

A coloração azul do pino de pistão na área de bucha de biela mostra que lá havia folga insuficiente. Por isso o pino de pistão girava com dificuldade ou nem girava na bucha de biela. O giro do pino de pistão ocorreu somente no furo de pino de pistão. Porém, para isto a folga de um pino de pistão apoiado de forma flutuante não é suficiente. Devido ao aumento do atrito, o apoio se aqueceu excessivamente, o efeito da película de óleo foi anulado e ocorreu a corrosão do pino de pistão.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Folga subdimensionada entre a bucha de biela e o pino de pistão.
- A folga na bucha de biela foi compensada por uma falha de alinhamento de biela, causando o emperramento dos pinos de pistão.
- Apoios de pinos não lubrificados na montagem dos pistões.

NOTA

Na montagem dos pistões o alojamento do pino deve ser bem lubrificado, para que haja lubrificação suficiente para as primeiras rotações do motor e para que não ocorra nenhum ponto de atrito na partida do motor.

2.8.3 CORROSÃO NOS CUBOS DE PINO DE PISTÃO (BIELA RETRÁTIL)



DESCRIÇÃO

- Pistão operado somente por um curto tempo.
- Sem marcas de desgaste no corpo do pistão.
- Corrosão em cubos de pino de pistão no lado superior sujeito à pressão (Fig. 1).
- Superfície dos pontos de corrosão metalicamente limpa, sem marcas de óleo carbonizado.



Fig. 1

AVALIAÇÃO

O pistão praticamente não apresenta marcas de desgaste e somente pode ter operado por pouco tempo. O pino de pistão já corroeu nas primeiras rotações do motor.

Os pontos de corrosão metalicamente limpos são um indício da falta de óleo no alojamento do pino.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Alojamento do pino não lubrificado antes da montagem do pistão.
- Na retração do pino de pistão na biela, imediatamente após a colocação do pino de pistão, foi verificada a folga do alojamento do pino mediante basculamento do pistão. O apoio pode ser afetado neste momento devido às diferenças de temperatura incomuns dos componentes, que não ocorrem durante o funcionamento.

2.8.4 CORROSÃO NOS CUBOS DE PINO DE PISTÃO (COM CORROSÃO DO CORPO DO PISTÃO)



DESCRIÇÃO

- Corrosões bilaterais do corpo do pistão, partindo do cabeçote do pistão.
- Anéis de compressão emperrados nas ranhuras do anel.
- Corrosão nos cubos de pino de pistão.



AVALIAÇÃO

A concentração dos pontos de corrosão no cabeçote do pistão mostra que o decurso do dano iniciou lá devido a falhas de combustão. Em consequência disto, os segmentos do pistão emperraram e as corrosões se expandiram cada vez mais na área do corpo.

Gases de combustão passaram pelos anéis de compressão emperrados. O pistão aqueceu de tal forma, que a película de óleo no alojamento do pino também perdeu o seu efeito e também aqui ocorreram corrosões.

CAUSAS POSSÍVEIS

As falhas de combustão resultam em uma corrosão combinada por folga e por funcionamento a seco no cabeçote do pistão e no corpo do pistão. Disto resultam corrosões no alojamento do pino.

2.9 RUÍDOS NO PISTÃO

2.9.1 GENERALIDADES SOBRE RUÍDOS NO PISTÃO

Os ruídos de funcionamento dos pistões podem ser provocados por diversos fatores de influência com o motor em funcionamento.

- **Basculamento de pistão devido a folga excessiva de funcionamento:**

O pistão bascula devido a um furo do cilindro muito grande, ao desgaste ou à redução do corpo, impulsionado pelo movimento pendular da biela e da inversão de movimento do pistão no cilindro. Nesses casos, o cabeçote do pistão bate duramente contra o trajeto de cilindro.
- **Não observância do sentido de montagem do pistão:**

Para executar a inversão do movimento do pistão antes do ponto morto superior e antes do início do ciclo de trabalho, o eixo do pino de pistão está axialmente desalinhado alguns milímetros em relação ao lado de pressão do pistão. Se o pistão for montado girado em 180° no cilindro, e o pino de pistão axialmente desalinhado para o lado errado, a inversão de movimento do pistão ocorre no momento errado. Deste modo o pistão bascula com uma força maior e mais ruidosa.
- **Basculamento do pistão devido a mobilidade reduzida da bronzina da biela:**

A folga entre o pino de pistão e a bucha de biela pode ser muito pequena ou pode ser compensada por um emperramento ou torção decorrente de falhas de alinhamento de biela (deformação e torção).
- **Colisão do pistão no sentido do pino:**

A causa de uma colisão lateral do pistão contra o furo do cilindro normalmente é uma falha de alinhamento da biela (deformação ou especialmente a torção): O pistão oscila no seu movimento de curso no eixo longitudinal do motor e bate alternadamente contra o cilindro. O mesmo ocorre em bielas assimétricas ou por um apoio excêntrico do pistão pela biela.
- **Colisão alternante do pino de pistão contra as travas do pino de pistão:**

Um impulso axial no pino de pistão sempre é a consequência de uma falha de alinhamento entre o eixo do pino de pistão e o eixo do virabrequim. Conforme descrito, as causas mais frequentes são a deformação ou a torção da biela, bem como uma assimetria na biela. Uma folga excessiva da bronzina de biela (moente de biela no virabrequim) pode causar um movimento pendular lateral da biela, especialmente em baixas rotações. Com isso, o pino de pistão emperra no olhal da biela e é deslocado de um lado para outro no furo do pino do pistão devido ao movimento pendular. O pino de pistão bate contra os anéis de retenção do pino.

2.9.2 PONTOS DE COLISÃO RADIAIS NO RESSALTO DE IGNIÇÃO



DESCRIÇÃO

- Ressalto de ignição com pontos de colisão na direção de inclinação (Fig. 1).
- Marca de funcionamento mais acentuada para cima e para baixo no corpo do pistão do que no meio do corpo.



Fig. 1

AVALIAÇÃO

Uma colisão alternante do cabeçote do pistão contra o trajeto de cilindro causa um ruído no pistão claramente audível de fora.

Dependendo da causa, o ressalto de ignição bate na direção de inclinação ou no plano de ovalidade (sentido do pino) contra a parede do cilindro.

CAUSAS POSSÍVEIS EM PONTOS DE COLISÃO NA DIREÇÃO DE INCLINAÇÃO

- Folga excessiva na montagem, conseqüentemente guia dos pistões deficiente devido a cilindros com furação ou brunimento excessivo.
- Não foi observado o sentido de montagem dos pistões em pistões axialmente desalinhados.
- Alojamento do pino com mobilidade reduzida: Com isto o cabeçote do pistão colide contra o trajeto de cilindro no assim chamado plano de inclinação. Motivos:
 - Folga insuficiente no olhal da biela ou no furo do pino.
 - Ajuste muito apertado do pino de pistão na bucha de biela (biela retrátil). Na retração e em caso de um ajuste muito apertado do pino de pistão no olhal da biela o olhal da biela se deforma na direção das paredes de menor espessura. O olhal da biela e o pino de pistão ficam ovais. Isto causa um estreitamento da folga entre o pistão e o pino de pistão.
 - Pino de pistão com sinais de corrosão.
 - Apoios de pinos não lubrificados na montagem dos pistões.

CAUSAS POSSÍVEIS EM PONTOS DE COLISÃO NO SENTIDO DO PINO DE PISTÃO

- Em caso de uma falha de alinhamento de biela, principalmente em uma torção de biela, ou em caso de uma folga excessiva da bronzina de biela, o cabeçote do pistão oscila no sentido do pino e bate contra o cilindro.
- Falha de alinhamento de biela (deformação/torção): Ocorre um impulso axial alternado do pino de pistão, devido ao qual o pino de pistão bate alternadamente contra os anéis de retenção.

2.10 CILINDROS E CAMISAS DE CILINDRO



2.10.1 FISSURAS LONGITUDINAIS EM CAMISAS DE CILINDRO



DESCRIÇÃO

- Fissura vertical, partindo do flange da camisa.
- Com base na sua parede do cilindro de pequena espessura, o dano também ocorre em camisas de cilindro secas.



AVALIAÇÃO

A causa da fissura muitas vezes é um manuseio descuidado das camisas de cilindro (pancadas). Mesmo que a camisa de cilindro não sofra imediatamente um dano visível, uma microfissura ou um entalhe pode causar uma quebra no funcionamento do motor. Um apoio da borda defeituoso ou sujeira entre a camisa de cilindro e o bloco pode causar este tipo de dano. Em fissuras longitudinais, causadas por apoios da borda defeituosos, as fissuras longitudinais muitas vezes ocorrem junto com fissuras transversais.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Fissuras ou entalhes devido ao manuseio incorreto das camisas de cilindro durante o transporte ou reparo.
- Golpes de líquido.
- Corpos estranhos sob áreas de contato ou de vedação.
- Alojamentos defeituosos (ver o capítulo "Colar rompido na camisa de cilindro").
- Remoção de material (erosão) no flange da camisa de cilindro devido à combustão detonante, o que causa um enfraquecimento da camisa de cilindro.

2.10.2 COLAR ROMPIDO NA CAMISA DE CILINDRO



DESCRIÇÃO

- Flange da camisa rompido.
- Fissura do flange da camisa, decorre do fundo da borda inferior para cima em ângulo de aproximadamente 30°.



Fig. 1

AVALIAÇÃO

A causa são momentos de flexão, que ocorrem em caso de montagem deficiente (sujeira e defeitos de forma). Normalmente o flange da camisa de cilindro é removido logo ao apertar o cabeçote. Nas novas gerações de motores para veículos comerciais com sistema de injeção bomba-injetor ou Common Rail, o bloco do motor é submetido a cargas mais elevadas devido às maiores pressões de combustão. Uma vez que nestes tipos de motor são usadas vedações do cabeçote de aço duro, o bloco do motor pode empenar no apoio da borda após um longo período de funcionamento.

NOTA

O empeno da superfície de apoio da borda não é detectável a olho nu, sem meios auxiliares. A deformação é facilmente detectável com tinta nanquim: Aplicar uma camada muito fina de tinta nanquim na superfície de apoio do flange da camisa no bloco do motor. Em seguida, colocar a nova camisa sem vedações e pressionar no assento. Retirar novamente a camisa de cilindro. A superfície de apoio na camisa de cilindro deve estar uniformemente coberta com tinta nanquim em toda a circunferência. Se este não for o caso, é necessário retificar o assentamento da camisa: A melhor forma de fazer isto é com uma ferramenta de furar ou com um torno plano do assento do flange da camisa. Isto garante o paralelismo plano em relação à superfície do invólucro (Fig. 2).

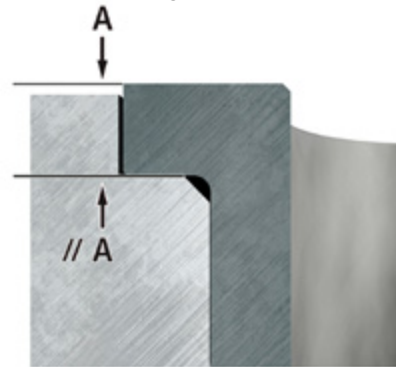


Fig. 2

CAUSAS POSSÍVEIS

- Apoio da borda desgastado no motor após um longo período de funcionamento.
- Apoio da borda sujo ou corroído.
- Sem perpendicularidade e/ou planicidade do alojamento (Fig. 2 e Fig. 5).
- Vedação do cabeçote incorreta.
- Não observância dos torques de aperto e ângulo de rotação durante a montagem do cabeçote, especificados pelo fabricante de motores.
- Quantidade incorreta de anéis de vedação.

- Anéis de vedação prensados sob o flange da camisa.
- Uso de vedações com dimensões erradas.
- Uso de produtos de vedação líquidos.
- Em camisas de cilindro Pressfit secas: Erro de montagem devido à pressão de prensagem excessiva.
- Não foi observada a projeção da camisa especificada (Fig. 6):
 - Em caso de uma projeção excessiva da camisa de cilindro, o flange da camisa é afastado ao apertar os parafusos do cabeçote.
 - Em caso de uma projeção muito pequena, a camisa de cilindro não é prensada com força suficiente no assentamento da camisa e entra em oscilação devido ao movimento do pistão. Estas forças exercidas podem causar a ruptura do flange da camisa.
- Não observância da forma correta na retificação do assentamento da camisa. A forma do assentamento da camisa deve corresponder à forma da camisa de cilindro. A transição da superfície da borda ao diâmetro de ajuste deve ser provida de uma fase de 0,5 - 1,0 mm x 45°. Desta forma, o sulco do flange da camisa não assenta na borda. Em caso de não observância, o flange da camisa pode ser facilmente afastado ao apertar o cabeçote (Fig. 3). Além disso, o raio de curvatura no assentamento da camisa ("D" na Fig. 4) não pode ser muito grande, para que a camisa de cilindro no flange da camisa não encoste na borda externa e interna.



NOTA

Em caso de um pós-processamento do apoio da borda durante uma reparação de motores é necessário assegurar a protusão necessária da camisa de cilindro em relação à superfície do cilindro: seja por colocação de discos de compensação de aço ou de camisas de cilindro com sobremedida da borda* (recomendado).



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

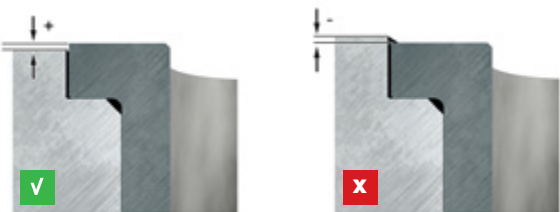


Fig. 6

* A Motorservice fornece camisas de cilindro com sobremedida da borda para a maioria dos motores. Ver detalhes no catálogo Motorservice "Pistons and Components".

2.10.3 CAVITAÇÃO NAS CAMISAS DE CILINDRO



DESCRIÇÃO

- Fortes marcas de cavitação na camisa de água da camisa de cilindro molhada (Fig. 1 e 2).
- Entrada de líquido de refrigeração na câmara de combustão.



Fig. 1

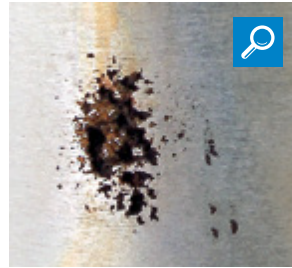


Fig. 2



Fig. 3: Corte transversal da camisa de cilindro

AVALIAÇÃO

A cavitação ocorre com maior frequência no plano de inclinação do pistão (lado de pressão ou de contrapressão). Os causadores são vibrações de alta frequência da parede do cilindro. As vibrações ocorrem devido às forças laterais do pistão, à pressão de combustão e à inversão de movimento no ponto morto inferior e superior. Quando a água de refrigeração não pode mais seguir as vibrações da parede do cilindro, a película de água se desprende da camisa de cilindro. Forma-se uma zona de vácuo com bolhas de vapor, que se desfazem (implodem) a uma velocidade muito grande quando a parede do cilindro regride a vibração.

A água, que tinha deslocado as bolhas, bate fortemente aos solavancos sobre a superfície do cilindro. A partir desta energia de colisão são liberadas minúsculas partículas, causando gradativamente a formação de buracos (lavagem).

Uma particularidade na cavitação: Os buracos se abrem para dentro (Fig. 3), o que causa cavidades no material.

Causas da cavitação

- Temperatura muito alta do líquido de refrigeração.
- Pressão muito baixa do líquido de refrigeração.
- Ponto de ebulição muito baixo do líquido de refrigeração.
- Combinação dos pontos acima mencionados.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Não foi observada a folga correta do pistão, p. ex. na remontagem de pistões já usados ou cilindros excessivamente grandes.
- Erro de forma do apoio da borda – assento deficiente ou impreciso da camisa de cilindro na carcaça (ver o capítulo "Colar rompido na camisa de cilindro").
- Falta de enchimento prescrito de anticongelante com anticorrosivo ou aditivos equivalentes na água de refrigeração. O anticorrosivo contém inibidores, que impedem a formação de espuma. Uma vez que estes inibidores se consomem, é necessário trocar o anticorrosivo a cada dois anos e estabelecer a proporção de mistura correta.
- Uso de líquido de refrigeração impróprio como água salgada (água do mar), água agressiva ou ácida, ou outros líquidos.
- Pressão prévia insuficiente no sistema de refrigeração. Motivo: Tampa de radiador imprópria (retenção insuficiente de pressão devido a uma válvula de sobrepressão defeituosa) ou sistema de refrigeração não estanque. Se a pressão prévia estiver de acordo com a prescrita no sistema de refrigeração, a temperatura de ebulição do líquido de refrigeração é maior que na pressão atmosférica. A pressão prévia não elimina a causa da formação de bolhas de vapor, no entanto, impede a formação de pequenas bolhas.
- Anéis de vedação e/ou massa vedante ou silicone incorretos no flange da camisa.
- Quantidade errada de anéis de vedação.
- Temperatura de operação muito baixa do motor: Quando um motor não atinge a temperatura de operação normal devido a determinadas condições de operação ou a defeitos no termostato, não é possível o estabelecimento de uma sobrepressão no sistema de refrigeração, por causa da baixa dilatação térmica do líquido de refrigeração. Devido à temperatura de operação muito baixa, também os pistões não se dilatam corretamente e, portanto, operam com maior folga do pistão. Ambos os casos favorecem a formação de pequenas bolhas e, conseqüentemente, a cavitação.
- Montagem de anéis de vedação adicionais no entalhe do flange da camisa (Fig. 4): Aqui somente podem ser usados anéis de vedação se estes forem expressamente previstos pelo fabricante.

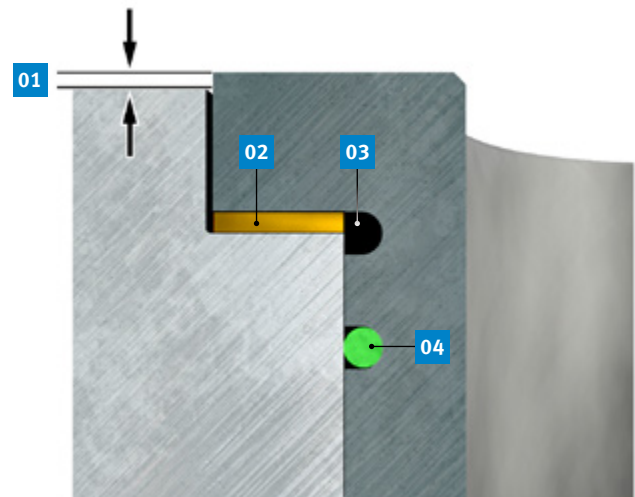


Fig. 4

- 01 Projeção da camisa
- 02 Segmento de tomboaque
- 03 Entalhe
- 04 O-ring

2.10.4 DESGASTE IRREGULAR DA SUPERFÍCIE DE DESLIZAMENTO



DESCRIÇÃO

- Corrosão no diâmetro exterior da camisa de cilindro (Fig. 1).
- Imagem de desgaste irregular com pontos de polimento isolados de alto brilho na superfície do cilindro (Fig. 2).
- Pistão não danificado.
- Perda de óleo nos pontos de vedação, especialmente nos anéis de vedação do eixo radial.



Fig. 1



Fig. 2

AVALIAÇÃO

Marcas de funcionamento irregulares de alto brilho nas superfícies de deslizamento nos cilindros sempre denotam uma deformação dos cilindros. Camisas de cilindro molhadas e secas podem empenar diretamente durante a montagem. Os segmentos do pistão de furos do cilindro deformados não conseguem vedar perfeitamente contra óleo ou gases de combustão.

O óleo passa pelos anéis, chega à câmara de combustão e é queimado. Os gases de combustão passam pelo pistão e aumentam a pressão no bloco do motor. Esta sobrepressão causa uma perda de óleo nos pontos de vedação do motor, especialmente nos anéis de vedação do eixo radial. Além disso, o óleo é comprimido através das guias de válvula nos canais de admissão e de escape, e queimado ou expulso pelo motor.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Nos furos base do bloco do motor, muitas vezes surgem fortes irregularidades nas camisas de cilindro secas devido a corrosões por atrito (Fig. 1). Contramedidas: Limpeza cuidadosa do furo do cilindro ou, se isto não ajudar, uma retificação dos furos base do cilindro e, em seguida, a montagem das camisas de cilindro com sobremedida*. As camisas de cilindro de parede fina devem encostar em todo o seu comprimento e perímetro. Caso contrário, as camisas de cilindro se deformam já na montagem nos furos base. Esta deformação fica ainda mais forte durante o funcionamento. Em camisas de cilindro secas diferencia-se entre as versões Pressfit e Slipfit. As camisas de cilindro Pressfit são prensadas no bloco do motor e, em seguida devem ser furadas e brunidas. As camisas de cilindro Slipfit já estão acabadas e somente são inseridas no furo base. Devido à folga entre a camisa de cilindro e o furo base do cilindro, este modelo – ao contrário da camisa de cilindro Pressfit – é mais suscetível a problemas de deformação e de corrosão.
- Aperto irregular e incorreto dos parafusos do cabeçote.
- Superfícies planas irregulares do bloco do motor e do cabeçote.
- Roscas dos parafusos do cabeçote sujas ou deformadas.
- Vedação do cabeçote incorreta ou imprópria.
- Forte deformação dos cilindros devido ao apoio incorreto da borda na carcaça, projeção incorreta da camisa e guia de camisa empenada e/ou batida para fora.
- Assentamento da camisa muito solto ou muito firme na carcaça (em camisas de cilindro secas).

Especialmente em camisas aletadas:

- Erro de alinhamento das camisas aletadas. Camisas aletadas isoladas devem assentar de forma exatamente paralela em relação ao bloco do motor e cabeçote, e ter a mesma altura.
- Defletores de ar instalados incorretamente ou faltantes.
- Os parafusos de fixação têm contato com o corpo do cilindro nos furos.

- Contato mecânico ao cilindro vizinho.
- Áreas de vedação não alinhadas no coletor de admissão e de escape. Os coletores de admissão e de escape devem ser pré-montados antes de apertar os cabeçotes. Motivo: Todas as áreas de vedação devem estar alinhadas, as camisas aletadas e os cabeçotes não podem empenar quando o coletor é apertado.

Especialmente em motores sem camisas de cilindro:

- Furos do cilindro empenados. Determinados motores tendem a sofrer deformação durante a montagem do cabeçote. Quando estes motores são furados e brunidos normalmente, podem ocorrer problemas de deformação no funcionamento futuro.

Recomendação:

Em blocos do motor sem camisas de cilindro, com cilindros diretamente furados no bloco do motor, recomenda-se parafusar uma placa de pressão (placa de brunimento) na superfície plana do cilindro, antes do processamento do cilindro. Esta placa de pressão tem as mesmas aberturas que o bloco do motor, exceto os canais de água, e tem espessura de vários centímetros. Parafusada com os torques de aperto especificados, a placa de pressão gera as relações de tensão de um cabeçote montado. Desta forma, as deformações nos furos do cilindro, que eventualmente poderiam ocorrer durante o aperto dos parafusos do cabeçote, são geradas de forma definida e levadas em consideração no processamento. Com isto é garantido que o furo do cilindro será amplamente redondo e cilíndrico no posterior funcionamento do motor (pressupondo um processamento perfeito).

* A Motorservice fornece camisas de cilindro com sobremedida para muitos motores. Ver detalhes no catálogo Motorservice "Pistons and Components".

2.10.5 PONTOS BRILHANTES NA ÁREA SUPERIOR DA SUPERFÍCIE DE DESLIZAMENTO



DESCRIÇÃO

- Pontos lisos de alto brilho sem estrutura de brunimento na superfície de deslizamento do cilindro (Fig. 1 e 2).
- Pistão sem marcas de desgaste.
- Deposições de óleo carbonizado no ressalto de ignição.
- Consumo de óleo aumentado.

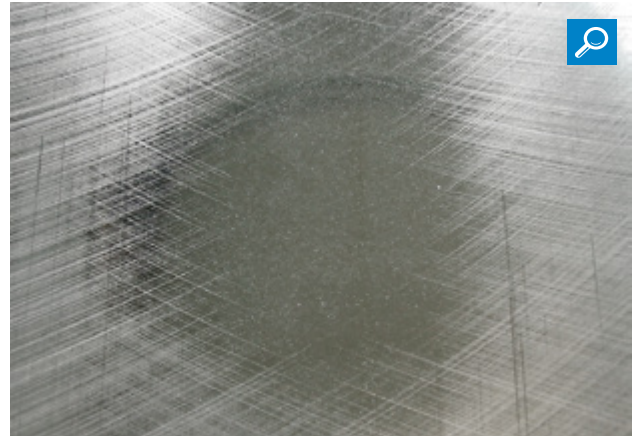


Fig. 2



Fig. 1



Fig. 3

AVALIAÇÃO

Tais danos de desgaste ocorrem quando durante o funcionamento se forma uma camada dura de óleo carbonizado no ressalto de ignição do pistão, devido a óleo queimado e resíduos de combustão (Fig. 3). Esta camada possui propriedades abrasivas. Durante o funcionamento isto provoca um maior desgaste na área superior do cilindro, devido ao movimento de subida e de descida e à inversão do movimento do pistão. O consumo excessivo de óleo não é causado pelas partes brilhantes. O cilindro não é acometido de uma forte não-circularidade devido aos pontos de polimento. Os segmentos do pistão continuam a cumprir a sua função de vedar. A lubrificação do cilindro também não é prejudicada, uma vez que, apesar da perda da estrutura de brunimento nos veios de grafite abertos, a superfície do cilindro ainda consegue reter óleo suficiente. Na avaliação de tal dano é importante que os pontos brilhantes ocorram somente naqueles pontos no cilindro que entram em contato com o ressalto de ignição carbonizado. Se existirem pontos brilhantes também em outros pontos, é mais provável que as causas dos danos estejam:

- em uma deformação do cilindro (ver o capítulo "Desgaste irregular de cilindro"),
- em um afogamento por combustível (ver o capítulo "Desgaste de pistões, segmentos do pistão e cilindros causado por afogamento por combustível"),
- baseadas em uma entrada de impurezas (ver o capítulo "Desgaste de pistões, segmentos do pistão e cilindros causado por afogamento por combustível").

CAUSAS POSSÍVEIS

- Entrada excessiva de óleo do motor na câmara de combustão devido a turbocompressores defeituosos, separação insuficiente de óleo na ventilação do motor, vedações defeituosas da haste da válvula etc.
- Sobrepressão no bloco do motor causada por maior escape de gases blow-by ou uma válvula de respiro do bloco do motor defeituosa.
- Retificação final insuficiente de cilindro com consequente aumento de entrada de óleo na câmara de combustão (ver o capítulo "Desgaste do anel do pistão logo após a revisão do motor").
- Uso de óleos de motor não liberados ou de óleos de motor de baixa qualidade.

2.10.6 FISSURA NA CAMISA DO CILINDRO POR GOLPE DE LÍQUIDO



DESCRIÇÃO

- Área superior da camisa de cilindro com forte dano de fissuras e pontos de corrosão na superfície de deslizamento (Fig. 2 e 3).
- Corrosão nos pistões no lado de pressão e de contrapressão.
- Na superfície do pistão: Depressão em forma de cavidade na área dos pontos de corrosão (Fig. 4).



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

AVALIAÇÃO

A camisa de cilindro foi danificada devido a um golpe de líquido. Este golpe arreventou a camisa de cilindro e gerou uma cavidade na superfície do pistão.

O material do pistão foi prensado para fora e causou uma grande redução da folga do pistão no furo do cilindro. Não é possível determinar se o golpe de líquido ocorreu durante o funcionamento ou na partida do motor.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Aspiração acidental de água na travessia por águas ou espirros de grandes quantidades gerados no cruzamento ou ultrapassagem de outros veículos.
- Enchimento do cilindro com o motor parado com:
 - Líquido de refrigeração, devido a vedação do cabeçote não estanque ou fissuras em componentes.
 - Combustível, devido a bicos injetores não estanques. A pressão residual no sistema de injeção se esvazia através do bico injetor não estanque no cilindro. O dano ocorre durante a partida.

2.11 CONSUMO EXCESSIVO DE ÓLEO

2.11.1 GENERALIDADES SOBRE O CONSUMO DE ÓLEO

O consumo total de óleo de um motor é composto principalmente pelo consumo de óleo (óleo queimado na câmara de combustão) e pela perda de óleo (vazamentos). A parcela de óleo que chega à câmara de combustão através dos segmentos do pistão e da parede do cilindro e lá é consumida, atualmente é desprezível. Graças ao constante aprimoramento dos componentes do motor, às composições do material e aos processos de fabricação, reduziu-se o desgaste de cilindros, pistões e segmentos do pistão e, portanto, também o consumo de óleo. Isto é comprovado pelas altas quilometragens atingidas e pela redução de danos no acionamento por manivela.

Contudo, o consumo de óleo na câmara de combustão não é totalmente evitável, mas apenas minimizado: Os parceiros de deslize pistão, segmentos do pistão e o trajeto de cilindro requerem uma lubrificação constante para um funcionamento sem atrito. Durante a combustão, a película de óleo na parede do cilindro está exposta à combustão quente. De acordo com a potência do motor, a carga do motor, a qualidade do óleo de motor e a temperatura, há uma evaporação ou queima de óleo de motor de maior ou menor intensidade.

Geralmente, o desgaste no pistão, nos anéis de segmento e nos cilindros e, com isso, o consumo de óleo aumentado, não é causado pelos próprios componentes. Quase sempre é um evento externo que causa o desgaste dos componentes: Falhas de combustão devido a erros na preparação de misturas, sujeira que entra de fora no motor, refrigeração insuficiente do motor, falta de óleo, óleo de qualidade imprópria e erros de montagem. Nas páginas a seguir você encontra descrições detalhadas de danos, que atingem os pistões e os cilindros.



NOTA

Sobre o tema de consumo de óleo existe uma brochura separada "Consumo de óleo e perda de óleo".

2.11.2 ERRO DE MONTAGEM DO ANEL DE SEGMENTO RASPADOR DE ÓLEO



DESCRIÇÃO

- Anéis do pistão e pistões sem desgaste (Fig. 1).
- Extremidade quebrada da mola expansora do anel de segmento raspador de óleo de 3 partes.
- Riscos na base da ranhura do anel de segmento raspador de óleo.



Fig. 1

AVALIAÇÃO

Através da montagem sobreposta da mola expansora é encurtado o comprimento circunferencial. Consequência: Quebra da mola expansora e/ou perda de tensão das lamelas. Estas não encostam mais na parede do cilindro e não raspam mais o óleo. O óleo entra na câmara de combustão, onde é queimado. Consequência: Consumo excessivo de óleo.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Anéis de segmento raspadores de óleo incorretos.
- Erro de montagem.

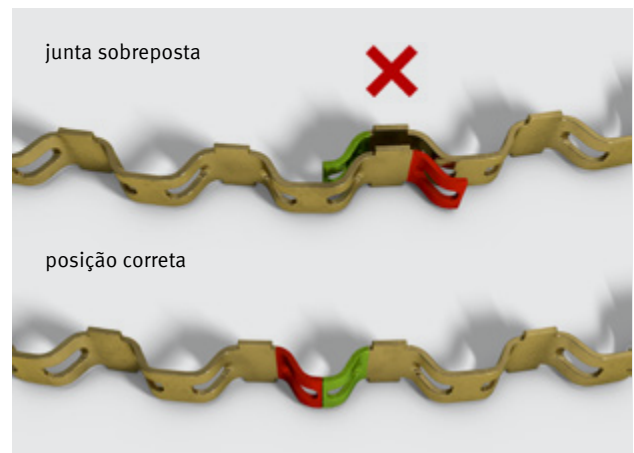


Fig. 2

ATENÇÃO

Ambas as cores da mola expansora devem ser visíveis após a montagem dos anéis de lâminas. Por isso, esta marcação sempre deve ser controlada – mesmo em segmentos do pistão pré-montados – antes da montagem dos pistões (Fig. 2).

2.11.3 DESGASTE DOS PISTÕES, SEGMENTOS DO PISTÃO E TRAJETO DE CILINDRO DEVIDO A SUJEIRA



DESCRIÇÃO

- Pistões: Padrão de desgaste de aspecto fosco lixado, com pequenas estrias longitudinais finas no ressalto de ignição e no corpo do pistão.
- Ranhuras de torneamento gastas no corpo.
- Flancos desgastados dos anéis de compressão, em especial no primeiro anel do pistão, bem como nos flancos das ranhuras do anel (Fig. 2).
- Folga na altura dos anéis de compressão, especialmente do primeiro anel do pistão, folga na altura do anel extremamente alargada dos anéis de compressão, especialmente do primeiro anel do pistão.

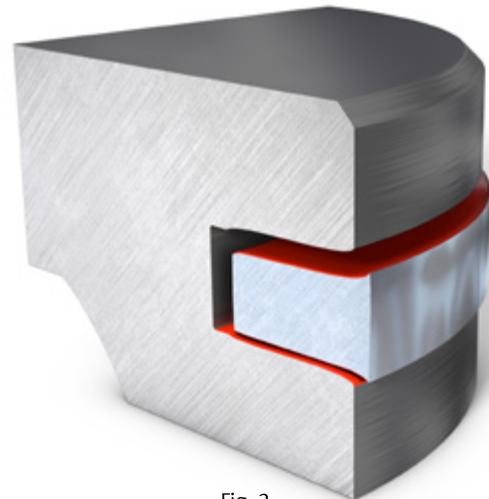


Fig. 2



Fig. 1

Fig. 3

AVALIAÇÃO

Corpos estranhos abrasivos no circuito do óleo causam estrias nos pistões e nos segmentos do pistão, padrão de desgaste no corpo do pistão e marcas de rolagem nos flancos do anel (Fig. 4 e 5). Os segmentos do pistão gastos nas superfícies de deslizamento e nos flancos não proporcionam mais uma vedação suficiente dos cilindros contra a passagem de óleo para a câmara de combustão. Ao mesmo tempo, a pressão aumenta no bloco do motor devido aos gases de combustão, que passam pelo pistão. Possíveis consequências: Saída de óleo nos anéis de vedação do eixo radial, vedações da haste da válvula e outros pontos de vedação. Marcas de rolagem nos segmentos do pistão ocorrem, quando há deposição de partículas de impurezas na ranhura do anel. O anel do pistão que gira, sempre passa novamente por cima da partícula de impurezas na ranhura e obtém através disto as marcas de rolagem características.

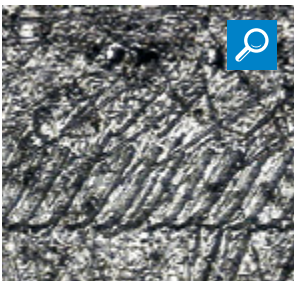


Fig. 4



Fig. 5

CAUSAS POSSÍVEIS

- Partículas de impurezas abrasivas que entram no motor através do ar de admissão por causa de deficiência de filtração, p. ex. devido a:
 - filtros de ar faltantes, defeituosos, deformados ou sem manutenção adequada.
 - sistema de aspiração não estanque, p. ex., flanges empenados, falta de vedações ou mangueiras defeituosas ou porosas.
- Partículas de impurezas remanescentes da revisão do motor. Muitas vezes as peças do motor são submetidas a um jateamento de areia ou de vidro durante a revisão do motor, para livrar as superfícies de deposições resistentes ou resíduos de combustão. Quando o material de jateamento se incorpora no material e não é removido corretamente, ele pode se soltar durante o funcionamento do motor e causar um desgaste abrasivo. As imagens de microscópio na Fig. 6 e 7 mostram um dano causado por sujeira sob luz polarizada. Os fragmentos do material de jateamento de vidro ou esferas de vidro inteiras são claramente visíveis.
- Partículas de abrasão, que ocorrem na rotação do motor e que novamente chegam aos parceiros de deslize através do circuito do óleo em caso de uma primeira troca de óleo excessivamente tardia, e lá causam desgaste. Especialmente bordas vivas raspadoras de óleo dos segmentos do pistão são danificadas.

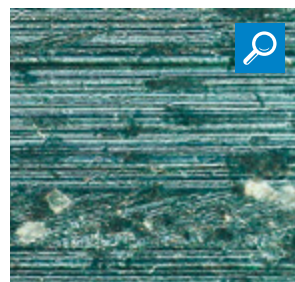


Fig. 6

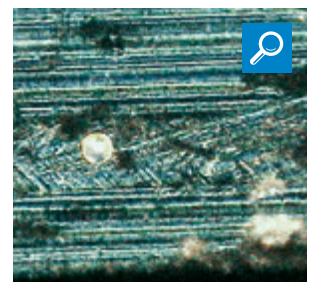


Fig. 7

2.11.4 DESGASTE DOS PISTÕES, SEGMENTOS DO PISTÃO E CILINDROS CAUSADO POR AFOGAMENTO POR COMBUSTÍVEL



DESCRIÇÃO

- Fortes marcas de desgaste no ressalto de ignição e no corpo do pistão.
- Pontos de atrito no corpo do pistão - característico para um funcionamento a seco devido a um afogamento por combustível.
- Segmentos do pistão com forte desgaste radial (Fig. 1). Os dois ressaltos (superfícies de apoio) do anel de segmento raspador de óleo estão gastos (Fig. 2). Para comparação na Fig. 3: Perfil de um anel de segmento raspador de óleo novo e usado (segmento com mola tubular e rebordos chanfrados simétricos).
- Consumo de óleo aumentado.



Fig. 1

Fig. 2



Fig. 3

AVALIAÇÃO

O afogamento por combustível devido a falhas de combustão sempre resulta em um dano da película de óleo.

As consequências são uma maior parcela de atrito misto e um alto desgaste radial dos segmentos do pistão dentro de pouco tempo de funcionamento. Somente quando a película de óleo for prejudicada pelo combustível a ponto de ocorrer uma lubrificação deficiente é que se formam as fricções características de combustível (ver o capítulo "Atrito por funcionamento a seco causado por afogamento por combustível"). Em função da lubrificação cada vez mais deficiente, ocorre um desgaste considerável em segmentos do pistão, ranhuras do anel do pistão e superfícies de deslizamento do cilindro.

Inicialmente o corpo do pistão é menos danificado, porque este é alimentado continuamente com óleo novo, ainda com capacidade lubrificante, a partir do acionamento por manivela. Se as partículas de atrito da área de curso se misturarem com o óleo lubrificante e o óleo lubrificante perder a capacidade de carga devido à crescente diluição, o desgaste se expandirá a todos os pontos de apoio do motor. Os mais acometidos são os pinos de pistão e os colos do virabrequim.

CAUSAS POSSÍVEIS

- Frequente funcionamento em trechos curtos e consequente diluição do óleo com combustível.
- Mistura de líquido de refrigeração no óleo do motor.
- Baixa qualidade do óleo de motor.
- Afogamento por combustível devido à combustão incompleta em virtude de falhas na preparação de misturas.
- Falhas no sistema de ignição (falhas de ignição).
- Pressão de compressão insuficiente ou mau enchimento devido a segmentos do pistão desgastados ou quebrados.
- Saliência do pistão incorreta: O pistão bate contra o cabeçote. Nos motores diesel com injeção direta, as vibrações dali resultantes causam uma injeção descontrolada dos bicos injetores e, desse modo, um afogamento por combustível no cilindro (ver o capítulo "Sinais de colisão no cabeçote do pistão").
- Enchimento deficiente devido a filtros de ar obstruídos.
- Bicos injetores defeituosos e não estanques.
- Bomba injetora defeituosa ou ajustada incorretamente.
- Linhas de injeção instaladas incorretamente (vibrações).
- Enchimento deficiente devido a turbocompressores defeituosos ou gastos.
- Má qualidade de combustível (autoignição deficiente e combustão incompleta).

2.11.5 DESGASTE DO ANEL DO PISTÃO LOGO APÓS A REVISÃO DO MOTOR



DESCRIÇÃO

- Pistões sem danos e desgaste.
- Segmentos do pistão sem marcas de desgaste aparentes, mas, quando observados mais de perto: Desgaste anormal das bordas do anel de segmento raspador de óleo, especialmente nas arestas inferiores do anel (ver a ampliação)
- Rebarba perceptível na borda inferior da superfície de deslizamento do anel do pistão.



Fig. 1

AVALIAÇÃO

Devido às bordas gastas dos segmentos do pistão, ocorrem elevadas forças hidrodinâmicas (Fig. 2) entre as superfícies de deslizamento dos segmentos do pistão e o trajeto de cilindro devido a uma formação de uma cunha de óleo.

No movimento de subida e de descida do pistão, os segmentos do pistão flutuam sobre a película de óleo e são ligeiramente afastados do trajeto de cilindro. Desse modo, uma maior quantidade de óleo lubrificante chega à câmara de combustão, onde é queimado.

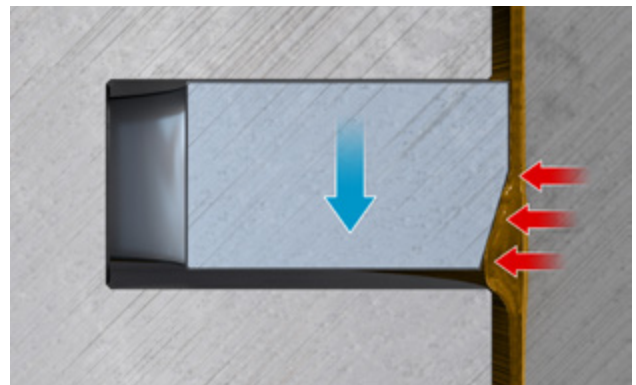


Fig. 2

CAUSAS POSSÍVEIS

A formação de rebarbas ocorre quando os segmentos do pistão não encontram condições ideais após a revisão do motor. As causas residem predominantemente numa retificação final insuficiente ou imprópria dos cilindros. Se forem utilizados rebolos brunidores não afiados no brunimento final ou se for brunido com pressão excessiva, formam-se rebarbas e elevações na parede do cilindro. Estas pontas de metal são dobradas no sentido do processamento (Fig. 3). Fala-se aqui da formação de uma sobrecapa de chapa, que resulta em uma maior atrito na fase de rodagem e impede que o óleo do motor se deposite nos finos veios de grafite.

Se estas rebarbas não forem removidas mediante de um passo de processamento final - chamado de brunimento em platô - haverá um desgaste precoce nas bordas dos anéis do pistão durante a fase de rodagem. Nesse caso, os segmentos do pistão assumem involuntariamente a função de eliminação da sobrecapa de chapa e de limpeza dos veios de grafite. No entanto, isto leva a um desgaste das bordas do anel do pistão e à formação de rebarba. Por experiência, uma rebarba causada desta forma na borda do anel do pistão é difícil de se desgastar. É necessário substituir os segmentos do pistão danificados.

Um segundo jogo de segmentos do pistão montado em substituição encontra condições de funcionamento bem mais favoráveis, praticamente normais. Pois o primeiro jogo de segmentos do pistão removeu a camada de aresta desfavorável no trajeto de cilindro e na sobrecapa de chapa por desgaste. Após a troca dos segmentos do pistão o consumo de óleo se normaliza. Muitas vezes isto é atribuído incorretamente a uma má qualidade do material dos primeiros segmentos do pistão montados.

A ampliação microscópica na Fig. 4 mostra as pontas dobradas por corte da superfície do cilindro após o brunimento desfavorável do trajeto de cilindro (sobrecapa de chapa).

A Fig. 5 mostra a superfície após o brunimento em platô. As rebarbas e pontas foram removidas quase que por completo e os veios de grafite desobstruídos. Os segmentos do pistão têm boas condições para uma rodagem e, portanto, uma longa durabilidade. Especialmente eficaz é a geração da plataforma mediante de escovas de brunimento.



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

2.11.6 PADRÃO DE DESGASTE ASSIMÉTRICO DO PISTÃO



DESCRIÇÃO

Fig. 1:

- Padrão de desgaste assimétrico do pistão em toda a altura do pistão.
- O ressalto de ignição à esquerda no pistão, por cima do furo do pino e do lado oposto na borda inferior do pistão está polido.
- Padrão de desgaste irregular no anel de compressão.

Fig. 2:

- Funcionamentos oblíquos com foco de desgaste na borda inferior direita do pistão no entalhe para o bico de óleo de refrigeração e abaixo do furo de pino de pistão.



Fig. 1



Fig. 2

AVALIAÇÃO

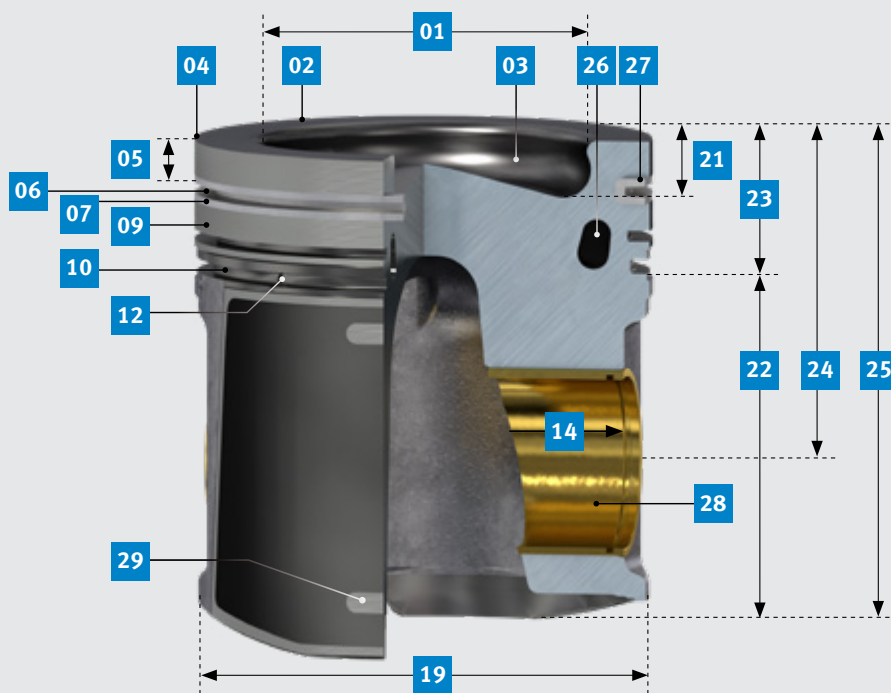
Tais padrões de desgaste assimétricos denotam um funcionamento oblíquo do pistão no furo do cilindro e uma falta de paralelismo entre o eixo do pino de pistão e o eixo do virabrequim. Os segmentos do pistão não vedam o suficiente devido ao encosto deficiente no cilindro. Os gases quentes de combustão passam e aquecem excessivamente os segmentos do pistão e a parede do cilindro. Com isso, a película de óleo é enfraquecida, o que pode causar uma corrosão por funcionamento a seco. Devido ao funcionamento oblíquo do pistão no cilindro e em função do seu movimento de subida e de descida, ocorre um efeito de bomba nos segmentos do pistão. Este efeito de bomba transporta o óleo para a câmara de combustão e resulta em um maior consumo de óleo. Sob determinadas circunstâncias, o pino de pistão recebe um impulso axial, o que pode provocar um desgaste ou a quebra da retenção do pino (ver o capítulo "Danos no pistão por quebra de travas do pino").

CAUSAS POSSÍVEIS

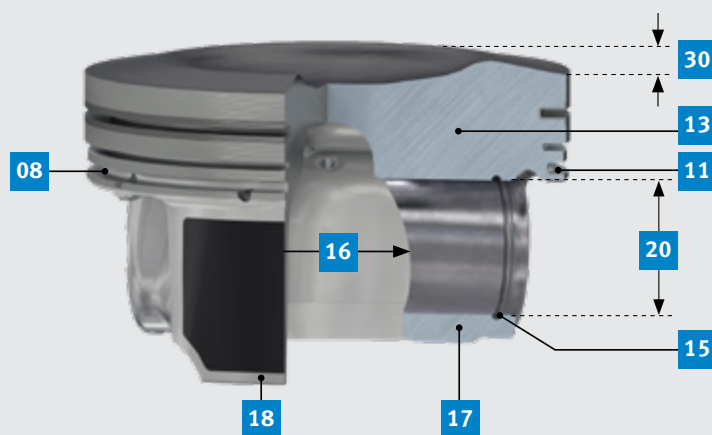
- Bielas deformadas ou torcidas.
- Pés de biela com furo oblíquo.
- Furo do cilindro não perpendicular ao eixo do virabrequim.
- Cilindros individuais montados obliquamente (deformações na montagem).
- Pino da biela não paralelo ao eixo do virabrequim.
- Olhal da biela furado obliquamente (sem paralelismo dos eixos).
- Folga excessiva da bronzina de biela, em especial junto com bielas assimétricas (desvio do centro entre o olhal da biela e bronzina de biela grande).

3. GLOSSÁRIO

TERMOS TÉCNICOS E DESIGNAÇÕES NO PISTÃO



- 01 Ø da câmara
- 02 Superfície do pistão
- 03 Câmara
- 04 Rebordo da superfície
- 05 Ressalto de ignição
(ressalto da superfície)
- 06 Ranhura para anel de compressão
- 07 Ressalto de anel
- 08 Base da ranhura
- 09 Ressalto de anel rebaixado
- 10 Flancos de canaleta
- 11 Ranhura para anel de segmento raspador de óleo
- 12 Furo de retorno do óleo
- 13 Cubo de pino de pistão
- 14 Proteção da distância da ranhura
- 15 Ranhura para anel de retenção
- 16 Distância entre os furos
- 17 Ajuste
- 18 Borda inferior do corpo
- 19 Diâmetro do pistão 90° no sentido inverso ao furo do pino de pistão
- 20 Furo do pino de pistão
- 21 Profundidade da câmara (PC)
- 22 Parte do corpo
- 23 Parte do anel
- 24 Altura de compressão
- 25 Comprimento do pistão
- 26 Canal de refrigeração de óleo
- 27 Porta-anéis
- 28 Bucha do pino de pistão
- 29 Ø da janela de medição
- 30 Sobrelevação do chão (BÜ)



EXPLICAÇÃO DOS TERMOS TÉCNICOS

Abrasivo

Que tem efeito de lixamento/esmerilhamento.

Afogamento por combustível

Entrada excessiva de combustível na câmara de combustão.

Devido a uma má atomização ou a uma mistura excessivamente rica, o combustível se precipita nos componentes e pode diluir ou lavar a película de óleo na superfície de deslizamento do cilindro. Consequência: Lubrificação deficiente, que pode levar a marcas de atrito ou corrosões.

Antecâmara

É uma parte da câmara de combustão de motores diesel com injeção indireta. O combustível é injetado na antecâmara e se inflama. Através da sobrepressão ocorrente na antecâmara, o pistão se move para baixo.

Assimétrico

Não de imagem refletida, não simétrico.

Atrito misto

O atrito misto ocorre quando entre dois parceiros de deslize, separados mecanicamente entre si através de uma película de óleo, a película é enfraquecida. Devido a isso, determinadas elevações do material de um parceiro de deslize entram em contato com as pontas do material de outro parceiro de deslize e friccionam metalicamente entre si. O atrito misto também é chamado de atrito semilíquido.

Autoignição

Autoignição da mistura de combustível-ar antes da ignição propriamente dita através da vela de ignição. A autoignição é causada por componentes incandescentes (vedação do cabeçote, vela de ignição, válvula de escape, deposições de óleo carbonizado, etc.).

Basculamento de pistão

Inversão de movimento do pistão no cilindro do lado de pressão ao lado de contrapressão e vice-versa. Depois do ruído de combustão, o basculamento do pistão é o segundo ruído mais alto em um motor de combustão interna alternativo.

Batidas constantes

Combustão detonante, que ocorre sempre durante o funcionamento do motor.

Biela retrátil

Biela, na qual o pino de pistão está unido firmemente à biela. O olhal da biela é aquecido durante a montagem do pistão com a biela, e o pino de pistão é fortemente esfriado. Através da retração do pino de pistão e da dilatação do furo da biela forma-se uma folga, que permite inserir o pino de pistão com a mão. No subsequente esfriamento ou aquecimento dos componentes, a folga é eliminada e o pino de pistão fica preso na biela. O pistão não deve ser aquecido durante a retração do pino de pistão no olhal da biela.

Blow-by

Caudal de gás de fuga que passa durante a combustão pelos segmentos do pistão e chega ao bloco do motor. O caudal de gás blow-by é tanto maior quanto pior for a vedação do pistão no cilindro. O valor médio da emissão de gases blow-by é de 1 % da quantidade de ar aspirado.

Bomba injetor

Construção especial no motor de injeção direta diesel, na qual o bico injetor e a geração de pressão (bomba) constituem uma unidade, que é montada diretamente no cabeçote. A pressão de injeção é gerada através de um pistão da bomba que, ao contrário de uma bomba distribuidora ou uma bomba injetora de série, é acionada diretamente pelo eixo comando do motor. Os bicos injetores são acionados eletricamente. O tempo e a quantidade de combustível injetado são regulados eletronicamente por uma unidade de comando.

Brunimento

Retificação final de cilindros através de polimento cruzado.

Brunimento em platô

Retificação final do cilindro, na qual as pontas da superfície do material são cortadas e é estabelecida uma chamada plataforma. Com isto a superfície é alisada, o comportamento de rodagem é melhorado e o desgaste é reduzido.

Câmara de turbulência

É uma parte da câmara de combustão de motores diesel com injeção indireta. Ao contrário da antecâmara, o furo de saída da câmara é maior e desemboca tangencialmente na câmara de turbulência. Durante a compressão, o ar que entra na câmara sofre uma forte turbulência devido à forma da câmara. Isto favorece uma boa combustão.

Camisas aletadas

Cilindro, sobretudo, em motores refrigerados a ar, que são providos de aletas de refrigeração no lado exterior para a refrigeração do motor.

Cavitação

Abertura de cavidades em materiais irrigados por água ou outros líquidos. Em caso de formação de vácuo e temperatura na superfície, formam-se bolhas de vapor, como no cozimento, mas que voltam a se dissolver imediatamente.

Ao dissolverem, a coluna de água colide com muita força com o material e arranca partículas muito pequenas de material da superfície. A formação de pequenas bolhas pode ser provocada por vibrações ou também por um forte vácuo.

Chiptuning

Modificação do software de um comando do motor para aumentar a potência do motor.

Common Rail

Termo que designa os sistemas de injeção direta de diesel de tipo de estrutura moderno. As válvulas de injeção acionadas eletricamente são alimentadas com combustível que se encontra sob alta pressão, por uma rampa de alimentação do combustível (rail) conjunta.

Convexidade

Ligeira forma de barril do pistão na área do corpo.

Curso de expansão

Ciclo de trabalho.

Decurso de ruptura

Sentido da ruptura.

Desalinhamento do eixo

Deslocalização construtiva do eixo do pino de pistão em poucos 1/10 de milímetros no sentido do lado de pressão do pistão. Desse modo, a inversão de movimento do pistão no ponto morto superior ocorre antes da combustão propriamente dita. Isso permite que a inversão de movimento do pistão ocorra de uma forma mais silenciosa e suave do que se a inversão de movimento ocorresse através do início da combustão e com uma carga bem maior. Em motores diesel o desalinhamento do eixo do pino de pistão pode existir no lado da contrapressão devido às altas temperaturas.

Diluição do óleo

Fala-se de diluição do óleo, quando o óleo é diluído através do combustível. Causas: Frequente funcionamento em trajetos curtos, falhas na preparação de misturas ou do sistema de ignição, compressão deficiente devido a problemas mecânicos do motor. O combustível não queimado se precipita na parede do cilindro, mistura-se aí com o óleo, e chega desta forma também ao cárter do óleo. A viscosidade e o poder lubrificante do óleo são reduzidos, e o desgaste e o consumo de óleo aumentam.

Direção de inclinação

Sentido de rotação do eixo do pino de pistão. Uma vez que o pistão gira em torno deste eixo, mas apenas bascula de um lado para o outro no cilindro, fala-se de direção de inclinação.

Diretrizes de emissões de gases de escapamento

Normas legais nacionais e internacionais sobre a limitação das emissões de gases de escapamento de veículos motorizados.

Erosão

Degradação do material através da energia cinética de substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, que têm efeito sobre a superfície.

Escovas de brunimento

Último passo de processamento no brunimento. As pontas e rebarbas são removidas da superfície do cilindro e os veios de grafite são desobstruídos e limpos. Através do escovamento de brunimento obtém-se uma taxa de libertação de veios de grafite de 50%.

Estrutura de brunimento

Aspecto característico resultante de polimento cruzado (brunimento).

Falha de alinhamento de biela

Falta de paralelismo entre o eixo do virabrequim e o eixo do pino de pistão.

Folga de deslizamento do pistão

A folga de deslizamento do pistão ocorre durante o funcionamento, após a expansão térmica dos componentes. Devido às suas características construtivas e às diferentes espessuras da parede, o pistão altera a sua forma quando é aquecido. O pistão dilata mais na área onde as espessuras do material são maiores, o que é devidamente levado em consideração no projeto.

Folga de montagem do pistão

Folga entre o pistão e o cilindro, que assegura a folga do pistão novo no cilindro, tanto na montagem como em funcionamento.

O pistão novo ainda se deforma de modo permanente durante as primeiras horas de funcionamento; fala-se de uma redução do corpo do pistão. Por um lado, isso é provocado pelo aquecimento e pelas alterações da estrutura decorrentes e, por outro lado, pelos esforços mecânicos. A medida máxima do pistão, que sempre está na área do corpo, ainda está sujeita a alterações de dimensões durante a fase de rodagem; estas alterações divergem de acordo com os modelos, a composição do material e as cargas. Este é um comportamento normal de funcionamento em pistões de alumínio e não representa qualquer motivo de reclamação. Também no caso de danos nos pistões, provocados por uma lubrificação deficiente, sobreaquecimento ou uma sobrecarga do motor, o corpo do pistão se deforma plasticamente. Isto tem como consequência deformações ainda maiores e alterações de dimensões.

Em caso de danos, a folga de montagem do pistão frequentemente é usada para a avaliação do desgaste ou são calculadas erroneamente folgas de montagem posteriormente.

Contudo, isto não é possível, visto que o pistão usado não possui mais a forma e a estabilidade dimensional da peça nova original. Muitas vezes a medida máxima do pistão no corpo é considerada muito pequena e presume-se um desgaste do pistão, ainda que as finas estrias de retificação ou o revestimento no corpo do pistão estejam totalmente preservadas.

Com base nas medidas de pistão apuradas em um pistão usado e as folgas de montagem daí calculadas, não é possível avaliar a qualidade do trabalho de reparo do motor. Também não é possível uma conclusão sobre a qualidade do material ou a estabilidade dimensional do pistão em estado novo.

Se a folga de montagem for muito pequena, podem ocorrer corrosões por folga (ver o capítulo “Corrosão por folga”). Se a folga de montagem for muito grande, isto leva a um desenvolvimento maior de ruídos através do basculamento do pistão com o motor frio. Isso não resulta em corrosão nos pistões, maior consumo de óleo ou outros danos.

A folga de montagem não deve ser confundida com a folga de funcionamento do pistão. A folga de funcionamento apenas surge após a expansão térmica do pistão e não pode ser medida.

Formação de uma sobrecapa de chapa

Esmagamento de material na superfície de deslizamento do cilindro provocada por rebolos brunidores não afiados ou abertura excessiva dos rebolos brunidores.

Fatiga por fadiga

Ruptura que não ocorre repentinamente decorrente de uma sobrecarga do material, mas que se desenvolve lentamente. A velocidade da ruptura pode demorar apenas alguns segundos ou prolongar-se por várias horas ou mesmo dias. As causas da ruptura podem ser uma fissura inicial, um dano ou vibrações. As superfícies de fratura não são irregularmente cinzas ou foscas, mas apresentam linhas de eixo, que documentam o avanço gradativo da ruptura.

Fricções

Primeiro contato entre dois parceiros de deslize, que ocorre devido a um dano na película de lubrificante. Ao contrário de uma corrosão, no ponto de atrito a superfície apresenta uma estrutura diferente, mas dimensionalmente ainda não modificada.

Funcionamentos oblíquos

Pistão que funciona empenado devido a uma biela torcida ou deformada no cilindro, e que apresenta um padrão de desgaste assimétrico quando desmontado.

Índice de cetano

Indicador da qualidade de ignição de gasóleo. Quanto maior o índice de cetano, maior é a qualidade de ignição.

Inversão de movimento

Inversão de movimento do pistão no cilindro do lado de pressão ao lado de contrapressão e vice-versa. Durante o movimento de subida, o pistão encontra-se no lado de contrapressão do cilindro, alternando, na região do ponto morto superior, para o lado da pressão.

Kit

Jogo de reparação composto de camisa de cilindro e pistão.

Lado de contrapressão

É o lado do pistão ou do cilindro no lado contrário do lado de pressão.

Lado de pressão

O lado do pistão ou do cilindro, no qual o pistão se apóia durante a combustão. O lado de pressão está no lado oposto do sentido de rotação do virabrequim.

Linha de escórias

Resíduo de escória que se deposita no material durante a moldagem a quente de peças do motor durante a fabricação (válvulas, pinos de pistão, etc.). No posterior funcionamento do motor ele pode causar um enfraquecimento do material e conseqüentemente uma quebra.

Linhas de eixo

Linhas que podem ser encontradas nas superfícies de fratura por fadiga e que são causadas pelo avanço relativamente rápido da ruptura. A ruptura ocorre em etapas. Para cada segmento rompido é gerada uma trama. O início da ruptura situa-se no centro das linhas de eixo.

Lubrificação deficiente

A lubrificação deficiente ocorre quando a película de óleo é enfraquecida, restringindo assim a sua função. Causas: Óleo insuficiente, película de óleo diluída pelo combustível ou a película de óleo se rompe. As consequências inicialmente são o atrito misto e, finalmente, marca de atrito ou corrosões nos componentes.

Marcas de rolagem

Marcas de desgaste nos flancos do anel do pistão decorrentes da entrada de pó ou de impurezas no motor. A sujeira que se deposita na ranhura do anel do pistão causa marcas de desgaste na ranhura e no flanco do anel do pistão. Eles surgem pelo fato do anel do pistão girar e a sujeira riscar padrões recorrentes na superfície.

Marcas iniciais de atrito

Pré-estágio da corrosão em caso de falta de óleo lubrificante ou o início de um estreitamento da folga.

Medida da folga

Espaço que fica entre a superfície do pistão e o cabeçote no ponto morto superior do pistão. Na revisão de um motor deve ser observado, que a medida da folga deve ser mantida de acordo com a indicação do fabricante (ver no glossário “Protusão do pistão”).

A medida da folga também é chamada de medida de chumbo, uma vez que pode ser determinada com um arame de chumbo: O arame de chumbo é colocado no cilindro durante a montagem e o motor é girado uma vez. Nesta operação o arame de chumbo é achatado e pode ser medido novamente a seguir. A medida apurada com base no arame achatado é a medida de chumbo.

Motor de injeção direta

Motores, nos quais o combustível é injetado diretamente na câmara de combustão.

Movimento de descida do pistão

Movimento do pistão no sentido do virabrequim durante o ciclo de admissão e de trabalho (motor de quatro tempos).

Movimento de subida do pistão

Movimento do pistão do virabrequim no sentido do cabeçote (ciclo de compressão e de escape no motor de quatro tempos).

Necessidade de octano

A necessidade de octano de um motor resulta das suas características construtivas. Ela aumenta com o aumento da relação de compressão, da temperatura do motor, da ignição prematura, do enchimento, da carga do motor e da forma desfavorável da câmara de combustão. A octanagem (índice de octano de um motor) sempre deve estar alguns pontos abaixo da octanagem do combustível disponível. Isto impede um funcionamento detonante do motor em todos os estados de funcionamento.

Octanagem

A octanagem de um combustível (ROZ = índice mínimo de octano) identifica a resistência à detonação da gasolina. Quanto maior for a octanagem, mais resistente à detonação é o combustível.

Óleo projetado

Óleo que sai dos pontos de apoio do virabrequim, conforme previsto. Ele se destina à molhagem e à lubrificação das superfícies de deslizamento do cilindro por baixo com óleo.

Padrão de desgaste do pistão

Marca de funcionamento no corpo do pistão, superfície na qual o corpo do pistão encosta no cilindro.

Pistão com canal de refrigeração

Os pistões com uma maior carga térmica são providos de um canal de refrigeração na superfície do pistão. Neste canal de refrigeração fundido é injetado óleo durante o funcionamento do motor.

Ponto morto

Ponto no qual se inverte o sentido do pistão durante o movimento de subida e de descida no cilindro. Diferencia-se entre o ponto morto inferior e superior.

Porta-anéis

Anel de ferro fundido com um elevado teor de níquel fundido no pistão de alumínio, no qual é feita a primeira ranhura do anel. Assim, o primeiro anel de compressão, às vezes também o segundo, assenta em uma ranhura resistente ao desgaste. Isto permite maiores pressões de trabalho e também maiores cargas. Os porta-anéis são instalados segundo o método Alfin nos pistões diesel.

Pressfit

Camisa de cilindro seca, que é prensada com a ajuda de um lubrificante especial para montagem no furo base do cilindro. Normalmente se trata de camisas semiacabadas, ou seja, o furo do cilindro precisa receber posteriormente uma retificação final por meio de furação e brunimento. Vantagem: A camisa fica firmemente assentada no furo base do cilindro.

Quebra forçada

Quebra, que em caso de uma sobrecarga ocorre em frações de segundo sem uma fissura inicial. As superfícies de fratura são foscas, granuladas e sem marcas de atrito.

Redução do material

Alteração da estrutura e consequente alteração da forma do corpo do pistão em caso de um pistão já usado (ver no glossário “Folga de montagem do pistão”).

Reforço de fibra

Reforço de fibra da borda da câmara de pistões em motores de injeção direta diesel. Antes da fundição é inserido um anel de fibra de óxido de alumínio no molde de fundição do pistão e penetrado durante o processo de fundição com alumínio líquido. Isso torna a borda da câmara mais resistente à formação de fissuras. Os reforços de fibra somente são possíveis no processo de fundição sob pressão, no qual o alumínio é injetado sob alta pressão (aprox. 1.000 bar) no molde.

Regulagem lambda

Dispositivo de regulagem no motor a gasolina, que regula a relação da quantidade de ar e combustível alimentados.

Resistência à detonação

Resistência da gasolina à autoignição.

Saliência do pistão

Saliência do pistão diesel no ponto morto superior, para além da superfície de vedação do bloco. A medida da protusão é importante e deve ser mantida e controlada criteriosamente na revisão de motores. Pois isto garante que a relação de compressão está correta e que o pistão não vai bater no cabeçote.

Slipfit

Camisa de cilindro seca, que pode ser inserida com a mão no bloco. Normalmente já foi efetuada o acabamento, ou seja, o furo do cilindro não precisa mais ser furado ou brunido posteriormente. Desvantagem: Folga entre a camisa de cilindro e o furo base do cilindro.

Sobrecapa de chapa

Material arrancado e esmagado, que cobre a superfície de deslizamento do cilindro no caso de uma retificação final incorreta ou incompleta do cilindro (brunimento/polimento cruzado).

Superfície de compressão

É uma parte da superfície do pistão, que se aproxima muito do cabeçote. A mistura é prensada cada vez mais no meio da câmara de combustão ao final do ciclo de compressão, a partir da área do rebordo. Isto provoca um turbilhonamento dos gases e proporciona uma melhor combustão.

Taxa de libertação de grafite

Quantidade de veios de grafite desobstruídos no escovamento de brunimento, o valor de referência é $\geq 20\%$.

Tensão tangencial

Força que comprime o anel do pistão no estado montado contra a parede do cilindro.

Veios de grafite

Incorporações de grafite no material base durante a fundição de grafite lamelar (ferro fundido cinzento). Se os veios resultantes da retificação final do cilindro forem limpos com escovas de brunimento, pode ocorrer a incorporação de óleo para a lubrificação do pistão nestes veios.

TRANSFERÊNCIA DE KNOW-HOW CONHECIMENTOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS

AÇÕES DE FORMAÇÃO A NÍVEL MUNDIAL

Diretamente do fabricante

Todos os anos, mais de 4500 mecânicos e técnicos beneficiam das nossas ações de formação e seminários que realizamos em vários locais de todo o mundo ou nos nossos centros de formação em Neuenstadt, Dormagen e Tamm (Alemanha).

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

Da prática para a prática

As nossas Product Information e Service Information, as brochuras técnicas e os posters permitem-lhe estar sempre a par das mais avançadas tecnologias.

VÍDEOS TÉCNICOS

Transferência de conhecimento via vídeo

Nos nossos vídeos você encontrará instruções de montagem práticas e explicações de sistemas de todos os nossos produtos.



PRODUTOS EM DESTAQUE ONLINE

Nossas soluções explicadas de forma simples

Saiba tudo o que vale a pena conhecer sobre os nossos produtos para motores através de elementos interativos, animações e clipes de vídeo.

LOJA ONLINE

O seu acesso direto aos nossos produtos

Encomendas 24 horas por dia. Verificação rápida da disponibilidade. Busca de produtos abrangente através do motor, veículo, dimensões, etc.

NOVIDADES

Informações periódicas por e-mail

Subscreva a nossa newsletter gratuita online para receber regularmente informações sobre novos produtos, publicações técnicas e muito mais.

INFORMAÇÕES INDIVIDUAIS

Especificamente para os nossos clientes

Obterá da nossa parte informações e serviços abrangentes para a nossa ampla gama de serviços: como p. ex. materiais personalizados para promoção de vendas, apoio às vendas, suporte técnico e muito mais.



TECNIPÉDIA

Informações técnicas sobre o motor

Na nossa tecnipédia partilhamos consigo os nossos conhecimentos técnicos. Aqui encontrará conhecimentos técnicos vindos diretamente dos especialistas.

APLICAÇÃO MOTORSERVICE

Acesso móvel aos conhecimentos técnicos

Aqui obterá, de forma rápida e simples, as informações e os serviços mais recentes referentes aos nossos produtos.

MEDIA SOCIAIS

Sempre atualizados





HEADQUARTERS:**MS Motorservice International GmbH**

Wilhelm-Maybach-Straße 14–18
74196 Neuenstadt, Germany
www.ms-motorservice.com

KSPG Automotive Brazil Ltda.**Divisão MS Motorservice Brazil**

Rod. Arnaldo Júlio Mauerberg, n. 4000
Bloco 04 - Distrito Industrial n. 01
CEP 13388-090 - Nova Odessa - SP Brasil
Telefone: +55 19 3466 9620
Telefax: +55 19 3466 9622
www.ms-motorservice.com.br
SAKS 0800 721 7878

