

CAPÍTULO 4 - COMPONENTES DO MOTOR

ÓRGÃOS FIXOS

BLOCO DE CILINDROS. Os materiais do bloco de cilindros incluem o ferro fundido, alumínio fundido, alumínio forjado e aço forjado, usualmente soldado no último caso. O tipo apropriado depende principalmente das considerações do tipo de motor e custos de fabricação versus a importância da economia de peso.

O uso do alumínio em lugar do ferro fundido resulta em melhor dissipação de calor e redução do peso.

CONSIDERAÇÕES PARA O PROJETO DE BLOCOS FUNDIDOS.

Os princípios gerais a serem seguidos no projeto de bloco de cilindros fundidos incluem os seguintes itens:

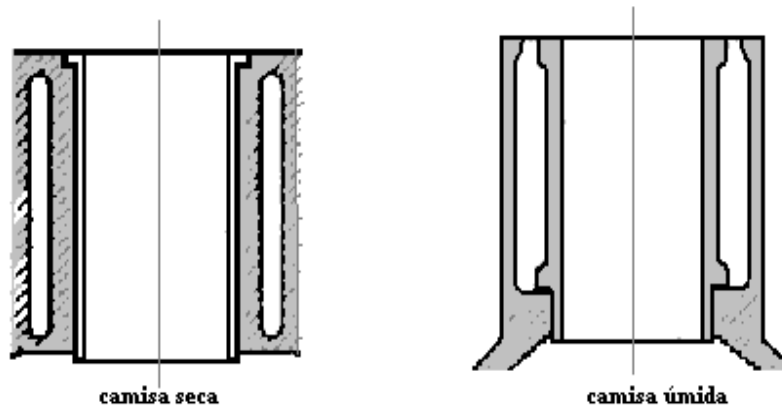
1. As seções espessas esfriam mais lentamente do que as delgadas e mudanças abruptas na espessura da seção devem ser evitadas sempre que possível, a fim de reduzir ao mínimo as deformações e fissuras de contração.
2. Evitar grandes seções planas. Curvar todas as grandes seções delgadas.
3. **Nervuras.** O costume de adição de “nervuras” ou “almas” delgadas para melhorar à flexão usualmente tem efeito oposto. É que a nervura age como um elevador de tensão e não deve ser usada quando se quer elevar a resistência à flexão. Seu uso para outras finalidades como, por exemplo, resfriamento ou redução de vibração, é permissível, contanto que a tensão adicionada não seja crítica. A adição do material da nervura à espessura da seção é uma prática melhor de se utilizar o material adicional.
4. Evitar furos para redução de peso, uma vez que as tensões concentra-se em tais aberturas.

O bloco de cilindros é freqüentemente fundido numa peça única com o cárter superior do motor; isto, favorece uma montagem precisa dos elementos mecânicos internos (virabrequim, bielas e pistões).

CILINDROS. Os cilindros são de ferro fundido, cuja fundição fácil permite executar as mais variadas formas do bloco e das câmaras de água. Geralmente as fundições de bloco com cilindros inclusos (não camisas) contém cromo, para aumentar a resistência dos cilindros ao desgaste. Nestes blocos a presença de níquel e de magnésio modifica a estrutura molecular da grafita (fofo) na fundição e favorece a durabilidade do motor.

Um bloco de cilindros pode conter camisas.

As camisas denominam-se secas quando sua superfície exterior não está em contato com a câmara de arrefecimento. Devem ser bem ajustadas ao bloco para facilitar a condutibilidade térmica. As camisas denominadas úmidas são aquelas que formam a parede interna da câmara de água. Neste caso, devem possuir uma perfeita vedação afim de evitar infiltração de água para o cárter do motor.



DESGASTE DOS CILINDROS. O funcionamento do motor leva a um desgaste progressivo dos cilindros. Este desgaste é irregular e dá ao cilindro uma ovalização e uma conicidade. O maior desgaste verifica-se no PMS. Neste local, a lubrificação é normalmente insuficiente, enquanto a pressão e a temperatura estão no seu máximo. No PMI, estas condições são exatamente opostas e o desgaste é quase nulo.

A ovalização dos cilindros pode ter como causa a obliquidade da biela que, em torno do meio do curso, apoia o pistão contra o cilindro. Neste caso, a ovalização é perpendicular ao eixo do virabrequim.

O desgaste é, em grande parte, devido aos arranques com o motor frio. A condensação da gasolina e a insuficiência de óleo fazem com que durante os primeiros minutos de funcionamento os pistões funcionem que completamente a seco.

O grande desgaste dos cilindros leva a um consumo exagerado de óleo e de combustível, a um depósito de sujeira nas velas, a uma marcha ruidosa e a diminuição da potência.

CILINDROS DESCENTRADOS. Num grande número de motores não se faz coincidir o eixo dos cilindros com o eixo do virabrequim. Este último está deslocado alguns milímetros no sentido oposto ao sentido de rotação. Este deslocamento tem por finalidade diminuir a inclinação da biela no tempo motor (descida do pistão). Daí resulta um menor esforço lateral do pistão sobre as paredes do cilindro e uma ovalização menos sensível. Durante a subida do pistão, a inclinação da biela é grande, mas como a pressão do gás é fraca, os esforços laterais ficam normais. O deslocamento regulariza o desgaste de ambos os lados do cilindro.

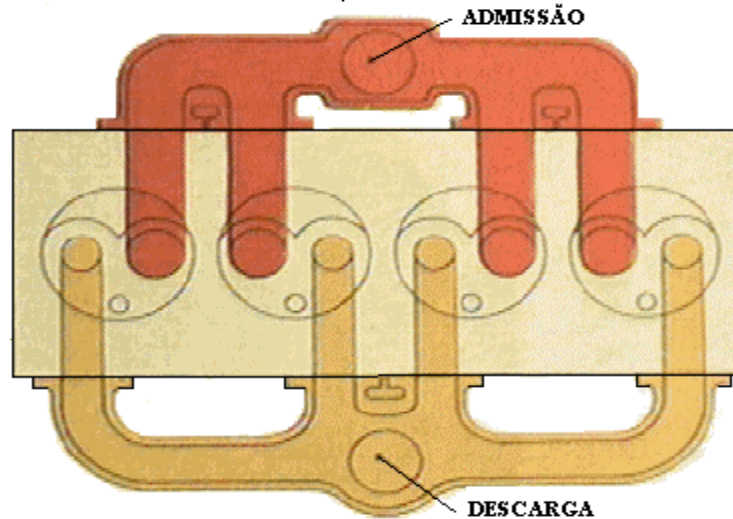
CÁRTER. O cárter de um motor é em ferro fundido ou em alumínio fundido. Forma a parte principal do bloco do motor e contém o virabrequim, o eixo de cames (motor de válvulas laterais) e a bomba de óleo. As extremidades do cárter têm freqüentemente garras destinadas a fixação do motor. As paredes extremas e as divisórias internas suportam os mancais do virabrequim.

A parte inferior do cárter forma depósito de óleo. É de chapa embutida ou de liga de alumínio. A sua fixação ao cárter superior faz-se por intermédio de cavilhas de aço doce.

CABEÇOTE. O cabeçote tem a função de tampar os cilindros formando a câmara de combustão. Os motores refrigerados a água usam cabeçotes de ferro fundido ou ligas de alumínio. Este último quando a necessidade de peso leve ou melhor condução de calor uma vez que impedem a formação de pontos quentes nas paredes internas do cabeçote.

O cabeçote é um dos elementos mais críticos no projeto de um motor porque ele combina problemas estruturais, fluxo de calor e escoamento de fluido em uma forma complexa.

O problema central no projeto do cabeçote com válvulas consiste em se chegar a um arranjo satisfatório, quanto a válvulas e janelas (motor 2 tempos), que suporte as cargas de gás e, ao mesmo tempo, evitar excessiva distorção e tensão devido aos gradientes de temperatura e, também, evitar custos excessivamente elevados ou complexidade indevida.



COMPONENTES DO SISTEMA DE FORÇA

VIRABREQUIM. Os virabrequins são feitos de aço forjado, ou fundidos de aço, ferro maleável ou ferro cinza. Em termos qualitativos, as cargas em um virabrequim resultam em tensões devido à flexão, torção e cisalhamento em todo seu comprimento. A geometria complexa envolvida tornaria impossível cálculos precisos de tensão ainda que as cargas fossem conhecidas com precisão. Apesar dessas dificuldades entretanto, muito se tem feito para racionalização do projeto do virabrequim, grande parte por meio da análise experimental de tensões.

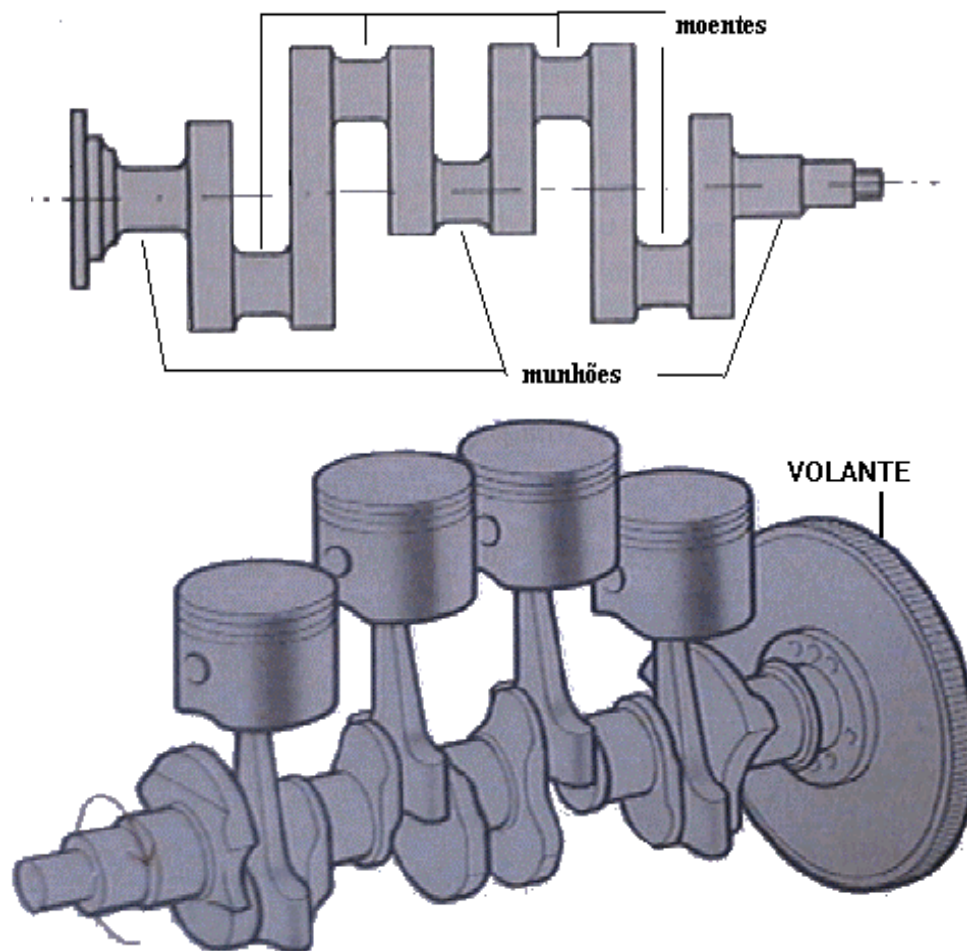
A linha de eixo é o conjunto de munhões nos quais gira o virabrequim apoiado no bloco do motor.

Os moentes são as partes do virabrequim onde se apoiam as bielas.

O interior do virabrequim contém dutos especiais por onde circula o óleo necessário a lubrificação dos munhões e dos moentes.

VOLANTE. O volante é de fundição ou de aço moldado.

Destina-se a regularizar a rotação do virabrequim. No momento da explosão, o volante absorve a energia desenvolvida; restitui-a nos tempos não motores. Os motores de um cilindro exigem um volante grande, enquanto que os de vários cilindros são equipados com volantes tanto mais leves quanto mais elevado for o número de cilindros.



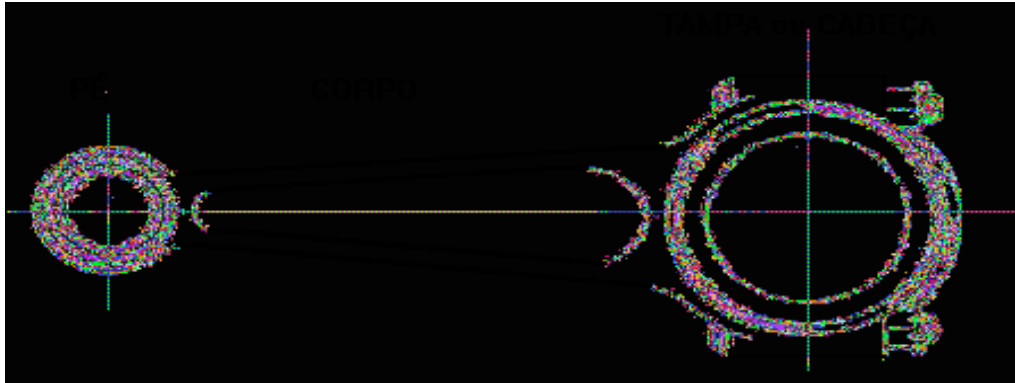
BIELAS. As bielas são de aço-liga estampado e por vezes de liga de alumínio. A tampa da biela é fixa por parafusos de aço ao cromo-níquel tratado, de grande resistência.

O pé de biela articula-se no pino de pistão por intermédio de uma bucha de bronze fosforoso chavetada. Um batimento lateral de 3 a 4 mm entre os ressaltos do pistão é aproveitado para que o deslocamento longitudinal do virabrequim não provoque uma flexão da biela.

O corpo da biela é tubular ou de seção em duplo T. As bielas inteiramente usinadas asseguram um melhor equilíbrio do motor.

A cabeça de biela gira no pino por intermédio de mancais de duas partes.

Os metais utilizados dependem do gênero de motores, das cargas da biela e da velocidade de rotação.



MANCAIS. São utilizados para reduzir o atrito e servir de apoio as partes giratórias do motor (moentes, munhões,...).

Os mancais dividem-se em dois tipos principais: os fixos - alojados nos munhões e no bloco do motor, e os móveis, montados nos moentes e bielas.

Podem ser de deslizamento ou de rolamento (com roletes, esferas, agulhas).

O mancal, quando constituído por duas partes iguais, para facilitar a montagem, é designado por mancal de duas meias-buchas.

O mancal é composto por duas partes, uma externa chamada capa e outra interna composta por metal anti-fricção.

O metal anti-fricção pode ser uma liga de estanho, de cobre e de antimônio. Esta liga permite um deslizamento muito suave; favorece um funcionamento silencioso do motor.

Os mancais de metal rosa - liga de alumínio, de cobre e de zinco - são montados em motores especialmente potentes.

Os mancais de bronze - liga de estanho e de cobre - são particularmente montados nos motores Diesel. A boa resistência mecânica deste material convém extremamente a este gênero de motores cujo conjunto de biela é submetido a fortes cargas.

PISTÕES. Os pistões são de fundição maleável, de liga de alumínio ou de aço. Estes dois últimos metais permitem fazer pistões mais leves. Os efeitos de inércia no final do curso são menores; há, portanto, menos vibrações e uma menor frenagem em altos regimes.

Os pistões de liga de alumínio são igualmente melhores condutores de calor. Esta qualidade é primordial quando se trata de motores cujo regime ultrapassa as 3500 rpm.

O pistão de um motor de combustão interna funciona em condições particularmente desfavoráveis.

Para um regime de 3600 rpm, ele pára 120 vezes por segundo.

Entre cada parada ele atinge uma velocidade de 70 km por hora.

No momento da explosão, ele recebe um impulso de mais ou menos 20000 N (2000 kg), e isto, 30 vezes por segundo.

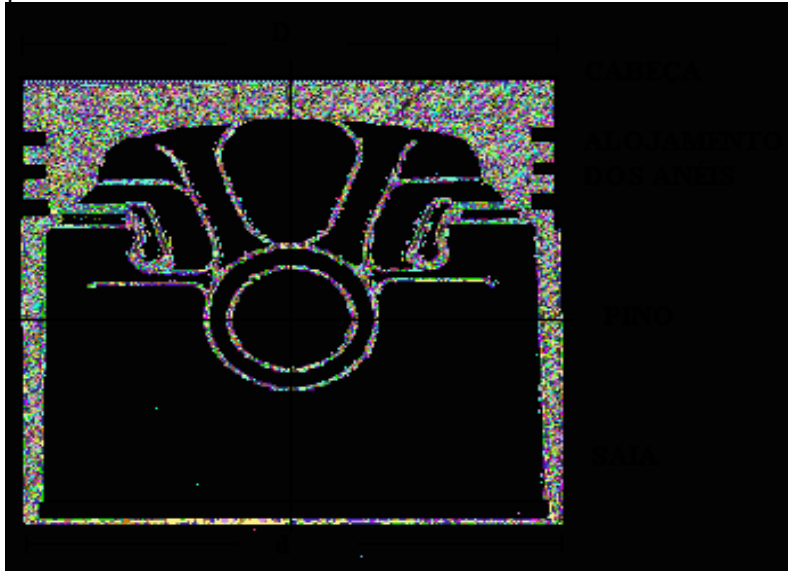
A sua temperatura sobe a 620 °K (350 °C), no centro da cabeça, e cerca de 420 a 450 °K (150 - 200 °C) na extremidade final da saia.

Em marcha, a dilatação dos pistões é grande. As folgas médias têm um diâmetro maior para os pistões de liga de alumínio devido à maior dilatação desta liga em relação à fundição ou ao aço. Contudo, estes últimos, não sendo tão bons condutores de calor, a sua temperatura eleva-se mais no que nos pistões de liga de alumínio.

À temperatura ambiente, o pistão deve ser ajustado no seu cilindro com uma certa folga, para que, mesmo depois de ter atingido a sua temperatura de marcha, ainda deslize livremente.

As folgas de dilatação dadas na fabricação do pistão dependem:

- do diâmetro do cilindro;
- do ou dos metais que compõem o pistão;
- da forma do pistão;
- do regime de rotação do motor;
- do sistema de refrigeração e de sua eficácia;
- das condições de emprego do motor;
- do tipo de combustível.



ANÉIS DE SEGMENTO. Os anéis de segmento constituem um problema difícil de projeto desde o advento do motor de combustão interna e, somente no período posterior à II. Guerra Mundial, os anéis alcançaram vida e confiabilidade comensurável com as das outras partes do motor.

Material dos anéis de segmento. A maioria dos anéis de segmento é feita de ferro fundido-cinza dada sua excelente resistência ao desgaste em todos os diâmetros de cilindro. Quando o vazamento pelo anel for um problema, utiliza-se o ferro modular ou mesmo o aço, usualmente com superfícies de mancal revestidas. Para maior resistência ao desgaste do anel e parede do cilindro, os anéis são de face cromada ou “molibdênio metalizado”, uma estrutura porosa de óxido de molibdênio. Os anéis de controle de óleo podem ser de ferro ou de aço.

Projeto de anéis de segmento. O projeto dos anéis de segmento têm sido desenvolvido quase totalmente numa base empírica.

Os anéis de segmento têm duas funções: evitar o vazamento do gás e para manter o fluxo de óleo na câmara de combustão no mínimo necessário para a adequada lubrificação do anel e

do pistão. Nos motores modernos, a vazão de óleo através dos anéis é extremamente pequena e aproxima-se de zero para motores de pequeno e médio porte. Todos os anéis tomam parte no controle do fluxo de óleo, mas existe pelo menos um anel cuja função principal é essa. São os chamados anéis de controle de óleo, enquanto que os outros são anéis de compressão.

Os requisitos a seguir são considerados desejáveis:

1. A largura da face dos anéis deve ser pequena.
2. Utilização do menor número possível de anéis, para diminuir o atrito.

