

Capítulo XXBLOCO, CABECOTE E CARTER

Normalmente se constróem motores em que o cabeçote e o bloco são fundidos em partes separadas, se bem que existam casos de fundição integral. Entre o cabeçote e o bloco se utiliza uma guarnição de asbesto coberto com lâminas de cobre e que o envolve completamente. Algumas vezes usam-se lâminas de aço (de preço menor); porém, sendo o aço mais duro, a vedação é menor.

20.1 - Material para o bloco

A SAE normalizou cinco tipos de ferro fundido, dos quais 4 são indicados para a fundição do bloco:

- nº 111 para pequenos motores
- nº 120 para motores em geral
- nº 121 para motores de caminhões e tratores
- nº 122 para motores diesel.

Tabela 20.I

nº SAE	DUREZA BRINELL	Resistência à tração (psi)
111	170 - 223	30.000
120	187 - 241	35.000
121	202 - 255	40.000
122	217 - 269	45.000

Algumas vezes são utilizados aço (motores de corrida e de aviões, por exemplo) e aços-liga. Outras vezes adiciona-se ao ferro porções de cobre ou manganês que têm o efeito de grafitizar o carbono.

A Ford tem usado cobre no ferro dos seus blocos ou proporções de 0,50 a 0,75%. É a seguinte a composição do material utilizado pela Ford, o qual dispensa tratamento térmico:

Tabela 20.II

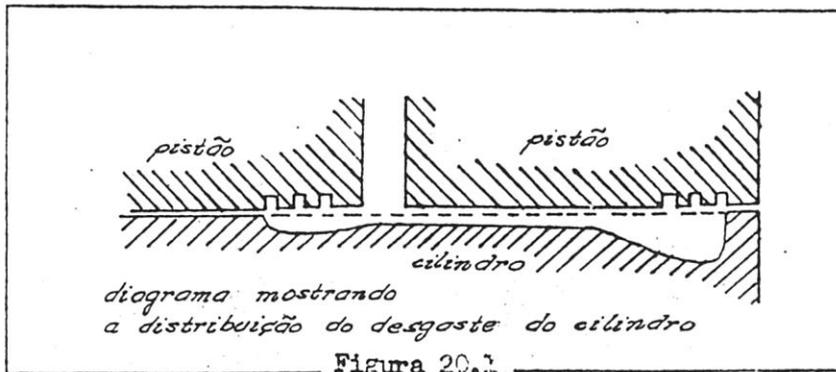
C	Si	Mn	Cu	P	S
3,15-3,4	1,8-2,1	0,6-0,8	0,5-0,75	0,25-0,32	0,10max

Tem uma dureza Brinell de cerca de 180.

20.2 - Desgastes dos cilindros

Conforme o cilindro se desgasta, diminui a potência do motor e aumenta o consumo de óleo, o que ocasiona o aparecimento de fumaça nos gases de escape.

Observou-se que o desgaste da parede do cilindro não é constante. Ele é maior na região do anel superior, quando o pistão se encontra no ponto morto superior e diminui rapidamente para baixo (fig. 20.1), por razões que já foram apontadas.



São três as razões que provocam desgastes nos cilindros:

- a) a abrasão, provocada por partículas estranhas no filme de óleo;
- b) o contato de metal contra metal;
- c) a corrosão, resultante da ação química dos gases de combustão.

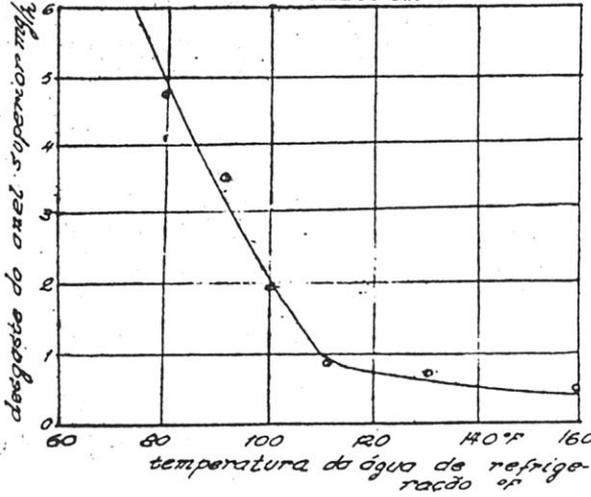
A corrosão pode ter um aspecto importante; é aumentada em baixas temperaturas, o que se atribui a ação de ácidos provenientes do lubrificante e mancais. As razões que levam a essa conclusão são as seguintes:

- 1- A aparência descolorida das paredes dos cilindros e dos anéis para operação em baixa temperatura;
- 2- O fato de aumentar o desgaste para temperaturas inferiores ao ponto de orvalho dos gases de combustão;
- 3- A observação de ácidos na água proveniente da combustão;

- 4- A redução no desgaste quando se utiliza o hidrogênio como combustível;
- 5- A redução no desgaste quando se utilizam materiais resistentes a corrosão.

A corrosão deve-se principalmente ao ácido carbônico formado pela solução de CO_2 na água de combustão. Quando se utiliza hidrogênio não há formação de CO_2 e os desgastes diminuem.

Uma combinação adequada de pressão, temperatura e composição dos gases pode fazer com que se atinja o ponto de orvalho e portanto provocar o aparecimento de água na câmara de combustão, dissolvendo-se nesta, alguns ácidos derivados da combustão.



A fig.

Figura 20,2

20.2 mostra os resultados de um ensaio no qual se verifica a influência da temperatura da água de refrigeração sobre os desgastes.

20.3 - Camisa de água

Durante muito tempo, era normal que a parte do cilindro resfriada pela água fosse até a altura do anel superior quando o pistão se encontrava no ponto morto inferior.

Como a parte inferior do cilindro não está em contato com os gases quentes, ela não atinge uma temperatura alta e não necessita, por isso, de refrigeração. Porém em motores modernos, a temperatura do óleo pode subir muito, e com o cilindro refrigerado até em baixo, pode-se reduzir de até $30^{\circ}C$, a temperatura do óleo.

A espessura da camisa de água é variável, mas está em torno de 1/8 do diâmetro do cilindro. É maior na região superior do cilindro, justamente onde se encontra a câmara de combustão.

A espessura da parede da camisa pode ser tão fina quanto permita a fundição.

A água de refrigeração deve entrar pela parte mais baixa do motor e sair pela mais alta.

20.4 - Espessura da parede do cilindro

O cilindro pode ser calculado como um tubo de paredes finas. Com as relações de compressão usuais (de 7 a 8) tem-se pressões de explosão da ordem de 50 kg/cm².

O tubo tende a romper segundo duas geratrizes opostas. A força que tende a romper o cilindro é

$$50 \cdot d \cdot l$$

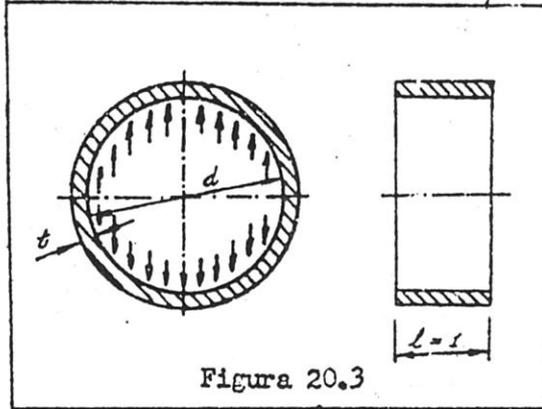
sendo d o diâmetro e l o comprimento do cilindro, que se supõe unitário. A secção que resiste vale $2t$, sendo t a espessura da parede.

A tensão de ruptura pode ser, portanto, no máximo $50 d/2t$.

Usando um coeficiente de segurança igual a 4 e considerando que os materiais utilizados hoje em dia têm uma resistência a tração de 20 a 25 kg/cm², pode-se escrever:

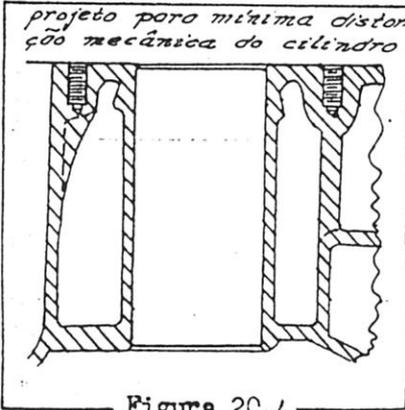
$$t = \frac{d}{25} + 0,1 \quad (\text{em polegadas})$$

O coeficiente 0,1 leva em conta conveniências de fundição e usinagem.



20.5 - Distorsão do cilindro

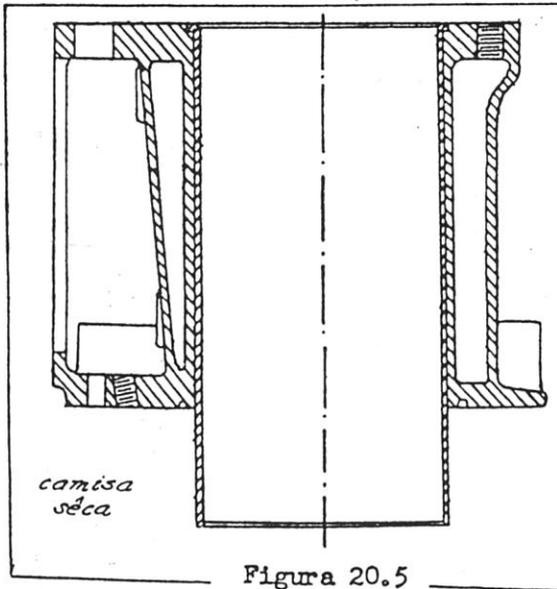
Um dos motivos de falha no funcionamento de um motor é a distorção do cilindro, provocada por causas mecânicas ou térmicas e que dá como conseqüências a passagem de gases para o cárter e desgastes excessivos. Para diminuir a distorção, constroem-se cilindros com reforços na estrutura, como o da fig. 20.4.



20.6 - Cilindros removíveis: camisas

Em muitos motores o pistão desliza em cilindros que fazem parte integrante do bloco; em outros, especialmente em motores grandes, são usados cilindros removíveis ou camisas, como são conhecidos.

Uma camisa seca é aquela que está em contato com o bloco ao longo de toda a sua superfície externa (fig. 20.5) ou quasi toda, ao passo que uma camisa molhada se prende ao bloco na sua parte inferior e superior (fig. 20.6).



A camisa molhada é fixada com auxílio de gachetas em forma de anéis.

20.7 - Cilindros cromados

Um método de reduzir os desgastes num cilindro é cromá-lo por um processo especial que torna o cromo bastante poroso para permitir a lubrificação. Alguns ensaios mostraram que a redução de desgaste é 7 vezes menor quando se croméia o cilindro e 4 vezes menor na altura do anel superior onde o desgaste é maior.

Alguns motores que utilizam o alumínio como material estrutural, usam também cromá-lo com a finalidade de redução de desgastes. O Volkswagen utilizava inicialmente cilindro de alumínio cromado que depois foi substituído por aço, com perda de potência específica, mas em benefício da economia.

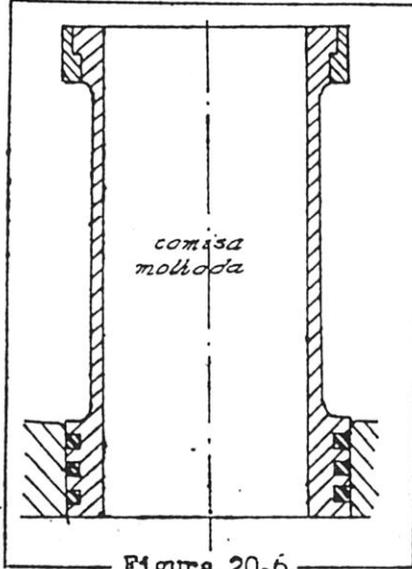


Figura 20.6

20.8 - Localização das velas

Pelo fato de a parede do motor ser mais grossa que o comprimento da rosca da vela (pois é necessário prever o lugar para refrigeração), há necessidade de se fazer uma diminuição na parede, a qual pode ser feita numa das duas maneiras assinaladas na fig. 20.7.

Se se fizer um rebaixo na superfície externa, corre-se o perigo de permitir o acúmulo de água e sujeira no local. Se se fizer um rebaixo na superfície interna, corre-se o inconveniente de resfriar a mistura que fica logo abaixo dos eletrodos da vela; dificulta-se então a ignição. Os motores são construídos quase sempre com uma ou outra solução e portanto apresentam ou um ou outro inconveniente.

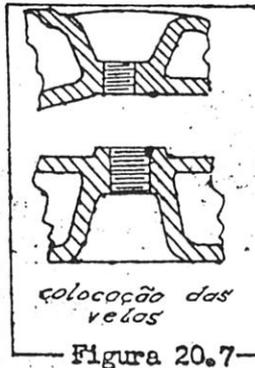
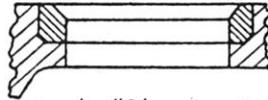


Figura 20.7

20.9 - Sedes de válvulas

Em motores de alta rotação e serviço pesado, as sedes das válvulas de escape, se forem usinadas no próprio ferro fundido do bloco, estão sujeitas a erosão rápida por parte dos gases queimados de escape. Para eliminar a necessidade de frequentes ajustes são utilizadas sedes postiças, feitas de material mais resistente a ação dos gases. Além de serem resistentes aos gases em altas temperaturas, devem ter aproximadamente o mesmo coeficiente de dilatação que o material do bloco. Entre os materiais empregados se pode citar as ligas de aço cromo-níquel ou aço tungstenio. Quando a solicitação for maior ainda, costuma-se empregar ligas de metais não ferrosos resistentes a ação dos gases. Entre estas as mais utilizadas são: Eatonite (cromo, tungstenio, níquel e cobalto), Elktonite (tungstenio e cobre) e Stellite (cobalto, cromo e tungstenio). As sedes são aplicadas resfriando-as bastante (gelo seco, por exemplo), e aquecendo o bloco no local da sede.



sede "Standard SAE" de válvula

As sedes postiças são normalmente fabricadas pela SAE em duas séries: para motores de automóveis e outros motores de serviço pesado (figura 20.8).

Figura 20.8

20.10 - Cabeçote

Para fornecer uma boa vedação, o cabeçote é fixado ao cilindro por vários parafusos, distribuídos uniformemente. Num motor de 4 cilindros em linha e válvulas em L, pode-se ter de 16 a 20 parafusos, ao passo que num motor com válvulas na cabeça 12 são suficientes. Para que a vedação seja boa, os parafusos do cabeçote devem ser apertados com uma chave de torque e numa sequência que os coloque segundo uma espiral, começando pelos parafusos centrais.

Têm sido e são utilizados motores com cabeçote de alumínio. O alumínio, além de ser mais leve, tem um coeficiente de transmissão de calor três a quatro vezes maior que o do ferro fundido, que permite ao motor trabalhar com uma temperatura menor na superfície interna. Pode-se por isso usar relações de compressão maiores, o que

resulta em aumento de potência.

A despeito dessa vantagem, os cabeçotes de alumínio não têm tido um emprego generalizado por causa das diferenças de dilatação entre o bloco de ferro fundido e o cabeçote de alumínio.

Têm encontrado bastante aplicação também motores com o bloco e o cárter de alumínio.

20.11 - Carter

Quando os cilindros são fundidos integralmente com o cárter, estes são de ferro fundido cinzento.

Nos primeiros motores utilizavam-se cárteres de alumínio com a finalidade de aliviar peso, mas quando se verificou ser possível fundir junto com o bloco, caíram em desuso os cárteres de alumínio, se bem que ainda são utilizados nos casos em que os motores precisam mesmo ser leves como nos carros de corrida.

Nos motores com lubrificação por salpico, os cárteres são divididos em diversos pratos como na fig. 14.13, para garantir uma boa lubrificação mesmo quando o motor esteja inclinado. Nos primeiros automóveis em que o cárter era uma peça so, ao subir uma rampa mais ou menos com prida era frequente fundir o mancal da biela do primeiro cilindro, porque o óleo corria todo para a parte trazeira do cárter. Por essa razão optou-se pelo cárter feito de diversas seções independentes, como a da fig.

A vedação na saída das pontas do virabrequim é feita com um retentor, o qual dispõe de uma ranhura que vira no sentido de jogar para dentro o óleo que porventura poderia escapar.

20.12 - Fixação do motor

A partir de 1925 tornou-se comum a fixação do motor à carroçaria dos veículos por meio de suportes de borracha. Esses suportes são constituídos de chapas de aço cobertas com bronze ou cobre e sobre as quais se aplica logo em seguida um coxim de borracha que se vulcaniza. O suporte assim constituído é deixado curar durante uma semana.

A borracha utilizada (que contém apenas pequenas quantidades de aditivos minerais, como parafina) trabalha bem tanto a compressão como ao cisalhamento, razão pela qual são construídos suportes trabalhando tanto de uma maneira como de outra (figs. 20.9 e 20.10).

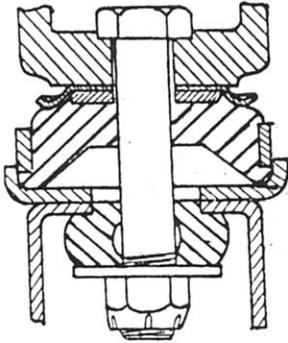


Figura 20.9

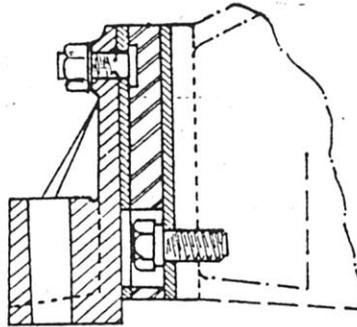


Figura 20.10

A borracha serve não só para impedir a transmissão das vibrações para a carroçaria, como também para amortecer as vibrações por causa da histerese própria do coxim de borracha.

Um tipo de suspensão introduzida pela Chrysler e bastante divulgada é a denominada "floating power" (figura 20.11).

É baseada no fato de que o motor tem um torque variável ciclicamente, conforme foi visto no capítulo de vibrações. O movimento angular provocado sobre o motor se faz em torno de um eixo denominado eixo de torque, que passa pelo centro de gravidade e é inclinado para cima na parte dianteira, em função da distribuição de massas. A suspensão consiste em dois su-

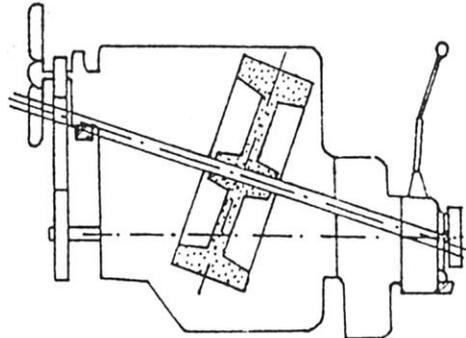


Figura 20.11

portes colocados na direção dessa linha, um debaixo do ventilador e outro debaixo do mancal do eixo principal da transmissão.

Alguns tipos de suportes utilizados são mostrados na fig. 20.12 e fig. 20.13. São todos construídos segundo o mesmo princípio: duas chapas de aço com borracha vulcanizada. Os exemplos da fig. 20.12 são usados na frente e os da fig. 20.13 na parte trazeira do motor.

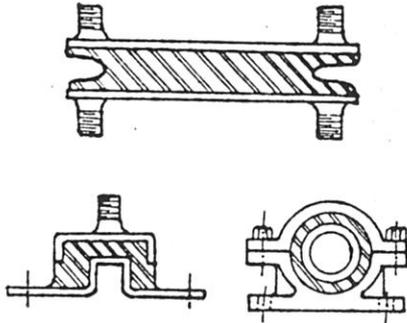


Figura 20.12

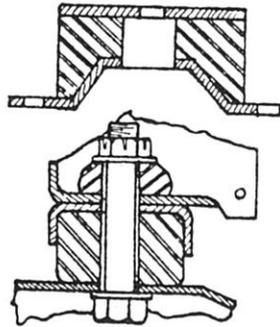


Figura 20.13