

DESCRIÇÃO  
DA  
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 97.149

REQUERENTE: KOLBENSCHMIDT AKTIENGESELLSCHAFT, alemã, com  
sede em Karl-Schmidt-Strasse, D-7107  
Neckarsulm, República Federal da Alemanha

EPÍGRAFE: "Monocilindro ou bloco policilíndrico"

INVENTORES: Dr. Ing. Georg Sick,  
Dipl. Ing. Peter Everwin,  
Hans Heinrich Duve,

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris  
de 20 de Março de 1883.

República Federal da Alemanha, 27 de Março de 1990,  
sob o N.º.: P 40 09 714.5

KOLBENSCHMIDT AKTIENGESELLSCHAFT"MONOCILINDRO OU BLOCO POLICILÍNDRICO"MEMÓRIA DESCRITIVA

A presente invenção diz respeito a um monocilindro ou a um bloco multicilindros de liga de alumínio para motores de combustão interna, sem camisa interior, vazados de maneira contínua, tendo a liga grãos de silício, distribuídos uniformemente na mesma, na superfície de deslizamento do cilindro, salientes de 0,5 a 10 micrómetros, de preferência de 2 a 5 micrómetros, alisados mecanicamente e com dimensões de 20 a 80 micrómetros, de preferência de 30 a 60 micrómetros.

As ligas de alumínio são, de acordo com os pontos de vista actuais, os materiais futuros mais importantes na construção de automóveis, com uma tendência crescente para a sua utilização. Primariamente utiliza-se, entre outras, a vantagem do peso, relativamente aos materiais ferrosos. Isso tem efeitos sensíveis não só nos êmbolos como muito especialmente também nos monocilindros e nos blocos multicilindros, como peças mais pesadas de um automóvel. Assim podem realizar-se ou já se realizaram reduções de peso de 40 a 60 % pela substituição dos blocos multicilindros de ferro fundido por ligas de alumínio para o bloco do motor. Em "MTZ Motortechnische Zeitschrift" 35 (1974), p. 33-41, está representado um cilindro fabricado a partir de uma liga hipereutética de alumínio-silício do tipo AlSi17Cu4,

por um processo de moldação a baixa pressão. É também possível a fabricação pelo processo de moldação por pressão. Os grãos de silício que se geram na superfície de deslizamento do cilindro pela separação primária da liga de alumínio hipereutética, distribuídos uniformemente e formados uniformemente, possuem dimensões de 30 a 80 micrómetros. Depois do vazamento do monocilindro ou do bloco multicilindros, o furo do cilindro é trabalhado mecanicamente, por brocagem prévia e brocagem fina, e em seguida é polido com um polimento prévio e um polimento fino, de modo que os grãos de silício são alisados e formam primeiramente um plano com a matriz de liga de alumínio circundante. Depois da operação de polimento fino, a matriz de liga de alumínio entre os grãos de silício é ligeiramente reduzida, por um tratamento electroquímico, de modo que os grãos de silício ficam, como armação de suporte para os segmentos do êmbolo e da haste do êmbolo, salientes da superfície não blindada do cilindro, ligeiramente, isto é de 2 a 5 micrómetros. Uma tal superfície de deslizamento do cilindro apenas pode ser usada em combinação com um êmbolo de metal leve revestido, pelo menos na haste do êmbolo, com uma camada de ferro de cerca de 20 micrómetros de espessura, a fim de impedir, em condições extremas de deslizamento, em todas as circunstâncias, um contacto entre a matriz de liga de alumínio da superfície de deslizamento e o metal leve do êmbolo. Por meio da camada de ferro da haste do êmbolo diminui-se consideravelmente o desgaste da haste do êmbolo e elimina-se a tendência para a gripagem entre a haste do êmbolo e a superfície de desliza-

mento do cilindro. O inconveniente de um monocilindro ou um bloco multicilindros atrás descritos reside no facto de todo o bloco de cilindros ser moldado a partir de uma liga de alumínio de fundição primária hipereutética formada com custo elevado. Devido ao elevado teor de silício resulta um maior desgaste das ferramentas no trabalho mecânico do bloco de cilindros.

São também conhecidos monocilindros ou blocos multicilindros, sem camisa, de uma liga de alumínio do tipo AlSi9Cu3, nos quais se aplica na superfície exterior do furo do cilindro uma camada de base, produzida por via galvânica, com uma espessura de 50 a 80 micrómetros, de níquel com partículas de carboneto de silício nele dispersas com dimensões de 1 a 3 micrómetros. A superfície de deslizamento do cilindro é em seguida sujeita a um polimento fino. As partículas de carboneto de silício servem como estrutura de suporte para os segmentos e a haste do êmbolo. A fabricação do revestimento de dispersão no níquel está ligada com um processo notavelmente dispendioso. Em especial no quadro da instalação de galvanização são necessários dispositivos de desintoxicação para os banhos de pré-tratamento. A lama que se deposita no tratamento tem de ser recolhida e descartada com cuidado e é necessário instalar nas zonas de trabalho dos banhos de revestimento saídas com instalações de lavagem incorporadas. Acresce que, no caso de reparações, é dispendioso e complicado o manejo da regeneração dos furos dos cilindros.

Foi recentemente proposto, na patente de invenção DE-A-

-3 725 495, um bloco multicilindros para máquinas de combustão interna, no qual a superfície de deslizamento dos cilindros é constituída por uma secção cilíndrica, reforçada com fibras de uma mistura de uma fibra à base de óxido de alumínio com uma percentagem, em volume, de 8 a 20%, e uma fibra de carbono, com uma percentagem, em volume, de 0,3 a 15%, com uma matriz de metal leve, contendo a fibra à base de óxido de alumínio até 25% de óxido de silício. Numa tal superfície de deslizamento assim formada é necessário, como anteriormente, a utilização de um êmbolo de metal leve, cuja superfície lateral apresente uma camada de ferro depositada galvanicamente, coberta por uma camada de estanho, também depositada galvanicamente, para impedir um contacto entre a matriz de liga de alumínio do bloco multicilindro e o êmbolo de metal leve. A fibra híbrida infiltrada na superfície de deslizamento do cilindro é cara e as propriedades tribológicas são piores do que as das superfícies de deslizamento dos cilindros feitos de ligas de alumínio-silício hipereutéticas.

O objectivo da presente invenção consiste em dar aos monocilindros ou bolcos multicilindros atrás indicados uma estrutura tal que eles possam ser constituídos por ligas de alumínio hipoeutéticas, de custo comparativamente mais baixo, de preferência ligas de alumínio de refundição, sendo estabelecidas características tribológicas apenas na superfície de deslizamento do cilindro, idênticas às das ligas de alumínio hipereutéticas.

A solução deste problema consiste em se moldar no cilindro um corpo moldado de fibras cerâmicas com a forma de cilindro oco, com grãos de silício nele incluídos, que forma a superfície de deslizamento do cilindro, e penetrado por uma liga de alumínio hipoeutética. Os grãos de silício ficam salientes, formando uma armação de suporte para os segmentos do êmbolo e para a haste do êmbolo, da superfície de deslizamento do cilindro, sendo a percentagem de fibras e a percentagem de grãos de silício tal que não possa verificar-se um contacto numa grande superfície entre a matriz da liga de alumínio do cilindro e o êmbolo de metal leve revestido com uma camada de ferro, pelo menos na haste do êmbolo. Com uma superfície de deslizamento do cilindro com esta estrutura podem conseguir-se as boas características tribológicas do monocilindro ou do bloco multicilindros de liga hipereutética de alumínio de fundição do tipo AlSi17Cu4Mg, enquanto o tratamento necessário da restante superfície do monocilindro ou do bloco multicilindros tem um custo comparativamente nitidamente mais baixo.

Convenientemente, o corpo moldado de fibras possui uma espessura de parede de 0,5 a 10 mm, de preferência de 1,5 a 5 mm.

De acordo com uma outra característica da presente invenção, a percentagem de fibras do corpo moldado tem o valor de 5 a 30%, em volume, e a percentagem dos grãos de silício 30 a 60%, em peso, referida à fracção de fibras.

Construtivamente, as fibras devem orientar-se paralelamente ao eixo do cilindro, no interior da superfície do corpo

moldado de fibras concêntrico com a superfície de deslizamento do cilindro, mas distribuídas estatisticamente. Mas as fibras podem também formar um ângulo qualquer com o eixo do cilindro, sem que por isso se prejudique de qualquer modo a função pretendida. Como o corpo moldado de fibras serve de suporte para os grãos de silício, não se exigem grandes requisitos para as fibras utilizadas.

O diâmetro das fibras utilizadas é de 2 a 25 micrómetros e a relação comprimento/diâmetro está compreendida entre 5 e 25. No quadro da outra forma de realização da presente invenção, utilizam-se de preferência fibras de óxido de alumínio ou de silicato de alumínio.

De acordo com uma outra característica da presente invenção, os grãos de silício podem ser total ou parcialmente substituídos por grãos de um material duro sob a forma de carboneto de silício e carbonetos, nitretos e silicetos de cromo, volfrâmio, molibdênio, titânio, nióbio e vanádio, individualmente ou em combinação.

No processo para a fabricação do monocilindro ou do bloco multicilindros, coloca-se o corpo moldado de fibras, aquecido a 400-600°C no macho móvel do molde de vazamento e vaza-se a liga de alumínio em fusão, a uma temperatura de 650-800°C, no molde e deixa-se solidificar sob pressão.

De preferência, o metal fundido é solidificado sob uma pressão de pelo menos 30 bar, mas em especial de 200 a 1 000 bar.

Mas é também possível, em vez do processo de vazamento sob pressão, fazer a solidificação da liga de alumínio em fusão a uma pressão baixa, de 1,2 a 2,0 bar.

O corpo moldado de fibras é fabricado, de maneira conveniente, segundo o denominado processo de moldação por aspiração, no qual se mergulha um filtro em forma de cilindro oco, fechado no fundo, numa suspensão aquoso-alcoólica de fibras, grãos de silício e/ou grãos de material duro e um ligante orgânico e/ou inorgânico. Por aspiração do líquido do interior do filtro, forma-se na superfície lateral exterior do filtro um velo constituído por fibras com grãos de silício nele introduzidos e/ou grãos de material duro. Depois de retirar o velo, faz-se a sinterização deste último a temperaturas de 800 a 1 000°C, sendo assim solidificado de modo que pode ser depois trabalhado mecanicamente para a formação de uma superfície exterior, pelo menos na superfície lateral exterior, sem problemas. O corpo moldado de fibras assim pré-fabricado pode colocar-se no macho móvel do molde.

Uma outra possibilidade para a fabricação do corpo moldado de fibras consiste em fazer a aspersão da suspensão aquoso-alcoólica de fibras, grãos de silício e/ou grãos de material duro e ligante, na espessura do corpo moldado de fibras, directamente no macho móvel e depois introduzir a liga de alumínio fundida, a uma temperatura de 650-800°C no molde e fazer a solidificação sob pressão.

A presente invenção está representada no desenho anexo,

a título de exemplo, e vai descrever-se a seguir com mais pormenor. As figuras representam:

A fig. 1, um corte longitudinal de uma secção de um cilindro de um bloco multicilindros; e

A fig. 2, o pormenor (X) da fig. 1 aumentado 250 X.

Num bloco multicilindros (1) moldado a partir de uma liga de alumínio hipoeutética do tipo  $AlSi9Cu3$ , com uma pressão de 300 bar introduziram-se os corpos moldados (3) que formam a superfície de deslizamento (2) do cilindro, com a forma de cilindros ocos e penetrados pela liga de alumínio, feitos de fibras de óxido de alumínio, com espessura de parede de 3 mm, tendo as fibras comprimentos médios de 80 micrómetros e um diâmetro de 5 micrómetros, incluindo grãos de silício (5) com dimensões compreendidas entre 30 e 60 micrómetros. Na rectificação, os grãos de silício cobrem 12 a 15% da superfície. O teor de fibras é de 25%, em volume. As fibras orientam-se substancialmente paralelas ao eixo do cilindro, sendo no interior das superfícies laterais cilíndricas concêntricas com o eixo do cilindro a sua orientação estatisticamente irregular. A fracção de grãos de silício (5) é de 40%, em peso, em relação à fracção de fibras (4). Depois da moldação, o furo (6) do cilindro é trabalhado por brocagem prévia e brocagem fina. Os grãos de silício (5) destruídos na brocagem prévia e fina são removidos no polimento fino.

Depois do polimento fino efectua-se, como último passo do tratamento, um ataque electroquímico ou sem corrente. Então

o ataque electroquímico faz-se, por exemplo, usando nitrato de sódio que remove a liga de alumínio espalhada sobre os grãos de silício e reduz ligeiramente, em média de 3 micrómetros, a matriz de alumínio entre os grãos de silício.

R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1.- Monocilindro ou bloco policilíndrico fundido num molde metálico permanente, sem camisa interior, de uma liga de alumínio, para motores de combustão interna, com grãos de silício encaixados na matriz de alumínio, nela distribuídos uniformemente, salientes da superfície de deslizamento do cilindro de 0,5 a 10 micrômetros, de preferência de 2 a 5 micrômetros, alisados mecanicamente e com dimensões de 20 a 80 micrômetros, de preferência de 30 a 60 micrômetros, caracterizado por se vazar no cilindro um corpo moldado (3), que forma a superfície de deslizamento do cilindro, de fibras cerâmicas (4), com grãos de silício (5) nele introduzidas, com a forma de um cilindro oco, infiltrado com uma liga de alumínio hipo-eutética (1).

2.- Cilindro de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a espessura da parede do corpo moldado de fibras (3) ser de 0,5 a 10 mm, de preferência de 1,5 a 5 mm.

3.- Cilindro de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado por a percentagem de fibras do corpo moldado (3) ser de 5 a 30%, em volume e a fracção de grãos de silício de 30 a 60%, em peso, referida à fracção de fibras.

4.- Cilindro de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizado por o diâmetro das fibras (4) ser de 2 a 25 micrômetros e a relação comprimento/diâmetro ser de 5 a 25.

5.- Cilindro de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizado por as fibras (4) serem constituídas por óxido de alumínio ou silicato de alumínio.

6.- Cilindro de acordo com as reivindicações 1 a 5, caracterizado por os grãos de silício serem substituídos parcial ou totalmente por grãos de materiais duros sob a forma de carbono de silício, carbonetos, nitretos, silicetos de crômio, de tungstênio, molibdênio, titânio, nióbio e vanádio, isoladamente ou em combinação.

7.- Processo para a fabricação de monocilindro ou

bloco policilíndrico de acordo com as reivindicações 1 a 6, caracterizado por se colocar no macho móvel do molde de vazamento o corpo de fibras, aquecido a uma temperatura de 400 a 600°C, e se vazar a liga de alumínio em fusão com uma temperatura de 650 a 800°C no molde e se colocar sob pressão para a solidificação.

8.- Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por a liga de alumínio em fusão ser colocada sob uma pressão de pelo menos 30 bar, de preferência de 200 a 1 000 bar, para a solidificação.

9.- Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por a liga de alumínio em fusão ser posta sob uma pressão de 1,2 a 2 bar para a solidificação.

10.- Processo para a fabricação do corpo moldado de fibras para a utilização de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o corpo moldado de fibras ser produzido pelo processo de moldação por aspiração, no qual se mergulha um filtro com a forma de um cilindro oco, fechado na parte inferior, numa suspensão aquoso-alcoólica de fibras, grãos de silício e/ou grãos de materiais duros e um ligante orgânico e/ou inorgânico, se molda por aspiração do líquido do interior do filtro na superfície lateral exterior do filtro um velo constituído por fibras com grãos de silício e/ou grãos de materiais duros nele

incluídos, por se aquecer o velo a temperaturas de 900 a 1 000°C e em seguida se trabalhar mecanicamente.

11.- Processo para a fabricação do monocilindro ou bloco polincilíndrico de acordo com as reivindicações 1 a 6, caracterizado por se aspergir uma suspensão aquoso-alcoólica de fibras, grãos de silício e/ou grãos de materiais duros e um ligante orgânico e/ou inorgânico sobre o macho móvel do molde de moldação na espessura do corpo moldado de fibras e se vazar depois a liga de alumínio em fusão com uma temperatura de 650 a 800°C no molde de vazamento e se colocar sob pressão para a solidificação.

Lisboa, 26 de Março de 1991

~~© Agente Oficial de Propriedade Industrial~~



R E S U M O

"MONOCILINDRO OU BLOCO POLICILÍNDRICO"

A invenção refere-se a um monocilindro ou bloco policilíndrico com cilindros sem camisa interior, fundidos, para motores de combustão interna, de liga de alumínio, nos quais, na matriz de alumínio, são encaixados grãos de silício, que ficam salientes para fora da superfície de deslizamento do cilindro. Para diminuir nitidamente o trabalho mecânico de toda a superfície exterior dos monocilindros ou blocos policilíndricos, apenas a superfície de deslizamento dos cilindros é constituída por um corpo em forma de fibras infiltrado com a liga de alumínio e com grãos de silício nele encaixados.

...

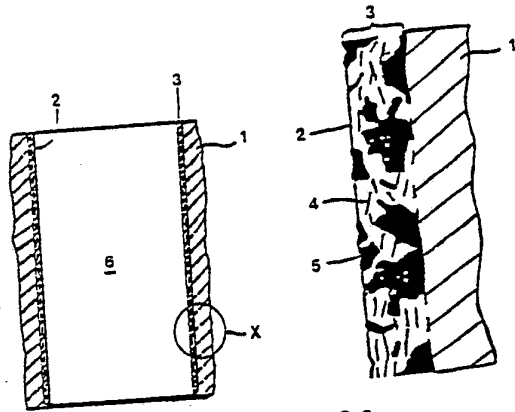


FIG.1

FIG.2

Lisboa, 26 de Março de 1991  
O Agente Oficial da Propriedade Industrial

*[Handwritten signature]*

Fig. 1

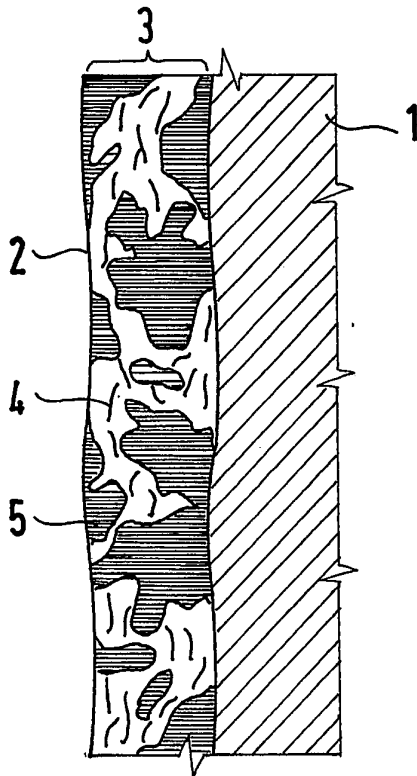
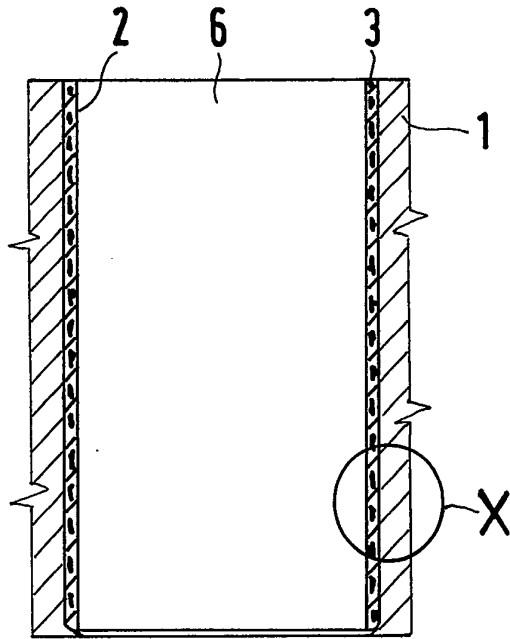


Fig. 2