



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102016006242-0 A2

(22) Data do Depósito: 22/03/2016

(43) Data da Publicação: 26/09/2017



(54) Título: CAMISA DE CILINDRO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

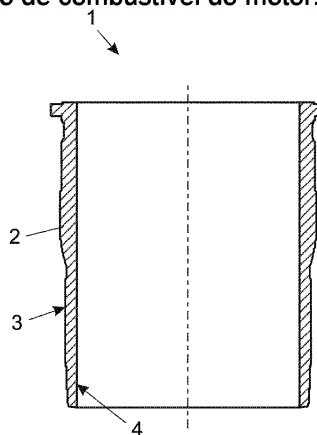
(51) Int. Cl.: F02F 1/20

(73) Titular(es): MAHLE METAL LEVE S.A., MAHLE INTERNATIONAL GMBH

(72) Inventor(es): RAFAEL BETTINI RABELLO; STEFAN GAISELMANN

(74) Procurador(es): CARLOS CEZAR CORDEIRO PIRES

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a uma camisa de cilindro (1) para uso em um motor de combustão interna, dotada de um corpo cilíndrico (2) vazado compreendendo uma superfície interna (4) de contato com ao menos um anel de pistão, a superfície interna (4) apresentando um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos arredondados, revelando um número reduzido de picos por unidade de área da superfície interna (4), garantindo efeitos positivos no aumento da sustentação hidrodinâmica e na redução das pressões de atrito da superfície interna (4) da camisa de cilindro (1) em relação às suas partes deslizantes, com conseqüente redução no consumo de combustível do motor.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CAMISA DE CILINDRO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA**".

[001] A presente invenção refere-se a uma camisa de cilindro para uso em motores de combustão interna, a camisa dotada de um corpo cilíndrico vazado compreendendo uma superfície interna apresentando um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de picos e vales arredondados, revelando um número reduzido de picos por unidade de área da superfície interna.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

[002] Camisas de cilindro para uso em motores de combustão interna são componentes estáticos que compõem a estrutura do bloco do motor, proporcionando ao conjunto um sistema fechado para os gases em expansão, e promovendo a troca térmica do calor gerado na combustão com água (camisa de cilindro úmida) ou ar (camisa de cilindro seca) que circulam ao redor destas.

[003] Entre os objetivos dos diferentes tipos de camisas, destacam-se a manutenção da vedação da câmara de combustão, realização da troca térmica do calor gerado dentro da câmara de combustão com o meio refrigerante (água ou ar) e a possibilidade de reaproveitamento do bloco do motor.

[004] Em seu funcionamento, um motor de combustão interna admite uma mistura de ar/combustível para dentro do cilindro, a qual entrará em combustão espontânea após ser comprimida (motores diesel) ou por intermédio de uma faísca de ignição criada dentro da câmara de combustão durante a compressão da mistura (álcool e/ou gasolina).

[005] A combustão dos gases em expansão ocorrerá dentro de um sistema fechado, de modo que parte da energia gerada impulse um pistão do motor para baixo e assim, sucessivamente, movimente o eixo virabrequim, conseqüentemente, transformando a energia em

movimento. Sendo assim, as camisas de cilindro atuam no funcionamento do motor proporcionando ao sistema a condição fechada e necessária ao processo de transformação da energia.

[006] As crescentes demandas relacionadas aos motores de combustão interna exigem aprimoramentos contínuos relacionados aos seus diversos componentes e às suas superfícies de trabalho. Uma relação precisa entre as camisas de cilindro, os pistões e anéis de pistão, leva ao aperfeiçoamento dos resultados do motor.

[007] Usualmente, as camisas de cilindro para uso em motores de combustão interna são produzidas em ferro fundido, com a adição de elementos de liga, para melhoria de suas propriedades mecânicas e térmicas. Além da adição de elementos de liga, as camisas de ferro fundido também necessitam de superfícies de trabalho otimizadas, que contribuam para a diminuição do consumo de óleo e recirculação dos gases, produzam menos partículas devido ao desgaste e permitam tempos de amaciamento mais curtos e, conseqüentemente, maior vida útil.

[008] Assim, para obter a otimização da superfície de trabalho das camisas de cilindro, são conhecidos diversos processos de acabamento como, por exemplo, polimento eletroquímico, escovamento, jateamento com pó fino abrasivo, lapidação, microfresamento, brunimento, entre outros.

[009] O processo de acabamento usualmente utilizado é o brunimento, método de usinagem no qual a ferramenta realiza movimentos alternativos e rotativos, garantindo a cilindridade da camisa e uniformidade de sua superfície. Um processo de brunimento bem realizado garante efeitos positivos no desgaste do anel de pistão, na emissão de partículas, no consumo de óleo e no atrito.

[0010] Diversas técnicas foram desenvolvidas com o intuito de obter melhores condições de funcionamento das camisas de cilindro por

meio de processos de brunimento variados.

[0011] Um primeiro desenvolvimento está revelado no documento alemão DE102006057111, da própria depositante, que se refere a uma camisa de cilindro na qual a rugosidade varia ao longo do sentido de deslocamento do pistão em seu interior. Mais especificamente, a porção adjacente ao curso máximo do pistão em direção ao cabeçote possui uma região com uma primeira rugosidade e a região central da camisa, no tocante ao curso do pistão, apresenta uma segunda rugosidade, sendo que na porção intermediária da superfície de trabalho da camisa, o valor de rugosidade é superior às extremidades.

[0012] O documento de patente DE102009010791 revela uma camisa de cilindro dotada de um valor de rugosidade superior nas extremidades em relação ao valor de rugosidade na região central. Entretanto, o processo utilizado para a obtenção dessas estruturas leva ao surgimento de recessos com maior e menor profundidade (a profundidade varia consideravelmente entre eles), o que diminui o potencial de eficácia dessa solução como bolsões de acumulação de óleo lubrificante.

[0013] O documento WO2015/010178, da própria depositante, revela um conjunto de deslizamento compreendendo uma camisa de cilindro e um anel de pistão, a superfície interna da camisa de cilindro apresentando uma porção central de rugosidade inferior àquela apresentada pelas duas porções limites do curso de deslocamento do pistão; enquanto o anel de pistão apresenta um revestimento cerâmico depositado por um processo de deposição física de vapor (PVD); conferindo à superfície de contato da camisa grande resistência ao desgaste exercido pelo anel.

[0014] Assim, observa-se que existem no estado da técnica diversas tecnologias aplicadas aos processos de brunimento para camisas de cilindro, objetivando particularmente especificações dos parâmetros

tradicionais (R_{pk} , R_k e R_{vk}) de rugosidade ao longo do comprimento de deslocamento do pistão em seu interior.

[0015] No entanto, não são encontrados documentos que demonstrem, além da importância dos parâmetros tradicionais (R_{pk} , R_k e R_{vk}) de rugosidade, um estudo de parâmetros adicionais da estrutura de vales e picos compreendida pela superfície interna da camisa de cilindro.

[0016] Com vistas a reduzir as pressões de atrito entre a superfície interna da camisa de cilindro e um conjunto de deslizamento de anel de pistão e pistão, e aumentar sua sustentação hidrodinâmica, apresenta-se uma camisa de cilindro para motores de combustão interna dotada de um corpo cilíndrico vazado compreendendo uma superfície interna apresentando um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos arredondados, revelando um número reduzido de picos por unidade de área da superfície interna.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

[0017] Um primeiro objetivo da presente invenção está em prover uma camisa de cilindro para uso em motores de combustão interna dotada de um corpo cilíndrico vazado compreendendo uma superfície interna de contato com um conjunto deslizante, a qual apresenta um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos arredondados, revelando um número reduzido de picos por unidade de área da superfície interna, garantindo efeitos positivos no aumento da sustentação hidrodinâmica e na redução das pressões de atrito da superfície interna da camisa em relação às suas partes deslizantes, como um conjunto de anel de pistão, com consequente redução no consumo de combustível do motor.

[0018] Particularmente, a presente invenção tem como objetivo prover uma camisa de cilindro compreendendo sua superfície interna

de contato com um conjunto deslizante, a qual apresenta um acabamento superficial com uma rugosidade definida por meio da redução de parâmetros como densidade de picos (Sds) e raio médio de curvatura de picos (Ssc), objetivo de reduzir o atrito da superfície interna da camisa em relação às suas partes deslizantes, como um conjunto de anel de pistão, particularmente nos pontos de reversão do pistão, e aumentar a sustentação hidrodinâmica da superfície particularmente no meio do curso do pistão, região na qual o pistão e anéis de pistão atingem maior velocidade.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0019] Os objetivos da presente invenção são alcançados por uma camisa de cilindro para motores de combustão interna, dotada de um corpo cilíndrico vazado compreendendo uma superfície interna de trabalho apresentando um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos, a rugosidade da superfície interna sendo estabelecida de modo que:

(I) a razão entre a densidade de picos (Sds) e o raio médio de curvatura de picos (Ssc) é maior do que 150 e menor do que 400 ($150 < Sds/Ssc < 400$);

(II) a razão entre o raio médio de curvatura de picos (Ssc) e a altura média de picos (Spk) é menor do que 1500 ($Ssc/Spk < 1500$).

[0020] Os objetivos da presente invenção são, também, alcançados por uma camisa de cilindro dotado da superfície interna compreendendo a densidade de picos (Sds) variando entre 5.000 e 27.000 picos por milímetro quadrado ($1/mm^2$) e o raio médio de curvatura de picos (Ssc) variando entre 86 e 105 picos por milímetro ($1/mm$), com as relações entre os parâmetros de rugosidade sendo obtidas por meio de um processo de acabamento superficial magnético realizado após um processo de brunimento.

[0021] Ainda, os objetivos da presente invenção são alcançados

por um método de acabamento superficial magnético para obtenção de uma camisa de cilindro para uso em motores de combustão interna, compreendendo as etapas de:

[0022] etapa 1: disposição de um polo magnético no interior da camisa de cilindro, próximo a uma superfície interna da referida camisa de cilindro;

[0023] etapa 2: preenchimento do interior da camisa de cilindro com um pó magnetizável;

[0024] etapa 3: criação de um campo magnético no interior da camisa de cilindro;

[0025] etapa 4: desgaste de picos da superfície interna por fricção com o pó magnetizável.

[0026] Ademais, os objetivos da presente invenção são alcançados por um método de acabamento superficial magnético que utiliza o pó magnetizável compreendendo uma granulometria variando entre 4 e 300 micrômetros, preferencialmente 6 e 200 micrômetros, preferencialmente 10 e 100 micrômetros, sendo aplicado após a realização de um processo de brunimento na superfície interna da camisa de cilindro.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0027] A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nos desenhos. As figuras mostram:

[0028] Figura 1 – vista em corte de uma camisa de cilindro com indicação das partes que a constituem;

[0029] Figura 2 – representação gráfica dos parâmetros de rugosidade tradicionais: R_{pk} , R_k e R_{vk} ;

[0030] Figura 3 – resultado gráfico da variação dos parâmetros de rugosidade R_{pk} , R_k e R_{vk} para uma camisa de cilindro do estado da técnica em relação à presente invenção;

[0031] Figura 4 – fotografia da topografia de rugosidade da superfície interna de uma camisa de cilindro do estado da técnica em relação à presente invenção;

[0032] Figura 5 – representação dos parâmetros Sds e Ssc de uma camisa do estado da técnica em relação à presente invenção;

[0033] Figura 6 – resultado gráfico da variação da pressão média efetiva de atrito (FMEP) para uma camisa do estado da técnica em relação à presente invenção;

[0034] Figura 7 – resultado gráfico da variação de atrito (*friction*) para uma camisa do estado da técnica em relação à presente invenção; e

[0035] Figura 8 - vista esquemática da camisa de cilindro da presente invenção, com representação das rugosidades de sua superfície interna.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

[0036] A presente invenção refere-se a uma camisa de cilindro 1 para uso em um motor de combustão interna, dotada de um corpo cilíndrico 2 vazado compreendendo uma superfície interna 4 de contato com ao menos um anel de pistão, a superfície interna 4 apresentando um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos arredondados, revelando um número reduzido de picos por unidade de área da superfície interna 4.

[0037] Conforme mencionado anteriormente, camisas de cilindro para uso em motores de combustão interna são componentes estáticos que compõem a estrutura do bloco do motor, proporcionando ao conjunto um sistema fechado para os gases em expansão, e promovendo a troca térmica do calor gerado na combustão com água (camisa de cilindro úmida) ou ar (camisa de cilindro seca) que circulam ao redor destas.

[0038] As camisas de cilindro 1 são, basicamente, dotadas de um

tubo ou corpo cilíndrico 2 vazado ou passante, o qual compreende uma superfície externa 3 de contato com um fluido refrigerante, seja este fluido água ou ar; e uma superfície interna 4 de contato com ao menos um anel de pistão, na qual ocorre o deslocamento axial de um pistão. Esta configuração construtiva pode ser observada na figura 1 do presente pedido.

[0039] Usualmente, as camisas de cilindro 1 são produzidas em ligas ferrosas, ferro fundido ou aço, podendo compreender outros materiais necessários ou desejáveis (como, por exemplo, ligas de alumínio) em sua fabricação. Analogamente, as camisas 1 podem apresentar qualquer formato necessário ou desejável, contanto que funcional.

[0040] Uma das condições exigidas para um correto funcionamento dos motores de combustão interna é a obtenção de uma relação precisa entre as camisas de cilindro 1, os pistões e anéis de pistão, funcionamento esse que leva ao aperfeiçoamento dos resultados do motor. Por essa razão, as camisas de cilindro 1 necessitam de superfícies de trabalho otimizadas, que contribuam principalmente para um aumento da vida útil dos motores.

[0041] Para obter a otimização da superfície interna 4 de trabalho das camisas de cilindro 1, usualmente, realizam-se processos de acabamento superficial, como o brunimento, que têm como objetivo remover irregularidades de usinagem, proporcionando à camisa 1 um acabamento final uniforme, com ângulos de processo e valores de rugosidade controlados. Um processo de polimento bem realizado garante efeitos positivos no desgaste do anel de pistão, na emissão de partículas, no consumo de óleo e no atrito.

[0042] Assim, a presente invenção revela, além de um processo convencional de brunimento, um processo de acabamento superficial magnético, aplicado à superfície interna 4 da camisa 1 após realizado o processo de brunimento. Este processo de acabamento superficial

magnético garante que a superfície interna 4 apresente um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos arredondados, reduzindo o número de picos gerados a partir do processo de brunimento. Com este processo de acabamento superficial magnético, os parâmetros tradicionais de rugosidade R_{pk} , R_k e R_{vk} , gerados pelo brunimento, e ângulos de brunimento são mantidos, porém ocorrendo o arredondamento dos vales e picos de rugosidade (S_{sc}), além da redução abrupta na densidade de picos (S_{ds}) da superfície interna 4.

[0043] O processo de brunimento, realizado na superfície interna 4 da camisa 1 da presente invenção, trata de um processo mecânico de usinagem por abrasão, o qual realiza um acabamento superficial, criando uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos, por meio do atrito de uma ferramenta abrasiva com a superfície interna 4 da camisa 1. O processo de brunimento é realizado em ao menos uma etapa ou uma série de etapas, com modificações do material abrasivo e/ou granulometria da ferramenta abrasiva, possibilitando uma remoção maior ou menor de material da superfície interna 4 da camisa 1, objetivando atingir uma especificação de rugosidade, com valores específicos para os parâmetros tradicionais de rugosidade R_{pk} , R_k e R_{vk} . O movimento da ferramenta abrasiva ocorre tanto no sentido axial de um comprimento L da camisa 1, em um movimento oscilante de subida e descida, quanto no sentido rotacional, girando a ferramenta no interior da camisa 1.

[0044] Após a realização da última etapa do processo de brunimento, a superfície interna 4 da camisa de cilindro 1 da presente invenção recebe um tratamento adicional realizado por meio de um processo de acabamento superficial magnético que tem como objetivo principal arredondar os vales e picos da estrutura de rugosidade da superfície interna 4, gerados a partir do processo de brunimento, e re-

duzir a densidade de picos, parâmetros que não podem ser alcançados por meio do processo de brunimento.

[0045] Neste processo adicional de acabamento superficial magnético, a camisa de cilindro 1 é posicionada em um campo magnético criado por um polo magnético disposto dentro da camisa 1, próximo à sua superfície interna 4, compreendendo um espaço gerado entre o polo magnético e a superfície interna 4 da camisa 1, este espaço sendo preenchido com um pó magnetizável compreendendo uma granulometria variando entre 4 e 300 micrômetros, preferencialmente 6 e 200 micrômetros, preferencialmente 10 e 100 micrômetros.

[0046] Ao iniciar o processo, um campo magnético é formado, de modo que as partículas do pó magnetizável entram em contato com a superfície interna 4 da camisa 1, arredondando os picos, e reduzindo a densidade de picos da superfície 4. Durante o processo, o pó magnetizável funciona como uma ferramenta elástica, promovendo o desgaste dos picos por fricção com o pó, conseqüentemente arredondando os picos, de modo a reduzir abruptamente o número de picos por unidade de área da superfície interna 4.

[0047] Em uma configuração construtiva preferencial, a superfície interna 4 da camisa de cilindro 1 apresenta um acabamento superficial dotado de uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos, a dita estrutura sendo tradicionalmente especificada pelos parâmetros: Rpk - valor da rugosidade média de picos que estão acima da área de contato mínima de um perfil, Rk - valor da rugosidade do núcleo de um perfil e Rvk - valor da rugosidade média de vales que estão abaixo da área de contato de um perfil. Os parâmetros tradicionais de rugosidade Rpk, Rk e Rvk podem ser observados na figura 2.

[0048] Assim, a camisa de cilindro 1 da presente invenção compreende, inicialmente, uma superfície interna 4 dotada de uma rugosidade definida pelos parâmetros tradicionais Rpk, Rk e Rvk, de modo

que a superfície interna 4 apresenta uma pequena redução no valor de R_{pk} , obtida por meio de um processo convencional de brunimento, esta redução podendo ser observada no gráfico da figura 3. Cumpre notar que, em sua configuração preferencial, o processo de brunimento é realizado ao longo de todo o comprimento longitudinal/axial L da superfície interna 4 da camisa de cilindro 1, compreendendo ângulos de brunimento que variam de 20° a 70° e de 120° a 160° .

[0049] Além da redução de R_{pk} , a superfície interna 4 da camisa de cilindro 1 da presente invenção apresenta grande variação para outros parâmetros de rugosidade de superfície, os quais não são tradicionalmente analisados para definições de acabamento superficial.

[0050] A presente invenção apresenta como principal diferencial o estudo dos parâmetros relacionados com a estrutura de vales e picos da superfície interna 4 rugosa, particularmente os parâmetros relacionados com a densidade de picos da superfície (S_{ds}), o raio médio de curvatura de picos (S_{sc}) e altura média de picos (S_{pk}). A figura 4 ilustra a superfície interna 4 de uma camisa de cilindro do estado da técnica, a qual compreende um acabamento superficial realizado por meio de um processo convencional de brunimento, e a camisa da presente invenção, após a aplicação do processo de acabamento superficial magnético, de modo que pode ser observada uma diferença na topografia de rugosidade das camisas, quando analisadas em uma mesma posição, medida por um microscópio óptico.

[0051] Analisando-se as fotos ilustradas na figura 4, é possível observar claramente a camisa de cilindro 1 da presente invenção compreendendo uma superfície interna 4 com uma densidade de picos (S_{ds}) reduzida, ou seja, o número de picos por unidade de área da superfície é reduzido em relação à superfície interna ilustrada no estado da técnica. Além da redução na densidade de picos (S_{ds}), também é possível notar que o raio médio de curvatura de picos (S_{sc}) também é

reduzido, ou seja, os picos e vales da superfície são mais arredondados em relação à superfície inicial. A redução dos parâmetros Sds e Ssc pode ser observada na figura 5.

[0052] A tabela 1, a seguir, apresenta o resultado na redução dos parâmetros de densidade (Sds) e raio médio de curvatura (Ssc) de picos da superfície interna 4 da camisa de cilindro 1 da presente invenção em relação ao estado da técnica:

Superfícies	Porcentagem de redução dos parâmetros Sds e Ssc (%)					
	Densidade (Sds)			Raio médio de curvatura (Ssc)		
	Estado da técnica (1/mm ²)	Presente invenção (1/mm ²)	%	Estado da técnica (1/mm)	Presente invenção (1/mm)	%
A	48911	5862	88	388	101	74
B	53923	26189	51	408	94,3	77
C	56330	18559	67	438	89,1	80
D	50975	18156	64	404	89,6	78

[0053] Nota-se que a superfície interna 4 da camisa 1 da presente invenção alcançou uma redução de no mínimo 51% até 88% na densidade de picos (Sds), com variação entre 4.000 e 28.000 picos por milímetro quadrado (1/mm²); e uma redução de no mínimo 74% até 80% no raio médio de curvatura de picos (Ssc), com variação entre 86 e 105 picos por milímetro (1/mm).

[0054] A redução destes parâmetros Sds e Ssc, resulta na redução da pressão de contato da superfície interna 4 com suas partes deslizantes (como, por exemplo, um conjunto de anéis de pistão), uma vez que as áreas de raio dos picos aumentam, elevando assim a sustentação hidrodinâmica motivada pela redução da densidade de picos.

[0055] Além do aumento na sustentação hidrodinâmica da superfície interna 4, a redução dos parâmetros Sds e Ssc também resulta em uma redução de cerca de 0,50% no consumo de combustível do motor. O gráfico da figura 6 e a tabela 2, a seguir, apresentam os resultados na redução do consumo de combustível, motivada pela redução

dos parâmetros Sds e Ssc.

FMEP (kPa) @1000rpm			
Superfícies	Estado da técnica	Presente invenção	Estimativa de redução no consumo de combustível
A	16,00	8,32	0,38%
B	17,73	8,09	0,48%
C	18,62	8,95	0,48%
D	17,41	8,74	0,43%

[0056] Nota-se que a pressão média efetiva de atrito (*FMEP - Friction Mean Effective Pression*) foi substancialmente reduzida, alcançando estimativas de redução no consumo de combustível de até 0,48%.

[0057] Ademais, o gráfico, ilustrado na figura 6, apresenta curvas de simulação de atrito, indicando nitidamente as vantagens alcançadas em relação à redução no atrito do conjunto superfície interna 4 e anéis de pistão, tanto nos pontos de reversão do pistão (-360°, -180°, 0°, 180°, 360°) devido à redução na pressão de atrito, quanto no meio de curso (-270°, -90°, 90°, 270°) devido à elevada sustentação hidrodinâmica.

[0058] A configuração preferencial da camisa de cilindro 1 da presente invenção compreende, portanto, uma superfície interna 4 obtida por meio de um processo inicial de brunimento e um processo de acabamento superficial magnético, a superfície interna 4 apresentando uma rugosidade superficial definida por uma estrutura de vales e picos arredondados, com uma redução de pelo menos 40% na densidade de picos (Sds) e uma redução de pelo menos 40% no raio médio de curvatura de picos (Ssc), os parâmetros de rugosidade Sds e Ssc sendo estabelecidos de modo que:

(I) a razão entre a densidade de picos (Sds) e o raio médio de curvatura de picos (Ssc) é maior do que 150 e menor do que 400, assim:

$$150 < Sds/Ssc < 400;$$

(II) a razão entre o raio médio de curvatura de picos (Ssc) e a altura média de picos (Spk) é menor do que 1500, assim:

$$Ssc/Spk < 1500.$$

[0059] Em uma segunda configuração possível, a camisa 1 da presente invenção recebe um acabamento superficial, realizado por meio do processo magnético descrito, em porções específicas de sua superfície interna 4, a qual compreende um comprimento longitudinal/axial L e é dividida em ao menos duas porções Z1, Z2 ao longo de seu comprimento L.

[0060] Preferencialmente, a superfície interna 4 é dividida em três porções ao longo de seu comprimento longitudinal L, identificadas na figura 8, sendo:

(i) uma primeira porção Z1, correspondente à região de aproximação ao limite do curso de deslocamento do pistão voltada para o cabeçote do motor (Ponto Morto Superior – PMS);

(ii) uma segunda porção Z2 central; e

(iii) uma terceira porção Z3, correspondente à região de aproximação ao limite do curso de deslocamento do pistão, porém oposta (voltada para o virabrequim do motor, Ponto Morto Inferior – PMI).

[0061] Nesse sentido, o presente pedido apresenta uma camisa de cilindro 1 compreendendo em sua superfície interna 4, cada uma das porções Z1, Z2, Z3 abrangendo comprimentos definidos em intervalos preestabelecidos, de modo que:

(I) a razão entre a soma dos comprimentos da primeira porção Z1 e da terceira porção Z3, e o comprimento longitudinal/axial L da camisa de cilindro 1 deve ser maior do que 0,31 e menor do que 0,58, assim:

$$0,31 < (Z1+Z3) / L < 0,58;$$

(II) a razão entre os comprimentos da primeira porção Z1 e da segunda porção Z2 deve ser maior do que 0,15 e menor do que 0,46, assim:

$$0,15 < Z1 / Z2 < 0,46.$$

[0062] Assim, a camisa 1 da presente invenção recebe o processo de acabamento superficial magnético nas regiões Z1 e Z3 para evitar o contato com atrito nos pontos de reversão do pistão, ou na região Z2, região na qual o pistão e anéis de pistão atingem maior velocidade.

[0063] Além das vantagens descritas, o aperfeiçoamento da superfície interna 4 da camisa 1 da presente invenção permite também que parâmetros como a força tangencial, exercida por um conjunto de anel de pistão, seja ajustada em até 0,6 N/mm (Newtons por milímetro), reduzindo o atrito do conjunto camisa/anel durante a operação do motor.

[0064] Ademais, a camisa de cilindro 1 da presente invenção apresenta em sua superfície interna 4 um revestimento à base de carbono ou um revestimento pulverizado de plasma/térmico poroso baseado em ferro (>95% Fe) e ligas de ferro (cromo, tungstênio, titânio, molibdênio, níquel, entre outros), a fim de maximizar a redução no atrito do conjunto camisa e anéis de pistão.

[0065] Em suma, a camisa de cilindro 1 da presente invenção compreende uma superfície interna 4 de contato com ao menos um anel de pistão, a dita superfície interna 4 compreendendo um acabamento superficial com uma rugosidade que define uma estrutura de vales e picos, particularmente uma estrutura na qual a superfície interna 4 compreende um número reduzido de picos por unidade de área, ou seja, uma densidade de picos (Sds) reduzida em ao menos 40%, bem como vales e picos arredondados, ou seja, um raio médio de curvatura (Ssc) reduzido em ao menos 40%, garantindo um aumento da sustentação hidrodinâmica da superfície interna 4 da camisa 1, particularmente no meio do curso do pistão, região na qual o pistão e anéis

de pistão atingem maior velocidade, e reduzindo as pressões de atrito do conjunto superfície interna/anéis de pistão, particularmente nos pontos de reversão do pistão, tendo como consequência final uma redução de cerca de 0,50% no consumo de combustível do motor de combustão interna.

[0066] Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apenas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Camisa de cilindro para motores de combustão interna, dotada de um corpo cilíndrico (2) vazado dotado uma superfície interna (4) de trabalho compreendendo um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos, caracterizada pelo fato de que a rugosidade da superfície interna (4) é estabelecida de modo que:

(I) a razão entre uma densidade de picos (Sds) e um raio médio de curvatura de picos (Ssc) é maior do que 150 e menor do que 400 ($150 < Sds/Ssc < 400$);

(II) a razão entre o raio médio de curvatura de picos (Ssc) e uma altura média de picos (Spk) é menor do que 1500 ($Ssc/Spk < 1500$).

2. Camisa de cilindro de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a superfície interna (4) compreende uma densidade de picos (Sds) variando entre 4.000 e 28.000 picos por milímetro quadrado ($1/mm^2$).

3. Camisa de cilindro de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a superfície interna (4) compreende um raio médio de curvatura de picos (Ssc) variando entre 86 e 105 picos por milímetro ($1/mm$).

4. Camisa de cilindro de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as relações entre os parâmetros de rugosidade são obtidas por meio de um processo de acabamento superficial magnético realizado após um processo de brunimento.

5. Método de acabamento superficial magnético para obtenção de uma camisa de cilindro (1) para uso em motores de combustão interna, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

etapa 1: disposição de um polo magnético no interior da

camisa de cilindro (1), próximo a uma superfície interna (4) da referida camisa de cilindro (1);

etapa 2: preenchimento do interior da camisa de cilindro (1) com um pó magnetizável;

etapa 3: criação de um campo magnético no interior da camisa de cilindro (1);

etapa 4: desgaste de picos da superfície interna (4) por fricção com o pó magnetizável.

6. Método de acabamento superficial magnético de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o pó magnetizável compreende uma granulometria variando entre 4 e 300 micrômetros, preferencialmente 6 e 200 micrômetros, preferencialmente 10 e 100 micrômetros.

7. Método de acabamento superficial magnético de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que é aplicado após a realização de um processo de brunimento na superfície interna (4) da camisa de cilindro (1).

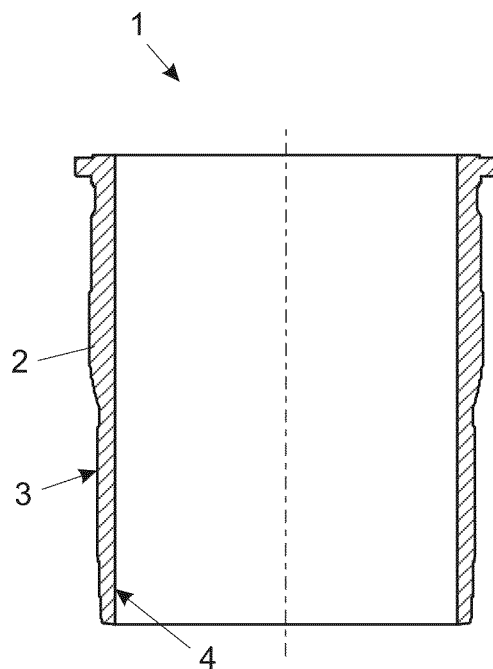


Fig. 1

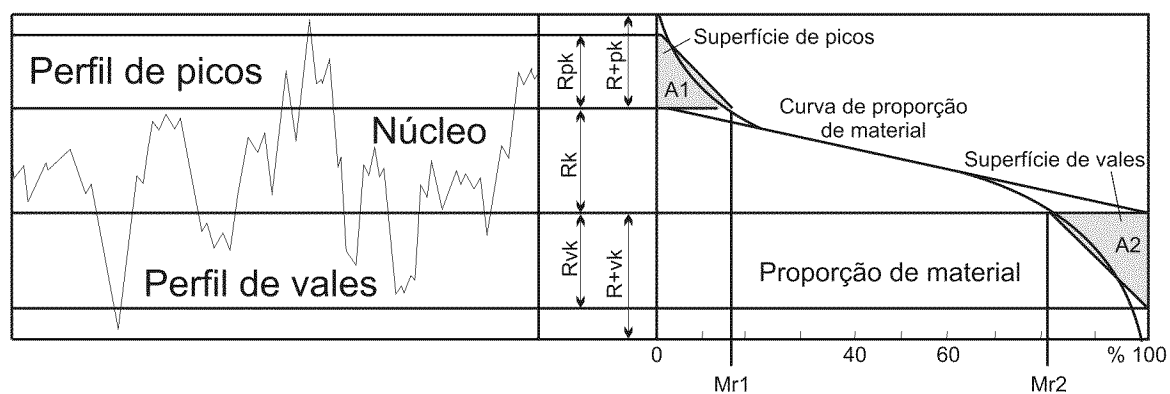


Fig. 2

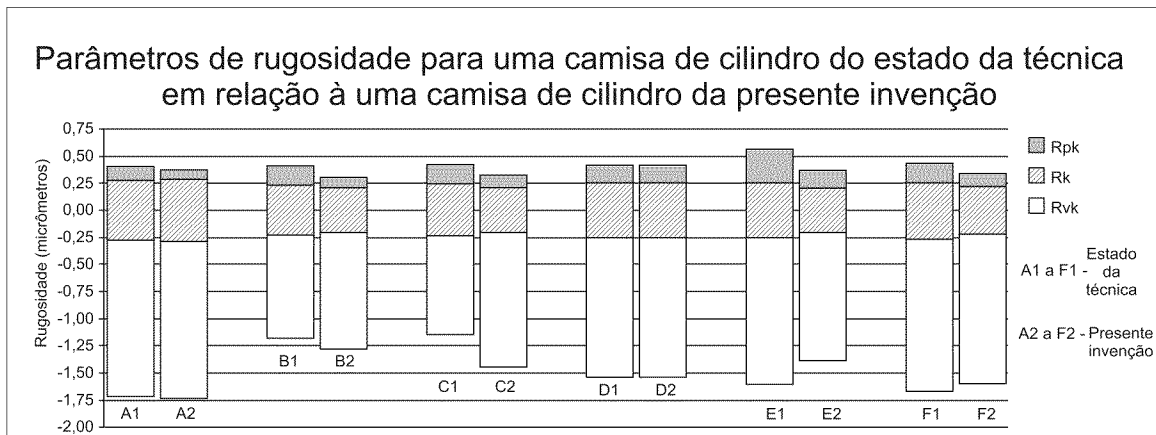


Fig. 3

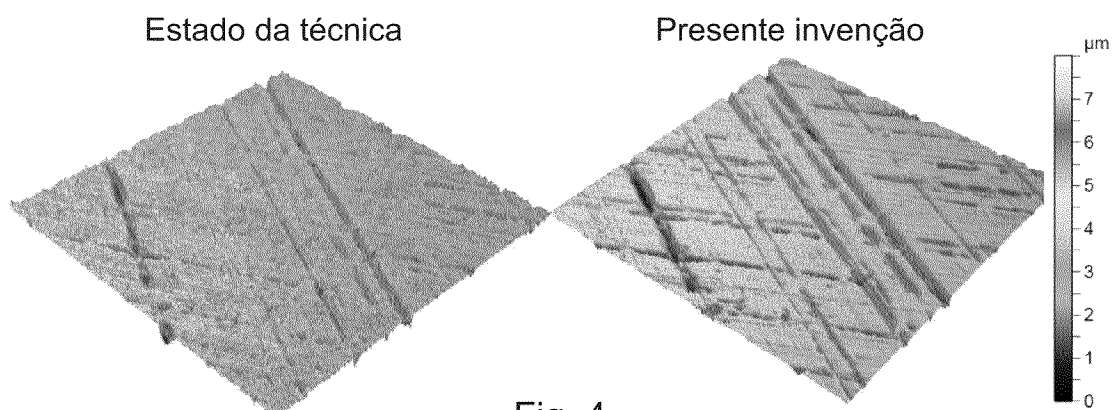


Fig. 4

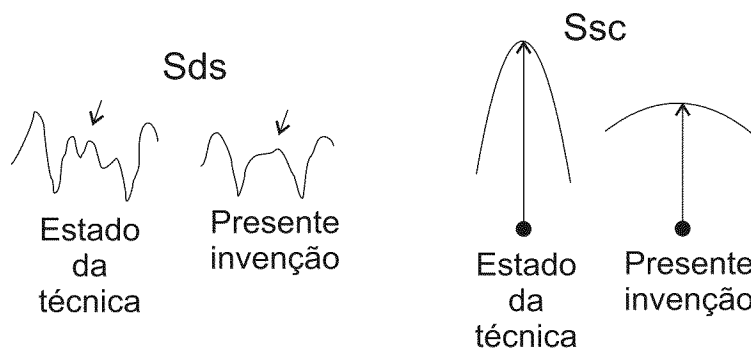


Fig. 5

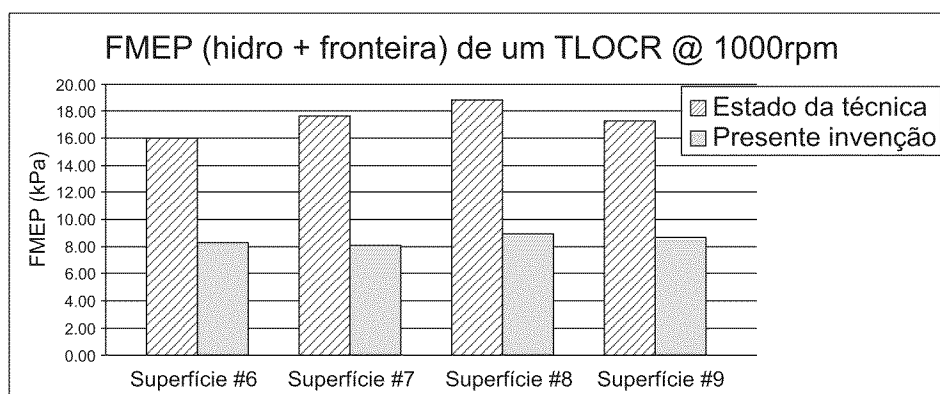


Fig. 6

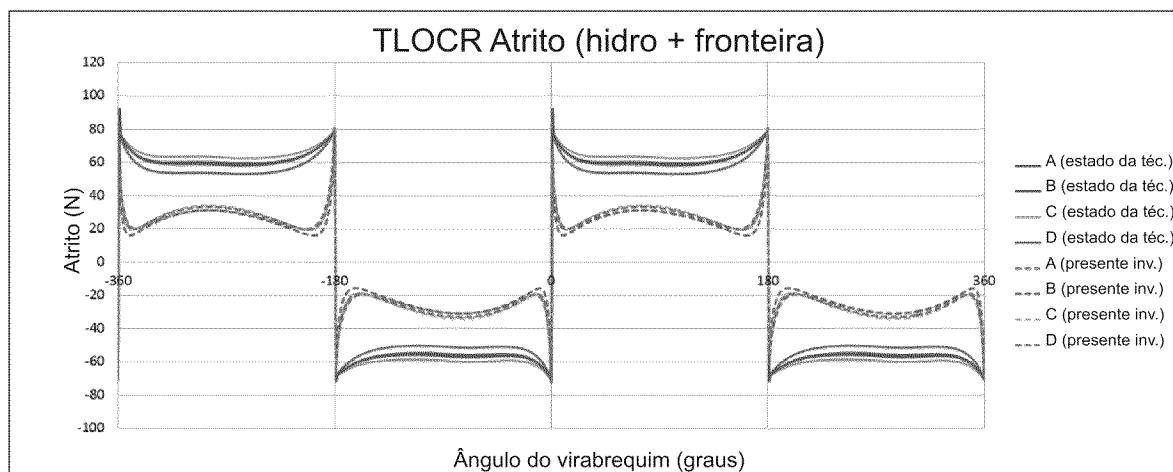


Fig. 7

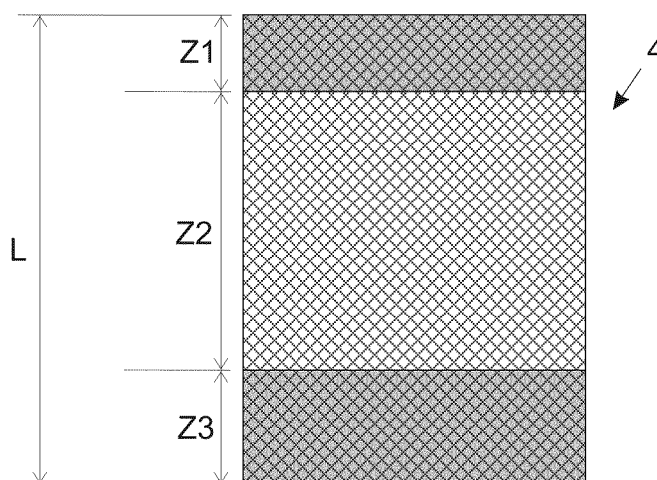


Fig. 8

RESUMO

Patente de Invenção: "**CAMISA DE CILINDRO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA**".

A presente invenção refere-se a uma camisa de cilindro (1) para uso em um motor de combustão interna, dotada de um corpo cilíndrico (2) vazado compreendendo uma superfície interna (4) de contato com ao menos um anel de pistão, a superfície interna (4) apresentando um acabamento superficial com uma rugosidade definida por uma estrutura de vales e picos arredondados, revelando um número reduzido de picos por unidade de área da superfície interna (4), garantindo efeitos positivos no aumento da sustentação hidrodinâmica e na redução das pressões de atrito da superfície interna (4) da camisa de cilindro (1) em relação às suas partes deslizantes, com consequente redução no consumo de combustível do motor.