



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102020009580-3 A2



(22) Data do Depósito: 14/05/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 01/12/2020

(54) Título: PROCESSO PARA PRODUZIR UM COMPONENTE DE MOTOR, COMPONENTE DE MOTOR E USO DE UMA LIGA DE ALUMÍNIO

(51) Int. Cl.: C22C 21/02; C22C 21/04; B22D 21/04; F02F 3/00; F02F 7/00.

(52) CPC: C22C 21/02; C22C 21/04; B22D 21/04; F02F 3/00; F02F 2007/009.

(30) Prioridade Unionista: 16/05/2019 DE 10 2019 207 188.0; 23/04/2020 DE 10 2020 205 193.3.

(71) Depositante(es): MAHLE INTERNATIONAL GMBH.

(72) Inventor(es): JOACHIM SCHULZ; ANDREAS SEEGER-VAN NIE; CHRISTIAN SELZNER.

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a um processo para produzir um componente de motor, especialmente um pistão para um motor de combustão interna, no qual uma liga de alumínio é fundida pelo método de fundição por gravidade. A presente invenção refere-se ainda a um componente de motor que consiste pelo menos parcialmente em uma liga de alumínio, e ao uso da referida liga para a produção de um componente de motor.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO PARA PRODUZIR UM COMPONENTE DE MOTOR, COMPONENTE DE MOTOR E USO DE UMA LIGA DE ALUMÍNIO"**.

Descrição

Campo técnico

[0001] A presente invenção refere-se a um processo para produzir um componente de motor, especialmente um pistão para um motor de combustão interna, no qual uma liga de alumínio é fundida pelo método de fundição por gravidade. A presente invenção refere-se ainda a um componente de motor que consiste pelo menos parcialmente em uma liga de alumínio, e ao uso da referida liga para a produção de um componente de motor.

Estado da técnica

[0002] Na indústria automotiva e em outros ramos da indústria preocupados principalmente com o motor de combustão interna, é necessário maximizar o desempenho e a eficiência e minimizar o desgaste nos motores. Um fator importante no desenvolvimento do motor é o pistão. A intenção é usar pistões a pressões de combustão e temperaturas de combustão cada vez mais altas. Uma maneira de conseguir isso é por meio de materiais mais eficientes e de melhor desempenho.

[0003] É essencial que uma liga do pistão no motor de combustão interna tenha alta estabilidade térmica com força simultânea e baixo peso. Devido à demanda por baixo peso, as ligas consideradas são principalmente ligas de alumínio. Como o alumínio tem baixo ponto de fusão e também baixa resistência, a morfologia da microestrutura, a composição química e a formação de fases de alta estabilidade térmica desempenham um papel importante. É claro que também é necessário levar em consideração os defeitos e poros oxidados e manter os mesmos o menor possível, pois esses defeitos e poros afetam negati-

vamente a vida útil do pistão.

[0004] Um material adequado deve ser otimizado tanto em relação à resistência termomecânica à fadiga (TFR) quanto em relação à resistência dinâmica de alto ciclo (HCDS). Para otimizar a TFR, o objetivo deve sempre ser uma microestrutura muito fina do material. Uma microestrutura fina reduz o risco de formação de microplasticidade e de microfissuras em fases relativamente grandes (precipitados de silício primário e outros precipitados intermetálicos) e, portanto, também reduz o risco de iniciação de fissuras e de propagação de fissuras. Sob tensão de TFR, a microplasticidade ou microfissuras ocorrem em fases primárias relativamente grandes, especialmente em precipitados primários de silício, e isso pode reduzir consideravelmente a vida útil do material do pistão. Com relação ao aumento da vida útil, é sabido que essas fases primárias devem ser minimizadas.

[0005] Na fundição sob pressão por gravidade, que é usada para a produção de um pistão, existe um limite superior de concentração até o qual os elementos da liga podem ser introduzidos, cuja excedência reduz a capacidade de fundição da liga ou impossibilita a fundição. Além disso, em concentrações excessivamente altas de elementos que aumentam a força, por exemplo, níquel e ferro, ocorre a formação de grandes fases intermetálicas na forma de plaquetas que reduzem drasticamente a resistência à fadiga.

[0006] EP 0 924 310 B1 descreve uma liga de alumínio-silício empregada na produção de pistões, especialmente pistões em motores de combustão interna. A liga de alumínio-silício tem a composição a seguir: 10,5% a 13,5% em peso de silício, 2,0% a menos do que 4,0% em peso de cobre, 0,8% a 1,5% em peso de magnésio, 0,5% a 2,0% em peso de níquel, 0,3% a 0,9% em peso de cobalto, pelo menos 20 ppm em peso de fósforo e ou 0,005% a 0,2% em peso de titânio ou até 0,2% em peso de zircônio e/ou até 0,2% em peso de vanádio e, como

o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0007] EP 2 920 334 B1 descreve um processo para produzir um componente de motor usando uma liga de alumínio-silício. A referida liga tem a composição a seguir: 9% a 10,5% em peso de silício, 3,7% a 5,2% em peso de cobre, 0,5% a 1,5% em peso de magnésio, 2% a 3,5% em peso de níquel, 0% a menos do que 1% em peso de cobalto, 0,1% a 0,7% em peso de ferro, 0,1% a 0,4% em peso de manganês, mais do que 0,1% a menos do que 0,2% em peso de zircônio, mais do que 0,1% a menos do que 0,2% em peso de titânio, 40 a 80 ppm em peso de fósforo e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0008] WO 2015/173172 A1 refere-se a um processo para produzir um componente de motor usando uma liga de alumínio-silício. A referida liga tem a composição a seguir: 7% a 14,5% em peso de silício, mais do que 3,7% a menos do que 10% em peso de cobre, 0,1% a 1,5% em peso de magnésio, mais do que 1,2% a 4% em peso de níquel, menos do que 1% em peso de cobalto, 0,1% a 0,7% em peso de ferro, 0,1% a 0,7% em peso de manganês, mais do que 0,1% a menos do que 0,5% em peso de zircônio, 0,05% a 0,5% em peso de titânio, 0,004% a 0,05% em peso de fósforo e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0009] DE 44 04 420 C2 descreve uma liga que pode ser usada especialmente para pistões e para componentes que são submetidos a altas tensões mecânicas e altas temperaturas. A liga de alumínio descrita compreende: 8% a 10,9% em peso de silício, 4,0% a 5,9% em peso de cobre, 0,8% a 2% em peso de magnésio, 1,0% a 3,0% em peso de níquel, menos do que 0,5% em peso de ferro, 0,2% a 0,4% em peso de manganês, e pelo menos um elemento a partir do grupo de antimônio, zircônio, titânio, estrôncio, cobalto, cromo, vanádio, onde pelo menos um dos referidos elementos está presente em uma quantidade de mais do que 0,3% em peso, e onde a soma total dos referidos

elementos é menos do que 0,8% em peso, e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0010] DE 103 33 103 A1 descreve um pistão fabricado a partir de uma liga de alumínio contendo 0,05% a 0,3% em peso de titânio, 10% a 21% em peso de silício, 2% a 3,5% em peso de cobre, 0,1% a 0,7% em peso de ferro, 1% a 3% em peso de níquel, 0,001% a 0,02% em peso de fósforo e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0011] EP 0 924 311 A1 descreve uma liga de alumínio-silício para a fabricação de pistões, contendo 10,5% a 13,5% em peso de silício, 2,0% a 4,0 % em peso de cobre, 0,5% a 2,0% em peso de níquel, 0,8% a 1,5% em peso de magnésio, 0,2% a 0,6% em peso de prata, 0,2% a 0,6% em peso de cobalto, pelo menos 20 ppm em peso de fósforo e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis. Cobalto serve como um substituto para o níquel e forma fases intermetálicas de alta estabilidade térmica. A prata aumenta a resistência à fadiga na faixa de temperatura moderada.

[0012] DE 10 2011 083 969 refere-se a um processo para produzir um pistão no qual uma liga de alumínio-silício tendo os constituintes de liga a seguir é usada: 6% a 10% em peso de silício, 1,2% a 2% em peso de níquel, 8% a 10% em peso de cobre, 0,5% a 1,5% em peso de magnésio, 0,1% a 0,7% em peso de ferro, 0,1% a 0,4% em peso de manganês, 0,2% a 0,4% em peso de zircônio, 0,1% a 0,3% em peso de vanádio, 0,1% a 0,5% em peso de titânio, 40 a 80 ppm em peso de fósforo e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0013] US 5.,055.,255 A descreve uma liga de alumínio-silício adequada para a fabricação de pistões, tendo os constituintes de liga a seguir: pelo menos 9% em peso de silício, 3% a 7% em peso de níquel, 1,5% a 6% em peso de cobre, e pelo menos um elemento a partir do grupo de magnésio, manganês, vanádio, escândio, ferro, titânio, estrôncio, zircônio, boro e cromo, e, como o equilíbrio, alumínio e im-

purezas inevitáveis.

Sumário da invenção

[0014] É um objetivo da presente invenção proporcionar um processo para produzir um componente de motor, especialmente um pistão para um motor de combustão interna, no qual uma liga de alumínio é fundida pelo método de fundição por gravidade, de modo que um componente de motor de alta estabilidade térmica pode ser fabricado pelo método de fundição por gravidade.

[0015] Este objetivo é alcançado pelo processo de acordo com a reivindicação 1. Outras modalidades preferidas da presente invenção são evidentes a partir das respectivas reivindicações dependentes.

[0016] A presente invenção proporciona um processo para produzir um componente de motor, especialmente um pistão para um motor de combustão interna, no qual uma liga de alumínio é fundida pelo método de fundição por gravidade, em que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício	8% a 17% em peso,
cobre	2% a 10% em peso,
níquel	1% a 6% em peso,
ferro	0,1% a 3,5% em peso,
magnésio	0,1% a 2% em peso,
manganês	0,1% a 4% em peso,
bário	até 4% em peso,
titânio	até 0,5% em peso,
zircônio	até 0,4% em peso,
vanádio	até 0,3% em peso,
fósforo	até 0,05% em peso,
cromo	até 0,3% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0017] Particularmente no caso de teores relativamente altos de

Si, formam-se grandes precipitados primários de Si, que têm um efeito promotor de fissura sob tensão por HCDS / TFR. A proporção de fósforo atua como um agente nucleante para precipitados primários de silício, que são distribuídos de maneira fina e uniforme. Como resultado, mesmo com o teor relativamente alto de silício reivindicado, são formadas fases finas, que neutralizam o início da fissura e o crescimento da fissura sob tensão por HCDS / TFR. As proporções de cobre, níquel, ferro e de titânio, zircônio e vanádio resultam em precipitados de alta estabilidade térmica que aumentam a força. O ferro reduz a tendência a aderir ao molde de fundição. Proporções mais altas de cobre melhoram a estabilidade térmica, enquanto uma proporção mais baixa melhora a condutividade térmica e reduz a densidade da liga. A proporção de magnésio leva à formação de fases secundárias de endurecimento da matriz. Com o cromo como elemento adicional, são obtidas fases de alta estabilidade térmica, que se formam a temperaturas em torno de 200°C.

[0018] Em uma modalidade preferida, o bário pode ser adicionado, o que suprime a formação de fases primárias de silício grosso, de modo que as fases de silício finamente dispersas estejam presentes em um grau aumentado, o que primeiro impede o efeito de entalhe das fases de silício grosso e, em segundo lugar a proporção de fases de maior estabilidade térmica. A seleção otimizada para aplicação da proporção bário-silício na liga da presente invenção permite, assim, o ajuste do conteúdo de silício dentro de uma ampla faixa sem formação aumentada de precipitados de silício primário grosso. Isso reduz a iniciação e a propagação de fissuras sob tensão por TFR / HCDS e aumenta a vida útil do componente fabricado a partir do mesmo.

[0019] Em uma modalidade preferida, a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 8% a 13% em peso,

cobre 3% a 6% em peso,
níquel 2% a 6% em peso,
ferro 0,7% a 2% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês 0,7% a 2,5% em peso,
bário até 4% em peso,
titânio até 0,3% em peso,
zircônio até 0,3% em peso,
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
cromo até 0,3% em peso

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0020] As fases ferro-níquel, como na presente modalidade preferida, são uma das fases de maior estabilidade térmica. O problema é que, além do teor de ferro de 0,5% em peso, e além de um teor de níquel superior a 2,5% em peso, podem se formar fases grosseiras de Ni-Fe-Si na forma de plaquetas. A adição de manganês nas quantidades reivindicadas aqui pode resultar em conversão morfológica dessas fases, mesmo no caso de um teor de ferro relativamente alto, de modo que estes atuem menos criticamente como pontos de partida para fissuras. Portanto, também é possível aumentar o componente de fase contendo Ni-Fe sem resultar na formação das fases na forma de plaquetas. Isso traz a vantagem de que é possível usar teores mais altos de níquel e ferro nesta modalidade, que formam uma rede de fase primária mais estável termicamente, com maior conectividade. O resultado é, portanto, maior resistência a altas temperaturas de 300 a 400°C.

[0021] Em uma modalidade adicional preferida, a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 8% a 15% em peso,

cobre 3% a 10% em peso,
níquel 1,5% a 5% em peso,
ferro 0,7% a 2% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês 0,7% a 2,5% em peso,
bário até 4% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso,
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
cromo até 0,2% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0022] As fases de cobre-níquel, como nesta modalidade preferida, são igualmente notáveis por alta estabilidade térmica e podem ser adicionalmente introduzidas na microestrutura em quantidades apreciáveis. A adição de proporções mais altas de níquel e cobre à liga pode aumentar a proporção de fases de alta estabilidade térmica. A fim de obter uma proporção vantajosa para a aplicação das fases ferro-níquel e cobre-níquel e reduzir nitidamente a microporosidade conhecida com altos teores de cobre, portanto, é dada preferência a uma modalidade com uma proporção de cobre: níquel de 1,25: 1 a 2,5. Com o cromo como elemento adicional - como já mencionado - são obtidas fases de alta estabilidade térmica, que se formam de maneira finamente dispersa na faixa de temperatura moderada.

[0023] Em uma modalidade adicional preferida, a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 11% a 13% em peso,
cobre 4% a 7% em peso,
níquel 1% a 3% em peso,
ferro 0,15% a 1% em peso,

magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês \geq 0,1% em peso,
bário até 1% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso,
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
cromo até 0,2% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0024] A redução nos elementos ferro e níquel com um teor de cobre simultaneamente elevado e um teor de silício na região do ponto eutético leva a precipitação e disposição preferidas das fases intermetálicas na microestrutura básica da liga do pistão, como resultado das quais as propriedades físicas de densidade e condutividade térmica importantes para as ligas de pistão são influenciadas positivamente sem reduzir as forças exigidas do material do pistão.

[0025] Preferência é também dada a uma liga de alumínio composta dos elementos de liga

silício 10% a 15% em peso,
cobre 5,2% a 9% em peso,
níquel 1,5% a 4% em peso,
ferro 0,2% a 1,5% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês 0,2% a 1,5% em peso,
bário até 4% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso,
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
cromo até 0,2% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0026] Preferência particular é dada a uma liga de alumínio composta dos elementos de liga

silício 11% a 14% em peso,
cobre 5,2% a 8% em peso,
níquel 2% a 4% em peso,
ferro 0,2% a 1,5% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês 0,2% a 1,3% em peso,
bário até 1% em peso,
titânio 0,05% a 0,2% em peso,
zircônio 0,05% a 0,2% em peso
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso
cromo até 0,2% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

[0027] Um componente de motor da presente invenção consiste em pelo menos parcialmente uma das ligas de alumínio acima mencionadas. Um outro aspecto independente da presente invenção reside no uso das ligas de alumínio acima mencionadas para a produção de um componente de motor, especialmente um pistão de um motor de combustão interna. Mais particularmente, a liga de alumínio é processada aqui pelo método de fundição por gravidade.

[0028] Será aparente que os recursos mencionados acima são utilizáveis não apenas na combinação especificada em cada caso, mas também em outras combinações ou por si só, sem sair do escopo da presente invenção.

Exemplos

Exemplo 1:

silício 14% a 17% em peso,

cobre 3% a 5% em peso,
níquel 2% a 4% em peso,
ferro 0,8% a 1,5% em peso,
magnésio 0,5% a 1% em peso,
manganês 1% a 2% em peso,
bário até 2,5% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso
vanádio 0,03% a 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso
cromo até 0,2% em peso

Exemplo 2:

silício 9% a 12% em peso,
cobre 3% a 5% em peso,
níquel 2,5% a 4% em peso,
ferro 0,8% a 2% em peso,
magnésio 0,4% a 1% em peso,
manganês 0,8% a 2,3% em peso,
bário até 1% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso
cromo até 0,2% em peso

Exemplo 3:

silício 11% a 13% em peso,
cobre 5,5% a 8% em peso,
níquel 2% a 4% em peso,
ferro 0,3% a 1,2% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,

manganês 0,3% a 1,2% em peso,
bário até 1% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso
cromo até 0,2% em peso

Exemplo 4:

silício 11% a 13% em peso,
cobre 4% a 7% em peso,
níquel 1% a 3% em peso,
ferro 0,15% a 1% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês $\geq 0,1\%$ em peso,
bário até 1% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso,
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
cromo até 0,2% em peso,
e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produzir um componente de motor, especialmente um pistão para um motor de combustão interna, no qual uma liga de alumínio é fundida em um método de fundição por gravidade, caracterizado pelo fato de que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 8% a 17% em peso,
cobre 2% a 10% em peso
níquel 1% a 6% em peso,
ferro 0,1% a 3,5% em peso,
magnésio 0,1% a 2% em peso,
manganês 0,1% a 4% em peso,
bário até 4% em peso,
titânio até 0,5% em peso,
zircônio até 0,4% em peso,
vanádio até 0,3% em peso,
fósforo até 0,05% em peso,
cromo até 0,3% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 8% a 13% em peso,
cobre 3% a 6% em peso,
níquel 2% a 6% em peso,
ferro 0,7% a 2% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês 0,7% a 2,5% em peso,
bário até 4% em peso,
titânio até 0,3% em peso,
zircônio até 0,3% em peso,

vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 8% a 15% em peso,
cobre 3% a 10% em peso,
níquel 1,5% a 5% em peso,
ferro 0,7% a 2% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês 0,7% a 2,5% em peso,
bário 0% a 4% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso,
vanádio até 0,2% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
cromo até 0,2% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 11% a 13% em peso,
cobre 4% a 7% em peso,
níquel 1% a 3% em peso,
ferro 0,15% a 1% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês $\geq 0,1\%$ em peso,
bário até 1% em peso,
titânio 0,03% a 0,3% em peso,
zircônio 0,03% a 0,3% em peso,
vanádio até 0,2% em peso,

fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
cromo até 0,2% em peso,
e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 10% a 15% em peso,
cobre 5,2% a 9% em peso,
níquel 1,5% a 4% em peso,
ferro 0,2% a 1,5% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês 0,2% a 1,5% em peso,
bário até 4% em peso,
titânio até 0,3% em peso,
zircônio até 0,3% em peso,
vanádio até 0,3% em peso,
fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
cromo até 0,2% em peso,
e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 11% a 14% em peso,
cobre 5,2% a 8% em peso,
níquel 1,5% a 4% em peso,
ferro 0,2% a 1,5% em peso,
magnésio 0,2% a 1% em peso,
manganês 0,2% a 1,3% em peso,
bário até 1%
titânio 0,05% a 0,2% em peso,
zircônio 0,05% a 0,2% em peso,
vanádio até 0,2% em peso,

fósforo 0,004% a 0,05% em peso,
e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

7. Componente de motor, especialmente pistão para um motor de combustão interna, que consiste pelo menos parcialmente em uma liga de alumínio, caracterizado pelo fato de que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 8% a 17% em peso,
cobre 2% a 10% em peso
níquel 1% a 6% em peso,
ferro 0,1% a 3,5% em peso,
magnésio 0,1% a 2% em peso,
manganês 0,1% a 4% em peso,
bário até 4% em peso,
titânio até 0,5% em peso,
zircônio até 0,4% em peso,
vanádio até 0,3% em peso,
fósforo até 0,05% em peso,
cromo até 0,3% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

8. Uso de uma liga de alumínio para a produção de um componente de motor, especialmente um pistão de um motor de combustão interna, caracterizado pelo fato de que a liga de alumínio consiste nos elementos de liga

silício 8% a 17% em peso,
cobre 2% a 10% em peso
níquel 1% a 6% em peso,
ferro 0,1% a 3,5% em peso,
magnésio 0,1% a 3% em peso,
manganês 0,1% a 4% em peso,
bário até 4% em peso,

titânio até 0,5% em peso,

zircônio até 0,4% em peso,

vanádio até 0,3% em peso,

fósforo até 0,05% em peso,

cromo até 0,3% em peso,

e, como o equilíbrio, alumínio e impurezas inevitáveis.

RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO PARA PRODUZIR UM COMPONENTE DE MOTOR, COMPONENTE DE MOTOR E USO DE UMA LIGA DE ALUMÍNIO"**.

A presente invenção refere-se a um processo para produzir um componente de motor, especialmente um pistão para um motor de combustão interna, no qual uma liga de alumínio é fundida pelo método de fundição por gravidade. A presente invenção refere-se ainda a um componente de motor que consiste pelo menos parcialmente em uma liga de alumínio, e ao uso da referida liga para a produção de um componente de motor.