



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

(21) **PI0610866-0 A2**

(22) Data de Depósito: 22/05/2006
(43) Data da Publicação: 03/08/2010
(RPI 2065)



(51) Int.Cl.:
F16C 33/12
B32B 15/01
C22C 21/00

(54) Título: **MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO, EMPREGO DO MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO E PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DO MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO**

(30) Prioridade Unionista: 21/05/2005 DE 10 2005 023 541.7

(73) Titular(es): FEDERAL-MOGUL WIESBADEN GMBH & CO. KG

(72) Inventor(es): Peter Neuhaus

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006004832 de 22/05/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/125584 de 30/11/2006

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a um material composto para mancal de deslizamento, com uma camada de suporte de metal, com uma camada intermediária de uma liga de alumínio e com uma camada do mancal de uma liga de alumínio. Os componentes das ligas de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal estão de acordo, com exceção de uma cota de fase macia adicional na camada do mancal. Essa cota de fase macia pode compreender chumbo, estanho e/ou bismuto. A invenção também se refere a um processo para a fabricação de um material composto para mancal de deslizamento.

Pet 020080009892
Pi 0610866-0

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO, EMPREGO DO MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO E PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DO MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO**".

A presente invenção refere-se a um material composto para mancal de deslizamento de acordo com o preâmbulo da reivindicação de patente 1. A invenção refere-se também a empregos do material composto para mancal de deslizamento, bem como, a um processo para a fabricação do material composto para mancal de deslizamento.

Da patente DE 40 04 703 A1 é conhecido um material em camadas para elementos de mancal de deslizamento, que apresenta uma camada de suporte metálica e um material do mancal com base de alumínio. A liga de alumínio apresenta de 1 a 3% em peso de níquel, de 0,5 a 2,5% em peso de manganês, de 0,02 a 1,5% em peso de cobre, de 0,5 a 20% em estanho, e o resto de alumínio com as impurezas usuais. Além disso, a liga de mancal contém partículas duras com tamanhos de partícula, em essência, $\leq 5 \mu\text{m}$ em certas cotas.

No caso deste material em camadas, como opção está prevista uma camada intermediária de alumínio puro, que deve melhorar a ligação entre o dorso de aço e o material do mancal. Este material composto para mancal de deslizamento possui bons valores de resistência à fadiga em uma carga de até 80 MPa, boas resistências ao desgaste e bons valores de segurança à corrosão.

No caso do emprego deste material composto para mancal de deslizamento com alumínio puro como camada intermediária em cargas mais altas, portanto, em cargas acima de 80 MPa, tem-se verificado que o material, em particular, o material da camada intermediária, amolece lateralmente em espessuras de camada $> 80 \mu\text{m}$ o que, devido à ampliação da largura do mancal, conduz a uma projeção axial perturbadora em casquilhos do mancal ou em buchas do mancal e, com isto, pode levar até à falha do motor.

Da patente DE 36 40 328 A1 é conhecido um material em camada para elementos de mancal de deslizamento que apresenta uma liga de alumínio, a qual se diferencia da liga de alumínio da patente DE 40 04 703 A1 através da falta da cota de estanho.

5 Esta liga de alumínio do mancal é usada como material do mancal que permite capacidades de carga de até 80 MPa, até que sejam determinadas trincas de fadiga na camada de material do mancal.

 A patente US 2002/0104876 A1 descreve um material composto em camadas com dorso de aço, com uma camada intermediária com base
10 de alumínio com uma espessura de 60 a 120 μm , e com uma camada de metal do mancal de uma liga de alumínio. A camada de metal do mancal contém de 4 a 20% de chumbo ou de estanho, até 26% de silício, até 2% de magnésio, manganês, níquel, zinco, cobre ou cromo. De preferência, a camada intermediária é constituída de alumínio puro ou de uma liga de alumí-
15 nio como, por exemplo, AlMnCu1. A resistência à fadiga do material composto em camadas se situa em, no máximo, 100 MPa. A camada intermediária é ligada com a camada de metal do mancal através de um processo de revestimento laminado a quente.

 A todos os materiais compostos em camadas é comum a des-
20 vantagem da técnica de produção que, o material para a camada intermediária e o material para a camada do mancal não podem ser fabricados na mesma instalação de fundição, sem dispêndio considerável.

 A tarefa da invenção é um material composto para mancal de deslizamento que apresenta, pelo menos, os mesmos valores de resistência
25 à fadiga que os materiais compostos conhecidos para mancal de deslizamento, e que pode ser fabricado de modo mais simples quanto à técnica de produção.

 Essa tarefa é solucionada com um material composto para mancal de deslizamento com uma camada de suporte metálica, com uma
30 camada intermediária de uma liga de alumínio, e com uma camada do mancal de uma liga de alumínio, sendo que, os componentes das ligas de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal estão de acordo,

com exceção de uma cota de fase macia adicional na camada do mancal.

A concordância dos componentes das duas ligas de alumínio possibilita processar ambas as ligas em uma e na mesma instalação de fundição sem que precise ser intercalado um processo de limpeza demorado durante a conversão de uma liga para a outra.

O processo de fabricação fica particularmente simples na mesma instalação de fundição, se as quantidades de componentes das ligas de alumínio da camada intermediária e da liga de alumínio da camada do mancal adicionados ao alumínio estiverem de acordo, com exceção de uma cota de fase macia adicional na camada do mancal. A cota de fase macia na camada do mancal vai por conta da cota de alumínio na liga de alumínio. Neste caso, em primeiro lugar, pode ser fundido o material para a camada intermediária, sendo que, para a fabricação do material em camadas do mancal somente precisa ser adicionada a cota de fase macia adicional até a liga de alumínio processada até o momento e a cota de alumínio precisa ser reduzida em torno da mesma cota.

Como cotas de fase macia são preferidos chumbo, estanho e/ou bismuto.

De preferência, a cota de fase macia é de 5 a 20% em peso, referente a toda a liga de alumínio, em particular, de 8 a 15% em peso e, em particular, em ≥ 8 a 12% em peso.

No caso do emprego de estanho como cota de fase macia é preferida, em particular, uma faixa de 9 a 11% em peso.

As seguintes ligas de alumínio são preferidas para a fabricação da camada intermediária e da camada do mancal:

De 1,0 a 3% em peso de Ni, de 0,5 a 2,5% em peso de Mn, de 0,02 a 1,5% em peso de Cu, o resto de alumínio, com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a cota de fase macia;

De 0,5 a 2,5% em peso de Cu, de 0,1 a 1,5% em peso de Mn, o resto de alumínio, com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a cota de

fase macia;

De 2,0 a 3,0% em peso de Si, de 0,3 a 1,0% em peso de Cu, de 0,1 a 0,3% em peso de Cr e o resto de alumínio, com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a cota de fase macia;

De 0,2 a 2,0% em peso de Si, de Cu, de Mn e/ou de Ni, o resto de alumínio, com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a cota de fase macia;

De 1 a 6% em peso de Si, opcionalmente de 0,05 a 5% em peso de, pelo menos, um dos elementos seguintes Ni, Mn, Cr, Cu, Ti, o resto de alumínio, com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a cota de fase macia.

Tem-se mostrado que, a resistência à fadiga dos materiais compostos para mancal de deslizamento está situada acima de 80 MPa, sem que a camada intermediária, como é o caso em camadas intermediárias de alumínio puro, seja comprimida lateralmente para fora.

É vantajoso se, a camada intermediária apresentar partículas duras com diâmetros de 1 a 10 μm , e a camada do mancal apresentar partículas duras com diâmetros de 1 a 15 μm . Neste caso, a cota das partículas duras com diâmetros de até 10 μm na camada intermediária, de preferência, é de até 95%, e a cota das partículas duras com diâmetros de até 15 μm na camada do mancal é de até 95%.

As partículas duras abrangem partículas de Si, bem com, fases intermetálicas de AlNi, AlNiMn, ou AlMn.

A vantagem destas cotas de partículas duras consiste no fato de que, a matriz de alumínio, tanto da camada de metal do mancal como também da camada intermediária fica reforçada e, com isto, através da elevada resistência e resistência ao atrito, a capacidade de carga e a resistência à fadiga do composto de metal de mancal são melhoradas.

Tem-se mostrado que, a resistência à fadiga do material com-

posto para mancal de deslizamento depende da espessura da camada intermediária. Tem-se verificado que, em uma espessura da camada intermediária de 15 a 60 μm , em particular, de 35 a 50 μm e, em particular, de 35 a <50 μm a resistência à fadiga está situada um pouco mais alta que em espessuras maiores da camada intermediária, sendo que, podem ser alcançados valores acima de 100 MPa para a resistência à fadiga.

Se a espessura da camada intermediária for relacionada à espessura da camada do mancal, então têm-se verificado como preferidos valores de 5 a 20%, em particular, de 7 a 17%.

Na tabela a seguir estão reunidos cinco exemplos de ligas em conexão com diferentes espessuras de camada intermediária, sendo que, a resistência à fadiga foi obtida, respectivamente, de acordo com o processo de safira.

Exemplo	Composição química da liga do mancal	Composição química da camada intermediária	Espessura da camada intermediária (μm)	Resistência à fadiga (MPa)
1	AlSn10Ni2Mn1Cu	Al 99,5	60	116
2	"	Al 99,5	35	76
3	"	AlNi2Mn1Cu	120	82
4	"	AlNi2Mn1Cu	75	86
5	"	AlNi2Mn1Cu	35	112

Os exemplos se referem a uma liga de mancal de AlSn10Ni2Mn1Cu, sendo que, de acordo com os exemplos 1 e 2 está prevista uma camada de alumínio puro, cuja espessura se situa em 60 ou 35 μm . No exemplo 1 é obtida uma resistência à fadiga simulada de 116 MPa, sendo que, aqui a camada de alumínio se alargou visivelmente. Neste caso, a projeção lateral da camada de alumínio além da largura do mancal alcança valores de mais de 500 μm .

No caso de espessuras de camada menores da camada intermediária de alumínio puro também são obtidas somente resistências à fadiga menores, que no exemplo 2 se situa em 76 MPa.

Dos exemplos de acordo com a invenção pode ser depreendido

que, com a redução da espessura da camada intermediária surge um aumento da resistência à fadiga, sendo que, em uma espessura de 35 μm é obtido um valor de 112 MPa.

De preferência, entre a camada intermediária e a camada do mancal existe uma ligação de revestimento laminado. Também existe, de preferência, entre a camada do mancal e a camada de suporte metálica, do mesmo modo, uma ligação de revestimento laminado.

Em virtude destas excelentes propriedades, o material composto para mancal de deslizamento se apropria, em particular, para elementos de mancal de deslizamento, em particular, casquilhos de mancal de deslizamento, buchas de mancal de deslizamento e/ou discos de partida, bem como, para a fabricação de elementos de mancal de deslizamento deste tipo.

Um emprego particular está previsto para casos de emprego com cargas de 80 MPa, em particular, > 100 MPa. Além disso, são apropriados os materiais compostos para mancal de deslizamento de acordo com a invenção para aplicações de rotação com velocidades de deslizamento até 21 m/seg.

O processo de fabricação é caracterizado pelas etapas de processo seguintes:

- Fundição em tira de ligas de alumínio para a camada intermediária e para a camada do mancal, para a fabricação de uma tira da camada intermediária e de uma tira da camada do mancal, sendo que, os componentes da liga de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal estão de acordo, com exceção de uma cota de fase macia adicional na camada do mancal,

- Recozimento da tira da camada intermediária entre 400 a 500° C por um período de tempo de 10 a 14 horas, e recozimento da tira da camada do mancal a uma temperatura de 400 a 600° C por um período de tempo de 10 a 24 horas,

- Laminação da tira da camada intermediária até a espessura do revestimento,

- Recozimento da tira da camada intermediária em 250° a 350°

C por um período de 8 a 14 h.

- Revestimento laminado para a ligação das tiras da camada intermediária e da camada do mancal, para a fabricação de um composto,

- Laminação do composto até a espessura do revestimento desejado,

- Revestimento laminado do composto sobre uma camada de suporte de aço, para a fabricação do material composto e

- Recozimento do material composto em 250° a 350° C por um período de 10 a 24 h.

10 Neste caso, a fundição em tira das ligas de alumínio é realizada, de preferência, em uma e na mesma instalação de fundição, sendo que, de preferência, em primeiro lugar é fundida a camada intermediária e, em seguida, através da adição da cota de fase macia e correspondente redução da cota de alumínio, o material da camada do mancal é fundido como tira.

15 De preferência, o recozimento da tira da camada intermediária é realizado em 450 a 480° C. Os períodos de tempo preferidos são de 11 a 13 h. De preferência, o recozimento da tira da camada do mancal é realizado em 450 a 550° C. Neste caso, os períodos de tempo preferidos são de 12 a 20 h, em particular, de 15 a 18 h.

20 No contexto da laminação da tira da camada intermediária até a espessura do revestimento, pode ser realizado, adicionalmente, um recozimento intermediário em 400 a 600° C por um período de 10 a 14 h, em particular, em 500 a 550° C por um período de 11 a 13 h. Este recozimento adicional tem a vantagem que, as partículas duras podem continuar a ser moldadas, o que contribui, deste modo, para a redução do efeito de entalhe das

25 partículas duras sobre a matriz envolvente.

Com relação ao recozimento da tira da camada intermediária antes do revestimento com a tira da camada do mancal, são preferidas temperaturas de 300 a 330° C. Períodos de tempo preferidos são de 10 a 12h.

30 Após a laminação do composto sobre uma camada de suporte do aço ocorre o recozimento em 250 a 350° C, de preferência, de 250 a 300° C por um período de 10 a 24 h, em particular, de 12 a 20 h.

- As ligas de alumínio não apresentam, em particular, nenhum elemento do grupo dos elementos de terras raras, dos lantanídeos ou dos actinídeos. Tem-se mostrado que, em particular, por meio da adição de quantidades maiores desses elementos, isto é, em particular na ordem de
- 5 grandeza de 10% em peso, a fabricação do material composto para mancal de deslizamento através de revestimento pode ser realizada com problemas devido aos altos graus de deformação necessários.

REIVINDICAÇÕES

5 os componentes das ligas de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal são idênticas, com exceção de uma parte de fase macia adicional na camada do mancal.

10 camada do mancal são idênticas, com exceção da parte de fase macia adi-
cional na camada do mancal.

2. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, a parte de fase macia compreende chumbo, estanho e/ou bismuto.

15 3. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que, a parte de fase macia é de 5 a 20% em peso.

20 é de 8 a 15% em peso.

5. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que, a parte de fase macia é > 8 a 12% em peso.

25 com uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que, a par-
te de estanho é de 9 a 11% em peso.

30 tam de 1,0 a 3% em peso de níquel, de 0,5 a 2,5% em peso de manganês, de 0,02 a 1,5% em peso de cobre, e o resto de alumínio com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal

apresenta adicionalmente a parte de fase macia.

8. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que, as ligas de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal apresentam de 0,5 a 2,5% em peso de Cu, de 0,1 a 1,5% em peso de Mn, e o resto de alumínio com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a parte de fase macia.

9. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que, as ligas de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal apresentam de 2,0 a 3,0% em peso de Si, de 0,3 a 1,0% em peso de Cu, de 0,1 a 0,3% em peso de cromo, e o resto de alumínio com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a parte de fase macia.

10. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que, as ligas de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal apresentam de 0,2 a 2,0% em peso de Si, de Cu, de Mn e/ou de Ni, e o resto de alumínio com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a parte de fase macia.

11. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que, as ligas de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal apresentam de 1 a 6% em peso de Si, opcionalmente de 0,05 a 5% em peso de, pelo menos, um dos elementos seguintes Ni, Mn, Cr, Cu, Ti e o resto de alumínio com as impurezas admitidas usualmente, sendo que, a liga de alumínio da camada do mancal apresenta adicionalmente a parte de fase macia.

12. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de que, a

camada intermediária apresenta partículas duras com diâmetros de 1 a 10 μm , e a camada do mancal apresenta partículas duras com diâmetros de 1 a 15 μm .

5 13. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que, a parte das partículas duras com diâmetros de até 10 μm na camada intermediária é de até 95%, e onde a parte das partículas duras com diâmetros de até 15 μm na camada do mancal é de até 95%.

10 14. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que, ao lado de Si as partículas duras são fases intermetálicas de Al-Ni, Al-Ni-Mn, ou Al-Mn.

15 15. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 14, caracterizado pelo fato de que, a espessura da camada intermediária é de 15 a 60 μm .

16 16. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que, a espessura da camada intermediária é de 35 a <50 μm .

20 17. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 16, caracterizado pelo fato de que, a espessura da camada intermediária é de 5 a 20% da espessura da camada do mancal.

25 18. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que, a espessura da camada intermediária é de 7 a 17% da espessura da camada do mancal.

30 19. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 18, caracterizado pelo fato de que, entre a camada intermediária e a camada do mancal existe uma ligação de revestimento laminado.

20. Material composto para mancal de deslizamento de acordo com uma das reivindicações de 1 a 19, caracterizado pelo fato de que, entre a camada intermediária e a camada de suporte de metal existe uma ligação de revestimento laminado.

21. Emprego do material composto para mancal de deslizamento de acordo com a reivindicação 1, para elementos de mancal de deslizamento, em particular, casquilhos de mancal de deslizamento, buchas de mancal de deslizamento e/ou discos de partida.

5 22. Emprego do material composto para mancal de deslizamento de acordo com a reivindicação 1, para a fabricação de casquilhos de mancal de deslizamento, de buchas de mancal de deslizamento, ou de discos de partida.

10 23. Emprego de acordo com a reivindicação 21 ou 22, para cargas > 80 MPa.

24. Emprego de acordo com uma das reivindicações de 21 a 23, para aplicações de rotação com velocidades de deslizamento até 21 m/seg.

15 25. Processo para a fabricação de um material composto para mancal de deslizamento, com uma camada de suporte de metal, com uma camada intermediária de uma liga de alumínio e com uma camada do mancal de uma liga de alumínio, caracterizado pelas etapas de processo seguintes:

20 - fundição em tira de ligas de alumínio para a camada intermediária e a camada do mancal, para a fabricação de uma tira da camada intermediária e de uma tira da camada do mancal, sendo que, as quantidades dos componentes das ligas de alumínio da camada intermediária e da liga de alumínio da camada do mancal são idênticas, com exceção da parte de fase macia adicional na camada do mancal,

25 - recozimento da tira da camada intermediária entre 400 a 500° C por um período de tempo de 10 a 14 horas, e recozimento da tira da camada do mancal a uma temperatura de 400 a 600° C por um período de tempo de 10 a 24 horas,

- laminação da tira da camada intermediária até a espessura do revestimento,

30 - recozimento da tira da camada intermediária em 250° a 350° C por um período de 8 a 14 h.

- revestimento laminado para a ligação das tiras da camada in-

intermediária e da camada do mancal, para a fabricação de um composto,

- laminação do composto até a espessura do revestimento desejado,

5 - revestimento laminado do composto sobre uma camada de suporte de aço para a fabricação do material composto e

- recozimento do material composto em 250° a 350° C por um período de 10 a 24 h.

26. Processo de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que, no contexto da laminação da tira da camada intermediária até a espessura do revestimento, é realizado um recozimento em 400 a 600° C por um período de 10 a 24 h.

27. Processo de acordo com a reivindicação 25 ou 26, caracterizado pelo fato de que, após a laminação do composto até a espessura do revestimento desejada, é realizado um recozimento em 250 a 350° C por um período de 10 a 24 h.

28. Processo de acordo com uma das reivindicações de 25 a 27, caracterizado pelo fato de que, a tira da camada intermediária é fabricada com uma espessura entre 35 μm e <50 μm .

RESUMO

Patente de Invenção: **"MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO, EMPREGO DO MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO E PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DO MATERIAL COMPOSTO PARA MANCAL DE DESLIZAMENTO"**.

A presente invenção refere-se a um material composto para mancal de deslizamento, com uma camada de suporte de metal, com uma camada intermediária de uma liga de alumínio e com uma camada do mancal de uma liga de alumínio. Os componentes das ligas de alumínio da camada intermediária e da camada do mancal estão de acordo, com exceção de uma cota de fase macia adicional na camada do mancal. Essa cota de fase macia pode compreender chumbo, estanho e/ou bismuto. A invenção também se refere a um processo para a fabricação de um material composto para mancal de deslizamento.