



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

(21) **PI0609990-4 A2**

(22) Data de Depósito: 21/04/2006
(43) Data da Publicação: 18/10/2011
(RPI 2128)



(51) *Int.Cl.:*
F16C 33/12
F16C 33/14
F16C 9/02
F16C 17/00

(54) **Título:** PAR DE ÓRGÃOS DE GUIA

(30) **Prioridade Unionista:** 22/04/2005 FR 05/04062

(73) **Titular(es):** H.E.F.

(72) **Inventor(es):** ERIC CHADUIRON, LAURENT HOUZE,
SHAMBA JUMAINE

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT FR2006000886 de
21/04/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2006/111661 de
26/10/2006

(57) **Resumo:** PAR DE ÓRGÃOS DE GUIA. Um par de órgãos de órgãos de guia é caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos seus órgãos é realizado em um aço que contém pelo menos carbono entre 0,15 e 0,3% em peso, cromo entre 2 e 5% em peso (de preferência entre 2% e 3%), pelo menos 0,45% em peso de molibdênio (de preferência no máximo de 0,9% em peso), e o vanádio à razão de no máximo 0,01% em peso e de no máximo 0,5% (de preferência no máximo 0,3%), e que este aço é nitretado depois de conformação, de modo a obter uma camada de combinação entre átomos de ferro e de nitrogênio de espessura compreendida entre 5 microns e 50 microns. Ele pode comportar além disso entre 0,4% em peso e 1,5% em peso de manganês.

“PAR DE ÓRGÃOS DE GUIA”

DOMÍNIO DA INVENÇÃO

A invenção refere-se a peças mecânicas que se classifica na categoria de órgãos de guia. Estes órgãos de guia (fala-se na prática de par de
5 órgãos de guia) são constituídos de duas peças antagonistas, em contato uma com a outra mas móveis uma em relação à outra de modo que os órgãos de órgãos de guia aos quais elas estão fixadas possam se mover um em relação ao outro, com uma fricção tão baixa quanto possível.

As superfícies pelas quais estas peças estão em contato são o
10 objeto de solicitações mecânicas e químicas devidas a esta mobilidade relativa e a seu ambiente, de modo que elas se degradem mais ou menos rapidamente por desgaste de fricção, por corrosão, ou os dois ao mesmo tempo. Estes órgãos de guia podem ter geometrias diversas que correspondem a diferentes cinemáticas; é assim que eles podem constituir sistemas árvore/mancal (fala-
15 se também às vezes de sistemas árvore/chumaceira), rótulas, ou ainda de corrediças, notadamente.

De maneira mais precisa, a invenção se refere à órgãos de guia lubrificados com graxa e sujeitos à condições severas, tais como uma alta pressão de contato, por exemplo, ou ainda uma atmosfera corrosiva, ou os
20 dois ao mesmo tempo, provocando riscos elevados de degradação das superfícies em contato.

De maneira privilegiada, mas não limitativa, a invenção refere-se às órgãos de guia que fazem parte de sistemas ou articulações árvore-mancal, a palavra «árvore» devendo ser tomada no sentido genérico do termo,
25 como designando a peça macho da articulação (enquanto que o «mancal» é a parte fêmea desta articulação); este pode ser por exemplo o manete ou o munhão de um virabrequim ou de uma árvore de cames.

ESTADO DA TÉCNICA

1. Concepção dos órgãos de guia

De uma maneira geral, os órgãos de guia, e notadamente os sistemas árvores/mancais concebidos para um uso sob forte carga, são realizados a partir de uma peça macho de aço e uma peça fêmea que é de bronze (para os sistemas cuja concepção é a mais antiga) ou em aço (para os sistemas mais recentes).

A maior parte do tempo, utiliza-se para tais órgãos de guia aços carbono ou os aços de construção do tipo 42 Cr Mo 4 (de acordo com a norma francesa), certos aços podendo ser nitretados de forma a aumentar a sua resistência ao desgaste por fricção. Nas versões as mais melhoradas os órgãos de guia podem, como ensina o documento EP 0 987 456, ser, além disso, cobertos por uma camada de revestimento de polímero e apresentar uma geometria particular que favorece a ação da graxa.

É evidentemente possível e igualmente conhecido combinar estas diferentes melhorias entre si.

2. Escolha dos aços

Quando ele tem de conceber um órgão mecânico, o especialista dispõe de uma escolha muito vasta de materiais, notadamente de aços. A composição destes aços é regida por normas nacionais, regionais ou internacionais, e a natureza e a concentração dos elementos de adição são definidas em função das propriedades requeridas para o uso desejado.

É assim que o especialista, quando ele está interessado em propriedades de superfície melhoradas, pode ser levado a se interessar mais particularmente por aços ditos «aços para cementação» e por aços ditos «aços para nitretação». Os aços para cementação contêm de preferência menos de 0,4% de carbono; no interior desta gama, reserva-se preferencialmente a zona 0,2 – 0,4% para a carbonitretação, enquanto que os teores inferiores a 0,2% particularmente são destinados para a cementação. Os aços de nitretação são, de preferência, quer os aços de construção ao carbono não ligados quer aços fracamente ligados do tipo aços ao cromo molibdênio, os mais eficientes

contendo além disso o alumínio. A literatura que descreve estas categorias de aços é abundante. Reporta-se-á por exemplo à «Pratique des traitements thermochimiques» – «Editions Techniques de l'Ingénieur» (esta rubrica é regularmente atualizada), assim como as fichas técnicas dos diferentes
5 fornecedores de aço.

O especialista dispõe assim de órgãos de guia que lhe permitem em princípio uma escolha ótima de aço em função do tratamento que ele escolheu e das propriedades que deseja obter.

Para todos os efeitos, recorda-se aqui que:

10 * a cementação é um tratamento termoquímico de um aço por difusão superficial de carbono; esta difusão superficial conduz à formação de uma camada dura na superfície cuja espessura pode ir até 1 ou mesmo 2 mm e cuja dureza é de 700 a 900 HV. Este tratamento se aplica principalmente aos aços de baixo carbono; ele permite obter uma dureza superficial elevada
15 (resistência ao desgaste) conservando ao mesmo tempo uma boa tenacidade no núcleo. Este tratamento é conduzido geralmente em uma atmosfera gasosa a uma temperatura próxima de 900°C e durante várias horas; isto implica que a cementação deve imperativamente ser seguida de uma têmpera e depois de um revenimento de expansão e por fim de uma usinagem final pois as peças
20 sofrem, na temperatura de cementação, deformações,

 * a nitretação é um tratamento termoquímico que permite fazer difundir, sob a superfície dos aços, o nitrogênio. Após nitretação, pode-se distinguir, em função da profundidade, duas zonas muito diferentes: na superfície, sobre uma vintena de microns, uma camada constituída
25 essencialmente de nitretos de ferro (fase ϵ ou γ') cuja dureza é superior a 1000 HV (esta camada é chamada «camada de combinação» ou ainda «camada branca»); sob esta camada se encontra uma zona dita «zona de difusão» na qual o nitrogênio está em inserção no aço (em alguns casos, pode haver uma precipitação de nitretos); o perfil de penetração de nitrogênio nesta zona

depende da natureza dos elementos de adição do aço e das condições de nitretação; nesta zona o aço sofre tensões de compressão. Os tratamentos podem ser conduzidos, seja em atmosfera gasosa, seja em banho de sais fundidos. A temperatura é geralmente de 570°C, de modo que, contrariamente à cementação, a nitretação não necessita, nem tratamento térmico, nem retomada de usinagem posterior. A nitretação é, na prática, efetuada em aplicações onde se busca uma grande resistência ao desgaste combinada a uma grande resistência à fadiga (graças às tensões de compressão pré-citadas).

PROBLEMA VISADO PELA INVENÇÃO

De fato parece que os desempenhos de um aço destinado a ser submetido à condições severas de desgaste, pelo menos dentro de um par de guias, não podem ser claramente atribuídos à única camada dura que se pode ter gerado por cementação ou por nitretação, e que outros parâmetros devem se levados em consideração, notadamente a composição; é assim que não se pode garantir de antemão que um tratamento de nitretação será suficiente para conferir a um tipo de aço bons desempenhos tribológicos. Do mesmo modo não se pode atualmente prever os desempenhos tribológicos de um aço a partir da sua composição sem tê-lo submetido a testes. Não se pode então atualmente extrapolar os desempenhos de uma nova liga a partir daqueles de ligas similares.

A invenção tem por objeto um par de guias, notadamente um sistema árvore-mancal, no qual um dos órgãos de guia é realizado em um aço cuja composição particular permite resistência muito boa ao desgaste após nitretação.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

A requerente constatou, de maneira completamente fortuita e inesperada, que se realizando órgãos de guia (sistemas árvore-mancal em particular) em certos aços que respondem à teores bem precisos em elementos

de adição e nitretando os mesmos, seria possível obter desempenhos completamente excepcionais, notadamente em duração de vida e resistência. O caráter surpreendente desta constatação se mantém não somente a nível dos desempenhos obtidos, mas também pelo fato de que estes últimos são obtidos sem que as propriedades pelas quais tem-se o hábito de caracterizar a camada de dureza obtida por nitretação sobre estes aços particulares ultrapassem aquelas obtidas com aços de composições próximas; ora não há uma explicação conhecida até agora para este fenômeno.

Com efeito, é usual caracterizar a eficácia da nitretação pela evolução da microdureza do aço em função da profundidade de medida a partir da superfície. Traça-se então curvas «dureza/distância na superfície» denominadas geralmente «filiações». O estado da arte estabelece geralmente uma boa correlação entre estas filiações e a resistência ao desgaste de órgãos de guia. Ora, no caso presente, as filiações obtidas estão em todos os pontos comparáveis àquelas realizadas sobre outros aços nitretados de composições a priori equivalentes mas que, no entanto, não a conduzem aos desempenhos muito bons observados.

De maneira mais precisa, a invenção refere-se a uma guia, notadamente um mancal ou uma árvore de um sistema árvore-mancal, realizado em um aço cuja composição é:

- carbono compreendido entre 0,15 e 0,3% em peso
- cromo compreendido entre 2 e 5% em peso
- molibdênio pelo menos igual a 0,45% em peso
- vanádio superior a 0,01% em peso e no máximo igual a 0,5%

e que é nitretado após conformação de modo a obter uma camada de combinação entre os átomos de ferro e nitrogênio de espessura compreendida entre 5 microns e 50 microns.

A invenção propõe assim conservar uma camada de combinação (ou camada branca), contrariamente a esta que busca fazer nas

aplicações sob forte carga. Com efeito, é notadamente à esta camada branca que parece que se possa atribuir a elevada resistência ao engripamento de um órgão de guia de acordo com a invenção.

De maneira vantajosa:

- 5 • o teor de cromo é compreendido entre 2% e 3% em peso,
- o teor de molibdênio é no máximo igual a 0,9% em peso,
- o teor de vanádio é inferior a 0,3% em peso.

De maneira igualmente vantajosa, mas não imperativa, este aço contem, além disso, entre 0,4 e 1.5% de manganês.

10 Os outros elementos de adição aparecem como indiferentes, não parecendo desempenhar um papel relevante na obtenção dos desempenhos mesmo se o alumínio pareça nocivo além de 1%, e que pareça desejável evitá-lo (não mais de 0,1%, ou mesmo 0,01%); do mesmo modo, o níquel também parece ter um efeito nocivo e parece poder ser omitido (não
15 mais de 0,1%, ou mesmo 0,01%, por exemplo); o enxofre, o fósforo e o cálcio parecem poder também ser omitidos (não mais de 0,1%, ou mesmo 0,01%, por exemplo).

É por isso que, de maneira vantajosa, o aço de que é feito o órgão de guia não comporta elemento de adição afora os pré-citados.

20 De acordo com uma aplicação particularmente vantajosa da invenção, utilizam-se estes aços nitretados seja sobre a árvore seja sobre o mancal de um sistema árvore-mancal, em função das condições particulares de utilização; o outro elemento do sistema árvore-mancal que pode ser ele próprio também um aço da composição preconizada, ou qualquer outro
25 material compatível, por exemplo, materiais tais como os mencionados no documento EP - 0 987 456 pré-citado.

No entanto, a invenção se aplica bem a outros pares de guias, tais como corrediças, ou rótulas, ou um sistema de virabrequim ou um sistema de árvore de cames, notadamente.

Para estar de acordo com a invenção, as órgãos de guia de aço definidos acima devem ser nitretados, mas o processo de nitretação não parece ter neste caso uma influência essencial; esta operação pode então ser conduzida indiferentemente em banho de sais fundidos, em fase gasosa, ou
 5 ainda por um processo iônico. Do mesmo modo, a presença de uma camada de óxido superficial que cobre a camada de nitreto parece ser sem incidência notável sobre os desempenhos. Também é do mesmo modo para a presença de vernizes de deslizamento ou qualquer outro revestimento de superfície, por exemplo, do tipo polímero, depositado após nitretação (ver notadamente o
 10 documento EP - 0 987456 pré-citado).

É assim que, de acordo com características vantajosas da invenção, eventualmente combinados:

- o referido órgão de guia comporta cavidades não transpassantes,
- 15 • o referido órgão de guia leva trás um revestimento de material de polímero ou copolímero, vantajosamente escolhido dentre as poliimidas, as poliimidas carregadas, as resinas epóxi, as resinas epóxi carregadas, as resinas de poliacetatos, o polietileno, os fluorocarbonos substituídos ou não, o polietileno tereftalato, a polietersulfona, as poliamidas
 20 e o poliéter-etercetona,
- este órgão de guia é um mancal que coopera com uma árvore,
- em variante, este órgão é uma árvore que coopera com um mancal,
- este órgão de guia faz parte de um par no qual a árvore é uma
 25 árvore de virabrequim, ou em variante, uma árvore de cames,
- estes órgãos de guia formam um sistema patim-corrediça, no qual a título de exemplo, o órgão de guia realizado no referido aço é a corrediça,
- estes órgãos de guia formam um sistema com rótula, dentro

do qual, a título de exemplo, o órgão de guia realizado no referido aço é uma rótula,

- cada um dos órgãos de guia é realizado em um aço que tem a referida composição.

5 EXEMPLOS NÃO LIMITATIVOS DE REALIZAÇÃO DE ACORDO E NÃO DE ACORDO COM A INVENÇÃO

Os exemplos não limitativos que se seguem ilustram realizações de acordo com a técnica, outras realizações de acordo com a invenção, e por fim realizações não de acordo com a invenção. Eles destacam a relação entre a composição do aço preconizada de acordo com a invenção e os desempenhos tribológicos por um lado, e a surpreendente ausência de relação clara entre as durezas da camada de nitretação (tal como são habitualmente definidas) e estes mesmos desempenhos tribológicos.

Em cada um destes exemplos, o procedimento de teste foi escolhido para ser perfeitamente representativo da duração de vida de um sistema árvore-mancal lubrificado com graxa (clássico) e funcionando em condições severas. O procedimento é o mesmo para todos os exemplos de forma a permitir uma comparação dos resultados. A fim de poder comparar a influência da natureza do aço, todas as amostras foram nitretadas da mesma maneira por imersão 90 minutos em um banho de sal fundido. Esta técnica foi usada, de preferência às outras que operam em meio gasoso, pois um banho de sal é um meio perfeitamente isotérmico, o que garante que o tratamento seja rigorosamente o mesmo para todas as amostras e permite livrar-se das incertezas que incidem sobre a homogeneidade térmica dos fornos de nitretação gasosa; porém, é naturalmente evidente que a utilização de qualquer outro processo que conduza à mesma camada superficial permanece no alcance da invenção.

A literatura sobre a comparação dos diferentes processos de nitretação, sobre diferentes tipos de aço, é além disso muito abundante e

mostra que as diferenças metalúrgicas observadas são pequenas e sem influência notável sobre os desempenhos tribológicos.

Em conformidade com o uso, a comparação de diferentes aços nitretados associa dois tipos de caracterização:

5 - uma caracterização metalúrgica que consiste em medir a espessura da microcamada de combinação e a sua dureza e em traçar um perfil de dureza em função da profundidade de medida.

10 - uma caracterização tribológica fazendo friccionar um anel de aço cementado temperado, simulando a árvore, contra uma plaqueta de aço nitretado, simulando o mancal. A carga aplicada entre o anel e a plaqueta é de 250 daN o que corresponde a uma pressão de Hertz de 570 MPa, a velocidade de deslizamento é de 0,18 m/s, o contato é lubrificado com graxa (com uma graxa clássica, tal como uma graxa à base de sabão lítio com óleo mineral parafínico de grau 2 (NLGI), viscosidade: 105 centistokes). O coeficiente de atrito é registrado em função do tempo e o ensaio é caracterizado pelo tempo
15 ao final do qual aparece o engripamento. No fim do ensaio, uma micrografia é realizada eventualmente para visualizar o perfil de desgaste.

20 Para ser mais preciso, o material constitutivo do anel de aço cementado temperado foi escolhido como sendo um aço como sendo um aço 16NC6 cementado temperado, endurecido entre 58 e 62 HRC e o tratamento de nitretação da plaqueta que simula o anel, aplicado aos diversos exemplos definidos abaixo:

- imersão em um banho de sais fundidos, de composição comercial (conhecido sob a marca «SURSULF®»),
- 25 • temperatura de tratamento: 570°C,
- tempo de tratamento: 90 minutos,
- enxágüe com água e depois secagem.

Exemplo 1: De acordo com o estado da técnica, não de acordo com a invenção (42 CrMo 4)

De acordo com o estado da técnica, a plaqueta que simula o mancal é de aço contendo 0,42% de carbono, 1% de cromo, 0,2% de molibdênio, 0,01% de vanádio e 0,83% de manganês, e foi nitretada de acordo com o procedimento descrito acima.

5 A microdureza da camada de combinação é de 1000 ± 70 kg/mm² e sua espessura é de 20 ± 5 micrômetros. Esta dureza é mais do que 600 ± 50 kg/mm² a 50 micrômetros sobre a superfície e diminui rapidamente para atingir 420 ± 50 kg/mm² a 200 micrômetros de profundidade, o que é sensivelmente a dureza no núcleo.

10 O teste de atrito conduz ao engripamento depois de 25 min de ensaio; a avaliação metalúrgica das peças depois de ensaio mostra que a microcamada de combinação é desgastada por locais, engripamentos aparecendo imediatamente nos locais onde a microcamada é ausente.

Exemplo 2: não de acordo com a invenção (40 CrAlMo 6-12)

15 A plaqueta que simula o órgão de orientação é realizada em aço contendo 0,44% de carbono, 1,6% de cromo, 0,32% de molibdênio, 0,12% de níquel e 1% de alumínio. Este aço é nitretado de acordo com o procedimento descrito acima.

20 A análise metalográfica mostra a presença da microcamada de combinação de dureza 1.300 ± 100 kg/mm² e de espessura 20 ± 5 micrômetros. A dureza é ainda de 820 ± 50 kg/mm² a uma profundidade de 50 micrômetros para se estabilizar a 330 ± 20 kg/mm² a 200 micrômetros de profundidade o que corresponde à dureza no núcleo. O perfil de dureza corresponde ao efeito esperado pois este aço foi concebido para isto.

25 Colocado em atrito nas condições indicadas, o corpo de prova apresenta um primeiro início de engripamento depois de 10 minutos de ensaio, o engripamento generalizado aparecendo depois de 60 minutos de ensaio.

O exame micrográfico da peça depois de atrito mostra que a

microcamada é desgastada por locais; estas zonas onde o aço está a nu são então muito sensíveis ao engripamento.

Esta leve melhoria dos desempenhos em relação ao caso apresentado no exemplo 1 é previsível e pode ser atribuída à dureza mais elevada das camadas superficiais.

Exemplo 3: conforme com a invenção (32 CrMoV 13)

A plaqueta que simula o órgão de orientação é de aço comportando 0,27% de carbono, 2,9% de cromo, 0,88% de molibdênio, 0,26% de vanádio e 0,12% de níquel; ela é nitretada de acordo com o procedimento descrito acima.

O exame metalográfico desta plaqueta mostra a presença de uma microcamada de combinação cuja espessura é de 20 ± 5 micrômetros e a dureza de 1.150 ± 100 kg/mm². A 50 micrômetros de profundidade, a dureza é de 770 ± 50 kg/mm², ela se estabiliza a 350 ± 20 kg/mm² a 200 micrômetros de profundidade, o que corresponde sensivelmente à dureza no núcleo.

O ensaio de atrito faz aparecer indícios de engripamento depois de 140 minutos de ensaio, o exame da zona de atrito mostra que a microcamada de combinação não é desgastada totalmente, a espessura residual sendo compreendida entre 5 e 8 micrômetros. Seu aspecto é brilhante, ela é isenta de traços de engripamento; em contrapartida os microengripamentos observados na origem da parada do ensaio são produzidos sobre a peça antagonista.

Esta melhoria dos desempenhos não pode em nenhum caso ser ligada à espessura inicial da microcamada, à sua dureza ou ainda a evolução da dureza em função da profundidade pois, com a precisão das medidas próxima, estas grandezas são completamente comparáveis às aquelas reveladas no exemplo 2 que conduz à resultados piores.

Exemplo 4: de acordo com a invenção (15 CrMnMoV 9)

A plaqueta que simula o órgão de guia é constituída de um aço

que contém 0,15% de carbono, 1.25% de manganês, 2.14% de cromo, 0,47% de molibdênio, 0,48% de níquel e 0,17% de vanádio; ela é nitretada de acordo com o procedimento descrito acima.

5 Seu exame metalográfico indica em superfície uma microcamada de combinação cuja espessura é de 20 ± 4 micrômetros e a dureza de 1.100 ± 100 kg/mm². A 50 micrômetros de profundidade, a dureza é de 780 ± 50 kg/mm², elas se estabiliza a partir de 200 micrômetros de profundidade ao valor de 350 ± 20 kg/mm².

10 O teste de atrito deixa aparecer os primeiros traços de engripamento depois de 150 min de ensaio; depois de desmontagem, o exame da plaqueta mostra que a microcamada de combinação está totalmente desgastada, mas a plaqueta apresenta um aspecto liso uniforme, os microgripamentos sendo manifestados unicamente sobre a peça antagonista.

Exemplo 5: de acordo com a invenção (18 CrMo 7)

15 A plaqueta que simula o órgão de guia é realizada em aço que contém 0,18% de carbono, 2% de cromo, 0,5% de molibdênio, 0,15% de níquel, 0,7% de manganês e 0,01 de vanádio. Ela é nitretada de acordo com o procedimento descrito acima.

20 A análise metalográfica mostra a presença de uma microcamada de combinação de dureza 1.150 ± 100 kg/mm² e de espessura 13 ± 5 micrômetros, a dureza é ainda de 770 ± 50 kg/mm² a uma profundidade de 50 micrômetros sob a camada de combinação e se estabiliza à 300 ± 50 kg/mm² no núcleo.

25 Colocado em atrito nas condições indicadas, o corpo de prova apresenta um primeiro um primeiro início de engripamento depois de 225 minutos de ensaio o que é completamente notável.

Exemplos 6 a 8: não de acordo com a invenção.

Composições					
Designação dos aços de acordo com a norma	%C	%Cr	%Mo	%V	%Mn
15 CrMoV6	0,15	1.25	0,8	0,2	0,8
30 CrMo 12	0,3	3	0,4	0	
40 CrMnMo	0,38	2	0,2	0,1	

Características superficiais depois de nitretação				
Designação de acordo com a norma	Espessura camada de combinação (μm)	Dureza camada de combinação (kg/mm ²)	Dureza a 50 μm sob a camada (kg/mm ²)	Dureza no núcleo (kg/mm ²)
15 CrMoV6	15 _± 5	1180 _± 100	770 _± 50	400 _± 50
30 CrMo 12	20 _± 5	1120 _± 100	720 _± 50	360 _± 50
40 CrMnMo	13 _± 5	1050 _± 100	700 _± 50	320 _± 50

Desempenho em atrito	
Designação de acordo com a norma	Duração de vida antes engripamento(min)
15 CrMoV6	15
30 CrMo 12	21
40 CrMnMo	26

Estes exemplos não limitativos ilustram o caráter completamente surpreendente dos resultados obtidos com as peças realizadas com os aços nitretados de acordo com a invenção; enquanto que a dureza superficial parece não intervir no fenómeno (as durezas dos dois primeiros aços não de acordo com 1 e 2 enquadram estas dos três aços de acordo com 3 a 5, tanto em superfície como em profundidade); constata-se que quando o órgão de guia é realizado em aço de construção comum ou «de nitretação» mas cuja composição está fora da gama reivindicada, a resistência ao desgaste

da microcamada de combinação é medíocre, e o seu desaparecimento local sob o efeito do desgaste conduz imediatamente ao engripamento, enquanto que quando órgão de orientação é de aço de acordo com a invenção, não somente a microcamada de combinação, à dureza igual, gasta-se muito mais rapidamente, mas a zona de difusão subjacente apresenta ela própria propriedades tribológicas surpreendentes pois não engripa, este fenômeno que termina por chegar aos extremos sobre a peça antagonista. A duração de vida da peça constitutiva do órgão de guia é assim alongada de um fator que vai de 2.5 a mais de 5 de acordo com o caso, o que é uma vantagem completamente considerável.

Pode-se notar que nos exemplos pré-citados, houve um aumento sensível das propriedades anti-engripamento em relação às soluções conhecidas, sem aumentar a dureza da camada branca e sem aumentar de maneira significativa a profundidade do endurecimento (que é tipicamente inferior a 500 microns, contrariamente a isto que busca, por exemplo, um documento tal como WO-00/18 975).

A explicação deste fenômeno não é ainda conhecida.

Como indicado acima, a invenção se aplica muito particularmente a um sistema árvore-mancal cujo mancal é realizado em um aço de acordo com a definição dada acima, em combinação com uma árvore que pode ser de qualquer material compatível, notadamente um aço tal como um aço endurecido por meio qualquer e cuja dureza é superior a 55 HCR. Pode tratar-se notadamente de um aço escolhido dentre os aços cementados, temperados, retificados, os aços temperados HF retificados, os aços endurecidos e depois cobertos de cromo duro, os aços nitretados, os aços cobertos de cerâmica e os outros aços carbonitretados.

Em variante, é a árvore de um tal sistema árvore-mancal que pode ser realizada em um aço de acordo com a definição pré-citada, com um mancal em um dos materiais indicados no parágrafo precedente. No caso

particular de sistemas de virabrequim ou árvore de cames, o aço preconizado acima é utilizado vantajosamente para o manete ou o munhão do virabrequim ou da árvore de cames.

5 A invenção se aplica naturalmente a outros pares de guias, como os descritos no documento EP - 0 987.456 pré-citado; é assim que o aço preconizado acima pode ser utilizado para realizar, notadamente, a corrediça ou o patim de um par corrediça-patim, ou a rótula ou a coifa de um sistema com rótula.

10 Os dois órgãos de guia de um mesmo par podem mesmo ser realizados em um aço que entram na definição pré-citada, por exemplo em aços de mesmas composições.

Do mesmo modo, uma das superfícies comporta vantajosamente cavidades não transpassantes e/ou é coberta (pode tratar-se da peça realizada no aço preconizado) de um material polímero ou copolímero, 15 notadamente escolhido dentre as poliimidas, as poliimidas carregadas, as resinas epóxi, as resinas epóxi carregadas, as resinas poliacetatos, o polietileno, os fluorocarbonos substituídos ou não, o polietileno tereftalato, a polietersulfona, as poliamidas e o poliéter-etercetona.

REIVINDICAÇÕES

1. Par de órgãos de guia caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos seus órgãos de guia é realizado em um aço que contém pelo menos carbono entre 0,15 e 0,3% em peso, cromo entre 2 e 5% em peso, pelo menos 0,45% em peso de molibdênio, e vanádio à razão de no máximo de 0,01% em peso e no máximo de 0,5%, e de que este aço é nitretado depois de conformação, de modo a obter uma camada de combinação entre átomos de ferro e nitrogênio de espessura compreendida entre 5 microns e 50 microns.

2. Par de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o teor de cromo está compreendido entre 2% e 3% em peso.

3. Par de acordo com a reivindicação 1 ou a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o teor de molibdênio é no máximo igual a 0,9% em peso.

4. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o teor de vanádio é no máximo igual a 0,3% em peso.

5. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que ele contém, além disso, entre 0,4% em peso e 1,5% em peso de manganês.

6. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o dito órgão comporta cavidades não transpassantes.

7. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o dito órgão leva um revestimento de material polímero ou copolímero.

8. Par de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o revestimento é de um material escolhido dentre as poliimidas, poliimidas carregadas, as resinas epóxi, as resinas epóxi carregadas, as resinas poliacetatos, o polietileno, os fluorocarbonos substituídos ou não, o

polietileno tereftalato, a polietersufona, as poliamidas e poliéter-etercetona.

9. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que este órgão guia é um mancal que coopera com uma árvore.

5 10. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que este órgão é uma árvore que coopera com um mancal.

11. Par de acordo com a reivindicação 9 ou a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a árvore é uma árvore de virabrequim.

10 12. Par de acordo com a reivindicação 9 ou a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a árvore é uma árvore de cames.

13. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que estes órgãos formam um sistema patim-corrediça.

15 14. Par de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o órgão realizado no referido aço é a corrediça.

15. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que estas órgãos de guia formam um sistema com rótula.

20 16. Par de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o órgão de guia realizada do referido aço é uma rótula.

17. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que cada um dos órgãos é realizado em um aço que tem a referida composição e uma camada de combinação de espessura compreendida entre 5 e 50 microns.

25 18. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que o outro órgão de guia é de aço.

19. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que o referido órgão de guia não contém mais do

que 0,1% de alumínio.

20, Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo fato de que o referido órgão de guia não contém mais do que 0,1% de níquel.

5

21. Par de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 20, caracterizado pelo fato de que o referido órgão de guia não contém mais do que 0,1% de enxofre, fósforo e/ou cálcio.

RESUMO**“PAR DE ÓRGÃOS DE GUIA”**

Um par de órgãos de órgãos de guia é caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos seus órgãos é realizado em um aço que contém pelo menos carbono entre 0,15 e 0,3% em peso, cromo entre 2 e 5% em peso (de preferência entre 2% e 3%), pelo menos 0,45% em peso de molibdênio (de preferência no máximo de 0,9% em peso), e o vanádio à razão de no máximo 0,01% em peso e de no máximo 0,5% (de preferência no máximo 0,3%), e que este aço é nitretado depois de conformação, de modo a obter uma camada de combinação entre átomos de ferro e de nitrogênio de espessura compreendida entre 5 microns e 50 microns. Ele pode comportar além disso entre 0,4% em peso e 1.5% em peso de manganês.