



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

(21) **PI1000065-8 A2**



(22) Data de Depósito: 14/01/2010
(43) Data da Publicação: 29/03/2011
(RPI 2099)

(51) *Int.Cl.:*
B22F 3/02
B22F 3/24
C22C 38/12
C22C 38/26
C22C 29/00

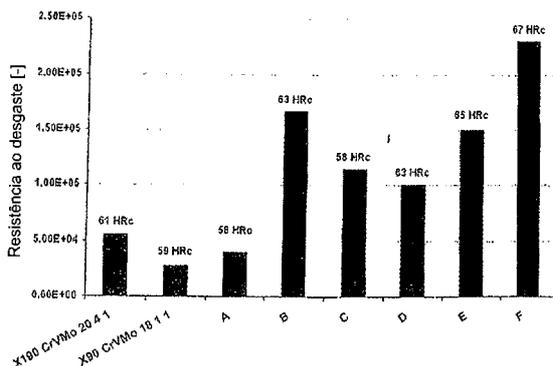
(54) Título: **MATERIAL RESISTENTE AO DESGASTE**

(30) Prioridade Unionista: 14/01/2009 AT A 52/2009

(73) Titular(es): Böhler Edelstahl GMBH & CO. KG

(72) Inventor(es): Herbert Schweiger, Jochen Perko, Stephan Huth, Werner Theisen

(57) **Resumo:** MATERIAL RESISTENTE AO DESGASTE. A presente invenção refere-se a um material resistente ao desgaste e a um processo para preparação do mesmo. De acordo com a invenção, este material contém, em% em peso: Carbono (C) mais de 0,3 até 3,5 Nitrogênio (N) de 0,05 até 4,0 Oxigênio (O) mais de 0,002 até 0,25Nióbio/tântalo (Nb/Ta) de 3,0 até 18,0 bem como elementos metálicos e impurezas como resíduo, sendo que as fases duras apresentam um diâmetro de no máximo 50 pm e pelo menos 0,2 pm. O processo é caracterizado de acordo com a invenção, por meio de uma pulverização de um metal presente para obter pó, um aumento do teor de carbono e/ou de nitrogênio e/ou de oxigênio do pó e uma compactação e ulterior processamento do mesmo.





PI1000065-8

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MATERIAL RESISTENTE AO DESGASTE**".

5 A presente invenção refere-se a um material resistente ao desgaste contendo carbono (C), nitrogênio (N), oxigênio (O), nióbio e/ou tântalo (Nb/Ta) bem como elementos metálicos e impurezas como resíduo, com uma estrutura consistindo em uma matriz metálica e das fases duras nela armazenadas.

10 De acordo com a preparação técnica, materiais metálicos resistentes ao desgaste consistem em uma matriz semissólida ou semidura e fases duras nela distribuídas, as quais de modo geral são formadas como ligações intersticiais.

15 Um efeito redutor de desgaste de armazenamentos de fases duras é, de modo geral, conhecido, sendo que uma fração mais elevada de fases duras na matriz diminui tanto quanto possível um desgaste abrasivo da superfície da peça, quando a força de apoio para as partículas de sólidos e a dureza da matriz são altas.

20 De acordo com o estado da técnica, materiais com base em ferro resistentes ao desgaste, por exemplo aços para usinagem a frio consistem em uma matriz metálica dura de preferência termicamente melhorada com carboneto nela distribuído, separado da massa fundida residual da liga durante a solidificação.

25 Uma formação de carboneto em uma solidificação ledeburítica de uma fusão de liga em um lingote, também em virtude de uma baixa velocidade de solidificação no centro da mesma e por meio de segregação, pode levar a fases duras grosseiras com distribuição heterogênea no material.

30 A fim de obter uma concentração mais elevada de fases duras no material, particularmente com distribuição uniforme no mesmo, é conhecido empregar processos de fabricação da metalurgia dos pós. Em essência, neste processo de metalúrgica dos pós (processo MP), uma massa fundida ligada líquida, após escorrer de uma tubeira, é distribuída em gotículas por meio de jatos de gás sob alta pressão, as quais resfriam naturalmente em alta velocidade e desta forma separam finas partículas de fases duras quan-

do solidificam. Por meio de prensagem isostática a quente (HIP) ou por mol-
dação do pó em um recipiente, ocorre a preparação de um material altamen-
te denso com elevada fração de fases duras com pequeno tamanho de grão,
uniformemente distribuídas.

5 Um aumento da resistência ao desgaste por meio da elevação
da fração em volume de fases duras na matriz de um material e consequen-
te uma elevação da concentração dos elementos formadores das fases du-
ras apresenta, no entanto, limites de técnica processual e de cinéticas rea-
cionais. Separações primárias no metal líquido durante o decurso da borri-
10 fiação podem levar a uma diminuição do fluxo de saída do mesmo da tubeira
ou a um total aumento da abertura de passagem e, dessa forma, influenciar
negativamente sua processabilidade. Sobreaquecimentos maiores das ligas
no recipiente de reserva de uma instalação para fabricação de pós de metal
também podem apresentar desvantagens metalúrgicas e/ou de cinéticas das
15 reações.

Em virtude da necessidade de materiais altamente resistentes
ao desgaste, os quais eventualmente devem apresentar uma superior resis-
tência à corrosão, foram propostas inúmeras ligas contendo elevado teor de
formadores de carboneto, particularmente formadores de monocarbonetos
20 com correspondente teor de carbono e uma concentração de cromo na ma-
triz superior a 12,0% em peso.

Na patente DE 42.02.339 B4 é proposto, por exemplo, um aço
endurecível, altamente resistente ao desgaste, resistente à corrosão, com
teores de nióbio de 5,0 até 8,0% de Nb, o qual pode ser fabricado sem uso
25 de processo de metalurgia dos pós.

Para obter uma matriz resistente ao desgaste, com estrutura
dura, martensítica e uma elevada fração de carboneto, mesmo com resfria-
mento lento de um componente, de acordo com a patente DE
10.2005.020.081 A1 está previsto um elevado teor dos elementos cromo,
30 molibdênio, vanádio e, sobretudo, também níquel, porque estes elementos
deslocam o ressalto de perlita para a direita no diagrama-ZTU.

A patente DE 42.31.695.020.081 A1 descreve ligas, nas quais

não deve ser desperdiçado o cromo oneroso para formação de carboneto, e sugere ligar aço para ferramentas PM com de 1 até 3,5% de nitrogênio.

Na patente WO 2007/024 192 A1, como medida vantajosa para a fabricação de materiais resistentes ao desgaste, é sugerido nitrogênio para a formação das fases duras.

Partindo da necessidade técnica e do estado tecnológico da técnica, a presente invenção tem como objetivo indicar um material que apresente elevada resistência contra desgaste quando sujeito à abrasão. Este material, em uma variante de ligas, deve apresentar a vantagem de também ser resistente contra corrosão química.

Outra tarefa da invenção é a provisão de um processo para a fabricação de um material com desgaste fortemente reduzido e eventualmente propriedades de corrosão desejadas ou elevada resistência à corrosão.

O objetivo da invenção mencionado no início é essencialmente alcançado por um material contendo em% em peso:

carbono (C)	mais que	0,3	até	3,5	
nitrogênio (N)		de	0,05	até	4,0
oxigênio (O)	mais que	0,002	até	0,25	
Niobio/tântalo (Nb/Ta)		de	3,0	até	18,0

bem como elementos metálicos e impurezas como resíduo com uma estrutura consistindo em uma matriz metálica e fases duras nela armazenadas, com a condição de que as fases duras sejam formadas como carbonetos e/ou nitretos e/ou carbonitretos e/ou carbonitretos de óxido e apresentem um diâmetro de no máximo 50 μm e no mínimo 0,2 μm .

As vantagens do material resistente ao desgaste de acordo com a invenção consistem essencialmente no fato de que, em virtude da concentração de nióbio/ tântalo de 3,0 até 18,0% em peso e do teor de carbono de 0,3 até 3,0% em peso bem como o teor de nitrogênio de 0,05 até 4,0% em peso, nióbio de elevada dureza e/ou monocarbonetos de tântalo, mononitretos ou monocarbonitretos estão presentes em dispersão homogênea, com reduzido diâmetro, sendo desta forma obtida elevada resistência à abrasão.

Por meio de pequenas frações de carbono como 0,3% em peso e nitrogênio como 0,05% em peso, o potencial de formação de compostos com teores de 3,0 até 18,0% em peso de Nb/Ta não é suficientemente explorado, em contrapartida, teores mais elevados que 3,0 até 4,0% em peso de carbono e nitrogênio pioram a estrutura.

O teor de oxigênio de 0,0020 até 0,25 no material age por um lado como núcleo de formação para a fase dura considerando partículas de sólidos com tamanho determinado, pequeno, em dispersão homogênea na matriz e, por outro lado, como próprio formador de sólidos.

Teores de oxigênio superiores a 0,25% em peso fragilizam as fases duras enquanto teores inferiores a 0,0020% em peso não apresentam efeito evidente sobre o núcleo.

De acordo com a invenção é importante que as partículas de sólidos apresentem um diâmetro de, no máximo 50 μm , porque com fases maiores o perigo de desprendimento das mesmas da matriz é bruscamente aumentado. Diâmetros menores que 0,2 μm das fases duras apresentam somente pequena redução do efeito de abrasão.

Quando, de acordo com a invenção, a matriz da liga resistente ao desgaste apresenta estrutura martensítica, então o material em si apresenta elevada dureza redutora de abrasão; sendo que possivelmente o perigo de desprendimento de fases duras da estrutura é minimizado quando submetido ao esforço de desgaste.

Em outro aperfeiçoamento da invenção, para um material com elevada resistência contra danos quando submetido ao esforço de abrasão e com elevada resistência à corrosão, mostrou-se vantajosa uma composição em% em peso de

carbono (C)	de 0,5	até	2,5
nitrogênio (N)	de 0,15	até	0,6
silício (Si)	de 0,2	até	1,5
manganês (Mn)	de 0,3	até	2,0
cromo (Cr)	de 10,0	até	20,0
nióbio/tântalo(Nb/Ta)	de 3,0	até	15,0

molibdênio (Mo)	de 0,5	até	3,0
vanádio (V)	de 0,1	até	1,0
titânio (Ti)	de 0,001	até	1,0
ferro (Fe)	restante		

5 e impurezas provenientes da fabricação,
com a condição de que a relação de teor de carbono e de cada vez a con-
centração de nióbio/tântalo bem como vanádio e titânio corresponda a um
valor formado de

$$10 \quad \% C = 0,3 + \% \frac{Nb + 2x (\% V + \% Ti)}{U}$$

e o número U seja maior que 6, no entanto menor que 10.

As concentrações dos metais das ligas neste material são ajustadas em relação à atividade do carbono e cinética de formação de carboneto dos respectivos elementos, sendo que os teores dos formadores de monocarboneto são decisivos para a concentração prevista de carbono. O nitrogênio é limitado para cima com um teor de 0,6% em peso, pois eventualmente as fases duras devem ser formadas principalmente como carboneto. Abaixo de 0,15% em peso de nitrogênio, o efeito de ancoragem da matriz é demasiadamente pequeno, de modo que os limites de teor em% em peso são de 0,15 até 0,6 de nitrogênio.

O silício age como metal de desoxidação e no tratamento térmico influencia a transformação da estrutura das ligas. Um teor mínimo de 0,2% em peso de Si é importante do ponto de vista de uma eficiente formação de óxido, sendo que em contrapartida, teores mais altos que 1,5% em peso influenciam negativamente a tenacidade.

Está previsto um teor de manganês de 0,3% em peso e mais para a fixação de enxofre no metal, sendo que acima de 2,0% em peso, Mn fomentam uma estabilidade negativa de austenita.

Cromo e molibdênio estabelecem uma resistência à corrosão com concentrações mínimas de 10,0 e 0,5% em peso, no entanto, também podem ser efetivas como formadores de carboneto. Teores superiores a 20% em peso de Cr e 3,0% em peso de Mo, em caso de tratamento térmico, conduzem de modo negativo a uma estabilização de ferrita.

Vanádio e titânio não devem ultrapassar teores de, em cada caso, 1,0% em peso, uma vez que carbonetos destes elementos dissolvem Cr em grande escala ou se fixam na grade de cristais, o que pode acarretar um empobrecimento de Cr na faixa da borda da matriz.

5 Em virtude deste empobrecimento local de cromo ocorre uma perturbação da formação de uma camada passiva estável na superfície, em virtude do que a resistência à corrosão da liga é piorada. Vanádio em 0,1% em peso e titânio em 0,001% em peso agem de modo favorável para a formação de núcleos de monocarboneto.

10 Os elementos nióbio e tântalo são elementos que nas ligas, a partir de um teor de 3,0% em peso, formam monocarbonetos duros, que promovem a resistência ao desgaste do material. Aqui é importante que estes elementos Nb/Ta apresentem somente pequena tendência de armazenar outros elementos, particularmente cromo, na formação de carboneto ou de carbonitreto na grade de cristal, de modo que no campo periférico destas fases duras não ocorra qualquer empobrecimento de componentes da liga da matriz, particularmente de cromo e de molibdênio e, com isto, não ocorra influência negativa na resistência à corrosão do material.

De acordo com outro aperfeiçoamento da invenção é obtido pequeno desgaste e elevada resistência à corrosão do material quando este apresenta:

	carbono (C)	mais que	de 0,3	até	1,0
	nitrogênio (N)		de 1,0	até	4,0
	silício (Si)		de 0,2	até	1,5
25	manganês (Mn)		de 0,3	até	1,5
	cromo (Cr)		de 10,0	até	20,0
	nióbio/tântalo(Nb/Ta)		de 3,0	até	15,0
	molibdênio (Mo)		de 0,5	até	3,0
	vanádio (V)		de 0,1	até	1,0
30	titânio (Ti)		de 0,001	até	1,0
	ferro (Fe)			restante	

e impurezas provenientes da fabricação,

com a condição de que a relação de teor de nitrogênio e a respectiva concentração de nióbio bem como vanádio corresponda a um valor formado de

$$\% N = 0,3 + \frac{\% Nb + 2x (\% V + \% Ti)}{U1}$$

5 e o número U1 seja maior que 4 e menor que 8.

O elevado teor de nitrogênio de 1,0 até 4,0% em peso em concentrações de carbono de 0,3 até 1,0% em peso conduz a fases duras formadas essencialmente de nitretos, sendo que a formação da camada passiva obtida por cromo e molibdênio e a resistência à corrosão são estimuladas.

10

Considerando o teor de cromo em relação à resistência contra corrosão e na orientação da resistência ao desgaste especialmente no carboneto, de acordo com outra forma da invenção, pode ser fabricado de modo favorável e econômico um material que contém em% em peso

15	carbono (C)	de 0,5	até	3,0
	nitrogênio (N)	de 0,15	até	0,6
	silício (Si)	de 0,2	até	1,5
	manganês (Mn)	de 0,3	até	2,0
	cromo (Cr)	de 10,0	até	20,0
20	nióbio/tântalo(Nb/Ta)	de 3,0	até	15,0
	molibdênio (Mo)	de 0,5	até	3,0
	vanádio (V)	de 0,1	até	1,0
	titânio (Ti)	de 0,001	até	1,0
	ferro (Fe)			restante

25 com impurezas provenientes da fabricação,

com a condição de que a relação de teor de carbono e a respectiva concentração de nióbio, vanádio, titânio e cromo corresponda a um valor formado de

$$\% C = 0,3 + \frac{\% Nb + 2x (\% V + \% Ti)}{U2} + \frac{Cr}{U3}$$

30

e o número U2 seja maior que 6, e menor que 10 e o número U3 maior que 9 e menor que 17.

Se de um material de acordo com a invenção é exigido, além de

elevada resistência ao desgaste também elevada dureza térmica e tenacidade similar, o que é em particular de maior importância para ferramentas para remoção de aparas, então a liga com teor diminuído de cromo pode apresentar a seguinte composição e relação dos elementos em% em peso

5	carbono (C)	de 1,0	até	3,5
	nitrogênio (N)	de 0,05	até	0,4
	silício (Si)	de 0,2	até	1,5
	manganês (Mn)	de 0,3	até	1,0
	cromo (Cr)	de 2,5	até	6,0
10	nióbio/tântalo(Nb/Ta)	de 3,0	até	18,0
	molibdênio (Mo)	de 2,0	até	10,0
	tungstênio (W)	de 0,1	até	12,0
	vanádio (V)	de 0,1	até	3,0
	cobalto (Co)	de 0,1	até	12,0
15	ferro (Fe)		restante	

e impurezas provenientes da fabricação,

com a condição de que a relação de teor de carbono e a respectiva concentração de nióbio/tântalo bem como vanádio e titânio corresponda a um valor formado de

$$20 \quad \% C = 0,6 + \frac{\% Nb + 2x (\% V + \% Ti)}{U4} + \frac{2 x \% Mo + \% W}{U5}$$

sendo que os valores numéricos são U4 = de 6 até 10 / U5 = de 80 até 100.

O material para ferramentas de elevada resistência ao desgaste, com base em uma liga tipo aço rápido, pode ser melhorado de modo fácil para elevados valores de dureza e, apesar de elevada dureza, apresenta excelente tenacidade. Particularmente manifestada é a resistência ao desgaste das ferramentas de corte feitas com esta liga, ferramentas estas que em virtude disto apresentam vida útil particularmente elevada no corte rudimentar e intermitente.

30 O processo de acordo com a invenção do tipo inicialmente mencionado, é determinado de modo que em uma primeira etapa uma liga metálica, líquida, contendo nióbio/tântalo(Nb/Ta) com uma concentração de 3,0 até 18,0% em peso bem como um teor de carbono e/ou nitrogênio, em que

não são formadas separações primárias de carboneto e/ou nitretos acima da temperatura de borrifação ou temperatura de limitação de cristalização, é atomizado para material em pó, após o que o pó é submetido a um processo para elevar o teor de carbono e/ou do teor de nitrogênio e/ou o teor de oxigênio e a seguir é submetido a compactação a quente, principalmente a uma
5 prensagem isostática a quente com o que a peça prensada ou o corpo-HIP é submetido alternativamente à moldagem a quente e/ou tratamento térmico.

Como sob elevados teores de Nb/Ta podem ser formadas precipitações primárias de carboneto e nitreto, é essencial de acordo com a invenção, em uma pré-liga líquida, totalmente composta, manter os teores de
10 carbono e nitrogênio abaixo do limite para formação de precipitações e atomizar este metal líquido, particularmente por meio de nitrogênio, para obter material em pó. Um pó de metal sólido obtido desta forma é a seguir carburado de modo objetivado sob temperatura elevada, por meio de agentes apropriados e/ou seu teor de nitrogênio e/ou teor de oxigênio é elevado até os
15 teores previstos. Um pó empregado dessa forma na composição de acordo com a invenção é colocado em recipientes de acordo com o estado da técnica, pode ser compactado através de prensagem isostática a quente (HIPen) ou moldação sob temperatura elevada e levado às medidas desejadas.

20 O processo de acordo com a invenção possui a vantagem de poder preparar materiais com elevada fração de sólidos de carboneto-nitreto ou carbonitreto, sendo que as partículas de sólidos apresentam reduzido diâmetro e distribuição homogênea na matriz. Os elementos da matriz, por meio de enriquecimento térmico ou por endurecimento e têmpera do material, podem transmitir a ele uma elevada resistência e evitar o máximo possível um descimbramento ou desprendimento das partículas maiores de sólidos
25 otimizadas. Com isto é alcançada uma resistência ao desgaste particularmente característica do material.

Uma carburação e/ou elevação do teor de nitrogênio por ocasião
30 do ajuste do teor de oxigênio do pó de metal pré-ligado pode ocorrer de acordo com a invenção por carbono elementar acrescentado por mistura e/ou por uma atmosfera que libera carbono e/ou nitrogênio e/ou oxigênio, particu-

lamente com temperatura mais elevada antes ou durante uma compactação a quente.

Em uma execução da invenção podem ser acrescentados ao material pulverulento também outras partículas de sólidos com tamanho de 2 até 5 50 μm em quantidade de até 25% em volume, as quais em consequência são eficazes para o material como redutoras de desgaste.

Por meio de exemplos que representam somente as formas de execução, em comparação com materiais conhecidos, as propriedades das ligas de acordo com a invenção devem ser apresentadas de maneira mais 10 completa.

A tabela 1, mostra a composição de duas ligas resistentes ao desgaste, encontradas no comércio, com as denominações X190 CrVMo 20 4 1, X90 CrVMo 18 1 1, de ligas resistentes à corrosão de acordo com a invenção com as referências A, B, C e de materiais de corte de acordo com a 15 invenção, com as referências D, E, F.

As ligas usuais no comércio foram preparadas segundo o processo-PM com uma moldação do bloco HIP ("Heiss-Isostatischem-gepresst" = prensado isostaticamente a quente) superior a 6 vezes.

Pós para os testes com as referências A, B, C foram preparados 20 de ligas com os componentes principais em% em peso a seguir:

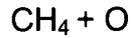
Ref.	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Nb	Co	Fe
A	0,43	0,43	11,92	2,21	0,08	0,07	9,02	0,08	restante
B	0,51	0,44	16,41	2,19	0,09	0,07	9,56	0,05	restante
C	0,43	0,42	11,92	2,21	0,05	0,06	9,02	0,08	restante

por pulverização com gás nitrogênio.

Uma pulverização com nitrogênio foi efetuada com emprego de massa fundida com as referências D, E, F, com os componentes principais em% em peso:

Ref	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Nb	Co	Fr
A	0,30	0,40	4,15	2,94	1,52	2,13	3,34	0,12	restante
B	0,28	0,35	3,95	2,84	1,47	2,23	3,45	8,21	Restante
C	0,37	0,33	3,58	4,10	1,84	5,07	10,73	7,07	restante

Como agente de carburação foram empregados, a título de experiência, para os materiais com as referências A até C:



grafite (misturado) e nitrogênio + O

- 5 $\text{CH}_4 + \text{nitrogênio} + \text{O}$, sendo que ao pó de metal havia sido misturado cerca de 10% de NbC com tamanho de grãos de 28 μm .

Os pós de metal das demais ligas de D até F, nos testes, foram tratados com os seguintes agentes de carburação e agentes para nitrogenar:



10



A ligação dos pós das ligas com carbono, nitrogênio e oxigênio ocorreu sob temperatura elevada.

- 15 O pó de metal ligado foi introduzido, na sequência, sob atmosfera de nitrogênio em recipiente de aço e vedado de forma antidetonante, seguindo-se a soldagem do recipiente e prensagem isostática a quente sob temperatura de 1165°C.

- 20 Após uma moldação a quente do bloco HIP, foram retiradas amostras do resultado, analisadas (tabela 1) e pesquisadas, sendo os resultados importantes reproduzidos nas figuras de 1 até 3.

Ref.	C	N	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Nb	Co
X190CrVMo 20 4 1	1,90	0,20	0,70	0,30	20,00	1,00	4,00	0,60	-	-
X90 CrVMo 18 1 1	0,90	0,01	0,40	0,40	18,00	1,10	1,00	0,06	-	-
A	1,45	0,18	0,42	0,41	11,76	2,18	0,08	0,07	8,90	0,08
B	2,30	0,19	0,50	0,43	16,05	2,14	0,09	0,07	9,35	0,05
C	1,45	0,18	0,42	0,41	11,76	2,18	0,05	0,06	8,90	0,08
D	1,30	0,08	0,30	0,40	4,10	2,90	1,50	2,10	3,30	0,12
E	1,40	0,07	0,28	0,35	3,90	2,80	1,45	2,20	3,40	8,10
F	2,45	0,08	0,36	0,32	3,50	4,00	1,80	4,95	10,48	6,90

Tabela 1:

A tabela 1 mostra a composição química dos materiais conhecidos (X190 CrVMo 20 4 1 bem como X 90 CrMoV 18 1 1) e aquela das amostras de aço de acordo com a invenção.

5 Comportamento da Corrosão:

O comportamento da corrosão das ligas foi pesquisado à vista de curvas potenciais de densidade de corrente nas amostras segundo ASTM G65 em 1n H₂SO₄, 20°, seguida de resfriamento brusco das mesmas de 1100°C ou 1070°C e têmpera a 200°C.

10 Como pode ser visto na figura 1, na faixa de potencial relevante de aproximadamente -300mV até +300mV, a liga de comparação X 190 CrVMo 20 4 1 apresenta substancialmente a densidade de corrente passiva mais elevada em comparação com as amostras combinadas A, B, C da presente invenção, o que expõe o seu aperfeiçoado comportamento de corro-
15 são.

A figura 2 mostra a dureza das diferentes ligas compostas após endurecimento, na dependência da temperatura de têmpera após duas têmperas.

20 A respectiva temperatura de endurecimento pode ser vista no campo de referência para as ligas.

Em comparação com X190 CrVMo 20 4 1, os materiais A e C das ligas de acordo com a invenção apresentam uma comparativamente baixa dureza de têmpera, porque seu respectivo teor de carbono foi escolhido baixo a fim de obter melhorada resistência à corrosão (vide figura 1).

25 As durezas do material das ligas D, E e F na faixa de temperaturas de têmpera entre 500°C e 600°C são decisivamente mais elevadas, o que indica uma nítida superioridade das mesmas para um emprego por exemplo de elementos de corte e de moldação.

30 A figura 3 mostra o comportamento do desgaste das amostras tiradas das ligas, obtido segundo o teste "Stift-Scheide" descrito no relatório de progresso VDI "Stickstofflegierte Werkzeugstähle" série 5, nº 188 (1990) página 129, com sílex de granulação a 80%. As durezas das amostras são

indicadas através das respectivas colunas do gráfico na figura 3. Tanto as ligas B resistentes à corrosão quanto as ligas E e F de acordo com a invenção apresentam excelente resistência contra desgaste, o que aponta uma escolha adequada dos teores de carbono e de nióbio.

REIVINDICAÇÕES

1. Material resistente ao desgaste, contendo em% em peso:

	carbono (C)	mais que	0,3	até	3,5
	nitrogênio (N)		de 0,05	até	4,0
5	oxigênio (O)	mais que	0,002	até	0,25
	Niobio/tântalo (Nb/Ta)		de 3,0	até	18,0

bem como elementos metálicos e impurezas como resíduo com uma estrutura consistindo em uma matriz metálica e fases duras nela armazenadas, com a condição de que as fases duras sejam formadas como carbonetos e/ou nitretos e/ou carbonitretos e/ou carbonitretos de óxido e apresentem um diâmetro de no máximo 50 µm e no mínimo 0,2 µm.

2. Material resistente ao desgaste de acordo com a reivindicação 1, no qual a matriz apresenta uma estrutura martensítica.

3. Material resistente ao desgaste de acordo com a reivindicação 15 1 ou 2, com elevada resistência à corrosão, contendo em% em peso:

	carbono (C)	de 0,5	até	2,5
	nitrogênio (N)	de 0,15	até	0,6
	silício (Si)	de 0,2	até	1,5
	manganês (Mn)	de 0,3	até	2,0
20	cromo (Cr)	de 10,0	até	20,0
	nióbio/tântalo(Nb/Ta)	de 3,0	até	15,0
	molibdênio (Mo)	de 0,5	até	3,0
	vanádio (V)	de 0,1	até	1,0
	titânio (Ti)	de 0,001	até	1,0
25	ferro (Fe)			restante

e impurezas provenientes da fabricação,

com a condição de que a relação de teor de carbono e a concentração de nióbio/tântalo bem como vanádio e titânio corresponda a um valor formado de

$$30 \quad \% C = 0,3 + \frac{\% Nb + 2x (\% V + \% Ti)}{U}$$

sendo que o número U é maior que 6, no entanto menor que 10.

4. Material resistente ao desgaste de acordo com a reivindicação

1 ou 2, com elevada resistência à corrosão, contendo em% em peso:

	carbono (C)	mais que	de 0,3	até	1,0
	nitrogênio (N)		de 1,0	até	4,0
	silício (Si)		de 0,2	até	1,5
5	manganês (Mn)		de 0,3	até	1,5
	cromo (Cr)		de 10,0	até	20,0
	nióbio/tântalo(Nb/Ta)		de 3,0	até	15,0
	molibdênio (Mo)		de 0,5	até	3,0
	vanádio (V)		de 0,1	até	1,0
10	titânio (Ti)		de 0,001	até	1,0
	ferro (Fe)				restante

e impurezas provenientes da fabricação,

com a condição de que a relação de teor de nitrogênio e a concentração de nióbio bem como vanádio corresponda a um valor formado de

$$15 \quad \% N = 0,3 + \% Nb + 2x (\% V + \% Ti)$$

U1

sendo que o número U1 é maior que 4, no entanto, menor que 8.

5. Material resistente ao desgaste de acordo com a reivindicação

1 ou 2, com elevada resistência à corrosão, contendo em% em peso:

20	carbono (C)		de 0,5	até	3,0
	nitrogênio (N)		de 0,15	até	0,6
	silício (Si)		de 0,2	até	1,5
	manganês (Mn)		de 0,3	até	2,0
	cromo (Cr)		de 10,0	até	20,0
25	nióbio/tântalo(Nb/Ta)		de 3,0	até	15,0
	molibdênio (Mo)		de 0,5	até	3,0
	vanádio (V)		de 0,1	até	1,0
	titânio (Ti)		de 0,001	até	1,0
	ferro (Fe)				restante

30 com impurezas provenientes da fabricação, com a condição de que a relação de teor de carbono e a concentração de nióbio, vanádio, titânio e cromo corresponda a um valor formado de

$$\% C = 0,3 + \% \frac{Nb + 2x (\% V + \% Ti)}{U2} + \frac{Cr}{U3}$$

sendo que o valor numérico U2 é maior que 6, no entanto, menor que 10 e U3 é maior que 9, no entanto, menor que 17.

- 5 6. Material resistente ao desgaste de acordo com a reivindicação 1 ou 2, com elevada dureza térmica e tenacidade, particularmente para ferramentas para remoção de aparas, contendo em% em peso:

	carbono ©	de 1,0	até	3,5
	nitrogênio (N)	de 0,05	até	0,4
10	silício (Si)	de 0,2	até	1,5
	manganês (Mn)	de 0,3	até	1,0
	cromo (Cr)	de 2,5	até	6,0
	nióbio/tântalo(Nb/Ta)	de 3,0	até	18,0
	molibdênio (Mo)	de 2,0	até	10,0
15	tungstênio (W)	de 0,1	até	12,0
	vanádio (V)	de 0,1	até	3,0
	cobalto (Co)	de 0,1	até	12,0
	ferro (Fe)			restante

e impurezas provenientes da fabricação,

- 20 com a condição de que a relação de teor de carbono e a concentração de nióbio/tântalo bem como vanádio e titânio corresponda a um valor formado de

$$\% C = 0,6 + \% \frac{Nb + 2x (\% V + \% Ti)}{U4} + \frac{2 x \% Mo + \% W}{U5}$$

- 25 sendo que os valores numéricos são U4 = 6 até 10 e U5 = 80 até 100.

7. Processo para preparação de um material resistente ao desgaste particularmente como definida na reivindicação 1 ou 2, sendo que em uma primeira etapa uma liga metálica, líquida, contendo nióbio/tântalo (Nb/Ta) com uma concentração de 3,0 até 18,0% em peso bem como um
30 teor de carbono e/ou nitrogênio, em que não são formadas separações primárias de carboneto e/ou nitretos acima da temperatura de borrifação ou temperatura de limitação de cristalização, é atomizada para material em pó, após o que o pó é submetido a um processo para elevar o teor de carbono

e/ou o teor de nitrogênio e/ou o teor de oxigênio e a seguir é submetido a uma compactação a quente, principalmente a uma prensagem isostática a quente, sendo que a peça prensada ou o corpo-HIP é submetido alternativamente à moldagem a quente e/ou tratamento térmico.

- 5 8. Processo de acordo com a reivindicação 7, para preparação de materiais particularmente resistentes ao desgaste de acordo com as reivindicações de 3 até 6, sendo que o pó é misturado com carbono elementar e/ou é tratado em uma atmosfera que libera carbono e nitrogênio eventualmente sob temperatura elevada e a seguir é compactado.

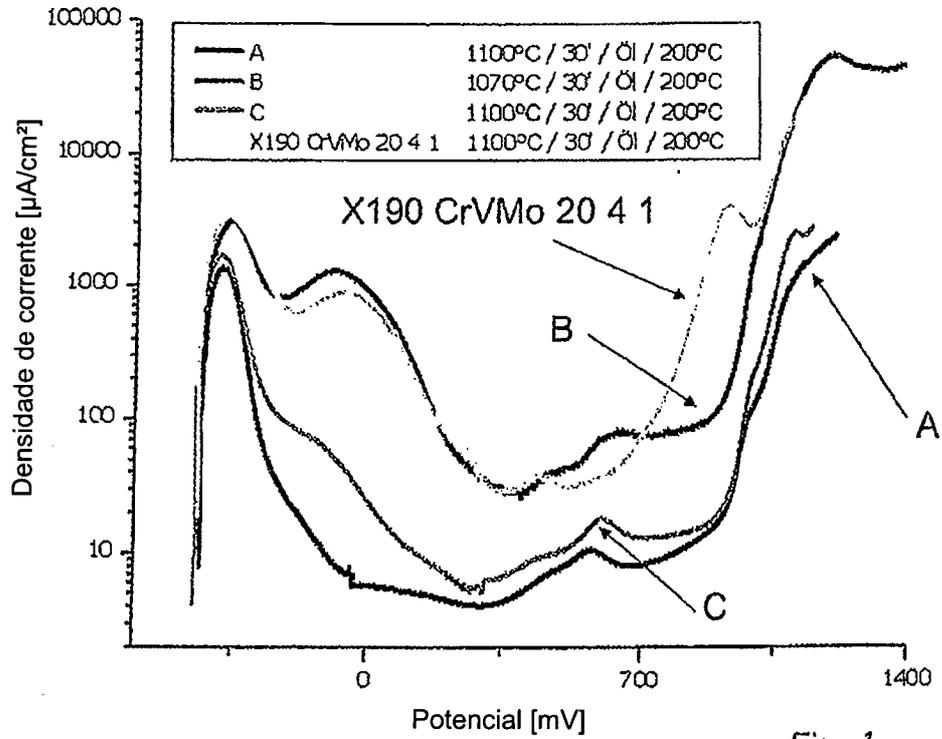


Fig. 1

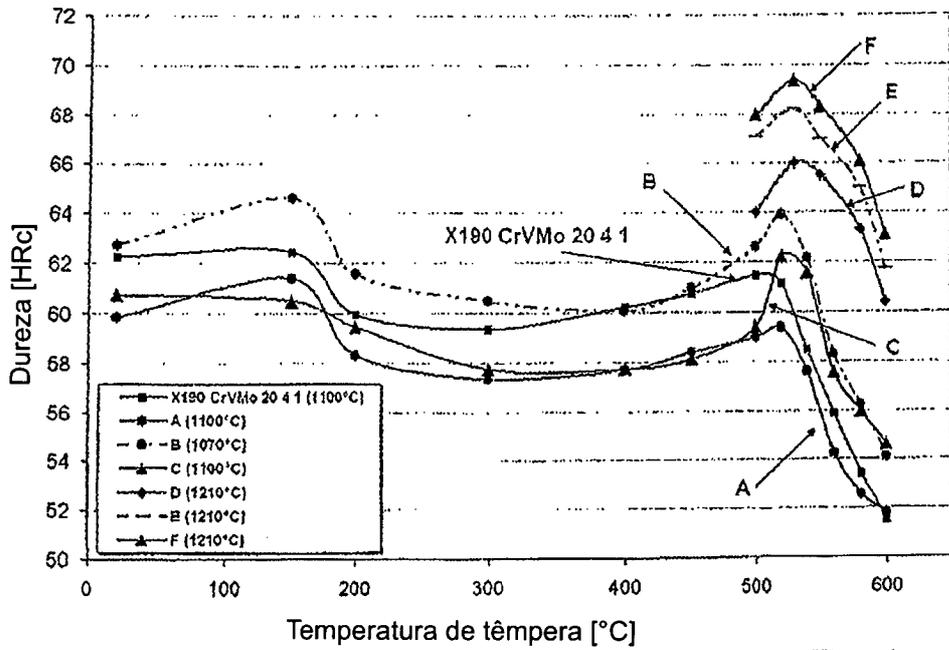
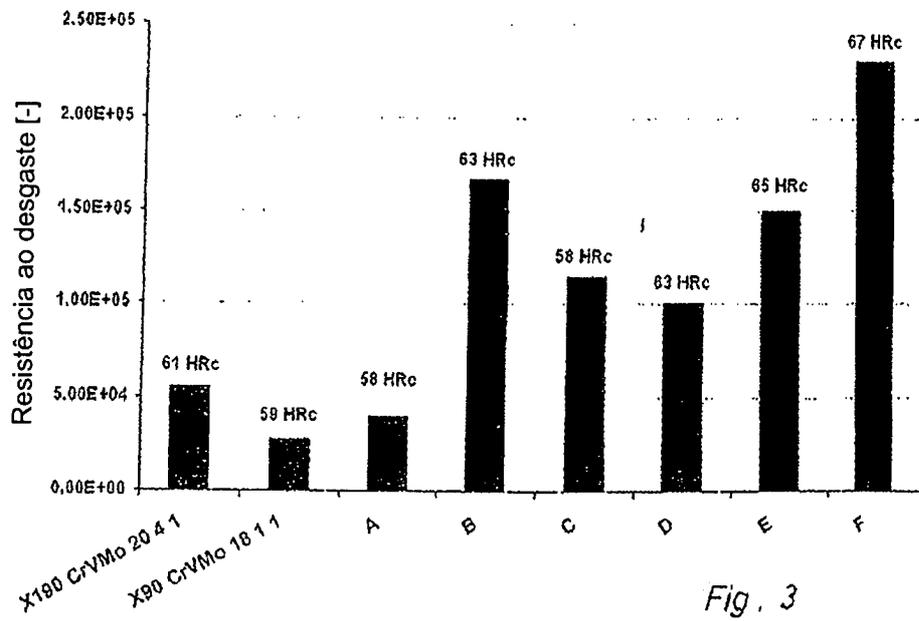


Fig. 2



RESUMO

Patente de Invenção: **"MATERIAL RESISTENTE AO DESGASTE"**.

A presente invenção refere-se a um material resistente ao desgaste e a um processo para preparação do mesmo.

5 De acordo com a invenção, este material contém, em% em peso:

Carbono (C)	mais de	0,3	até	3,5
Nitrogênio (N)		de 0,05	até	4,0
Oxigênio (O)	mais de	0,002	até	0,25
10 Nióbio/tântalo (Nb/Ta)		de 3,0	até	18,0

bem como elementos metálicos e impurezas como resíduo, sendo que as fases duras apresentam um diâmetro de no máximo 50 μm e pelo menos 0,2 μm .

15 O processo é caracterizado de acordo com a invenção, por meio de uma pulverização de um metal presente para obter pó, um aumento do teor de carbono e/ou de nitrogênio e/ou de oxigênio do pó e uma compactação e ulterior processamento do mesmo.