



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

(11) PI 0801492-2 B1



(22) Data do Depósito: 08/05/2008

(45) Data de Concessão: 26/11/2019

(54) Título: FERRAMENTA COM REVESTIMENTO

(51) Int.Cl.: B23D 61/00; B32B 15/01; C22C 38/10; C22C 38/12.

(30) Prioridade Unionista: 08/05/2007 AT A 707/2007.

(73) Titular(es): BÖHLER EDELSTAHL GMBH.

(72) Inventor(es): ZIYA DEVRIM CALISKANOGLU; CHRISTIAN MITTERER.

(57) Resumo: FERRAMENTA COM REVESTIMENTO. A presente invenção refere-se a uma ferramenta ou um objeto que, por exemplo, porta um revestimento. Para aumentar o tempo de duração de uma ferramenta em um processamento de metais com desbaste de aparas, por exemplo, em um desbaste de aparas de ligas de titânio, ligas à base de níquel, ou aços austeníticos, é previsto de acordo com a invenção, formar a peça do corpo da ferramenta a partir de uma liga de ferro-cobalto-molibdênio/tungstênio-nitrogênio endurecida por precipitação e equipar as mesmas-segundo o processo de PVD ou CVD com um revestimento, que apresenta uma estrutura monofásica cristalina.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**FERRAMEN-
TA COM REVESTIMENTO**".

A presente invenção refere-se a uma ferramenta ou a um objeto, que por exemplo apresenta um revestimento, que é aplicado segundo um
5 processo PVD ou CVD. De preferência, a invenção refere-se a uma ferramenta para processamento de metais com remoção de aparas, em particular de aços austeníticos, ligas à base de níquel e titânio assim como ligas de titânio.

Ligas de ferro-cobalto-molibdênio e/ou tungstênio endurecíveis
10 por precipitação são conhecidas como material ferramenta e pertencem ao estado da técnica. Uma preparação de ferramentas maiores a partir dessas ligas denominadas de corte rápido, entretanto, está ligada a uma série de problemas, porque apenas em limites estreitos, a altas temperaturas, são possíveis por um lado uma tendência à separação de fases durante a solidi-
15 ficação do fundido, e por outro lado uma deformação a quente do material.

Já aconselhou-se (WO 01/91 962) construir a ferramenta composta tal que apenas pequenas partes de corte sejam constituídas de uma liga de ferro-cobalto-tungstênio, que são ligadas por solda a uma parte carreadora, na maior parte das vezes de uma liga de aço. Um aperfeiçoamento
20 das propriedades de uso das partes de corte deveria ser atingida através de um processo de metalurgia em pó (PM).

Para aumentar a durabilidade do corte de ferramentas, é do conhecimento e usual há tempos equipar as áreas de trabalho das ferramentas de corte com uma camada dura superficial. Após a preparação da ferramen-
25 ta na sua forma e um beneficiamento térmico da mesma, ocorre uma aplicação de pelo menos uma camada de material duro, principalmente de carbeto e/ou nitreto, assim como carbonitreto e/ou óxido, particularmente dos elementos Ti e/ou Al e/ou Cr, segundo o processo PVD ou CVD a uma temperatura entre 500°C e 680°C, de toda forma abaixo da temperatura de recozimento da liga de aço ferramenta, particularmente da liga de aço rápido.
30

Também para metais duros é conhecido um revestimento de material duro, o qual encontra emprego em largo âmbito neste tipo de ferra-

menta.

As ligas de Fe-Co-Mo/W endurecidas por precipitação mencionadas no início como materiais de corte de peças, produziram tempos maiores de duração de vida útil das ferramentas, em particular em um processamento de materiais à base de Ti e materiais semelhantes. O desenvolvimento tecnológico de ferramentas de aço rápido revestidas aprimorou, entretanto, sua qualidade e propriedades de emprego de tal forma, que ferramentas revestidas de partes de corte livres de carbono, endurecidas por precipitação (Fe-Co-Mo) também apresentam, da mesma forma, um perfil de propriedades quase igual, ou igual durabilidade de corte no desbastamento

Aqui a invenção tem como tarefa conseguir uma ferramenta ou objeto, o qual ou os quais, em particular em um processamento de aparas de metais, como titânio, apresentam um desempenho essencialmente aperfeiçoado.

Essa tarefa é solucionada de acordo com a invenção por uma ferramenta ou objeto, o qual ou os quais respectivamente consistem em uma liga de ferro-cobalto-molibdênio/tungstênio-nitrogênio livre de carbono endurecida por precipitação, que é aplicada segundo o processo PVD ou CVD e apresenta uma estrutura cristalina monofásica.

As vantagens da invenção são observadas sinergisticamente em uma otimização de técnicas de ligas, assim como na forma de preparação escolhida do corpo básico e na aplicação do revestimento.

Através do teor de nitrogênio previsto de acordo com a invenção da liga de Fe-Co-Mo/W-N- não apenas é atingido um comportamento de precipitação da fase intermetálica apropriado com homogeneidade aperfeiçoada, como também são influenciadas vantajosamente também as condições de germinação ou as condições de adesão para uma camada de material duro.

Uma preparação PM aprimora assim a uniformidade de uma microestrutura fina e age de forma favorável na moldabilidade do material.

O revestimento monofásico cristalino estruturado de acordo com a invenção, aplicado na ferramenta sob aderência aperfeiçoada, tem, além

de uma alta dureza e uma alta tenacidade, também uma baixa rugosidade superficial, o que, como se mostrou, apresenta vantagens especiais no desbaste de metais particularmente tenazes, no que se refere a um mais reduzido aquecimento de ferramenta e a uma aperfeiçoada remoção de aparas.

5 Em outras palavras: as vantagens do objeto de acordo com a invenção ou ferramentas semelhantes são, conforme se mostrou, baseadas em uma sinergia.

Por meio de uma preparação metalúrgica em pó do corpo básico, que apresenta uma condutividade térmica significativamente mais elevada, uma microestrutura com uma distribuição mais fina das fases da ferramenta é obtida, sendo que em comparação com aços rápidos de alta liga, não ocorre nenhum amaciamento de material notável a elevadas temperaturas, por exemplo a 600°C. É importante também o elemento de liga nitrogênio com uma concentração mínima de 0,005 % em peso, particularmente de 10 0,01% em peso no substrato, porque desta forma a adesão do revestimento que se forma é essencialmente reforçada. Finalmente, uma camada monofásica cristalina com estrutura centrada superficialmente cúbica se mostra como superior, porque ela por um lado tem propriedades mecânicas melhoradas e por outro lado apresenta uma pequena rugosidade superficial, o que 15 20 traz consigo vantagens particularmente em ferramentas desbastadoras.

No total as propriedades de emprego do objeto são aperfeiçoadas, e em particular a durabilidade do corte de uma ferramenta desbastadora é essencialmente prolongada.

De preferência a parte do corpo consiste em uma liga contendo 25 em % em peso:

25	Cobalto	Co	15,0	até 30,0
	Molibdênio	Mo		até 20,0
	Tungstênio	W		até 25,0
	Molibdênio + 0,5 tungstênio	Mo + W/2	10,0	até 22,0
30	Nitrogênio	N	0,005	até 0,12

Traços de ferro (Fe) e impurezas geradas na preparação.

Mostrou-se que a liga anteriormente fornecida é particularmente

bem apropriada, em grande âmbito da composição química, também para uma atomização do metal líquido e solidificação subsequente, para formar pequenos grãos em pó o mais amplamente homogêneos. Aqui se formam também condições de deformabilidade dos blocos prensados isostaticamente a quente (HIP).

5 A preparação de um objeto moldado a quente, mas também o perfil de propriedades do corpo básico de uma ferramenta, e finalmente a ferramenta própria, podem ser ainda mais aprimorados, se a parte do corpo emprega um processo de metalurgia em pó (PM) para preparação do bloco

10 com uma liga contendo, em % em peso:

	Cobalto (Co)	20,0	até 30,0
	Molibdênio (Mo)	11,0	até 19,0
	Nitrogênio (N)	0,005	até 0,12
	Silício (Si)	0,1	até 0,8
15	Manganês (Mn)	0,1	até 0,6
	Cromo (Cr)	0,02	até 0,2
	Vanádio (V)	0,02	até 0,2
	Tungstênio (W)	0,01	até 0,9
	Níquel (Ni)		0,01 até 0,5
20	Titânio (Ti)		0,001 até 0,2
	Nióbio/Tântalo (Nb/Ta)	0,001	até 0,1
	Alumínio (Al)		MAX 0,043
	Carbono (C)		MAX 0,09
	Fósforo (P)		MAX 0,01
25	Enxofre (S)		MAX 0,02
	Oxigênio (O)		MAX 0,032

Traços de ferro (Fe) e impurezas devidas à preparação, com a condição de que a proporção das concentrações de cobalto para molibdênio apresenta um valor de 1,3 até 1,9,

$$\frac{\text{Co}}{\text{MO}} = 1,3 - 1,9$$

30 é preparado, e a superfície da ferramenta ou objeto porta um revestimento

com uma espessura de pelo menos 0,8 µm.

Uma otimização da liga técnica da composição química de acordo com o valor pré-disposto refere-se às concentrações dos elementos básicos, a proporção de cobalto para molibdênio, um limite estreito dos elementos da microliga e uma limitação das impurezas na ferramenta. O teor de nitrogênio é ambivalente por um lado tendo em vista sua microestrutura, por outro é vantajosamente eficaz lado tendo em vista uma aderência e um tipo de revestimento.

Resultados de verificações amplas indicam que o emprego principalmente de molibdênio como um elemento básico em pequenos valores de tungstênio apresenta vantagens em uma formação da fase (FeCo)₇Mo₆ e em consequência no comportamento de endurecimento, sendo que é favorável para uma obtenção de dureza, no endurecimento por precipitação térmica, uma proporção de cobalto para molibdênio de estreitos limites.

Dos elementos de microligas nos âmbitos de teor mencionados, que são vantajosamente eficazes para a preparação e para o perfil de propriedades do material, podem ser citados os excelentes elementos de silício e manganês, que particularmente reduzem depósitos danosos dos limites do grão.

Os elementos de impureza de alumínio e carbono são ambivalentemente eficazes, entretanto não deveriam ultrapassar os valores máximos indicados das concentrações. Fósforo, enxofre e oxigênio, ao contrário, podem ser avaliados como danosos e devem apresentar os teores os mais baixos possíveis na liga.

Um outro aperfeiçoamento dos valores dos materiais é obtenível, quando um ou mais constituinte(s) ou elemento(s) acompanhante(s) apresenta(m) uma concentração em % em peso:

	Co	24,0	até 27,0
	Mo	13,5	até 17,5
30	N	0,008	até 0,01
	Si	0,2	até 0,6
	Mn	0,1	até 0,3

	Cr	0,03	até 0,07
	V	0,025	até 0,06
	W	0,03	até 0,08
	Ni	0,09	até 0,2
5	Ti	0,003	até 0,009
	Nb/Ta	0,003	até 0,009
	Al	0,001	até 0,009
	C	0,01	até 0,07
	P		MAX 0,008
10	S		MAX 0,015

Assim pode ser obtida uma vantagem adicional, quando a proporção das concentrações Co até Mo na liga apresentam um valor de 1,5 até 1,8.

$$\frac{\text{Co}}{\text{Mo}} = 1,5 - 1,8$$

Quando, como pode ser previsto de acordo com a invenção para a ferramenta ou o objeto, a dureza da parte do corpo ultrapassa um valor de 66 HRC, particularmente de 67 HRC, pode ser obtida uma estabilidade a mais alta possível do revestimento. Também em uma carga de pressão sobre uma pequena superfície, portanto uma carga de superfície específica localmente elevada, uma elevada dureza da peça do corpo ou do corpo básico, também impede uma ruptura da camada dura frágil. Um suporte aperfeiçoado do revestimento no substrato com maior dureza age formando uma camada dura que permanece intacta, evita uma esfoliação parcial do mesmo, e prolonga assim a duração de emprego possível da ferramenta.

Quando, segundo uma forma de execução da invenção, é preparada uma parte do corpo da ferramenta ou do objeto de uma liga previamente mencionada, com uma deformação a quente do bloco vedado isostaticamente a quente (HIP) com um grau de deformação de pelo menos 2,5 vezes, deste modo pode ser aumentada a tenacidade do material apesar da elevada dureza do material.

A ferramenta de acordo com a invenção mencionada no início ou

um objeto semelhante apresenta um revestimento com uma estrutura cristalina amplamente monofásica. Uma estrutura atômica principalmente monofásica, cúbica, centrada na superfície da camada aplicada pode ser obtida apenas a uma temperatura de revestimento essencialmente acima de 500°C.

Descobriu-se em pesquisas técnicas que o potencial energético, consistindo em energia termodinâmica e cinética no âmbito micro na formação de camadas ou na construção de camadas, exerce uma influência decisiva na formação da estrutura da camada crescente. Uma elevada energia viabiliza a difusão dos átomos em uma formação de camadas na forma de hastes e origina com isso uma estrutura em camadas compacta, conjunta, cúbica centrada na superfície, condutora elétrica, essencialmente monofásica com elevada dureza de camada. Uma estrutura de átomos hexagonal de uma camada é, ainda que rígida, entretanto também frágil e não condutora elétrica.

Quando então, de acordo com a invenção, no substrato com uma composição química previamente mencionada na construção de camadas, é atingida uma elevada carga de energia ou de temperatura no âmbito micro, sem redução da dureza do material, são preparáveis camadas superficiais duras, lisas e tenazes, que apresentam uma baixa tendência à ruptura por cargas locais devido a alta dureza do substrato, e com isso se consegue uma alta qualidade da ferramenta ou do objeto.

Para evitar amplamente partes eventualmente amorfas e/ou hexagonais nas camadas aplicadas é empregado, para uma formação monofásica cristalina da mesma, principalmente uma temperatura de cerca de 520°C até 600°C no processo de PVD ou CVD. Este tipo de altas temperaturas de revestimento, todavia, pode exercer uma reação sobre a dureza do material de um corpo básico ou parte do corpo de aços de ferramenta usuais, por exemplo aços rápidos.

Por exemplo, a invenção pode ser minuciosamente esclarecida por meio de dados e resultados dos ensaios.

Um fundido de ensaio com concentrações em % em peso dos

elementos básicos:

	Cobalto	25
	Molibdênio	15
	Tungstênio	0,1
5	Nitrogênio	0,02

dos elementos das microligas:

	Silício	0,29
	Manganês	0,21
	Cromo	0,05
10	Vanádio	0,03
	Níquel	0,1
	Titânio	0,004
	Nióbio/Tântalo	0,004

dos elementos das impurezas:

15	Alumínio	0,002
	Carbono	0,028
	Fósforo	0,002
	Enxofre	0,0021

Traços de ferro

20 foi borrifado com gás, o pó de metal formado a partir dele preenchido em uma cápsula com um diâmetro de 423 mm Ø, encapsulado nela de forma estanque à pressão, e foi submetida a um processo de prensagem isostática a quente (HIP).

25 Neste tipo de bloco HIP fabricado desta forma com um diâmetro de cerca de 400 mm Ø ocorreu uma calandragem a quente a alta temperatura em uma haste redonda com um diâmetro de 31 mm Ø.

Dessa haste redonda foram preparadas amostras, que tiveram emprego em testes de tecnologia de material.

30 Além disso, ocorreu um emprego desse material redondo para uma preparação de uma fresa periférica para ensaios estacionários da ferramenta.

Para fazer uma comparação da liga de acordo com a invenção,

que nos protocolos de verificação tiveram a denominação S 903 PM, ou de ferramentas formadas com materiais de corte de outro tipo, empregou-se aços rápidos do tipo S 6-5-2 (M2) e uma ferramenta de aço super rápido da marca S-ISO-PM retirada da produção.

5 A seguir é indicada a respectiva composição química em % em peso do material comparativo:

S 6-5-2 (M2): C = 0,91, Cr = 4,15, Mo = 5,1, V = 1,82, W = 6,39, Fe e impurezas = traços.

S-ISO-PM: C = 1,612, Cr = 4,79, Mo = 2,11, V = 5,12, W = 10,49, Co = 8,12,
10 Fe e impurezas = traços.

Os resultados de verificações da liga ou revestimento ou ferramenta de acordo com a invenção são vistos dos quadros, opcionalmente em comparação com os aços rápidos mencionados da figura 1 até figura 5.

Eles mostram:

15 Fig. 1 Condutividade térmica do material dependendo da temperatura

Fig. 2 Dureza do material dependendo da temperatura de recozimento

Fig. 3 Dureza térmica do material dependendo do tempo

20 Fig. 4 Resultados de verificações por raio X do revestimento

Fig. 5 Desgaste da ferramenta dependendo do tempo de emprego

Da figura 1 é observável que uma liga de Fe-Co-Mo-N, no presente caso do material S 903 PM, particularmente na faixa entre RT e 600°C
25 apresenta uma condutividade térmica essencialmente mais elevada do que um aço rápido do tipo S 6-5-2 (M2). Isto leva, no desbaste com uma ferramenta de acordo com a invenção, a uma maior remoção de calor da zona de corte no corpo da ferramenta, com o que podem ser atingidos uma estabilidade mais elevada do material e um menor desgaste do corte.

30 Em um beneficiamento térmico da liga Fe-Co-Mo-N (S 903 PM) ocorre, como mostrado na figura 2, primeiramente uma têmpera da solução na maior parte à vácuo a uma temperatura na faixa de 1160°C até 1200°C,

particularmente a cerca de 1180° C, seguido de um resfriamento rápido preferencialmente com nitrogênio à pressão subatmosférica. Um recozimento subsequente do material temperado leva a uma precipitação essencialmente de fases de $(FeCo)_7Mo_6$, com o que ocorre até uma temperatura de recozimento de cerca de 590°C uma elevação da dureza de material até acima de 68 HRC. Uma alta dureza de material de até cerca de 66 HRC pode ser atingida ainda a uma temperatura de recozimento de 620°C.

Em comparação com um aço rápido S 6-5-2 (M2), que foi resfriado bruscamente a partir de 1210°C, um material de Fe-Co-Mo-N apresenta, como demonstrado na figura 2, um valor de dureza essencialmente mais alto a uma elevada temperatura de recozimento, com o que revestimentos aplicados, particularmente com estrutura cristalina monofásica, não apresentam tendência a ruptura sob ação de forças locais elevadas.

Caso, como mostrado na figura 3, a dureza a quente a 600°C do material Fe-Co-Mo-N (S 903 PM) seja comparada com aquela do aço rápido S 6-5-2-(M2) dependendo do tempo de têmpera, então ao contrário do aço rápido até 100 min não se apresenta nenhuma redução do valor de dureza do corpo básico de uma ferramenta de acordo com a invenção.

A dureza e o módulo de elasticidade de uma camada precipitada de um substrato segundo o processo PVD ou CVD aumentam com temperaturas de revestimento maiores. Ao mesmo tempo a rugosidade da superfície da camada aplicada é reduzida, particularmente com uma estrutura cristalina monofásica.

Esperou-se do especialista, ou de acordo com a opinião dos especialistas, que uma estrutura cristalina monofásica apresentando uma camada PVD ou CVD apresente uma aderência ruim no substrato. Verificações de objetos de Fe-Co-Mo-N endurecidos por precipitação com ligas de nitrogênio entretanto mostraram que uma camada cristalina aplicada a altas temperaturas apresenta uma segurança essencialmente maior contra um desprendimento a partir de corpo básico. Ainda não se tem uma explicação estritamente científica para isto, entretanto, pode ser assumido que os teores de nitrogênio no substrato favorecem uma germinação de uma camada de

(ΣMe_xAl_y)N com a estrutura acima.

Uma concentração elevada de nitrogênio na superfície da peça do corpo da ferramenta também pode ser obtida a uma nitrogação da mesma até um teor de nitrogênio de 0,4% em peso. Desta forma é obtível, como anteriormente, uma cinética favorável para um crescimento da camada no substrato.

Através de testes radiográficos pode-se determinar a estrutura de uma camada PVD ou CVD aplicada sobre um substrato ou ferramenta. Camadas de alta temperatura apresentando estrutura monofásica cristalina cúbica centrada na superfície apresentam, para uma mesma intensidade de radiação RX, devido às camadas da rede dos cristais, um grau de reflexão essencialmente elevado no âmbito do ângulo do composto TiN/AlN, como mostrado na figura 4.

Os resultados dos ensaios das camadas de acordo com a figura 4 mostram que, em comparação com camadas de baixa temperatura, que foram aplicadas até 375°C (parte inferior da figura), camadas de alta temperatura, aplicadas a 575°C, apresentam uma intensidade pelo menos 5 vezes, preferencialmente pelo menos 10 vezes medida em impulsos por TiN/AlN em 2 teta (2 θ) entre 60 e 80.

Do material redondo de acordo com a preparação anteriormente apresentada, como mencionado, foi formada uma fresa com adição de corte para remoção de aparas, e ela foi submetida um beneficiamento térmico à vácuo a uma temperatura de solução de têmpera de 1180°C com o subsequente resfriamento rápido em nitrogênio a 5,1 kg/cm² (5 bar). Em seguida ocorreu um endurecimento da fresa bruta a uma temperatura entre 580°C e 620°C, durante um espaço de tempo entre 2 e 4 horas.

Após fresar até a medida da ferramenta, ocorreu um revestimento a cerca de 595°C segundo um processo PVD, sendo que separou-se uma camada cristalina monofásica de (Ti_xAl_y)N com uma espessura de cerca de 5 μ m. Pesquisas do núcleo estequiométrico na composição atômica da camada geraram valores de X = 0,33 e y = 0,67.

Uma fresa semelhante foi preparada com aço super rápido da

marca S-ISO-PM, com uma composição anteriormente mencionada, foi beneficiada termicamente e revestida com material rígido.

As verificações para determinação do tempo de duração de ambas as ferramentas em operação prática ocorreram por desbaste de amostras de liga de TiAl6V4 com os seguintes parâmetros:

5

Velocidade de corte $V_c = 80 \text{ m/min}$

Avanço $f = 0,1 \text{ mm/passe}$

Profundidade de corte axial: $a_p = 5,0 \text{ mm}$

Largura de corte radical: $a_e = 0,5 \text{ mm}$

10

Como a figura 5 mostra, o tempo de duração da ferramenta de acordo com a invenção foi essencialmente maior ou o desgaste do corte foi extremamente baixo. Desta forma pode-se prolongar em um alto grau uma duração de uso possível de uma ferramenta de acordo com a invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta ou objeto, particularmente ferramenta para o processamento de metais com levantamento de aparas, dita ferramenta sendo formada por uma parte de corpo de uma liga de ferro-cobalto-
5 molibdênio/tungstênio-nitrogênio endurecível por precipitação, essencialmente livre de carbono, e que porta um revestimento, que é aplicado segundo o processo de PVD ou CVD e apresenta uma estrutura essencialmente cristalina, monofásica, cúbica de face centrada, caracterizada pelo fato de que a parte de corpo é produzida sob emprego de um processo de metalur-
10 gia do pó (PM) incluindo a atomização de metal líquido para a preparação de um bloco de uma liga, contendo em % em peso:

	Cobalto (Co)	15,0	até 30,0
	Molibdênio (MO)		até 20,0
	Nitrogênio (N)	0,005	até 0,12
15	Silício (Si)	0,1	até 0,8
	Manganês (Mn)	0,1	até 0,6
	Cromo (Cr)	0,02	até 0,2
	Vanádio (V)	0,02	até 0,2
	Tungstênio (W)		até 25,0
20	Molibdênio+0,5Tungstênio Mo+W/2	10,0	até 22,0
	Níquel (Ni)	0,01	até 0,5
	Titânio (Ti)	0,001	até 0,2
	Nióbio/Tântalo (Nb)/(Ta)	0,001	até 0,1
	Alumínio (Al)		máx. 0,043
25	Carbono (C)		máx. 0,09
	Fósforo (P)		máx. 0,01
	Enxofre (S)		máx. 0,02
	Oxigênio (O)		máx. 0,032

o resto sendo traços de ferro (Fe) e impurezas devidas à preparação, com a
30 condição de que a proporção das concentrações de cobalto para molibdênio apresente um valor de 1,3 até 1,9,

$$\text{Co/ Mo} = 1,3 - 1,9$$

e que a superfície da ferramenta ou objeto apresenta um revestimento com uma espessura de pelo menos 0,8 µm com uma fração mais elevada do que 70% em volume, de pelo menos uma camada apresentando uma estrutura cúbica de face centrada, de fase única cristalina.

5 2. Ferramenta ou objeto de acordo com a reivindicação 1, na qual a parte de corpo consiste em % em peso:

Cobalto (Co)	20,0 até 30,0
Molibdênio (Mo)	11,0 até 19,0
Tungstênio (W)	0,01 até 0,9.

10 3. Ferramenta ou objeto de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que um ou mais constituinte(s) da liga(s) ou elemento(s) de acompanhamento em % em peso apresenta:

	Co	24,0	até 27,0
	Mo	13,5	até 17,5
15	N	0,008	até 0,01
	Si	0,2	até 0,6
	Mn	0,1	até 0,3
	Cr	0,03	até 0,07
	V	0,025	até 0,06
20	W	0,03	até 0,08
	Ni	0,09	até 0,2
	Ti	0,003	até 0,009
	Nb/Ta	0,003	até 0,009
	Al	0,001	até 0,009
25	C	0,01	até 0,07
	P		máx. 0,008
	S		máx. 0,015

30 4. Ferramenta ou objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 3, caracterizado pelo fato de que a proporção das concentrações de Co para Mo na liga apresenta um valor de 1,5 até 1,8.

$$\text{Co/Mo} = 1,5 - 1,8$$

5. Ferramenta ou objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 4, caracterizado pelo fato de que a dureza da parte de

corpo ultrapassa um valor de 66 HRC, particularmente de 67 HRC.

6. Ferramenta ou objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 5, caracterizado pelo fato de que a parte de corpo da ferramenta ou do objeto de uma liga previamente mencionada é preparada com uma deformação a quente do bloco (HIP) vedado isostaticamente a quente com um grau de deformação de pelo menos 2,5 vezes.

7. Ferramenta ou objeto de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 6, caracterizado pelo fato de que a parte de corpo em sua superfície apresenta um teor elevado de nitrogênio.

8. Ferramenta ou objeto de acordo com qualquer um das reivindicações 1 até 8, caracterizado pelo fato de que o revestimento da parte de corpo consiste em uma fração mais elevada do que 85% em volume, de pelo menos uma camada apresentando uma estrutura cúbica centrada na superfície, de fase única cristalina, de preferência de várias camadas individuais deste tipo.

9. Ferramenta ou objeto de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma camada do revestimento abrange uma composição $(\Sigma \text{Me}_x\text{Al}_y)\text{N}$, sendo que o respectivo número estequiométrico no composto atômico é de

X 0,25 até 0,50, de preferência 0,28 até 0,35, e

Y 0,50 até 0,75, de preferência 0,65 até 0,72

e ΣMe abrange pelo menos um elemento dos grupos 4, 5 e 6 do sistema periódico.

10. Ferramenta ou objeto de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que pelo menos o substrato da próxima camada do revestimento é formada à base de $(\text{Cr}_x\text{Al}_y)\text{N}$ com o respectivo número estequiométrico no composto atômico de

X até 0,3 e

Y até 0,7 ou

$(\text{Ti}_x\text{Al}_y) \text{N}$ é formado com o respectivo número estequiométrico no composto atômico de

X até 0,33 e

Y até 0,67.

11. Ferramenta ou objeto de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma parte do revestimento é formada como revestimento de óxido metálico essencialmente com a composição
5 $(Cr + Al)_2O_3$ e apresenta uma estrutura alfa ou capa.

1/3

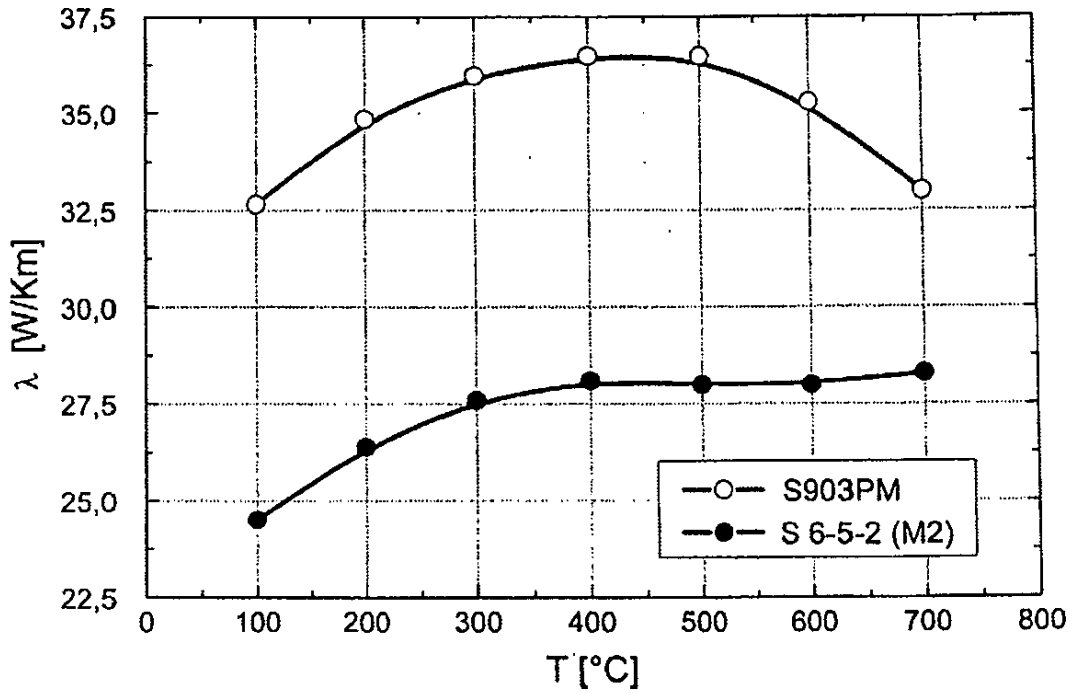


Fig. 1

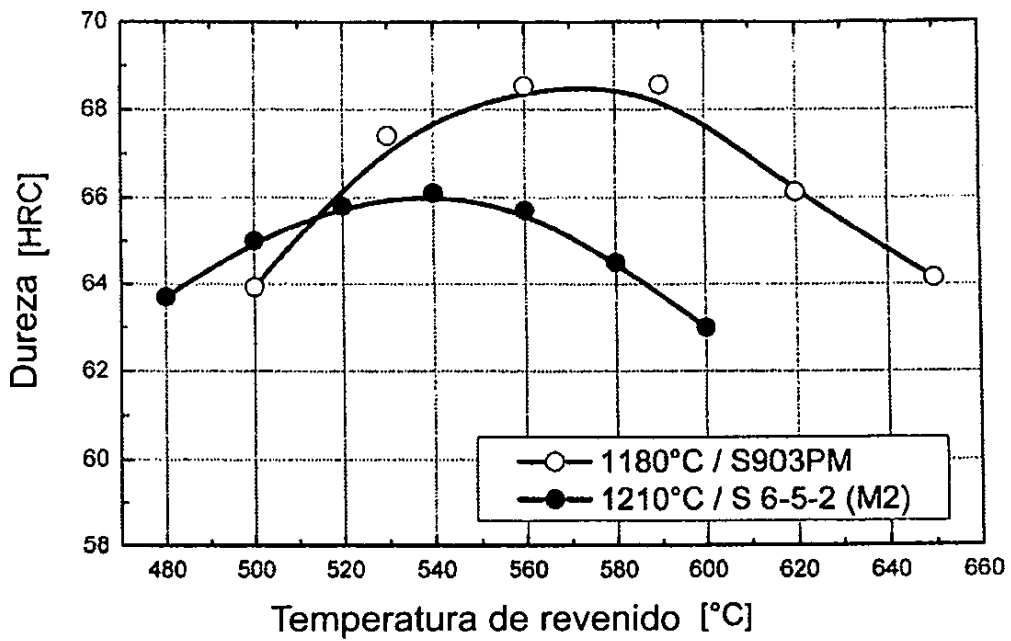


Fig. 2

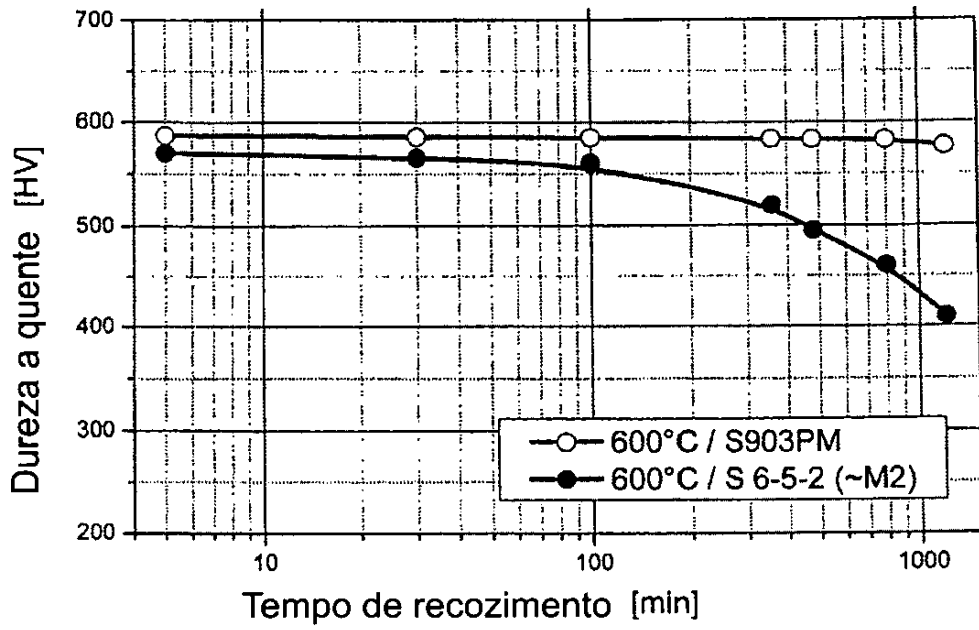


Fig. 3

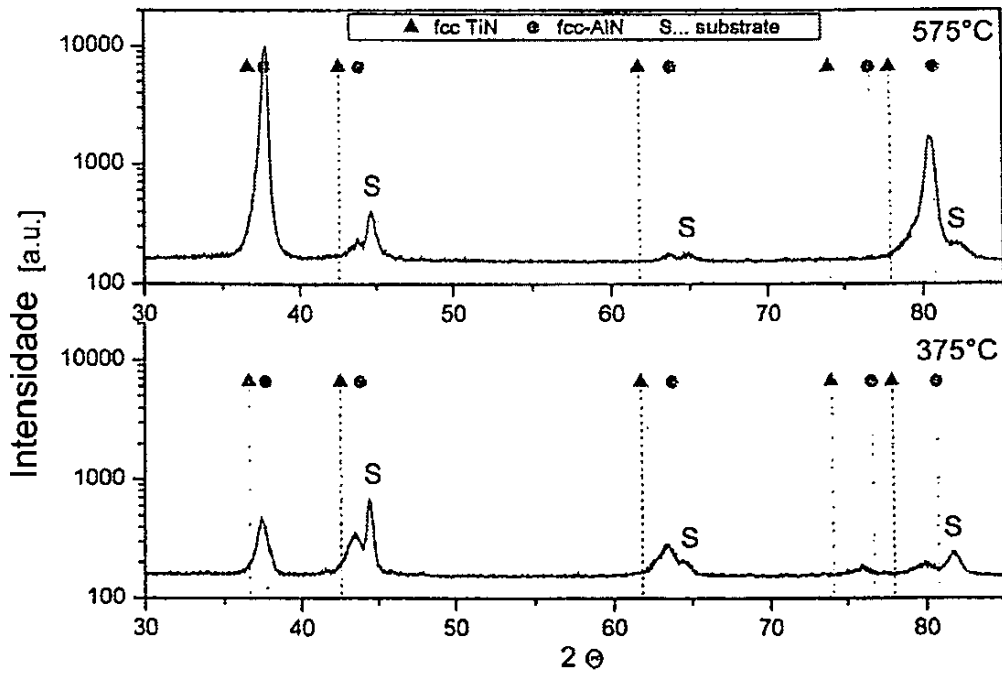


Fig. 4

3/3

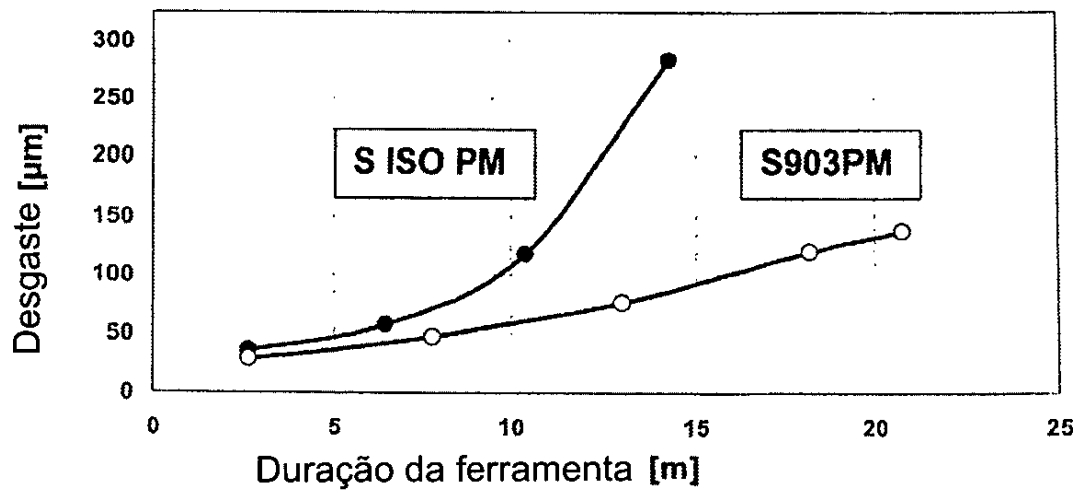


Fig. 5