



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

(11) PI 0710663-7 B1



(22) Data do Depósito: 08/05/2007

(45) Data de Concessão: 12/04/2022

(54) Título: CILINDRO DE TRABALHO PARA USO NA FABRICAÇÃO DE CHAPA DE METAL OU DE LIGA METÁLICA

(51) Int.Cl.: C23C 4/06; C23C 4/10; C22C 27/04; C23C 4/16.

(30) Prioridade Unionista: 12/05/2006 US 60/799656; 16/04/2007 US 11/787412.

(73) Titular(es): PRAXAIR S.T. TECHNOLOGY, INC..

(72) Inventor(es): WILLIAM JAROSINSKI.

(86) Pedido PCT: PCT US2007011094 de 08/05/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/133536 de 22/11/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/10/2008

(57) Resumo: CILINDRO DE TRABALHO PARA USO NA FABRICAÇÃO DE CHAPA DE METAL OU DE LIGA METÁLICA, PROCESSO PARA PREPARAR O MESMO, MÉTODO PARA FABRICAR CHAPA DE METAL OU DE LIGA METÁLICA E PÓ PARA ASPERSÃO TÉRMICA. Esta invenção refere-se a cilindros de trabalho revestidos por aspersão térmica para uso em metal ou liga de metal, por exemplo, fabricação de chapa de liga de alumínio composta de uma estrutura de forma cilíndrica, tendo uma superfície periférica externa e um revestimento pulverizado termicamente na superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um ou mais carbonetos metálicos do grupo VI, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel. Esta invenção também se refere a um processo para a preparação de cilindros de trabalho para uso em metal ou liga metálica, por exemplo, a fabricação de chapa de liga de alumínio, a um método para a fabricação de metal ou liga de metal, por exemplo, chapa de liga de alumínio utilizando os cilindros de trabalho revestidos por aspersão térmica, e um (...).

“CILINDRO DE TRABALHO PARA USO NA FABRICAÇÃO DE CHAPA DE METAL OU DE LIGA METÁLICA”

Pedidos Relacionados

[001] Este pedido reivindica o benefício do pedido provisório US número de série 60/799.656, depositado em 12 de maio de 2006, que é incorporado aqui como referência.

Campo da Invenção

[002] Esta invenção refere-se a cilindros de trabalho revestidos por aspersão térmica para uso na fabricação de chapa de metal e liga metálica, por exemplo, liga de alumínio, a um processo para preparar cilindros de trabalho para uso na a fabricação de chapa de metal e liga metálica, por exemplo, de liga de alumínio, um método para a fabricar chapa de metal e liga metálica, por exemplo, de liga de alumínio, usando cilindros de trabalho revestidos por termicamente por aspersão, e a um pó para aspersão térmica para o revestimento da superfície periférica externa dos cilindros de trabalho para uso na fabricação de chapa de metal e liga metálica, por exemplo, de liga de alumínio.

Antecedentes da Invenção

[003] Os cilindros de trabalho desempenham uma função importante na fabricação de chapas metálicas e de ligas metálicas. Por exemplo, a indústria de alumínio coloca um valor elevado na operação de linhas de chapas de ligas de alumínio de uma maneira contínua. Perdas significativas (energia, capacidade, produtividade, danos no produto, etc.) são associadas com tempos de parada na produção de chapas de ligas de alumínio. Velocidades elevadas na linha e forças exercidas pelos cilindros de trabalho para reduzir a espessura da chapa e melhorar a qualidade da chapa, provocam desgaste significativo da superfície do cilindro de trabalho. As chapas de liga de alumínio são utilizadas para formarem recipientes, como material para latas, componentes para veículos, materiais de construção resistentes à

corrosão, lâminas, e semelhantes.

[004] Em um processo típico de chapa de liga de alumínio, um tarugo pode ser vazado e recozido (homogeneizado), e então a liga de alumínio pode ser laminada a quente e a frio (redução) para produzir uma chapa com espessura intermediária. As temperaturas do tarugo e da chapa e outros controles da operação podem ser críticos nestas etapas. Posteriormente, a chapa de liga de alumínio pode ser passada através de cilindros de trabalho para ajustar a espessura (espessura final) e melhorar o acabamento da superfície da chapa.

[005] Em geral, os cilindros de trabalho que entram em contato com a chapa de liga de alumínio, desejavelmente satisfazem as seguintes condições: os cilindros são resistentes ao desgaste (prolongam o tempo entre as paradas para manutenção); os cilindros conferem danos mínimos na superfície da chapa de liga de alumínio; os cilindros resistem à corrosão provocada por tipos diferentes de lubrificantes; e o custo de ciclo de vida dos cilindros é baixo.

[006] Os cilindros de trabalho comuns são fabricados com ligas à base de ferro e têm uma vida limitada, provocada pelo desgaste das linhas de alta velocidade e altas forças exercidas pelo processo de laminação. Um cilindro é removido do serviço tão logo a sua superfície se degrada e o cilindro impacta negativamente a qualidade da chapa. Exemplos de problemas de qualidade em potencial incluem "banding", fragmentos, vibração, defeitos na superfície (furos), rugosidade aumentada da superfície, e semelhantes. Os cilindros com base em ferro podem ser de liga com cromo a um custo adicional, mas a extensão da vida do cilindro é limitada.

[007] Continua a ser uma necessidade na arte cilindros de trabalho que possam ser usados durante períodos extensos de tempo sem danos na qualidade da superfície da chapa de metal ou de liga metálica. Também continua a ser uma necessidade que os cilindros de trabalho tenham uma

resistência melhorada a desgaste e corrosão.

Sumário da Invenção

[008] Esta invenção refere-se em parte a cilindros de trabalho para uso em metal ou liga metálica, por exemplo, fabricação de chapa de liga de alumínio, constituídos de uma estrutura de forma cilíndrica, tendo uma superfície periférica externa e um revestimento pulverizado termicamente na superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo constituído de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um carboneto metálico do grupo 6, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel.

[009] Esta invenção também se refere em parte a um processo para a preparação de um cilindro de trabalho para uso em metal ou liga metálica, por exemplo, a fabricação de chapa composta de liga de alumínio, que compreende: (i) a produção de uma estrutura de forma cilíndrica tendo uma superfície periférica externa e (ii) a aspersão térmica de um revestimento sobre a superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um ou mais carbonetos metálicos do grupo 6, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel.

[0010] Esta invenção se refere ainda em parte a um método para a fabricação de metal ou liga metálica, por exemplo, chapa de liga de alumínio composta de (i) fundição e opcionalmente tratamento térmico de um metal ou tarugo de liga de alumínio, (ii) a laminação do tarugo de metal ou de liga metálica para produzir uma chapa de metal ou de liga de metal de espessura intermediária, e (iii) a passagem da chapa de metal ou de liga de metal de espessura intermediária através de um ou mais cilindros de trabalho para a produção de uma chapa de metal ou de liga de metal com a espessura final, os

referidos um ou mais cilindros de trabalho sendo compostos de uma estrutura de forma cilíndrica tendo uma superfície periférica externa e um revestimento pulverizado termicamente sobre a superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um ou mais carbonetos metálicos do grupo 6, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel.

[0011] Esta invenção se refere ainda em parte a um pó de aspersão térmica para o revestimento da superfície periférica externa de um cilindro de trabalho para uso em metal ou liga metálica, por exemplo, a fabricação de chapa de liga de alumínio composta de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um ou mais carbonetos de metal do grupo 6, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel.

Breve Descrição dos Desenhos

[0012] A figura 1 é uma fotomicrografia mostrando a microestrutura de um revestimento desta invenção com uma ampliação de 5000 vezes.

[0013] A figura 2 é um gráfico mostrando, em intervalos determinados, a rugosidade da superfície das composições A, B, C e D dos exemplos abaixo, que foram medidas e comparadas para se determinar a retenção da superfície.

Descrição Detalhada da Invenção

[0014] Conforme indicado acima, esta invenção refere-se em parte a um pó de aspersão térmica para o revestimento da superfície periférica externa de um cilindro de trabalho para uso em metal ou liga metálica, por exemplo, a fabricação de chapa de liga de alumínio, composta de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um ou mais carbonetos de metal do grupo 6, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição

escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel. De preferência, esta invenção refere-se em parte a um pó de aspersão térmica para o revestimento da superfície periférica externa de um cilindro de trabalho para uso na fabricação de chapa de liga de alumínio, composto de cerca de 76 a cerca de 86% em peso de tungstênio, cerca de 3 a cerca de 5,5% em peso de carbono, cerca de 7 a cerca de 13% em peso de cobalto, e cerca de 2,5 a cerca de 7% em peso de cromo.

[0015] São produzidos pós de aspersão térmica que são capazes de produzirem revestimentos de aspersão térmica tendo a resistência desejada contra desgaste e corrosão, especialmente para cilindros de trabalho utilizados em processos para a laminação de ligas metálicas, por exemplo, chapas de ligas de alumínio. Também são apresentados métodos para a formação de revestimentos pulverizados termicamente nos cilindros de trabalho utilizando tais pós de aspersão térmica.

[0016] Os carbonetos de metal ilustrativos podem ser representados pela fórmula M_xC onde M representa um ou mais dos metais Cr, Co, Mo e W e x é um número inteiro de 1 a 12. As fases M_xC podem consistir de MC, M_2C , M_6C , M_9C e $M_{12}C$. Os carbonetos adequados de metal do grupo 6 úteis nesta invenção incluem, por exemplo, WC, MoC, CrC, WCrC, WMoC, CrMoC, e semelhantes. Misturas adequadas de carbonetos de metal do grupo 6 úteis nesta invenção incluem, por exemplo, WC e WCrC, WC e CrC, e semelhantes. Metais de transição ilustrativos úteis como aglutinantes metálicos incluem um ou mais dos Cr, Mn, Fe, Co e Ni. Misturas adequadas de metais de transição úteis nesta invenção incluem, por exemplo, Cr e Co, Cr e Mo, e semelhantes.

[0017] O teor de um ou mais carbonetos de metal do grupo 6 no pó de aspersão térmica pode variar de cerca de 65 a cerca de 95% em peso, e de preferência, de cerca de 70 a cerca de 90% em peso. Se o teor de um ou mais carbonetos de metal do grupo 6 é muito baixo, a resistência a desgaste do

revestimento pulverizado termicamente poderá ser reduzida. Se o teor de um ou mais dos carbonetos de metal do grupo 6 é muito elevado, a rigidez e a adesão do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidas. Com relação ao cromo, fica entendido que o cromo pode estar presente como um metal de transição, assim como um carboneto de metal do grupo 6.

[0018] O teor do aglutinante metálico de um ou mais metais de transição no pó de aspersão térmica pode variar de cerca de 5 a cerca de 35% em peso, e de preferência, de cerca de 10 a cerca de 30% em peso. Se o teor de um ou mais metais de transição é muito baixo, a rigidez e a adesão do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidas ou o desgaste e a resistência à oxidação do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidos. Se o conteúdo de um ou mais metais de transição na fase do aglutinante é muito elevado, a resistência a desgaste do revestimento pulverizado termicamente poderá ser reduzida ou a rigidez e a adesão do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidas. Com relação ao cromo, fica entendido que o cromo pode estar presente como um carboneto de metal do grupo 6 assim como metal de transição.

[0019] Conforme indicado acima, um pó de aspersão térmica preferido desta invenção é composto de WCCoCr. Tais pós podem ser úteis na fabricação de revestimentos de aspersão térmica para cilindros de trabalho utilizados em processos para a laminação de liga metálica, por exemplo, ligas de alumínio. As concentrações dos elementos nos pós preferidos pode variar, mas deve ficar dentro das faixas apresentadas abaixo.

[0020] O teor de tungstênio no pó de aspersão térmica pode variar de cerca de 76 a cerca de 86% em peso, e de preferência, de cerca de 78 a cerca de 84% em peso. Se o teor de tungstênio é muito baixo, a resistência a desgaste do revestimento pulverizado termicamente poderá ser reduzida. Se o teor de tungstênio é muito elevado, a rigidez e a adesão do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidas.

[0021] O teor de carbono no pó de aspersão térmica pode variar de cerca de 3 a cerca de 5,5% em peso, e de preferência, de cerca de 3,5 a cerca de 5,2% em peso. Se o teor de carbono é muito baixo, a resistência a desgaste do revestimento pulverizado termicamente pode ser reduzida. Se o teor de carbono é muito elevado, a rigidez e a adesão do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidas.

[0022] O teor de cobalto no pó de aspersão térmica pode variar de cerca de 7 a cerca de 13% em peso, e de preferência, de cerca de 7 a cerca de 11% em peso. Se o teor de cobalto é muito baixo, a rigidez e a adesão do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidas. Se o teor de cobalto é muito elevado, a resistência a desgaste do revestimento pulverizado termicamente poderá ser reduzida.

[0023] O teor de cromo no pó de aspersão térmica é de cerca de 2,5 a cerca de 7% em peso, e de preferência, de cerca de 3 a cerca de 6% em peso. Se o teor de cromo é muito baixo, o desgaste e a resistência à oxidação do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidos. Se o teor de cromo é muito elevado, a rigidez e a adesão do revestimento pulverizado termicamente poderão ser reduzidas.

[0024] A adição de cromo é uma modificação importante da composição preferida, porque o cromo forma no revestimento uma camada de óxido resistente que atua como uma barreira contra a corrosão. O cromo pode ser encontrado no revestimento pulverizado termicamente em várias formas; como um óxido nos limites da aplicação do revestimento, como liga metálica de cobalto na fase aglutinante do revestimento, e potencialmente, como um carboneto complexo resistente a desgaste. As fases de cromo melhoram a resistência à corrosão do revestimento e reduzem o potencial de interação galvânica dentro do revestimento entre o revestimento e a base do cilindro.

[0025] O teor total de carboneto de metal do grupo 6 e do aglutinante metálico, por exemplo, tungstênio, carbono, cobalto e cromo, no pó de

aspersão térmica, não deve ser menor do que 97%. No caso em que um pó pulverizado termicamente contenha componentes diferentes de carbonetos de metal do grupo 6 e de metais de transição, o teor desses outros componentes do pó de aspersão térmica é menor do que 3% em peso.

[0026] O tamanho médio de partícula dos pós de aspersão térmica úteis nesta invenção, de preferência, é determinado de acordo com o tipo de dispositivo de aspersão térmica e condições de aspersão térmica utilizados durante a aspersão térmica. O tamanho de partícula pode variar de cerca de 5 a cerca de 50 microns, e de preferência, de cerca de 10 a cerca de 45 microns.

[0027] O tamanho médio do grão de carboneto de metal do grupo 6 dentro do pó de aspersão térmica útil nesta invenção, de preferência, é determinado de acordo com o tipo de dispositivo de aspersão térmica e condições de aspersão térmica utilizados durante a aspersão térmica. O tamanho do grão de carboneto de metal do grupo 6 pode variar de cerca de 0,2 a cerca de 5 microns, e de preferência, de cerca de 0,3 a cerca de 2 microns.

[0028] Esta invenção se refere ainda a serem utilizados inicialmente grãos finos de carboneto de metal do grupo 6 dentro do pó de aspersão térmica que promove a formação de fases complexas e reduz efetivamente a quantidade de aglutinante metálico que é disponível para o ataque pelo meio corrosivo. Durante o processo de aspersão térmica, alguns grãos de carboneto de metal do grupo 6 podem ser parcialmente dissolvidos e formarem liga com a fase aglutinante metálica. Se os grãos de carboneto de metal do grupo 6 são muito finos, poderão ser dissolvidos ou descarburizados em grande quantidade, comprometendo a resistência a desgaste do revestimento de aspersão térmica.

[0029] Os pós de aspersão térmica nesta invenção podem ser produzidos por métodos convencionais, tais como aglomeração (métodos de aspersão a seco e sinterização ou sinterização e esmagamento) ou fundidos e esmagados. Em um método de aspersão a seco e sinterização, primeiramente

é preparada uma suspensão, através da mistura de uma quantidade de pós de matéria-prima e um meio adequado de dispersão. Esta suspensão é então granulada através de secagem por aspersão, e é então formada uma partícula de pó coeso através de sinterização do pó granulado. O pó pulverizado termicamente é então obtido através de peneiragem e classificação (se os aglomerados são muito grandes, eles podem ser reduzidos em tamanho através de esmagamento). A temperatura de sinterização durante a sinterização do pó granulado, de preferência, é de 1000 a 1300 ° C.

[0030] Os pós de aspersão térmica de acordo com esta invenção poderão ser produzidos por outra técnica de aglomeração, o método de sinterização e esmagamento. No método de sinterização e esmagamento, primeiramente é formado um pó compacto através da mistura de uma quantidade de pós de matéria-prima, seguido por compressão, e então a sinterização em uma temperatura entre 1200 e 1400 ° C. O pó pulverizado termicamente é então obtido através de esmagamento e classificação do pó compacto sinterizado resultante na distribuição apropriada de tamanho de partícula.

[0031] Os pós de aspersão térmica de acordo com esta invenção poderão também ser produzidos através de um método de fundição (derretimento) e esmagamento ao invés de aglomeração. No método de derretimento e esmagamento, previamente é formado um lingote, misturando-se uma quantidade de pós de matéria-prima seguido por aquecimento rápido, fundição e então resfriamento. Ou pó de aspersão térmica é então obtido através de esmagamento e classificação do lingote resultante.

[0032] Em geral, os pós de aspersão térmica podem ser produzidos por intermédio de processos convencionais, tais como os seguintes:

- a. Método de secagem por aspersão e sinterização - por exemplo, WC, Co e Cr são misturados em uma suspensão e então são granulados por aspersão. O pó aglomerado é então sinterizado em

uma temperatura elevada (pelo menos 1000 ° C) e peneirado para uma distribuição adequada de tamanho de partícula para a aspersão;

- b. Método de sinterização e esmagamento - por exemplo, WC, Co e Cr são sinterizados em temperatura elevada em uma atmosfera de gás hidrogênio ou inerte (tendo uma pressão parcial de oxigênio baixa) e então esmagados mecanicamente e peneirados até uma distribuição de tamanho de partícula adequada para a aspersão;
- c. Método de fundição e esmagamento - por exemplo, WC, W, qCo e Cr são fundidos em um cadinho (um cadinho de grafite pode ser utilizado para a adição de C) e então a peça fundida resultante é esmagada mecanicamente e é peneirada;

Método de partícula revestida - por exemplo, as superfícies das partículas de WC são submetidas a um revestimento com Co e Cr; e

Método de aumento da densidade - o pó produzido em qualquer dos processos acima (i) - (iv) é aquecido através de chama de plasma ou leiser e é peneirado (processo de aumento de densidade por plasma ou aumento de densidade por leiser).

[0033] O tamanho médio de partícula de cada pó de matéria-prima, de preferência, não é menos de 0,1 microns, e mais de preferência, não é menos do que 0,2 microns, mais de preferência, não é mais do que 10 microns. Se o tamanho médio de partícula de um pó de matéria-prima é muito pequeno, os custos poderão aumentar. Se o tamanho médio da partícula de um pó de matéria-prima é muito grande, poderá tornar-se difícil dispersar-se uniformemente o pó de matéria-prima.

[0034] As partículas individuais que compõem o pó de aspersão térmica, de preferência, têm uma resistência mecânica suficiente para permanecerem coesas durante o processo de aspersão térmica. Se a resistência mecânica é muito pequena, a partícula de pó poderá quebrar-se entupindo o

orifício e acumulando-se nas paredes internas do dispositivo de aspersão térmica.

[0035] O processo de revestimento envolve o escoamento do pó através de um dispositivo de aspersão térmica que aquece e acelera o pó para dentro de uma base do cilindro (substrato). Durante o impacto, a partícula aquecida é deformada resultando em lâminas ou respingos pulverizados termicamente. Os respingos superpostos constituem a estrutura do revestimento. Um processo de detonação útil nesta invenção é apresentado na patente americana de número 2.714.563, a apresentação da qual é incorporada aqui como referência. O processo de detonação é ainda apresentado nas patentes americanas de número 4.519.840 e 4.626.476, as apresentações das quais são incorporadas aqui como referência, que incluem revestimentos contendo composições de tungstênio, carboneto, cobalto e cromo. A patente americana de número 6.513.290, a apresentação da qual é incorporada aqui como referência, apresenta um processo de combustão com oxigênio em alta velocidade útil nesta invenção para o revestimento de composições contendo W, C, Co e Cr.

[0036] Conforme também indicado acima, esta invenção refere-se em parte a um processo para a preparação de um cilindro de trabalho para uso em metal ou liga metálica, por exemplo, a fabricação de chapa de liga de alumínio, que é composto de (i) produção de uma estrutura de forma cilíndrica, tendo uma superfície periférica externa, e (ii) a aspersão térmica de um revestimento sobre a superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um ou mais carbonetos de metal do grupo 6, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel. De preferência, esta invenção refere-se em parte a um processo para a preparação de um cilindro de trabalho para uso na fabricação de chapas de

ligas de alumínio, composto de (i) produção de uma estrutura de forma cilíndrica tendo uma superfície periférica externa, e (ii) a aspersão térmica de um revestimento sobre a superfície periférica externa da referida estrutura cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 76 a cerca de 86% em peso de tungstênio, cerca de 3 a cerca de 5,5% em peso de carbono, cerca de 7 a cerca de 13% em peso de cobalto, e cerca de 2,5 a cerca de 7% em peso de cromo.

[0037] Na etapa de formação do revestimento, o pó de aspersão térmica é pulverizado termicamente sobre a superfície de um cilindro, e como resultado, é formado um revestimento pulverizado termicamente sobre a superfície do cilindro. A aspersão por pistola de combustível - oxigênio - alta velocidade, ou de detonação, são os métodos preferidos de aspersão térmica do pó de aspersão térmica. Outros processos de formação de revestimento incluem a aspersão por plasma, o arco de transferência de plasma (PTA), aspersão por chama, ou formação de liga a leiser.

[0038] Em uma realização preferida deste processo, um agente de tratamento de selagem é revestido sobre o revestimento pulverizado termicamente formado sobre a superfície do substrato na etapa de formação do revestimento mencionada anteriormente. Tratamentos ilustrativos de selagem incluem, por exemplo, epóxis em duas partes (resina epóxi mais o endurecedor de epóxi). O agente de tratamento de selagem é aplicado, por exemplo, através de imersão, revestimento por escova, ou aspersão.

[0039] O agente de tratamento de selagem pode penetrar facilmente nos furos ou espaços pequenos na faixa de micrometros, por causa da sua baixa tensão superficial e viscosidade. Para aumentar a penetração do selante nos poros sobre a superfície do cilindro, pode ser adicionado um agente de umidificação adequado. Agentes de umidificação ilustrativos incluem, por exemplo, tolueno, acetona, xileno e álcoois.

[0040] De acordo com esta invenção, os cilindros de trabalho que se

destinam ao uso em contato com um metal ou liga metálica, por exemplo, uma chapa de liga de alumínio, primeiramente são revestidos por aspersão térmica com uma camada protetora de um metal de transição de carboneto de metal do grupo 6, por exemplo, carboneto de tungstênio e cobalto cromo. O selante pode então ser depositado sobre o revestimento para evitar a penetração de meio corrosivo no substrato do cilindro e também para minimizar a produção de resíduos ou óxidos sobre a superfície do cilindro revestido.

[0041] Em uma realização da invenção, a camada inacabada revestida por aspersão tem uma espessura de cerca de 0,025 a 1,0 mm e uma porosidade não maior do que cerca de 2,5%. A camada inacabada revestida por aspersão tem uma espessura preferida em torno de 0,025 a cerca de 0,5 mm e uma porosidade não maior do que cerca de 1,5%. Se o revestimento é muito grosso, as tensões poderão levar a rachaduras prematuras e ao espalhamento do revestimento, devido às forças de redução. O revestimento pulverizado termicamente formado pelo processo de formação de revestimento pulverizado termicamente de acordo com esta invenção poderá ter a resistência a desgaste desejada (por exemplo, perfil de superfície e retenção da rugosidade da superfície) e resistência à corrosão, desejados.

[0042] Os cilindros de trabalho desta invenção apresentam uma rugosidade de superfície desejável que é resistente à degradação, o rápido aumento na rugosidade da superfície, e minimizam os defeitos na superfície, tais como marcas na chapa e manchas brancas de formação de óxido. Os cilindros de trabalho desta invenção têm uma rugosidade de superfície menor do que cerca de 60 micropolegadas RA, de preferência, menor que cerca de 40 micropolegadas RA, e mais de preferência, menor que ou igual a 30 micropolegadas RA.

[0001] Em uma realização desta invenção, é aplicado um revestimento de aspersão térmica na superfície de um cilindro de trabalho

utilizado para a laminação e o acabamento de um metal ou liga metálica, por exemplo, uma chapa de liga de alumínio, onde o cilindro de trabalho revestido tem uma excelente resistência a desgaste e corrosão. O cilindro de trabalho revestido é efetivo para a fabricação de metal ou de liga metálica, por exemplo, uma chapa de liga de alumínio, com excelente qualidade e alta produtividade. O metal de transição de carbonetos de metal do grupo 6, por exemplo, um material de carboneto de tungstênio cobalto e cromo aplicado por processos de detonação ou de combustão com oxigênio em alta velocidade podem produzir uma vida aumentada do equipamento em metal e liga metálica, por exemplo, nas linhas de laminação e acabamento de chapa de liga de alumínio.

[0044] Os cilindros de trabalho revestidos desta invenção e podem apresentar uma resistência a desgaste e corrosão produzindo uma vida mais longa dos cilindros de trabalho revestidos por aspersão térmica. Um aspecto importante do revestimento pulverizado termicamente é o acabamento da superfície. A superfície revestida pode ser usinada ou polida com ferramentas de corte ou meio rígido para a obtenção ou retenção de um perfil específico do cilindro (por exemplo, um formato de coroa no qual a superfície do cilindro de trabalho é elevada na direção da porção média do cilindro de trabalho e é menos elevada em relação às porções terminais do cilindro de trabalho).

[0045] A superfície usinada e/ou polida pode ser acabada com correias flexíveis (meio de diamante ou de nitreto de boro cúbico) para a obtenção de uma determinada rugosidade de superfície e para minimizar os defeitos da superfície no produto de chapa. Pode ser aplicado um revestimento selante para a resistência a meio corrosivo e/ou a compostos lubrificantes. Em uma realização preferida, a superfície do revestimento pulverizado termicamente é acabada o suficiente para minimizar ou eliminar marcas ou defeitos sobre a chapa de metal ou de liga metálica fabricada

utilizando o cilindro de trabalho.

[0046] Em uma realização da invenção, a camada revestida por aspersão acabada tem uma espessura em torno de 0,025 a cerca de 0,25 mm e uma porosidade não maior do que cerca de 2,5%. A camada revestida por aspersão acabada tem uma espessura preferida em torno de 0,025 a cerca de 0,1 mm e uma porosidade não maior do que cerca de 1,5%. Se o revestimento é muito grosso, as tensões podem levar a rachaduras prematuras e ao espalhamento do revestimento decorrente de forças de redução. O revestimento pulverizado termicamente formado pelo processo de formação de revestimento pulverizado termicamente de acordo com esta invenção, poderá ter a resistência a desgaste desejada (por exemplo, o perfil de superfície e de retenção da rugosidade da superfície) e resistência à corrosão.

[0047] Conforme indicado acima, esta invenção refere-se em parte a um cilindro de trabalho para uso em metal ou liga metálica, por exemplo, a fabricação de chapa de liga de alumínio, constituído de uma estrutura de forma cilíndrica, tendo uma superfície periférica externa e um revestimento pulverizado termicamente sobre a superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um ou mais carbonetos de metal do grupo 6, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel. De preferência, esta invenção refere-se em parte a um cilindro de trabalho para o uso na fabricação de chapa de liga de alumínio, constituído de uma estrutura de forma cilíndrica, tendo uma superfície periférica externa e um revestimento pulverizado termicamente sobre a superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 76 a cerca de 86% em peso de tungstênio, cerca de 3 a cerca de 5,5% em peso de carbono, cerca de 7 a cerca de 13% em peso de cobalto, e cerca de 2,5 a

cerca de 7% em peso de cromo.

[0048] Os cilindros de trabalho desta invenção para uso em metal ou liga metálica, por exemplo, a fabricação de chapa de liga de alumínio, podem variar em formato e tamanho. Os cilindros de trabalho tipicamente têm uma estrutura de forma cilíndrica com uma superfície periférica externa e um núcleo vazio ou sólido. Em uma realização, a superfície revestida sobre os cilindros de trabalho pode ser usinada ou polida com ferramentas de corte ou um meio rígido para a obtenção ou retenção de um determinado perfil de cilindro (por exemplo, formato em coroa no qual a superfície do cilindro de trabalho é elevada em direção à porção do meio do cilindro de trabalho e é menos elevada na direção das porções terminais do cilindro de trabalho). O tamanho dos cilindros de trabalho pode variar de cerca de 900 mm ou menos até cerca de 3.050 mm ou mais em comprimento e cerca de 150 mm ou menos a cerca de 460 mm ou mais em diâmetro. O formato e o tamanho dos cilindros de trabalho desta invenção não são estreitamente críticos e necessitam ter apenas o diâmetro e formato suficientes para serem úteis na fabricação de chapa metálica ou de liga metálica.

[0049] Um processo típico para a fabricação de chapa de liga de alumínio envolve a fundição de um tarugo de liga de alumínio (o processo pode ser contínuo ou em batelada e opcionalmente, incluir uma etapa de tratamento térmico), a laminação do tarugo de liga de alumínio para produzir uma chapa de liga de alumínio com espessura intermediária, e a passagem da chapa de liga de alumínio com espessura intermediária através de um sistema de cilindros de trabalho para produzir uma chapa de liga de alumínio com a espessura final.

[0050] Conforme indicado acima, esta invenção refere-se em parte a um método para a fabricação de metal ou liga de metal, por exemplo, chapa de liga de alumínio, que é composto de (i) fundição e opcionalmente tratamento térmico de um tarugo de metal ou de liga metálica, (ii) laminação

do tarugo de metal ou de liga de alumínio para produzir uma chapa com espessura intermediária de metal ou de liga metálica, e (iii) a passagem da chapa de metal ou de liga de metal com espessura intermediária através de um ou mais cilindros de trabalho para a produção de uma chapa de metal ou de liga metálica com a espessura final, os referidos um ou mais cilindros de trabalho sendo compostos de uma estrutura de forma cilíndrica e tendo uma superfície periférica externa e um revestimento pulverizado termicamente na superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 65 a cerca de 95% em peso de um ou mais carbonetos de metal do grupo 6, e cerca de 5 a cerca de 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel.

[0051] De preferência, a invenção refere-se em parte a um método para a fabricação de uma chapa de liga de alumínio que é composto de (i) fundição e opcionalmente tratamento térmico de um tarugo de liga de alumínio, (ii) a laminação do tarugo de liga de alumínio para produzir uma chapa de liga de alumínio com espessura intermediária, e (iii) a passagem da chapa de liga de alumínio com espessura intermediária através de um ou mais cilindros de trabalho para a produção de uma chapa de liga de alumínio com a espessura final, os referidos um ou mais cilindros de trabalho sendo compostos de uma estrutura de forma cilíndrica e tendo uma superfície periférica externa de um revestimento pulverizado termicamente sobre a superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, o referido revestimento pulverizado termicamente sendo composto de cerca de 76 a cerca de 86% em peso de tungstênio, cerca de 3 a cerca de 5,5% em peso de carbono, cerca de 7 a cerca de 13% em peso de cobalto, e cerca de 2,5 a cerca de 7% em peso de cromo.

[0052] Na camada revestida pulverizada termicamente formada sobre o cilindro utilizado para a redução, a espessura da camada de revestimento

acabada é um fator importante. Quando os cilindros de trabalho são prensados em conjunto (a pressão é tipicamente aplicada por cilindros de suporte), são formadas grandes tensões dentro da camada revestida do substrato do cilindro. Camadas revestidas por aspersão térmica acabadas maiores do que cerca de 0,25 mm poderão ser demasiadamente grossas para resistir aos danos no revestimento decorrentes da laminação.

[0053] De acordo com esta invenção, com relação aos carbonetos de metal do grupo 6 com o aglutinante metálico composto de um ou mais dos Cr, Mn, Fe, Co e Ni, a camada pulverizada termicamente pode consistir de carbonetos metálicos, M_xC (onde M representa metal e é um ou mais dos Cr, C, Mo e W); aglutinante metálico consistindo de Cr, Mn, Fe, Co e/ou Ni; e uma camada protetora de Cr_2O_3 que pode proteger os carbonetos, o aglutinante, e os limites de respingos da partícula resultante. As fases M_xC podem consistir de MC, M_2C , M_6C , M_9C e $M_{12}C$.

[0054] Para a camada de aspersão térmica WCCoCr desta invenção, as fases predominantes de carboneto são WC, a maior, e W_2C , a menor. As fases do carboneto complexo são difíceis de serem observadas, mas poderiam estar presentes em pequenas quantidades, especialmente nas regiões onde a fase de carboneto maior ou menor foi dissolvida na matriz metálica. Os carbonetos que precipitam da solução podem conter Co e Cr. Esta camada pulverizada termicamente é formada sobre a superfície de um cilindro de trabalho utilizado na fabricação de um metal ou liga metálica, por exemplo, uma chapa de liga de alumínio. De acordo com esta invenção, esta camada revestida por aspersão pode apresentar uma resistência a desgaste e uma resistência a corrosão durante o processo de laminação a frio. Utilizando-se tal camada revestida por aspersão térmica, pode ser conseguida uma alta produtividade e uma boa qualidade na liga de metal ou de liga metálica, por exemplo, um produto de chapa de liga de alumínio.

[0055] Os revestimentos desta invenção pulverizados termicamente

podem produzir mais resistência a desgaste do que os cilindros de aço de liga de cromo. Apesar dos cilindros revestidos por aspersão térmica poderem ter um custo mais elevado do que os cilindros de aço com liga de cromo, é ganho um valor pela extensão da vida do cilindro e a redução das perdas (energia, capacidade, danos no produto, etc).

[0056] Os exemplos seguintes são apresentados para descrever ainda mais a invenção. Os exemplos se destinam a ser ilustrativos em natureza e não devem ser considerados como limitando o escopo da invenção.

Exemplos

[0057] OS EXEMPLOS LISTADO NA TABELA I ABAIXO SÃO REVESTIMENTOS PULVERIZADOS TERMICAMENTE APLICADOS EM SUBSTRATOS DE AÇO. A TABELA I MOSTRA A COMPOSIÇÃO (PERCENTAGEM POR PESO), DO PROCESSO POR ASPERSÃO TÉRMICA, MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE PÓ (INCLUINDO O TAMANHO INICIAL DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO), O DESEMPENHO QUALITATIVO COM BASE NOS DADOS DE RETENÇÃO DA SUPERFÍCIE MOSTRADOS NA FIGURA 2, E COMENTÁRIOS ADICIONAIS.

Tabela I

Composição	Processo	Pó	Desempenho	Comentários
A.) 81 W, 10 Co, 4 Cr, 5C	HVOF	Aglomeração & sinterização, carbonetos com 0,5 -1 µm.	Excelente	Muito pouco aumento na rugosidade da superfície, Ra
B.) 81 W, 8 Co, 6 Cr, 5C	HVOF	Aglomeração & sinterização, carbonetos com 0,5 -1 µm	Excelente	Muito pouco aumento na rugosidade da superfície, Ra
C.) 82 W, 10 Co, 4 Cr, 4 C	Detonação	Aglomeração & esmagamento, carbonetos com 2-5 µm	Bom	Ligeiro aumento na rugosidade da superfície, Ra
D.) 67 W, 20 Cr, 7 Ni, 6 C	Detonação	Aglomeração & esmagamento, carbonetos com 2-5 µm	Bom	Ligeiro aumento na rugosidade da superfície, Ra

[0058] O método de teste envolve a colocação de uma superfície de revestimento polida com uma rugosidade inicial da superfície (no t = 0) em

um equipamento de acabamento vibratório, Buehler Vibromet I. As amostras foram polidas sob cargas idênticas com partículas de 1-2 µm de dióxido de titânio (em condições a seco). Em intervalos determinados de tempo (mostrados na figura 2), foi medida e comparada a rugosidade da superfície das amostras para se determinar a retenção da superfície.

[0059] Para as composições A e B acima, o WCCoCr aplicado por combustível e oxigênio em alta velocidade (HVOF JP-5000) apresentou excelente retenção na superfície. As composições C e D apresentaram uma boa retenção na superfície. Todos estes revestimentos contendo carbonetos poderão oferecer uma resistência melhor a desgaste para os cilindros de trabalho; e a melhor retenção de superfície deve ser correlacionada com uma qualidade melhor da chapa metálica na linha de fabricação de laminação e acabamento. Os cilindros de trabalho revestidos por aspersão térmica devem tirar proveito da resistência aumentada contra desgaste dos revestimentos com carboneto e permanecerem em serviço mais tempo, por causa da boa qualidade da chapa.

[0060] Embora tenha sido demonstrado e descrito o que é considerado como sendo as realizações preferidas da invenção, é claro que ficará entendido que poderiam ser rapidamente feitas modificações e alterações na forma ou nos detalhes da mesma, sem se afastarem do espírito e do escopo da invenção. Pretende-se portanto que a invenção não seja limitada à forma exata e aos detalhes apresentados e descritos aqui, nem a nada menos do que a invenção completa apresentada aqui, conforme reivindicado mais adiante.

REIVINDICAÇÕES

1. Cilindro de trabalho para uso na fabricação de chapa de metal ou de liga metálica, compreendendo uma estrutura de forma cilíndrica tendo uma superfície periférica externa e um revestimento pulverizado termicamente sobre a superfície periférica externa da referida estrutura de forma cilíndrica, caracterizado pelo fato de o referido revestimento pulverizado termicamente é pulverizado termicamente a partir de um pó para pulverização térmica, referido revestimento pulverizado termicamente compreendendo de 65 a 95% em peso de um ou mais carbonetos metálicos representados pela fórmula M_xC onde M é um ou mais de W, Co, Mo e Cr e de 5 a 35% em peso de um ou mais metais de transição escolhidos de cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel; em que o referido pó para pulverização térmica possui um tamanho de partícula de 5 a 50 microns e um tamanho de grão de carbonetos de metal do grupo 6 de 0,2 a 2 microns; em que referido revestimento pulverizado termicamente possui uma rugosidade de superfície menor do que 60 micropolegadas RA; em que M_xC compreende um ou mais fases de MC, M_2C , M_6C , M_9C e $M_{12}C$; e em que referido revestimento pulverizado termicamente possui uma porosidade não maior do que 2,5%.

2. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a chapa de metal ou de liga metálica compreende alumínio ou liga de alumínio, ferro ou liga de ferro, cobre ou liga de cobre, titânio ou liga de titânio, ou níquel ou liga de níquel.

3. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o um ou mais carbonetos de metal do grupo 6 são selecionados de WC, MoC, CrC, WCrC, WMoC e CrMoC.

4. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o revestimento pulverizado termicamente é composto de 70 a 90% em peso dos referidos um ou mais carbonetos de metal do grupo 6 e de 10 a 30% em peso dos referidos um ou mais metais de

transição.

5. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o revestimento pulverizado termicamente é composto de 76 a 86% em peso de tungstênio, de 3 a 5,5% em peso de carbono, de 7 a 13% em peso de cobalto, e de 2,5 a 7% em peso de cromo.

6. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um selante é aplicado ao revestimento pulverizado termicamente.

7. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o selante compreende uma resina epóxi mais o endurecedor de epóxi

8. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o revestimento pulverizado termicamente tem uma espessura de 0,025 a 1,0 mm.

9. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido revestimento pulverizado termicamente é formado por um método de revestimento por plasma, um método de revestimento por combustível e oxigênio em alta velocidade, ou um método de revestimento por detonação.

10. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície de revestimento pulverizada termicamente é usinada e/ou retificada.

11. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície de revestimento pulverizado termicamente é usinada e/ou retificada o suficiente para obter ou manter um perfil de cilindro de trabalho tendo um formato de coroa.

12. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície de revestimento pulverizado termicamente é acabada.

13. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o revestimento pulverizado termicamente acabado tem uma espessura de 0,025 a 0,25 mm.

14. Cilindro de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que referido pó para pulverização térmica possui um tamanho de grão de carbonetos de metal do grupo 6 de 0,5 a 1 microns.

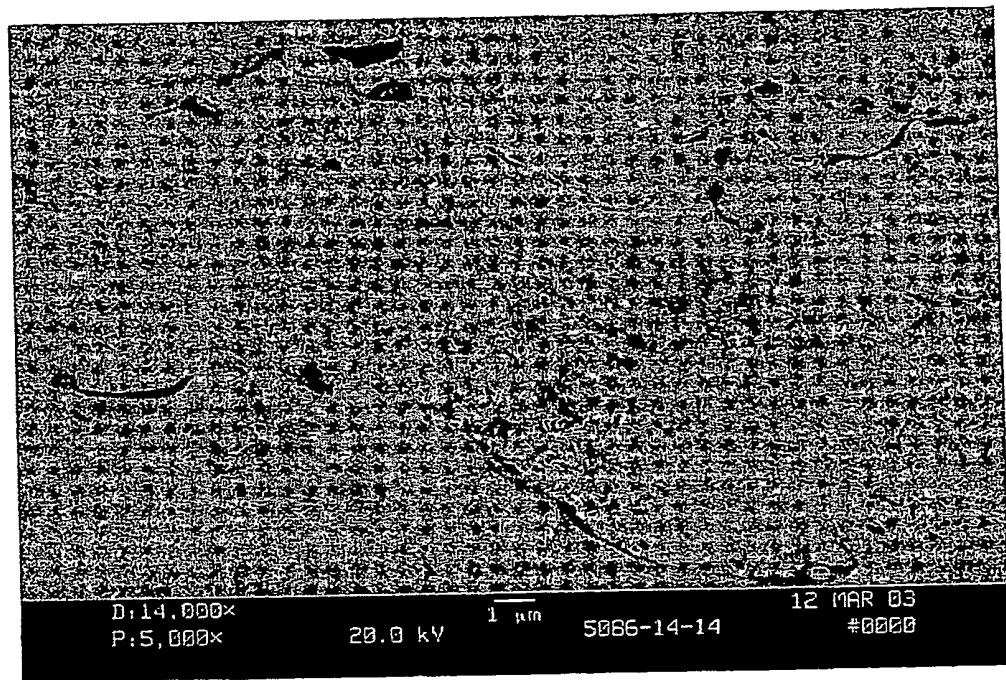
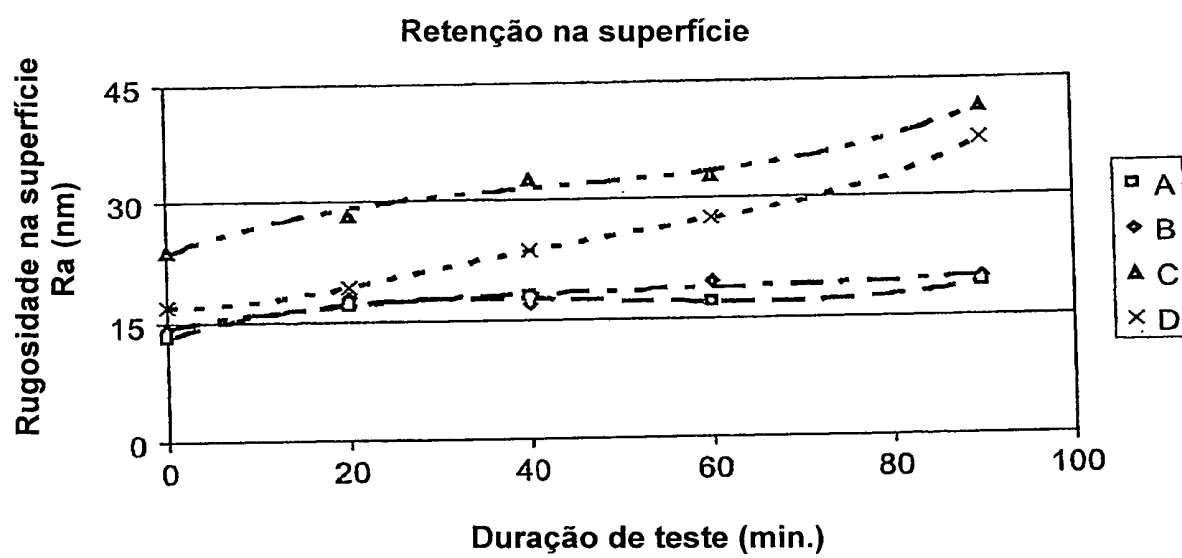


FIG. 1

**FIG. 2**