



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

(11) PI 0817353-2 B1

(22) Data do Depósito: 18/12/2008

(45) Data de Concessão: 06/06/2017



(54) Título: MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE COMPONENTES REVESTIDOS E TEMPERADOS DE AÇO E TIRA DE AÇO REVESTIDA E TEMPERÁVEL

(51) Int.Cl.: C21D 8/02; C23C 2/02; C23C 2/06; C23C 2/12

(30) Prioridade Unionista: 20/12/2007 DE 102007061489.8

(73) Titular(es): VOESTALPINE STAHL GMBH

(72) Inventor(es): BRANDSTATTER, WERNER; KOLNBERGER, SIEGFRIED; KURZ, THOMAS; PERUZZI, MARTIN; STRUTZENBERGER, JOHANN; MANZENREITER, THOMAS

"MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE COMPONENTES REVESTIDOS E TEMPERADOS DE AÇO E TIRA DE AÇO REVESTIDA E TEMPERÁVEL"

Campo Técnico

[001] A presente invenção se refere a um método para a produção de componentes revestidos e temperados de aço e a uma tira de aço revestida e temperável para este propósito.

Fundamentos da Invenção

[002] A produção de componentes a partir de um aço temperável, especificamente de componentes temperados, é conhecida. Aqui e a seguir, aços temperáveis devem ser entendidos como sendo aços nos quais ocorre uma fase de transição no material básico durante o aquecimento, e nos quais um material, que é significativamente mais duro ou que tem maior resistência elástica que o material inicial, resulta após um subsequente resfriamento, a assim denominada têmpera, da transformação estrutural prévia e, opcionalmente, de transformações estruturais adicionais durante a têmpera.

[003] Por exemplo, um método denominado encruamento é conhecido da DE 24 52 486 C2, no qual um "blank", ou seja, pedaço de metal a ser estampado, de material de aço temperável é aquecido acima da assim denominada temperatura de austenitização e, estando no estado aquecido, é inserido em uma ferramenta de conformação e conformado e simultaneamente resfriado nesta ferramenta de conformação, o que por um lado resulta na geometria final do componente desejado, e, por outro lado, na dureza ou resistência desejada. Este método é amplamente utilizado.

[004] Um método no qual um componente temperado é produzido a partir de uma chapa de aço temperável com uma proteção catódica contra corrosão, e no qual o componente já é conformado a frio em estado de metal revestido de tal forma que ele seja de 0,5% a 2% menor do que a dimensão final nominal do componente temperado finalizado é conhecido da EP 1 651 789 A1. O componente é então aquecido e inserido em uma ferramenta que corresponde exatamente com as dimensões finais do componente desejado. O componente revestido se expande exatamente para esta dimensão final através

da expansão térmica, e é suportado em todos os lados e resfriado na assim denominada ferramenta de conformação, o que faz com que a têmpera ocorra.

[005] Além disso, um método é conhecido da EP-A 0 971 044, no qual uma chapa metálica de um aço temperável com um revestimento metálico é aquecida acima da temperatura de austenitização e então transferida para uma ferramenta de conformação a quente, na qual a chapa aquecida de metal é conformada e simultaneamente resfriada e temperada pelo processo de resfriamento.

[006] Os métodos de conformação a quente anteriormente mencionados apresentam a desvantagem – independente da existência ou não de um revestimento metálico no substrato de aço – da ocorrência de microfissuras no substrato de aço, particularmente durante a conformação a quente, mas também em componentes pré-conformados a frio, nos quais o processo de conformação ainda não foi completado.

[007] Estas microfissuras ocorrem, especificamente, nas áreas que estão sendo conformadas, e especificamente em áreas com altos graus de conformação. Estas microfissuras encontram-se localizadas na superfície e/ou no revestimento metálico e podem se estender parcialmente e com relativa profundidade no interior do material básico. Neste caso se torna desvantajoso que fissuras deste tipo continuem a crescer quando o componente é submetido a estresse, pois elas consistem de um dano no componente que pode levar a falhas em casos de estresse.

[008] Revestimentos metálicos para aços são conhecidos há muito tempo na forma de alumínio, revestimentos de ligas de alumínio, particularmente de revestimentos de ligas de alumínio-zinco, revestimentos de zinco e revestimentos de ligas de zinco.

[009] Estes revestimentos têm o propósito de proteger o material de aço contra a corrosão. No caso dos revestimentos de alumínio, a proteção é realizada por uma assim denominada barreira de proteção, com a qual o alumínio cria uma barreira contra a admissão de meios corrosivos.

[010] No caso dos revestimentos de zinco, a proteção é realizada por um assim denominado efeito catódico do zinco.

[011] Até os dias de hoje, revestimentos deste tipo foram utilizados particularmente no caso de ligas de aço de resistência normal, especificamente na fabricação de motores de veículos, na indústria da construção e também na indústria de eletrodomésticos.

[012] Os revestimentos podem ser aplicados ao material de aço por processo de imersão a quente, métodos PCD ou CVD ou eletrodeposição.

[013] Com a utilização de qualidades de aço de maior resistência, uma tentativa também foi feita para revesti-los com os mencionados processos de imersão a quente.

[014] Da DE 10 2004 059 566 B3, por exemplo, é conhecido um método de revestimento por imersão a quente de uma tira de aço de maior resistência, no qual a tira é primeiramente aquecida a uma temperatura de aproximadamente 650°C em um forno contínuo e em uma atmosfera de redução. Nesta temperatura, os constituintes da liga de aço de maior resistência supostamente se difundem para a superfície da tira apenas em pequenas quantidades. A superfície, que neste caso consiste primariamente de ferro puro, é convertida em uma camada de óxido de ferro por um tratamento de calor extremamente curto, em uma temperatura de até 750°C, no interior de uma câmara de redução integrada no forno contínuo. Esta camada de óxido de ferro serve supostamente para prevenir a difusão dos constituintes da liga para a superfície da tira, em um processo subsequente de recozimento em temperatura maior em uma atmosfera de redução. Na atmosfera de redução, a camada de óxido de ferro é convertida em uma camada de ferro mais pura, na qual zinco e/ou alumínio são aplicados através de banhos de imersão a quente para otimizar a aderência. A camada de óxido aplicada através deste método deve ter supostamente uma espessura máxima de 300 nm. Na prática, a espessura da camada é geralmente definida em aproximadamente 150 nm.

Descrição da Invenção

[015] É objeto da presente invenção providenciar um método para a produção de componentes de aço temperados a partir de aços temperáveis, com o qual o comportamento de conformação, particularmente

também o comportamento de conformação a quente, é melhorado.

[016] O objeto da invenção é obtido por um método tendo as características descritas na reivindicação 1. Os desenvolvimentos vantajosos encontram-se caracterizados nas reivindicações dependentes.

[017] Um objeto adicional é o de providenciar uma tira de aço que apresenta uma conformabilidade melhorada, particularmente na conformação a quente.

[018] O objeto da invenção é obtido por uma tira de aço tendo as características descritas na reivindicação 10.

[019] Os desenvolvimentos vantajosos encontram-se caracterizados nas reivindicações dela dependentes.

[020] A invenção prevê a oxidação superficial de uma tira de aço laminada a quente ou a frio, para que nela seja então aplicado um revestimento metálico e, se necessário, também prevê o corte de um “blank” de metal de uma chapa de metal revestida. O propósito deste método é o de produzir o componente, aquecendo o “blank” até a temperatura de austenitização pelo menos parcialmente e de uma maneira tal que uma estrutura pelo menos parcialmente temperada ou um componente parcialmente temperado seja conformado durante a subsequente conformação e o resfriamento do “blank”. Surpreendentemente, uma camada dúctil é formada superficialmente no aço temperável com a oxidação superficial da tira, aparentemente durante o aquecimento para a austenitização e/ou durante a conformação e o resfriamento, esta camada sendo capaz de dissipar tensões durante a conformação de tal forma que nenhuma microfissura seja formada. No processo, o revestimento metálico serve como proteção contra a descarburização superficial, sendo que este revestimento metálico também serve, obviamente, para executar outras tarefas tais como proteção contra corrosão.

[021] Uma atmosfera de gás de proteção também pode ser produzida durante o aquecimento ao invés de um revestimento metálico, com o propósito da austenitização; especificamente, por exemplo, uma oxidação superficial de aproximadamente 700°C em uma atmosfera oxidante pode ser ativada, e o aquecimento adicional pode ser realizado em uma atmosfera de gás

inerte de tal forma que a oxidação e/ou descarburização não aconteça.

[022] Se necessário, a oxidação da tira de aço com o propósito da aplicação do revestimento metálico pode ser superficialmente reduzida para a obtenção de uma superfície reativa.

[023] No entanto, a camada de óxido não é removida em larga escala em nenhum dos casos, com o propósito da galvanização, como é o caso da pré-oxidação convencional. Além disso, a oxidação de acordo com a presente invenção é executada em uma extensão muito mais ampla do que a pré-oxidação da arte anterior. A pré-oxidação da arte anterior é realizada até uma espessura máxima de 300 nm, a oxidação de acordo com a presente invenção em uma extensão muito mais ampla, de tal forma que mesmo após a redução ter sido executada, ainda permanece uma camada oxidada de preferencialmente pelo menos 300 nm de espessura.

[024] Aparentemente, uma camada de óxido de ferro, que naturalmente também contém os óxidos dos elementos da liga, é criada não apenas superficialmente pela oxidação de acordo com a invenção, mas aparentemente também os elementos da liga são parcialmente oxidados abaixo desta camada.

[025] Após a têmpera, um componente produzido de acordo com o método inventivo da presente invenção exibe uma fina camada na superfície entre o substrato de aço e o revestimento, que na micro-seção da Figura 4 aparece como uma camada esbranquiçada. A causa atual mais provável para a presença desta camada dúctil são as ligas de elementos oxidados que não estavam disponíveis na fase de transição na área superficialmente oxidada durante a têmpera, ou que atrasaram ou impediram esta transição. No entanto, os mecanismos exatos não puderam ser explicados até os dias de hoje.

[026] Surpreendentemente foi observado, que uma oxidação deste tipo, que não é necessária para o revestimento atual com um revestimento metálico, leva a uma ductilidade maior do substrato temperado na área da superfície, também após o revestimento metálico. Surpreendentemente, utilizando uma oxidação que forma uma camada de óxido de ferro com uma espessura de camada maior que 300 nm, uma chapa metálica pode ser obtida e conformada

sem a presença de micro-fissuras, também no caso da conformação a quente e durante o tratamento de calor do processo de têmpera, por exemplo, para um aço adequado do tipo 22MnB5 acima de 850°C ou acima da respectiva temperatura de austenitização.

Breve Descrição dos Desenhos

[027] A presente invenção será explicada através de exemplos com referência aos desenhos anexos, nos quais:

[028] a Figura 1 ilustra o fluxo do processo de acordo com a presente invenção em uma vista bastante esquematizada;

[029] a Figura 2 ilustra um diagrama que mostra o melhoramento no ângulo de dobramento da presente invenção, em comparação com a arte anterior;

[030] a Figura 3 ilustra, de maneira bastante esquematizada, a estrutura de uma camada de acordo com a presente invenção, comparada com a arte anterior após a têmpera;

[031] a Figura 4 mostra uma imagem de uma micro-seção microscópica da superfície da tira de aço de acordo com a presente invenção;

[032] a Figura 5 mostra uma imagem de uma micro-seção microscópica de um exemplo comparativo que não está de acordo com a presente invenção;

[033] a Figura 6 mostra uma imagem de uma micro-seção de um microscópio eletrônico de escaneamento de um exemplo comparativo de acordo com a presente invenção;

[034] a Figura 7 ilustra um detalhe da imagem da micro-seção do microscópio eletrônico de escaneamento da Figura 6, com o perfil de concentração de linha-zinco de uma análise de raio-X de energia dispersiva (EDX).

[035] Na Figura 1, o método de acordo com a presente invenção é ilustrado através de um fluxo de processos, por exemplo, para uma tira de aço revestida por imersão a quente, especificamente de uma tira de aço galvanizada do tipo 22MnB5 com um revestimento Z140.

[036] A espessura das camadas ilustradas nas Figuras 1 e 3

não é mostrada em escala, mas encontra-se distorcida em escala uma em relação à outra para proporcionar uma melhor representação.

[037] Uma tira de aço brilhante 1 é sujeitada à oxidação antes da aplicação do revestimento por imersão a quente, de tal forma que a tira 1 receba uma camada de óxido 2.

[038] Esta oxidação é realizada em temperaturas que se situam entre 650°C e 800°C. Considerando que a espessura da camada de óxido é completamente suficiente com 150 nm para uma pré-oxidação necessária para uma galvanização por imersão a quente, a oxidação de acordo com a presente invenção é executada de tal forma que a espessura da camada de óxido seja maior que 300 nm. Com o propósito da aplicação do revestimento metálico por imersão a quente, por exemplo, galvanização ou aluminização a quente, uma redução parcial dos óxidos da superfície é executada na próxima etapa, de tal forma que uma camada reduzida muito fina 4 é produzida e que consiste substancialmente de ferro puro. Uma camada residual de óxido 3 permanece abaixo dela.

[039] Em razão da oxidação, uma área de "oxidação interna" 3a permanece provavelmente debaixo da camada de óxido 3. Nesta área 3a, os elementos da liga são aparentemente e parcialmente oxidados ou se encontram parcialmente presentes em uma modalidade oxidada.

[040] O revestimento por imersão a quente com um metal de revestimento é então realizado, de tal forma que uma camada 5 do metal de revestimento resulte na camada de óxido residual 3. Com o propósito de agora obter o componente temperado, a tira 1 é aquecida até a temperatura de austenitização e é pelo menos parcialmente austenitizada, com o que o revestimento metálico 5 e a superfície da tira 1 criam, entre outros, uma liga entre os mesmos. No processo, a camada de óxido 3 é parcialmente ou completamente consumida, ou não pode ser detectada durante o tratamento em altas temperaturas, em função dos processos de difusão entre a tira 1 e o revestimento metálico 5.

[041] No caso de um revestimento metálico aplicado através de processo de galvanização, a deposição da camada de óxido pode ser

executada sem redução prévia, ou opcionalmente com uma redução, no entanto, um processo de corrosão também é executado.

[042] Para a obtenção do componente temperado ou parcialmente temperado, dependendo do grau de austenitização, a conformação e o resfriamento são então realizados em uma ferramenta, na qual a camada 6 sofre opcionalmente transições com relação às fases, e na qual uma transição de fase também acontece na mencionada tira 1. Após a têmpera, o aparecimento de uma leve camada dúctil 7 pode ser observado na micro-seção (Figura 4) entre a tira 1 e o revestimento metálico 6, que aparentemente é responsável para que o produto final seja um componente temperado e isento de microfissuras. Esta camada dúctil 7 já se forma provavelmente durante o aquecimento utilizado no processo de têmpera e, portanto, já está presente durante a conformação a quente.

[043] Aparentemente, a causa mais provável para o aparecimento da mencionada leve camada 7 reside no fato de que, em função da oxidação que foi executada, os elementos da liga requeridos para a têmpera, tais como manganês, foram oxidados na área próxima da superfície e antes do revestimento metálico, e não se encontram disponíveis para uma transição ou impedem uma transição. Desta maneira a tira de aço produz a camada dúctil 7 em uma área muito fina próxima da superfície, o que aparentemente é suficiente para compensar as tensões superficiais ou próximas da superfície, de modo que fissuras não se formem durante a conformação e que as fissuras não se propaguem.

[044] Igualmente supõe-se que a área 3a da "oxidação interna" dos elementos da liga é importante neste aspecto.

[045] A vantagem do método da presente invenção também se torna evidente após a têmpera, ou pode ser detectada após a têmpera, quando uma chapa de metal produzida ou temperada de acordo com a invenção é sujeitada a um teste de dobramento de três pontos, por exemplo. Esta vantagem também pode ter uma influência positiva sobre o comportamento em acidentes.

[046] No teste de dobramento de três pontos, dois suportes com um diâmetro de 30 mm são dispostos a uma distância que é o dobro da

espessura da chapa. A chapa temperada é neles posicionada e então sujeitada a estresses com uma ferramenta de dobramento tendo um raio de 0,2 mm na mesma distância, respectivamente, dos suportes.

[047] No mencionado teste de dobramento de três pontos, são medidos o tempo, a distância do ponto de contato da ferramenta de dobramento com a amostra, e a força aplicada.

[048] A força aplicada e a distância, ou o ângulo da força de dobramento aplicada são gravados, sendo o ângulo calculado a partir da distância. O critério de teste é o ângulo de dobramento com a máxima força.

[049] A comparação pode ser observada na Figura 2 para um aço do tipo 22MnB5 com um revestimento Z140, na qual se torna evidente que um ângulo de dobramento consideravelmente maior pode ser obtido pela camada dúctil gerada de acordo com a presente invenção na amostra temperada a frio.

[050] A presente invenção e a arte anterior são novamente comparadas também na Figura 3, de acordo com a qual pode ser observado um revestimento metálico após o processo de têmpera da arte anterior, que adere ao substrato temperado, mas na qual não existe uma camada dúctil.

[051] Na invenção, a mencionada camada dúctil 7 encontra-se localizada entre o substrato temperado e o revestimento após a reação de têmpera.

[052] A espessura média desta camada é superior a 0,3 μm . A camada pode ser contínua, mas não necessita ser completamente contínua com o propósito de justificar o sucesso da presente invenção.

[053] A Figura 6 mostra uma imagem de uma micro-seção de um microscópio eletrônico de escaneamento de um exemplo comparativo de acordo com a presente invenção. Nela pode ser observado que o conteúdo de zinco diminui abruptamente de um conteúdo de Zn de aproximadamente 40% para menos de 5% Zn, em função dos processos de difusão na direção do material martensítico básico.

[054] Próximo do material básico, os grãos da camada de ferro-zinco apresentam apenas uma baixa concentração de zinco; esta camada

rica em Fe, que na micro-seção aparece com uma cor esbranquiçada, atua como uma camada dúctil intermediária entre os outros corpos de camadas.

[055] A Figura 7 ilustra um detalhe da Figura 6 com um perfil de concentração de linha-zinco de uma análise de raio-X de energia dispersiva (EDX). Novamente, se torna claro que o conteúdo de zinco se precipita na direção do material básico.

[056] As Figuras 4 e 5 mostram uma imagem de uma micro-seção de uma tira de aço da presente invenção (Figura 4) e da arte anterior (Figura 5), com o substrato 1, a camada metálica sobreposta que sofreu a transição 6 e, entre elas, a camada dúctil 7 sendo claramente visível na micro-seção.

[057] A Figura 5 ilustra a estrutura de uma camada de acordo com a arte anterior, na qual uma tira galvanizada 101 apresenta um substrato de aço 102 de um aço de maior resistência, ao qual uma camada de zinco-ferro 103 foi aplicada. Nela a mencionada camada dúctil não existe.

[058] De acordo com a presente invenção, o mencionado revestimento metálico pode ser selecionado a partir de todos os revestimentos metálicos correntemente disponíveis e utilizados, pois o objetivo é meramente o de neutralizar a descarburização. Portanto, os revestimentos podem consistir de revestimentos de alumínio puro ou alumínio-silício, bem como, de ligas de revestimentos de alumínio e zinco (Galvalume) e de revestimentos de zinco ou substancialmente de zinco. Entretanto, outros revestimentos de metais ou ligas metálicas também são adequados, pois são capazes de suportar as altas temperaturas de têmpera por um curto período de tempo.

[059] Os revestimentos podem ser aplicados, por exemplo, através de processos de galvanização ou imersão a quente, ou por métodos PVD ou CVD.

[060] Neste caso a oxidação pode ser provocada da maneira clássica, passando a tira diretamente através de um aquecedor preaquecido, no qual queimadores a gás são utilizados e no qual o potencial de oxidação pode ser aumentado na atmosfera circundando a tira através da modificação da mistura gás-ar. O potencial de oxigênio pode ser, portanto, controlado e provoca a

oxidação do ferro presente na superfície da tira. Neste caso, o controle é executado de tal forma que a oxidação obtida seja consideravelmente maior do que a oxidação da arte anterior. Em uma linha subsequente de fornos, a camada de óxido de ferro formada, ou a oxidação interna do aço que foi possivelmente obtida, é apenas reduzida superficialmente ou parcialmente, em comparação com a técnica da arte anterior.

[061] Além disso, é possível recozer a tira de aço em um preaquecedor RTF, conhecido por operar em uma atmosfera de gás de proteção, com a oxidação ou pré-oxidação também sendo realizada em grau consideravelmente maior do que seria realmente necessário. A intensidade da oxidação pode, neste caso, ser ajustada especificamente através do fornecimento de um agente oxidante.

[062] Além disso, foi demonstrado que a umidificação da atmosfera do forno, isto é, uma atmosfera muito rica em termos de vapor de água (mais rica que o usual), sozinha ou em conjunto com outros agentes oxidantes, também atinge o efeito desejado. O essencial da presente invenção, é que a redução que segue opcionalmente é apenas executada para que uma oxidação residual permaneça. O estado da oxidação interna do aço não é revertido completamente em um tratamento de calor apenas com uma atmosfera contendo vapor de água.

[063] A oxidação pode ser controlada através da atmosfera, da concentração de um agente oxidante adicionalmente fornecido, da duração do tratamento, da curva de temperatura e do conteúdo de vapor de água presente na câmara do forno.

[064] Uma tira de aço tratada da maneira ilustrada nas Figuras 3 e 4, pode ser conformada a frio, aquecida e encruada ou pós-conformada, mas também conformada a quente e encruada, de uma maneira excelente e livre de microfissuras no substrato de aço.

[065] Neste caso, foi demonstrado que a execução da oxidação de acordo com a presente invenção – contrastando com a descarburização de bordas de um material de aço não revestido – não apresenta efeitos negativos na resistência final que pode ser obtida pelo material.

[066] Representa uma vantagem da presente invenção, o fato de que um método e uma tira de aço foram criados, que tornam possível melhorar consideravelmente a qualidade de componentes conformados e temperados através de um processo mais simples e seguro.

Números de Referência

1	Tira de aço
2	Camada de óxido
3	Camada de óxido residual
4	Camada reduzida fina
5	Revestimento metálico
6	Revestimento metálico
7	Camada dúctil, leve
101	Tira galvanizada
102	Substrato de aço
103	Camada de zinco-ferro

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE COMPONENTES REVESTIDOS E TEMPERADOS DE AÇO, caracterizado pelo fato de que uma tira de aço é sujeitada a um aumento de temperatura e, durante o processo, a um tratamento de oxidação em um forno, de tal forma que uma camada superficial de óxido seja produzida, e então um revestimento com um metal ou uma liga de metais é aplicado e, com o propósito de produzir um componente pelo menos parcialmente temperado, a tira é aquecida e pelo menos parcialmente austenitizada e então resfriada e temperada com o propósito de produzir uma camada superficial dúctil (7), os óxidos da superfície são parcialmente reduzidos antes do revestimento com um metal ou uma liga de metais, de tal forma que uma camada reduzida e muito fina (4) seja produzida e que se encontra localizada na camada de óxido residual (3), no qual uma área de oxidação interna (3a) encontra-se localizada abaixo da camada de óxido (3) da tira, e no qual os elementos da liga de aço encontram-se presentes em uma forma parcialmente oxidada.

2. MÉTODO de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um tratamento de redução é executado após a produção da camada superficial de óxido (3) com o propósito de reverter a oxidação superficialmente, e uma camada de redução (4) é produzida na camada (3), e um revestimento com um metal ou uma liga de metais é subsequentemente executado, no qual, no entanto, a oxidação e a redução são executadas de tal forma que após a redução superficial e o revestimento, uma camada de óxido (3) permaneça entre o revestimento e a tira de aço.

3. MÉTODO de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o revestimento metálico é produzido através de imersão a quente com um metal fundido ou uma liga de metais fundidos ou por eletrodeposição de um ou mais metais na tira, ou por métodos PVD e/ou CVD.

4. MÉTODO de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o tratamento de oxidação é executado com o auxílio de uma atmosfera de uma câmara de oxidação de um forno e/ou com o auxílio de uma atmosfera de uma câmara de

um forno contendo água-vapor.

5. MÉTODO de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o grau de oxidação e a espessura da camada de óxido são ajustados através da quantidade de agentes oxidantes presentes na atmosfera de tratamento, e/ou da duração do tratamento, e/ou do nível de temperatura, e/ou da concentração de água-vapor na câmara do forno.

6. MÉTODO de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o revestimento é executado com alumínio ou com uma liga contendo substancialmente alumínio, ou com uma liga de alumínio e zinco, e/ou com uma liga diferente de zinco contendo substancialmente zinco, e/ou com zinco, e/ou com outros metais de revestimento.

7. MÉTODO de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a câmara do forno na qual a oxidação e/ou a redução é executada, é aquecida diretamente ou indiretamente.

8. MÉTODO de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a câmara do forno na qual a oxidação e/ou a redução é executada, é aquecida através de gás e/ou queimadores de óleo e/ou convectivamente, ou a tira de aço é aquecida indutivamente.

9. MÉTODO de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a oxidação é realizada de tal forma que uma camada de oxidação com espessura maior que 300 nm seja obtida no término da oxidação, e a subsequente redução é executada de tal forma que a camada de óxido seja parcialmente reduzida na superfície.

10. TIRA DE AÇO DE AÇO TEMPERÁVEL, caracterizada pelo fato de compreender um substrato de aço (1) e um revestimento metálico nele aplicado, no qual uma camada de oxidação (3) do substrato de aço (1) encontra-se presente na área limítrofe na qual o revestimento metálico (5) é formado e se sobrepõe ao substrato de aço (1), e uma camada de redução (4)

encontra-se presente na camada de oxidação (3).

11. TIRA DE AÇO de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de que o revestimento metálico (5) consiste de alumínio ou substancialmente de alumínio, de uma liga de alumínio, de uma liga de alumínio-zinco, de uma liga de zinco contendo substancialmente zinco, de uma liga de zinco-ferro ou substancialmente de zinco.

12. UTILIZAÇÃO DE TIRA DE AÇO de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 ou 11, caracterizada pelo fato da mesma produzir componentes encruados, e com a qual o componente é conformado a frio, austenitizado e então endurecido por processo de têmpera, ou austenitizado, conformado e endurecido por processo de têmpera.

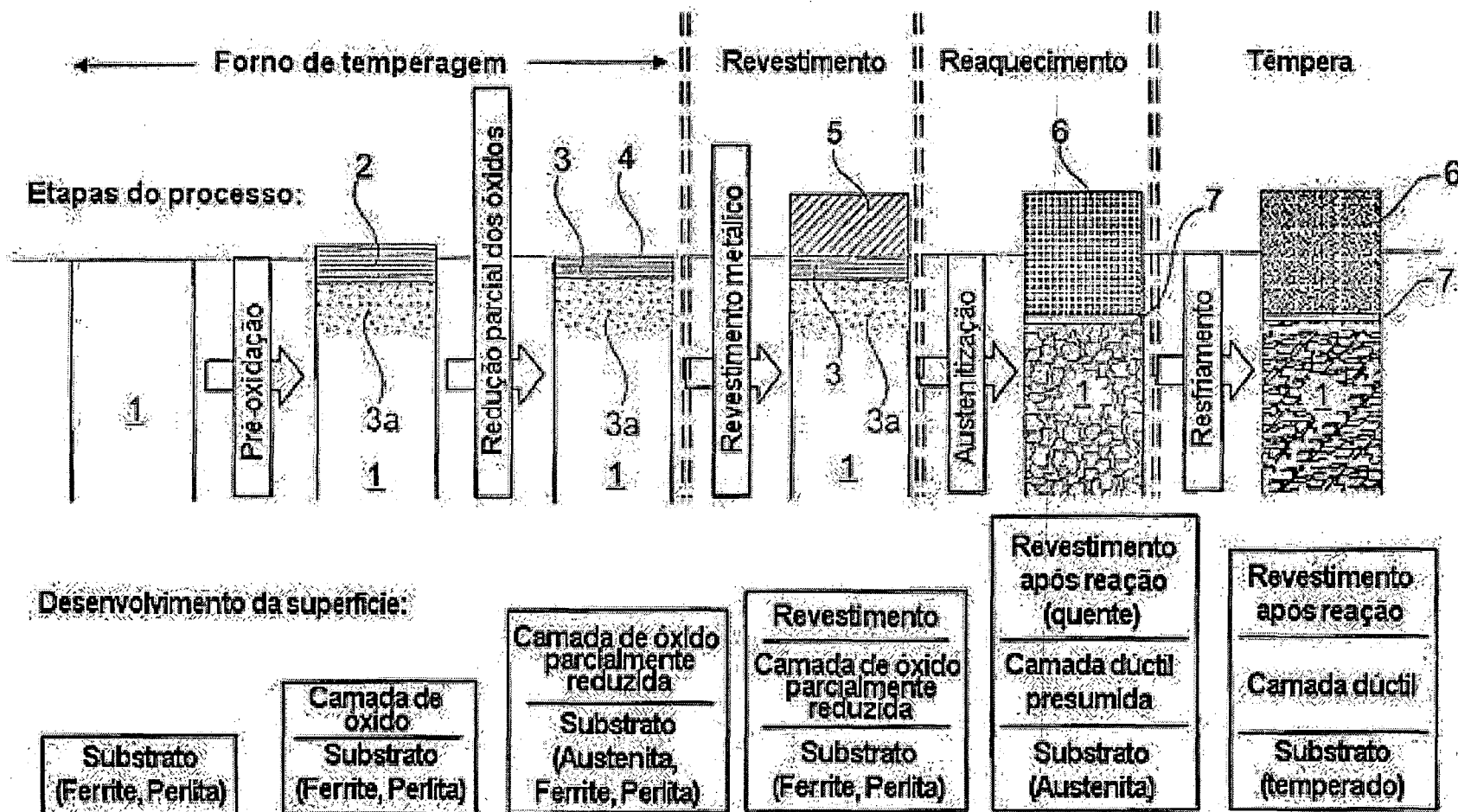


Figura 1

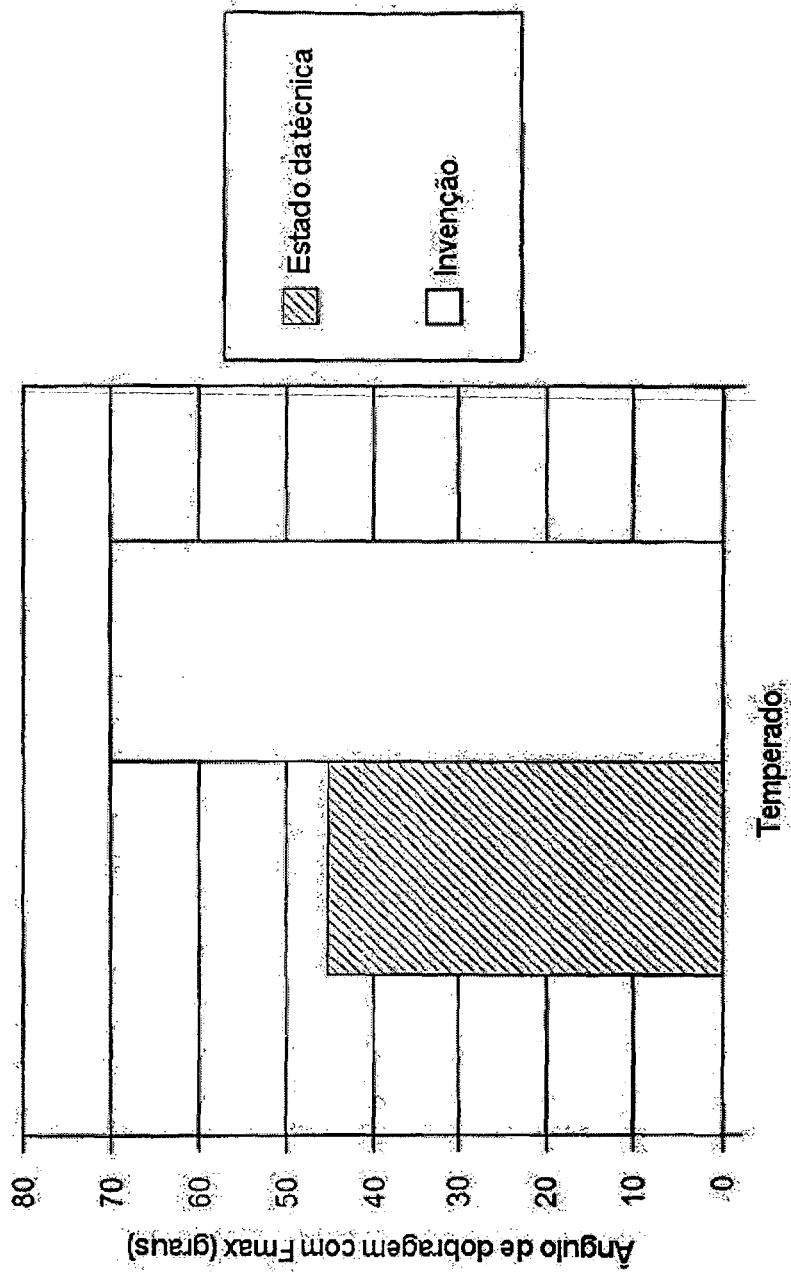


Figura 2

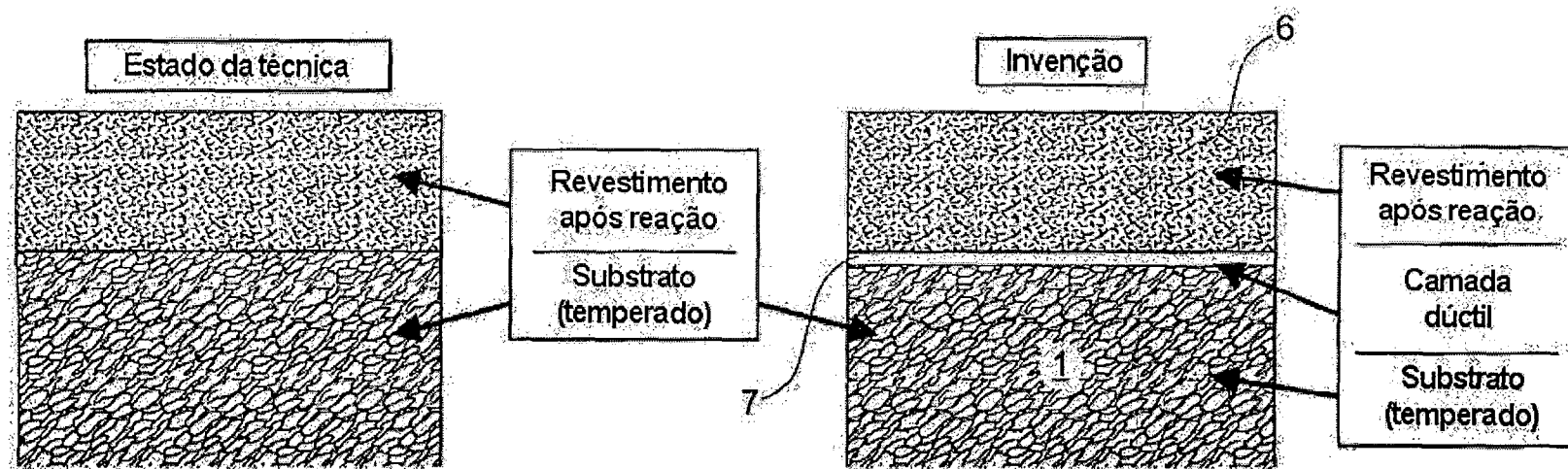


Figura 3

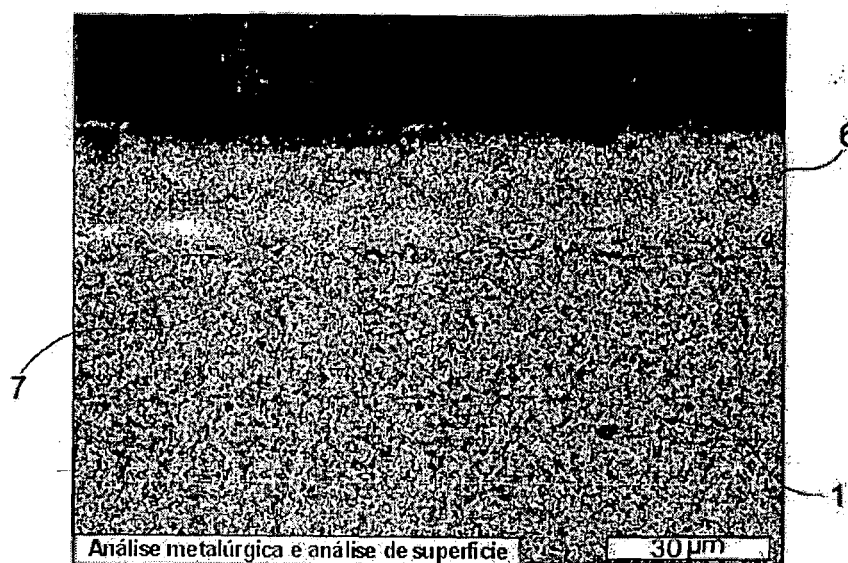


Figura 4

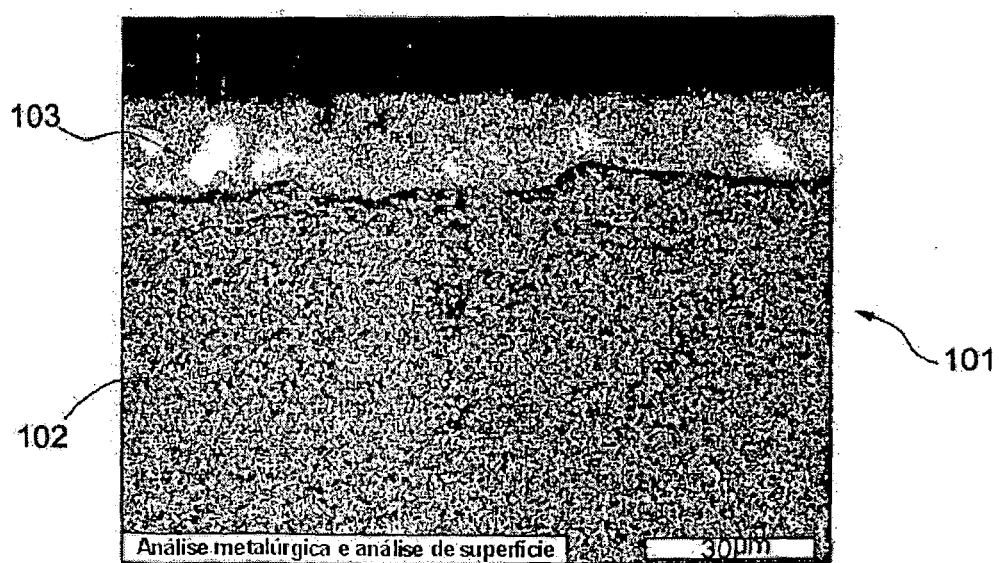


Figura 5

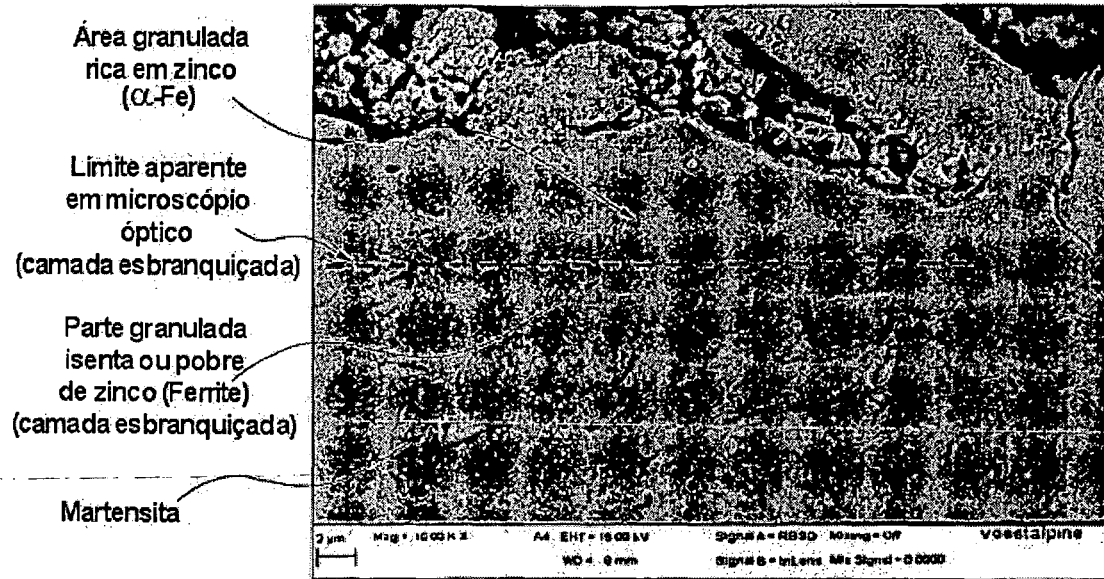


Figura 6

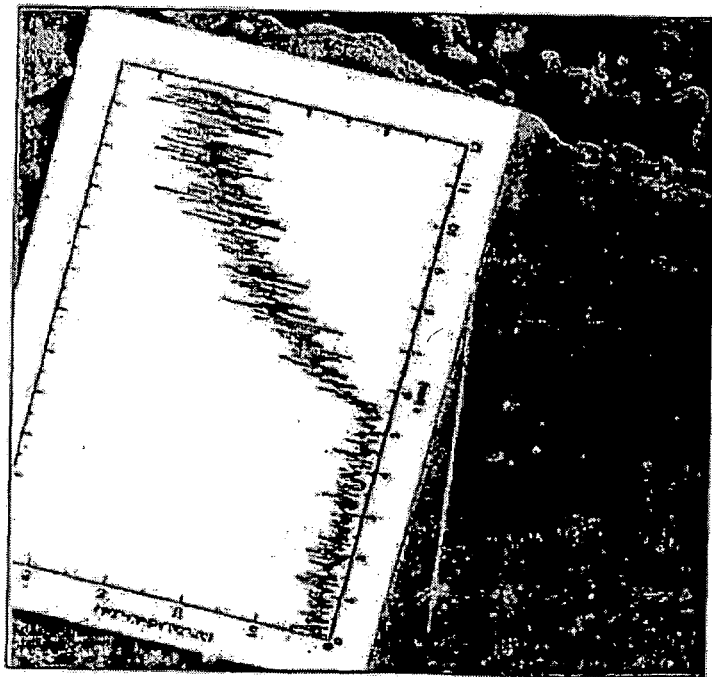


Figura 7