



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

(11) PI 0102747-6 B1

(22) Data do Depósito: 02/04/2001

(45) Data de Concessão: 30/08/2016



(54) Título: PROCESSO DE REALIZAÇÃO DE UMA PEÇA COM ALTAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS, CONFORMADA POR EMBUTIMENTO, A PARTIR DE UMA TIRA DE CHAPA DE AÇO LAMINADA E NOTADAMENTE LAMINADA A QUENTE E REVESTIDA

(51) Int.Cl.: C23C 10/00

(30) Prioridade Unionista: 07/04/2000 FR 00 04427

(73) Titular(es): ARCELORMITTAL FRANCE

(72) Inventor(es): RONALD KEFFERSTEIN, XAVIER JARTOUX

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO DE REALIZAÇÃO DE UMA PEÇA COM ALTAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS, CONFORMADA POR EMBUTIMENTO, A PARTIR DE UMA TIRA DE CHAPA DE AÇO LAMINADA E NOTADAMENTE LAMINADA A QUENTE E REVESTIDA"**.

A invenção refere-se a um processo de realização de uma peça com altas características mecânicas, conformada por embutimento, a partir de uma tira de chapa de aço laminada e notadamente laminada a quente e revestida de um metal ou de uma liga metálica que assegura uma proteção da superfície e do aço.

As chapas feitas de aço que devem sofrer uma conformação em alta temperatura e ou um tratamento térmico não são fornecidas revestidas por considerações de resistência do revestimento por ocasião do tratamento térmico, o tratamento térmico dos aços sendo feito geralmente a temperaturas relativamente elevadas bem superiores a 700°C. De fato, um revestimento de zinco depositado sobre uma superfície metálica foi considerado até o presente momento como podendo fundir, escorrer, sujar as ferramentas de conformação a quente, por ocasião de aquecimento, a temperaturas superiores à temperatura de fusão do zinco, e se degradar por ocasião de um resfriamento rápido.

O revestimento é portanto efetuado na peça acabada o que necessita uma limpeza cuidadosa das superfícies e das partes vazadas. Essa limpeza requer a utilização de ácidos ou de bases dos quais a reciclagem e a estocagem são uma carga financeira grande e apresentam riscos para os operadores e para o meio ambiente. Além disso, o tratamento térmico deve ser efetuado sob atmosfera controlada a fim de evitar qualquer descarburização e oxidação do aço. Em seguida, no caso de conformação a quente, a calamina, por causa de seu poder abrasivo, danifica as ferramentas de conformação, o que diminui a qualidade das peças obtidas do ponto de vista dimensional e estético ou obriga a freqüentes e onerosos consertos de ferramentas. Finalmente, para aumentar a resistência à corrosão das mesmas, as peças assim obtidas devem receber um tratamento posterior oneroso cuja

aplicação é difícil, e mesmo impossível, em especial no caso de peças que possuem vazados. Os revestimentos posteriores dos aços com características mecânicas muito altas têm também como inconveniente criar riscos de fragilização pelo hidrogênio nas técnicas de eletro-zincagem ou de modificar as propriedades mecânicas desses aços em técnicas de galvanização por têmpera das peças previamente formadas.

O objetivo da invenção é propor aos usuários, chapas de aço laminadas de 0,2 mm a cerca de 4 mm de espessura, revestidas notadamente depois de laminação a quente, e que devem sofrer uma conformação, seja a frio, seja a quente, seja a frio seguida por um tratamento térmico, assim como um processo de realização de peça por conformação a quente, a partir dessas chapas de aço revestidas, a elevação de temperatura sendo assegurada sem descarburização do aço da chapa, sem oxidação da superfície da dita chapa, antes, durante e depois da conformação a quente ou do tratamento térmico.

A invenção tem como objeto um processo de realização de uma peça com características mecânicas muito altas, conformada por embutimento, a partir de uma tira de chapa de aço laminada, notadamente laminada a quente e revestida de um metal ou de uma liga metálica que assegura uma proteção da superfície e do aço, caracterizada pelo fato de que:

- recorta-se a chapa para a obtenção de uma preforma de chapa,
- efetua-se um embutimento, a partir da preforma de chapa para obter a peça,
- realiza-se, antes ou depois de embutimento, um composto ligado intermetálico, na superfície, que assegura uma proteção contra a corrosão, contra a descarburização do aço, o composto intermetálico podendo exercer uma função de lubrificação,
- retira-se por recorte, os excedentes de chapa necessários à operação de embutimento.

Em uma forma preferencial da invenção,

- recorta-se a chapa para a obtenção de uma preforma de cha-

pa,

- submete-se a preforma de chapa revestida a uma elevação em temperatura com o objetivo de conformar uma peça a quente,

- realiza-se, devido a isso um composto ligado intermetálico, na
5 superfície, que assegura uma proteção contra a corrosão, contra a descarburização do aço, o composto intermetálico podendo assegurar uma função de lubrificação,

- efetua-se a conformação da preforma de chapa, por embutimento,

- 10 - resfria-se a peça formada para conferir características mecânicas de dureza elevada do aço e uma dureza superficial elevada do revestimento,

- retira-se por recorte, os excedentes de chapa necessários à operação de embutimento.

15 As outras características da invenção são:

- o metal ou a liga metálica do revestimento é o zinco ou uma liga à base de zinco de uma espessura compreendida entre 5 μm e 30 μm .

- a liga intermetálica é um composto à base de zinco-ferro ou à base de zinco-ferro-alumínio.

- 20 - a chapa revestida é submetida a uma elevação de temperatura superior a 700°C antes da conformação e ou do tratamento térmico.

- a peça obtida notadamente por embutimento é resfriada para sofrer uma têmpera, a uma velocidade superior à velocidade crítica de têmpera.

25 A invenção também se refere à utilização de uma tira de chapa de aço laminada e notadamente laminada a quente e revestida por um metal ou por uma liga metálica que assegura uma proteção da superfície e do aço da chapa na conformação por embutimento notadamente a quente de peças, as peças tendo altas características mecânicas em dureza e altas caracte-
30 rísticas de dureza na superfície assim como uma resistência muito boa à abrasão.

A descrição que se segue e as figuras anexas farão compreen-

der bem a invenção.

A figura 1 é um esquema de princípio de uma forma da invenção.

5 A figura 2 é um esquema de princípio de uma outra forma da invenção.

As figuras 3a e 3b são fotografias, em corte, de uma parte de peça, que apresenta um revestimento de zinco realizado de acordo com a invenção, antes e depois de tratamento térmico.

10 As figuras 4a e 4b são fotografias, em corte, de uma parte de peça, que apresenta um revestimento de zinco alumínio realizado de acordo com a invenção, antes e depois de tratamento térmico.

O processo de acordo com a invenção como apresentado no esquema da figura 1, consiste, a partir de uma chapa em um aço para tratamento térmico e ou conformação a quente notadamente laminado a quente e revestido de zinco ou de uma liga à base de zinco, na realização de uma
15 peça conformada a quente por meio de uma ferramenta como uma prensa de embutimento.

O revestimento de zinco ou de liga de zinco é escolhido de maneira a gerar uma proteção contra a corrosão da chapa de base, em bobina.

20 Contrariamente às idéias recebidas, por ocasião de um tratamento térmico ou de uma elevação de temperatura para a conformação a quente, o revestimento forma uma camada que se liga com o aço da tira e apresenta a esse momento uma resistência mecânica que evita a fusão de metal de revestimento. O composto formado apresenta uma grande resistência à corrosão, à abrasão, ao desgaste e à fadiga. O revestimento não
25 modifica as propriedades de conformabilidade do aço e permite assim uma grande variedade de conformação a frio e a quente.

Além disso a utilização do zinco ou de uma liga de zinco gera uma proteção galvânica das espessuras quando a preforma de chapa ou a
30 chapa apresenta recortes.

Depois de laminação a quente, a tira pode ser decapada e laminada a frio antes de ser revestida. No caso em que a chapa é laminada a

frio, essa última pode ser recozida antes de ser revestida.

É possível revestir a chapa laminada, por exemplo, com zinco, ou ligas de zinco alumínio.

Como representado no esquema da figura 2, a chapa pode ser embutida a frio para a obtenção da peça. A peça obtida é em seguida submetida a um tratamento térmico para conferir a ela características mecânicas elevadas. Por exemplo, um aço de base que tem uma resistência à ruptura R_m de cerca de 500 MPa permitirá a obtenção de peças tratadas termicamente que têm um aço com uma resistência R_m superior a 1500 MPa.

Para a conformação ou para o tratamento térmico da peça, a chapa é submetida a uma elevação de temperatura compreendida de preferência entre 700°C e 1200°C em um forno que possui uma atmosfera que não necessita mais de controle, devido à barreira à oxidação formada pelo revestimento. Por ocasião da elevação da temperatura, o revestimento à base de zinco se transforma em uma camada ligada na superfície que possui diferentes fases que depende do tratamento em temperatura e que apresenta uma grande dureza que pode ultrapassar 600 HV 100g.

No processo da invenção, se pode utilizar chapas cuja espessura está compreendida entre 0,2 mm e 4 mm, que têm boas propriedades de conformação assim como uma boa resistência à corrosão.

As chapas fornecidas revestidas, apresentam uma resistência grande à corrosão durante as elevações de temperatura, a conformação, os tratamentos térmicos, e por ocasião da utilização das peças conformadas acabadas.

A presença do revestimento por ocasião de tratamentos térmicos ou de conformações a quente permite evitar além disso a corrosão, a decarburização do aço de base. Isso tem uma vantagem inegável no caso de uma conformação a quente por exemplo em uma prensa de embutimento. De fato, a liga intermetálica formada evita, a formação da calamina, o desgaste das ferramentas pela calamina, e permite devido a isso, um alongamento da vida média das ditas ferramentas. Foi notado que a liga intermetálica formada a quente, tem uma função de lubrificante em alta temperatura.

Além disso, o efeito de proteção contra a descarburização da liga intermetálica permite o uso de forno de alta temperatura que ultrapassa 900°C e que tem uma atmosfera não controlada, e isso, mesmo para tempos de aquecimento de vários minutos.

- 5 Na saída do forno, não é mais necessário decapar a peça obtida, o que acarreta uma economia devido à supressão do banho de decapagem das peças acabadas.

Devido às características do revestimento depois de elevação de temperatura, as peças obtidas têm uma resistência aumentada à fadiga, ao desgaste, à abrasão e à corrosão, inclusive na espessura devido ao comportamento galvânico do zinco com o aço. Além disso, o revestimento é soldável antes e depois de elevação de temperatura.

O aço da chapa assegura, por efeito de têmpera no resfriamento, características mecânicas elevadas da peça obtida depois de conforma-
 15 ção, o revestimento transformado em uma liga intermetálica a quente assegurando por sua parte, devido às suas qualidades de lubrificante e de resistência aos atritos, uma melhora da conformação, notadamente, no campo do embutimento a quente.

Exemplo 1: revestimento de zinco sobre aço.

- 20 Em um exemplo de realização, é utilizada uma tira de chapa laminada a quente feita de aço com a seguinte composição ponderal:

 carbono: 0,15 % a 0,25 %,
 manganês: 0,8 % a 1,5 %,
 silício: 0,1 % a 0,35 %,
 25 cromo: 0,01 % a 0,2 %,
 titânio: menos de 0,1 %,
 alumínio: menos de 0,1 %,
 fósforo: menos de 0,05 %,
 enxofre: menos de 0,03 %,
 30 boro: 0,0005 % a 0,01 %.

Realiza-se uma peça a partir da chapa de aço laminado a frio de 1 mm de espessura e galvanizada de modo contínuo em dupla face, com

uma espessura de revestimento de cerca de 10 μm . Austenitiza-se a chapa a 950°C antes de conformação e têmpera na ferramenta, o revestimento assegurando um papel de lubrificante por ocasião da conformação, além de suas funções de proteção contra a corrosão a frio, a quente e contra a decarburização. Por ocasião da têmpera, o revestimento ligado não atrapalha a extração do calor pela ferramenta e pode favorecer a mesma. Depois de conformação e têmpera, não é mais necessário decapar a peça ou protegê-la, o revestimento de base assegurando a proteção ao longo de todo o processo.

Depois de conformação e devido a isso, tratamento térmico, a peça realizada tem um aspecto cinza fosco sem escorrimento ou bolha, sem escamação ou fissuras, e não apresentando calamina na espessura, em corte. Observações no microscópio eletrônico de varredura mostram na superfície e em corte, que o revestimento conserva uma estrutura e uma textura homogêneas e que a liga Fe-Zn se manifesta em menos de 5 minutos a 950°C.

O revestimento compreende como representado de maneira comparativa nas figuras 3a e 3b que representam respectivamente, em corte, o revestimento antes e depois de tratamento térmico, uma interface de difusão do Zn, com uma espessura compreendida entre 5 e 15 μm .

Testes de corrosão na umidade e temperatura de acordo com a norma DIN 50 017 mostram que o revestimento de acordo com a invenção assegura uma excelente proteção contra a corrosão depois de 30 ciclos, as superfícies das peças conservando seu aspecto cinza.

A tabela 1 seguinte apresenta a perda de massa por corrosão depois de 500 e 1000 horas de névoa salina, para um aço de referência não revestido, para um aço de referência galvanizado sem tratamento térmico e um aço de acordo com duas formas da invenção.

Tabela 1.

	Perdas de massas em g/m ² Após 500 horas	Perdas de massas em g/m ² Após 1000 horas
Aço de referência	450 g/m ²	1230 g/m ²
Aço galvanizado de referência	80 g/m ²	140 g/m ²
Aço revestido Zn depois de tratamento térmico	32 g/m ²	82 g/m ²
Aço revestido Zn-Al depois de tratamento térmico	22 g/m ²	50 g/m ²

Como pode ser notado, o revestimento depois de tratamento térmico resiste bem à névoa salina. Além disso essa superfície, composta de zinco e de ferro pode ser fosfatada em banhos clássicos de tratamento de superfície do tipo fosfatação tricação. Os testes de corrosão realizados depois de fosfatação e pintura por cataforese mostram excelentes resultados. A camada ligada zinco ferro assegura além disso uma proteção galvânica das espessuras do tipo proteção catódica.

Exemplo 2: revestimento de zinco alumínio sobre aço.

Um revestimento de 10 µm é aplicado sobre uma chapa de cerca de 1 mm. Esse revestimento é composto por 50 a 55 % de alumínio e por 45 a 50 % de zinco com eventualmente uma pequena quantidade de silício.

O aspecto desse revestimento em corte, depois de conformação a quente é apresentado nas figuras 4a e 4b.

Por ocasião da conformação a quente, o zinco, o alumínio, e o ferro se ligam para formar um revestimento de zinco-alumínio-ferro homogêneo e aderente. Os testes de corrosão mostram que essa camada ligada assegura uma proteção contra a corrosão muito boa.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de realização de uma peça com características mecânicas muito altas, as quais são obtidas após a conformação por têmpera com resfriamento, conformada por embutimento, a partir de uma tira
- 5 de chapa de aço laminada, notadamente laminada a quente e revestida de um revestimento de zinco ou de uma liga a base de zinco, que assegura uma proteção da superfície e do aço, caracterizado pelo fato de que:
- submete-se uma chapa de um aço a tratamento térmico;
 - recorta-se a chapa para a obtenção de uma preforma de

10 chapa;

 - submete-se a referida preforma de chapa a uma elevação de temperatura de forma a obter austenitização da chapa, a uma temperatura superior a 900° C em um forno sem atmosfera controlada;
 - efetua-se um embutimento a quente, a partir da preforma de

15 chapa para obter a peça;

 - realiza-se, antes do embutimento, um composto ligado intermetálico, na superfície, que assegura uma proteção contra a corrosão, contra a descarburização do aço, o composto intermetálico podendo exercer uma função de lubrificação, o referido composto sendo obtido pela

20 transformação do revestimento em uma liga intermetálica, por meio de uma elevação de temperatura superior a 700°C, em que o referido revestimento de zinco ou de liga a base de zinco tem uma espessura compreendida entre 5 µm e 30 µm;

 - resfria-se a peça para sofrer uma têmpera a uma velocidade

25 superior à velocidade crítica de têmpera; e

 - retira-se por recorte, os excedentes de chapa necessários à operação de embutimento.
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que
- 30 - depois do embutimento a quente, resfria-se a peça formada para conferir características mecânicas de dureza elevadas do aço e uma dureza superficial elevada do revestimento.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a liga intermetálica é um composto à base de zinco-ferro ou de zinco-ferro-alumínio.

5 4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a resistência mecânica Rm da referida peça embutida a quente é superior a 1.500MPa.

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a composição do aço compreende, em peso:

10 carbono: 0,15 % a 0,25 %,
manganês: 0,8 % a 1,5 %,
silício: 0,1 % a 0,35 %,
cromo: 0,01 % a 0,2 %,
titânio: menos de 0,1 %,
15 alumínio: menos de 0,1 %,
fósforo: menos de 0,05 %,
enxofre: menos de 0,03 %,
boro: 0,0005 % a 0,01 %.

Fig. 1

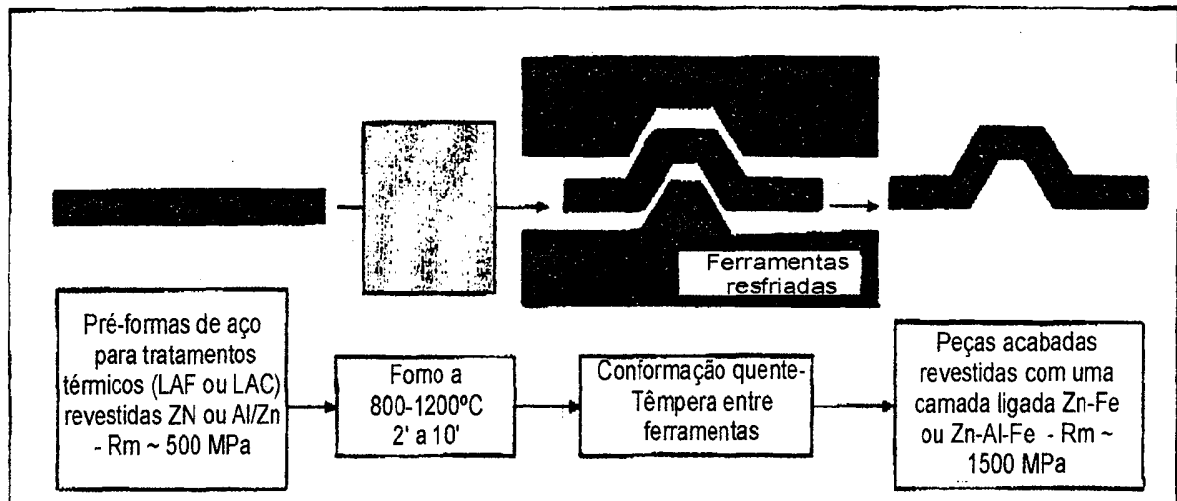


Fig. 2

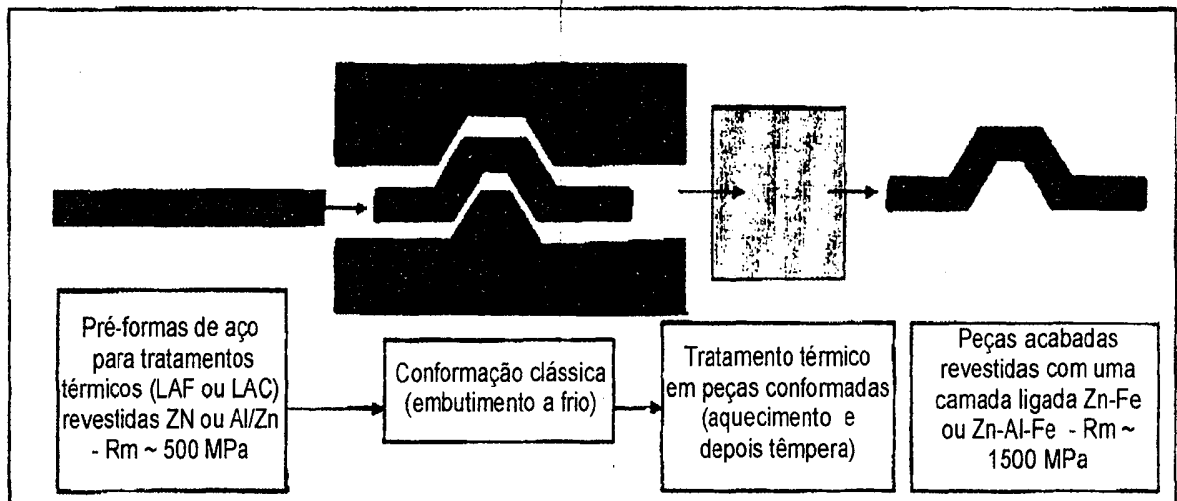


Fig. 3a .

Fig. 3b.

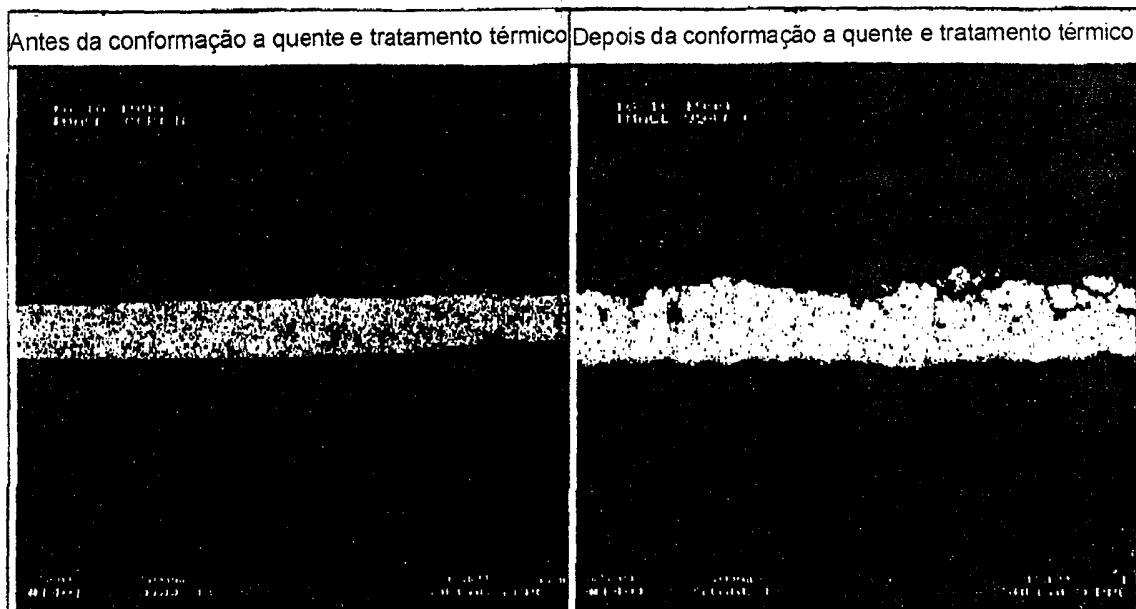


Fig. 4a.

Fig. 4b.

