

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 287**

51 Int. Cl.:

C23C 2/06 (2006.01)

C23C 2/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09757685 .4**

96 Fecha de presentación: **14.05.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2297372**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.03.2011**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de una banda metálica revestida que presenta un aspecto mejorado**

30 Prioridad:
14.05.2008 EP 08290450

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.07.2012

73 Titular/es:
Arcelormittal Investigación y Desarrollo SL
C/ Chavarri, 6
48910 Sestao, Bizkaia, ES

72 Inventor/es:
DIEZ, Luc y
MATAIGNE, Jean-Michel

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 385 287 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de una banda metálica revestida que presenta un aspecto mejorado.

5 La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una banda metálica que presenta un aspecto mejorado, más particularmente destinada para ser utilizada para la fabricación de piezas superficiales para vehículos terrestres a motor, sin estar limitada sin embargo a las mismas.

Las chapas de acero destinadas para la fabricación de piezas para vehículo terrestre a motor están generalmente revestidas con una capa metálica de protección contra la corrosión, a base de zinc, depositada bien sea por templado en caliente en un baño líquido a base de zinc, o bien por electrodeposición en un baño electrolítico que comprende iones de zinc.

10 Un procedimiento de revestimiento por templado en caliente se describe por el documento EP1 466 994.

Las chapas galvanizadas destinadas para la fabricación de piezas superficiales, son seguidamente conformadas y ensambladas para formar una caja en blanco, que se reviste seguidamente por al menos una capa de pintura, la cual asegura una protección incrementada contra la corrosión así como un buen aspecto superficial.

15 A este respecto, convencionalmente, los fabricantes de automóviles aplican primeramente sobre la caja sola una capa de cataforesis, luego una capa de pintura de apresto, una capa de pintura de base, y eventualmente una capa de barniz. Para obtener un aspecto de superficie pintada satisfactorio, generalmente se aplica un espesor total de pintura comprendido entre 90 y 120 μm , constituido por una capa de cataforesis de 20 a 30 μm de espesor, una capa de pintura de apresto de 40 a 50 μm , y una capa de pintura de base de 30 a 40 μm , por ejemplo.

20 Con el fin de limitar el espesor de los sistemas de pintura a un valor inferior a los 90 μm , algunos fabricantes de automóviles han propuesto bien sea evitar la etapa de cataforesis, o también limitar el número de capas de pintura para aumentar la productividad. Sin embargo, hasta ahora, esta reducción de espesor del sistema de pintura se realiza siempre en detrimento del aspecto superficial pintado final de la pieza y no se realiza industrialmente.

25 En efecto, los revestimientos a base de zinc que sirven de sustrato de base presentan lo que se denomina una ondulación de su superficie, que solo puede actualmente compensarse mediante capas importantes de pintura so pena de presentar un aspecto llamado de « piel de naranja » inaceptable para piezas de carrocería.

La ondulación W (waviness in inglés) de la superficie es una irregularidad geométrica suave, pseudoperiódica, de longitud de onda bastante grande (de 0,8 a 10 mm) que se distingue por la rugosidad R que corresponde a las irregularidades geométricas de longitudes de onda pequeñas (< 0,8 mm).

30 En la presente invención, la media aritmética W_a del perfil de ondulación, expresada en μm , ha sido retenida para caracterizar la ondulación de la superficie de la chapa, y las mediciones de ondulación fueron realizadas con un umbral de corte de 0,8 mm y designadas por $W_{a,0,8}$.

35 El fin de la invención es por consiguiente poner a disposición un procedimiento de fabricación de una banda metálica revestida con un revestimiento anticorrosión, cuya ondulación $W_{a,0,8}$ sea reducida con relación a las bandas de la técnica anterior, permitiendo así fabricar piezas metálicas pintadas que necesitan un espesor total de pintura reducido con relación a las piezas de la técnica anterior.

A este respecto, un primer objeto de la invención está constituido por un procedimiento de fabricación de una banda metálica que presenta un revestimiento metálico de protección contra la corrosión, que comprende las etapas que consisten en:

- 40
- hacer pasar la banda metálica por un baño de metal en fusión que comprende entre un 2% en peso y un 8% en peso de aluminio, de 0 a un 5% en peso de magnesio y hasta un 0,3% en peso de elementos de adición, siendo el complemento zinc e impurezas inevitables, manteniéndose el indicado baño a una temperatura comprendida entre los 350 y los 700°C, luego
 - 45 - secar la banda metálica revestida por medio de boquillas que proyectan un gas por uno y otro lado de la banda, y luego
 - refrigerar el revestimiento de forma controlada hasta su solidificación completa, realizándose el indicado refrigeramiento a una velocidad inferior a 15°C/s entre la temperatura a la salida de secado y el inicio de la solidificación, y luego a una velocidad superior o igual a 15°C/s entre el comienzo y el final de su solidificación.

50 En modos de realización preferidos, el procedimiento según la invención puede además comprender las características siguientes, tomadas solas o en combinación:

- el refrigeramiento se realiza a una velocidad inferior a 10°C/s entre la temperatura a la salida del secado y el comienzo de la solidificación, y luego a una velocidad superior o igual a 15°C/s entre el comienzo y el final de su solidificación,
- 5 - el refrigeramiento se realiza a una velocidad inferior a 10°C/s entre la temperatura a la salida del secado y el comienzo de la solidificación, y luego a una velocidad superior o igual a 20°C/s entre el comienzo y el final de su solidificación,
- se seca la banda metálica revestida de tal forma que la parte de la banda situada entre la línea de secado y que acaba al menos 10 cm más arriba se encuentre en contacto con una atmósfera cuyo poder oxidante sea inferior al de una atmósfera constituida por un 4% en volumen de oxígeno y un 96% en volumen de nitrógeno,
- 10 - la banda metálica es una banda de acero.

La invención tiene igualmente por objeto una banda metálica laminada en frío y revestida por temple en caliente pero sin ser sometida al tratamiento de laminadores de acabado (skin-passée), que puede obtenerse por el procedimiento según la invención, cuyo revestimiento metálico comprende de un 2 a un 8% en peso de aluminio, de un 0 a un 5% en peso de magnesio, hasta un 0,3% en peso de elementos adicionales, estando el complemento constituido por zinc e impurezas inevitables, presentando el indicado revestimiento una ondulación $Wa_{0,8}$ inferior o igual a 0,5 μm , de preferencia inferior o igual a 0,45 μm .

En modos de realización preferidos, la banda metálica según la invención puede además comprender las características siguientes, tomadas solas o en combinación:

- 20 - el revestimiento metálico no contiene magnesio,
- el revestimiento metálico contiene de un 1 a un 4% en peso de magnesio,
- la banda metálica está constituida por acero.

La invención tiene igualmente por objeto una pieza metálica obtenida por deformación de una banda metálica sin ser sometida al tratamiento de laminadores de acabado, cuyo revestimiento presenta una ondulación $Wa_{0,8}$ inferior o igual a 0,48 μm , de preferencia inferior o igual a 0,43.

La invención tiene además por objeto una pieza metálica obtenida por deformación de una banda metálica que ha experimentado una operación de pase por laminadores de acabado antes de la deformación, cuyo revestimiento presenta una ondulación $Wa_{0,8}$ inferior o igual a 0,35 μm , de preferencia inferior o igual a 0,32, incluso 0,31 μm .

30 Las características y ventajas de la presente invención aparecerán mejor en el transcurso de la descripción que sigue, dada a título de ejemplo no limitativo.

La primera etapa del procedimiento según la invención consiste en hacer pasar en continuo una banda metálica, tal como una banda de acero, por un baño de revestimiento que contiene metal en fusión, contenido en un crisol.

35 La velocidad de paso de la banda en las líneas industriales se encuentra en general comprendida entre los 40 m/min y 200 m/min, por ejemplo, y es de preferencia superior a 120 m/min, incluso superior a 150 m/min.

La composición del baño de revestimiento a utilizar en el procedimiento según la invención es a base de zinc y contiene de un 2% a un 8% en peso de aluminio, que es por consiguiente un elemento indispensable del revestimiento. Los inventores han observado que un revestimiento que comprende menos de un 2% en peso de aluminio no permitía obtener mejora de la ondulación por el procedimiento según la invención. De igual modo, un revestimiento que comprenda más de un 8% en peso de aluminio no permite tampoco obtener este efecto buscado por la invención. Este elemento permite igualmente mejorar la resistencia a la corrosión.

45 El baño puede igualmente contener hasta un 5% en peso de magnesio con el fin de mejorar la resistencia a la corrosión del revestimiento galvanizado y en particular su resistencia contra el óxido rojo. Para obtener un efecto notable sobre la resistencia a la corrosión, se prefiere añadir al menos un 0,1% en peso, incluso un 0,2% en peso y de preferencia al menos un 1% en peso. Se limita su contenido en el baño a un 5%, incluso un 4% en peso pues el revestimiento obtenido podría presentar problemas de fragilidad y de adherencia en la conformación ulterior, para contenidos superiores. Además, los inventores han observado que el aporte de este elemento no volver a cuestionar los resultados obtenidos sobre la ondulación por el aporte de aluminio.

50 La composición del baño puede igualmente contener hasta un 0,3% en peso de elementos opcionales de adición tales como Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr o Bi. Estos diferentes elementos pueden permitir, entre otros, mejorar la resistencia a la corrosión del revestimiento o bien su fragilidad o su adhesión, por ejemplo. El experto en la materia que conoce sus efectos sobre las características del revestimiento sabrá utilizarlos en función del fin complementario buscado. Se ha comprobado igualmente que estos elementos no interferían con el dominio de la ondulación obtenida por el procedimiento según la invención. En algunas circunstancias, se preferirá sin

55

embargo limitar el contenido en titanio en menos de un 0,01%, incluso menos de un 0,005% pues este elemento puede generar problemas de contaminación de los baños de desengrase y de fosfatación de los fabricantes de automóviles.

5 Por último el baño puede contener impurezas inevitables que provienen de los lingotes de alimentación del crisol o bien también del paso de la banda por el baño. Se podrá así citar particularmente, el hierro, etc...

10 El baño se mantiene a una temperatura comprendida entre la temperatura de solidificación iniciante de una mezcla líquida +10°C y los 700°C, variando la temperatura de solidificación iniciante de una mezcla líquida en función de su composición. Para la gama de revestimientos utilizados en la presente invención, esta temperatura estará por consiguiente comprendida entre los 350 y los 700°C. Se recordará que la temperatura de solidificación iniciante de una mezcla líquida es la temperatura más allá de la cual una aleación se encuentra en estado completamente fundido, siendo la temperatura de fusión iniciante de una mezcla binaria la temperatura por debajo de la cual una aleación se encuentra en estado completamente solidificado. Para algunas composiciones, la temperatura de solidificación iniciante de una mezcla líquida podrá ser igual a la temperatura de fusión iniciante de una mezcla binaria en función de su composición.

15 Después del paso por el crisol, la banda metálica revestida por sus dos caras se somete seguidamente a un secado por medio de boquillas situadas a uno y otro lado de la banda que proyectan un gas, tal como aire o un gas inerte, hacia la superficie de la banda. Esta operación clásica, bien conocida por el experto en la materia, permite regular el espesor del revestimiento de forma precisa, mientras no se haya aún solidificado.

20 Al comienzo del secado, la etapa esencial del procedimiento según la invención es la refrigeración controlada del revestimiento hasta su solidificación completa.

En efecto, los presentes inventores han observado que era necesario refrigerar el revestimiento de forma diferenciada antes del comienzo de la solidificación y desde el comienzo de ésta.

25 Así, la refrigeración debe realizarse a una velocidad inferior a 15°C/s, de preferencia inferior a 10°C/s, y de forma más particularmente preferida inferior o igual a 5°C/s, entre la temperatura a la salida del secado y el comienzo de la solidificación (es decir cuando el revestimiento cae justo bajo la temperatura a la que empiezan a solidificarse los componentes de una mezcla líquida), luego a una velocidad superior o igual a 15°C/s, de preferencia superior a 20°C/s, entre el comienzo y el final de su solidificación (es decir, cuando el revestimiento alcanza la temperatura a la que empiezan a fundirse los componentes de una mezcla).

30 Respetando estos valores de consigna, se observa en efecto una mejora sorprendente y significativa de la ondulación de los revestimientos en cuestión, como lo muestran los ensayos presentados más adelante.

La refrigeración hasta el comienzo de la solidificación podrá ser obtenida por convección natural si se desea refrigerar a una velocidad que no sobrepasen aproximadamente los 5°C/s. Más allá, será generalmente necesario proceder a una refrigeración forzada por cualquier medio técnico adaptado, tal como un soplado de gas frío, por ejemplo.

35 Del mismo modo, la refrigeración a partir del comienzo de solidificación se realizará normalmente por refrigeración forzada.

40 Cuando la chapa revestida está completamente refrigerada, la misma puede experimentar una operación de tratamiento en laminadores de acabado que permite conferirle una textura que facilita su conformación ulterior. En efecto, la operación de tratamiento en laminadores de acabado permite transferir a la superficie de la chapa una rugosidad suficiente para que su conformación se realice en buenas condiciones, favoreciendo una buena retención del aceite aplicado sobre la chapa antes de su conformación.

45 Esta operación de tratamiento en laminadores de acabado se realiza generalmente para las chapas metálicas destinadas para la fabricación de piezas de carrocería para vehículos terrestres a motor. Cuando las chapas metálicas según la invención están destinadas para la fabricación de aparatos electrodomésticos, por ejemplo, no se procede a esta operación suplementaria.

50 La chapa sometida o no a tratamiento en laminadores de acabado se conforma seguidamente, por ejemplo por embutición, plegado o perfilado, y de preferencia por embutición, para formar una pieza que se puede seguidamente pintar. En el caso de las piezas para el electrodoméstico, se puede también someter eventualmente esta capa de pintura a un recocado por medios físicos y/o químicos, conocidos por sí mismos. A este respecto, se puede hacer pasar la pieza pintada a través de un horno de aire caliente o de inducción, o también bajo lámparas UV o bajo un dispositivo que difunde haces de electrones.

Para la producción de piezas para el automóvil, se la somete a un temple en un baño de cataforesis, y se aplica sucesivamente, una capa de pintura de apresto, una capa de pintura de base, y eventualmente una capa de barniz de acabado.

5 Antes de aplicar la capa de cataforesis sobre la pieza, ésta se desengrasa previamente y luego se fosfata con el fin de asegurar la adherencia de la cataforesis. La capa de cataforesis proporciona a la pieza una protección complementaria contra la corrosión. La capa de pintura de apresto, generalmente aplicada por pistola, prepara el aspecto final de la pieza y la protege contra el salpicado de gravilla y contra las radiaciones UV. La capa de pintura de base confiere a la pieza su color y su aspecto final. La capa de barniz confiere a la superficie de la pieza una buena resistencia mecánica, una resistencia contra los agentes químicos agresivos y un buen aspecto superficial.

10 La capa de pintura (o sistema de pintura) utilizada para proteger y garantizar un aspecto superficial óptimo a las piezas galvanizadas, presenta por ejemplo una capa de cataforesis de 10 a 20 µm de espesor, una capa de pintura de apresto inferior a 30 µm, y una capa de pintura de base inferior a 40 µm.

En los casos, en que el sistema de pintura comprenda además una capa de barniz, los espesores de las diferentes capas de pintura son generalmente los siguientes:

- 15
- capa de cataforesis: inferior de 10 a 20 µm,
 - capa de pintura de apresto: inferior a 20 µm,
 - capa de pintura de base: inferior a 20 µm y ventajosamente inferior a 10 µm, y
 - capa de barniz: de preferencia inferior a 30 µm.

20 El sistema de pintura podrá igualmente no comprender capa de cataforesis, y llevar solo una capa de pintura de apresto y una capa de pintura de base y eventualmente una capa de barniz.

Por otro lado, investigaciones complementarias han permitido mejorar aún el nivel de ondulación de las chapas y piezas según la invención, tomando medidas particulares en la zona de secado del revestimiento.

25 Los presentes inventores han observado en efecto que haciendo de modo que la atmósfera de esta zona presente un poder oxidante inferior al de una atmósfera constituida por un 4% en volumen de oxígeno y por un 96% en volumen de nitrógeno, se reducía aún el nivel de ondulación de las chapas que han experimentado una refrigeración según la invención.

30 La zona que debe mantenerse a un bajo nivel de oxidación es como mínimo la que comienza inmediatamente por encima de la línea de secado y se detiene al menos 10 cm más arriba y que rodea la banda a su paso por sus dos caras. Se entiende aquí por línea de secado el segmento más corto que conecta la boquilla y la chapa, correspondiente al trayecto mínimo realizado por el gas de secado.

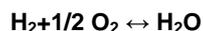
Esta regulación del nivel de oxidación podrá realizarse por cualquier medio adaptado, tal como, por ejemplo, una caja de confinamiento que cubra la zona de secado y alimentada con gas neutro como el nitrógeno. Será igualmente posible utilizar un gas pobre en oxígeno como gas de secado y no alimentar particularmente la caja con gas inerte, siendo ésta entonces únicamente alimentada por el flujo de gas de secado.

35 Para determinar el poder oxidante de la atmósfera que rodea la banda, se procederá a la evaluación de su presión parcial de oxígeno equivalente al equilibrio.

Cuando el único gas oxidante presente es O₂, mezclado con un gas inerte (nitrógeno, argón), esta presión es entonces igual al contenido volúmico en O₂ que se puede medir en tiempo real por medio de un sensor adaptado.

40 Cuando otros gases oxidantes, tales como H₂O ó CO₂ están presentes en la mezcla con un gas reductor tal como H₂ o CO, por ejemplo, la presión parcial de oxígeno equivalente se calcula por la ley de acción de masa a la temperatura de los gases considerada.

Por ejemplo, para el par H₂/H₂O, la reacción se escribe como sigue:



En el equilibrio termodinámico, las presiones parciales de los gases obedecen a la relación siguiente:

$$\frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{H}_2} \times \sqrt{p_{\text{O}_2}}} = e^{-\frac{\Delta G}{RT}}$$

siendo R la constante de los gases perfectos, T la temperatura de los gases en Kelvin, y ΔG la variación de energía libre asociada con la reacción, que se encuentran en las tablas de termodinámica, en calorías por mol o en Julios por mol según el valor tomado para la constante R.

5 De esta relación, se extrae el valor de p_{O_2} , presión parcial de oxígeno equivalente al equilibrio para la mezcla gaseosa considerada.

En el marco de la invención, es preciso que el valor de p_{O_2} se encuentre comprendido entre 0,0015 y 0,04.

10 Por otro lado, puede resultar deseable prolongar la eventual caja de confinamiento hasta la superficie del baño o hasta una posición intermedia entre el baño y la línea de secado con el fin de limitar la oxidación antes del secado. En efecto, cuando la superficie de la chapa se expone al aire libre, una capa de este tipo se forma sistemáticamente pero es la mayoría de las veces eliminada y enviada de nuevo al baño de revestimiento bajo el impacto del chorro de secado. Un confinamiento de este tipo permite por consiguiente reducir la cantidad de óxidos del baño que pueden ser arrastrados por la banda durante su paso y crear así defectos redhibitorios.

Presenta sin embargo, el inconveniente de favorecer la vaporización de zinc a partir del baño, vapores que pueden seguidamente ensuciar la caja de confinamiento.

15 Aunque puedan utilizarse toda clase de boquillas de secado para la realización del procedimiento según la invención, se preferirá más particularmente seleccionar boquillas cuyo orificio de salida se presente en forma de lama cuya anchura sobrepase la de la banda a revestir. Este tipo de boquilla permite en efecto realizar un buen confinamiento de la parte baja de la zona de secado.

Ensayos

20 Los ensayos se realizaron a partir de una chapa metálica de acero de tipo IF-Ti laminada en frío, que se hizo pasar por un crisol conteniendo un baño metálico a base de zinc comprendiendo proporciones variables de aluminio y de magnesio. Se mantuvo a una temperatura de 70°C más allá de la temperatura en que empiezan a solidificarse los componentes de una mezcla líquida de la composición.

25 A la salida del baño, el revestimiento obtenido se seca con nitrógeno por medio de dos boquillas clásicas con el fin de obtener un espesor de revestimiento del orden de 7 μm .

Por encima de estas boquillas de secado se colocó una serie de cajas de refrigeración, a uno y otro lado de la banda, cajas que permiten soplar aire para solidificar el revestimiento por convección forzada. En función del caudal, de la temperatura del gas de soplado y del número de cajas puesto en funcionamiento, se puede regular la velocidad de refrigeración entre 5 y 50°C/s.

30 Jugando con estos parámetros y con la posición de las cajas en funcionamiento, se realizó una serie de ensayos con el fin de obtener refrigeraciones controladas a diferentes velocidades de refrigeración, antes de alcanzar la temperatura en que empiezan a solidificarse los componentes de una mezcla líquida y entre esta temperatura y la del empuje de la fusión de los componentes de una mezcla. Cuando todas las cajas están desconectadas, el revestimiento solo se somete a una convección natural a una velocidad de aproximadamente 5°C/s.

Se procedió igualmente a un ensayo (referenciado con 17) realizando un secado con nitrógeno en caja confinada con limitación del contenido en oxígeno al 4% en volumen en la zona que comienza a nivel de la línea de secado y que acaba 10 cm más arriba.

40 Por último se sometieron a embutición las muestras obtenidas según un modo de deformación equibiaxial al 3,5% (Marciniak). Una parte de las muestras fue previamente sometida a una operación de tratamiento en laminadores de acabado con un porcentaje de alargamiento del 1,5%.

45 A medida que se iba produciendo el avance de los ensayos, se midieron los valores de ondulación $W_{0,8}$. Esta medición consistió en adquirir por palpación mecánica, sin patín, un perfil de la chapa con una longitud de 50 mm, medido a 45° de la dirección de laminado. Se dedujo por la señal obtenida la aproximación a su forma general por un polinomio de grado al menos 5. La ondulación W_a se separó entonces de la rugosidad R_a por un filtro gausiano con umbral de corte de 0,8 mm.

Los resultados obtenidos se indican en la tabla siguiente:

Ensayo	Composición del revestimiento (% en peso)			Liquidus-Solidus (°C)	VR antes del liquidus (°C/s)	VR entre liquidus y solidus (°C/s)	Ondulación Wa _{0,8} (µm)			
	Zn	Al	Mg				Sin tratamiento en laminadores de acabado ni deformación	Sin tratamiento en laminadores de acabado y después de la deformación	Con tratamiento en laminadores de acabado antes de la deformación	Con tratamiento en laminadores de acabado y después de la deformación
1	93	4	3	357-340	5	5	1,21	1,08	0,42	0,87
2	93	4	3	357-340	5	10	0,92	ne	ne	ne
3*	93	4	3	357-340	5	15	0,43	ne	ne	ne
4*	93	4	3	357-340	5	20	0,39	0,34	0,32	0,30
5*	93	4	3	357-340	10	20	0,47	ne	ne	ne
6	93	4	3	357-340	15	20	3,01	ne	ne	ne
7	99,7	0,3	0	416-413	5	20	0,71	0,62	0,41	0,63
8	97	1,5	1,5	380-340	5	20	0,84	ne	ne	ne
9	86	11	3	428-340	5	20	0,68	ne	ne	ne
10*	95,5	3	1,5	369-340	5	20	0,42	0,39	0,34	0,33
11*	91	6	3	371-340	5	20	0,43	0,40	0,35	0,32
12*	98	2	0	401-381	5	20	0,48	0,46	0,36	0,35
13*	95	5	0	381-381	5	20	0,43	0,39	0,35	0,34
14	95	5	0	381-381	15	20	3,36	ne	ne	ne
15	95	5	0	381-381	5	5	1,37	1,14	0,43	0,93
16*	92	8	0	410-381	5	20	0,47	0,44	0,37	0,34
17*	93	4	3	357-340	5	20	0,36	0,33	0,30	0,28

ne: no evaluado, *: según la invención, VR: velocidad de refrigeración

A partir de los ensayos 1 a 3, se observó que a partir de una velocidad de refrigeración en la solidificación superior o igual a 15°C/s, se obtuvo una ondulación espectacularmente reducida, en el estado sin ser sometida a laminadores de acabado.

5 Por otro lado, los presentes inventores observaron que una refrigeración demasiado rápida en la primera fase de refrigeración, antes de alcanzar la temperatura a la que empiezan a solidificarse los componentes de una mezcla líquida, era igualmente nefasta para el aspecto del revestimiento, como lo muestran los ensayos 4 a 6 donde se observa que el sobrepase del umbral de 15°C/s degrada considerablemente la ondulación que pasa de 0,47 a 3,01 µm cuando se pasa de una refrigeración de 10 a 15°C/s.

10 Se observó por consiguiente que esta primera etapa de refrigeración es igualmente importante para la obtención del aspecto superficial buscado, lo cual lleva a la conclusión que el conjunto del proceso de refrigeración debe ser controlado.

15 En la lectura de los ensayos 7 a 12, se observó igualmente que el efecto de nivelación de la ondulación no se obtuvo para ningún revestimiento galvanizado, sino únicamente para los revestimientos cuya composición respeta las gamas definidas por la presente invención.

20 En lo que respecta a los ensayos 4, 10 a 13 y 16 referentes a chapas que han sido sometidas a laminadores de acabado y embutidas, se observó una mejora sorprendente del nivel de ondulación, mientras que al mismo tiempo, los ensayos comparativos 1, 7 y 15 muestran una degradación de los resultados obtenidos después de la embutición, no permitiendo bajar por debajo del umbral de 0,35 µm de ondulación para una pieza fabricada a partir de una chapa sometida a laminadores de acabado.

Por último, comparando los resultados del ensayo 17 con los del ensayo 4, realizados en condiciones idénticas pero sin precaución particular a nivel del secado, se observó una disminución del nivel de ondulación en todos los casos de figuras.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una banda metálica que presenta un revestimiento metálico de protección contra la corrosión, que comprende las etapas que consisten en:
 - hacer pasar la banda metálica por un baño de metal en fusión que comprende entre un 2 y un 8% en peso de aluminio, de un 0 a un 5% en peso de magnesio y hasta un 0,3% en peso de elementos de adición, siendo el complemento zinc e impurezas inevitables, manteniéndose el baño a una temperatura comprendida entre los 350 y los 700°C, luego
 - secar la banda metálica revestida por medio de boquillas que proyectan un gas por uno y otro lado de la banda, y luego
 - refrigerar el revestimiento de forma controlada hasta su solidificación completa, siendo la indicada refrigeración realizada a una velocidad inferior a los 15°C/s entre la temperatura de salida de secado y el comienzo de la solidificación, y luego a una velocidad superior o igual a 15°C/s entre el comienzo y el final de su solidificación.
 2. Procedimiento según la reivindicación 1, para el cual la indicada refrigeración se realiza a una velocidad inferior a 10°C/s entre la temperatura a la salida del secado y el comienzo de la solidificación, y luego a una velocidad superior o igual a 15°C/s entre el comienzo y el final de su solidificación.
- Procedimiento según la reivindicación 2, para el cual la indicada refrigeración se realiza a una velocidad inferior a 10°C/s entre la temperatura a la salida del secado y el comienzo de la solidificación, luego a una velocidad superior o igual a 20°C/s entre el comienzo y el final de su solidificación.
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, para el cual se seca la banda metálica revestida de tal forma que la parte de la banda situada entre la línea de secado y que acaba al menos 10 cm más arriba o en contacto con una atmósfera cuyo poder oxidante es inferior al de una atmósfera constituida por un 4% en volumen de oxígeno y un 96% en volumen de nitrógeno.
 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, para el cual la banda metálica es una banda de acero.
 5. Banda metálica laminada en frío y revestida por temple en caliente pero sin ser sometida a laminadores de acabado, que puede ser obtenida por el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, cuyo revestimiento metálico comprende de un 2 a un 8% en peso de aluminio, de 0 a un 5% en peso de magnesio, hasta un 0,3% en peso de elementos adicionales, estando el complemento constituido por zinc e impurezas inevitables, presentando el indicado revestimiento una ondulación $Wa_{0,8}$ inferior o igual al 0,5 μm .
 6. Banda metálica según la reivindicación 6, cuyo revestimiento metálico no contiene magnesio.
 7. Banda metálica según la reivindicación 6, cuyo revestimiento metálico contiene de un 1 a un 4% en peso de magnesio.
 8. Banda metálica según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, constituida por acero.
 9. Pieza metálica obtenida por deformación de una banda metálica según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, cuyo revestimiento presenta una ondulación $Wa_{0,8}$ inferior o igual a 0,48 μm .
 10. Pieza metálica obtenida por deformación de una banda metálica según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que ha experimentado además una operación de de tratamiento en laminadores de acabado antes de la deformación, cuyo revestimiento presenta una ondulación $Wa_{0,8}$ inferior o igual a 0,35 μm .