

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 129**

51 Int. Cl.:

**C23C 2/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2009 E 09760020 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2012 EP 2396445**

54 Título: **Mejora de la preparación de la superficie de piezas de acero para la galvanización mediante inmersión en caliente por lotes**

30 Prioridad:

**28.10.2008 IT AL20080020**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**29.04.2013**

73 Titular/es:

**SETRA SRL (100.0%)  
Via Legnano, 46  
15121 Alessandria, IT**

72 Inventor/es:

**BOTTANELLI, UGO**

74 Agente/Representante:

**RUO, Alessandro**

**ES 2 402 129 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

Mejora de la preparación de la superficie de piezas de acero para la galvanización mediante inmersión en caliente por lotes

5 [0001] La presente invención tiene por objeto una mejora de la preparación de la superficie de las piezas de acero destinadas a una galvanización por inmersión en caliente y, más específicamente, se refiere al modo de aplicar la solución de fundente, para procesos de galvanización mediante inmersión en caliente por lotes, que contiene hasta un 0,1% en peso de aluminio. La elección de la composición química de la solución de fundente, junto con su mejor modo de aplicación específico, garantizan una mejor humectación de las piezas de acero fabricadas durante la inmersión en la aleación fundida, y garantizan un revestimiento uniforme y adherente al sustrato (acero laminado en frío y/o en caliente).

## Estado de la técnica

15 [0002] Desde hace mucho tiempo, es conocido que se pueden mejorar ciertas propiedades, por ejemplo, la resistencia a la oxidación y, más en general, la resistencia a la corrosión de las piezas fabricadas, en particular, con acero, mediante el revestimiento con metales tales como cinc, cadmio, aluminio o sus aleaciones. Entre los diversos tipos de recubrimientos, son de particular interés los que se basan en aleaciones de Zn-Al, por su resistencia superior en varios entornos corrosivos, por sus buenas características mecánicas y por el buen aspecto de su superficie. Generalmente, los recubrimientos metálicos se pueden obtener mediante la inmersión de las piezas en un baño de metal fundido o mediante electrólisis, tanto en procesos continuos como discontinuos. Actualmente, los procesos por lotes se centran principalmente en los productos de un tamaño limitado como, por ejemplo, tornillos, pernos, estructuras de acero y similares, aunque también se pueden aplicar a productos de mayores dimensiones. Sin embargo, para las piezas de un tamaño indefinido tales como tiras, varillas y cables, se tiende a revestirlas de manera continua y luego a transformarlas en los productos finales, por ejemplo, mediante corte y estirado en frío de la tira.

30 [0003] No obstante, estos productos tienen algunos inconvenientes como, por ejemplo, que tienen bordes cortados, sin recubrimiento protector, siendo por tanto menos resistentes al ataque en entornos corrosivos; estos inconvenientes, debido a la creciente demanda en el mercado de productos de alta calidad, comienzan a superar el beneficio ofrecido por los procesos continuos de revestimiento. Por lo tanto, el interés por los procesos de revestimiento por lotes, aplicados a piezas fabricadas tales como largueros, soportes y artículos similares para automóviles, construcción naval, electrodomésticos, etc. va en aumento. Obviamente, también existe gran interés por el proceso discontinuo de revestimiento de piezas de acero con aleaciones de cinc y aluminio que, como se ha mencionado anteriormente, tienen una mayor resistencia a la oxidación a altas temperaturas y una mayor resistencia a la corrosión en varios medios corrosivos. Sin embargo, hasta la fecha, ha sido muy difícil obtener buenos recubrimientos por inmersión en caliente con aleaciones de cinc y aluminio, pues la preparación, también para los procesos discontinuos, de la superficie de las piezas de acero a alta temperatura en una atmósfera de hidrógeno, típica de la galvanización continua, resulta cara y poco práctica. No obstante, la solución de fundente habitual, basada en una solución acuosa que contiene cinc más cloruros de amonio, pierde su efecto cuando la concentración de aluminio del baño fundido supera el 0,01% en peso.

45 [0004] Las piezas de acero pretratadas incorrectamente no se humedecen adecuadamente con la aleación fundida durante la inmersión en caliente, y el recubrimiento final tendrá manchas negras y zonas sin revestir. Conviene recordar brevemente en la presente memoria el alcance del pretratamiento con el fundente previo a la galvanización en caliente. El pretratamiento debería eliminar toda la oxidación residual de la superficie de las piezas de acero, también tras el decapado con ácido y debería proteger la superficie durante la inmersión en el baño fundido. El fundente reacciona con la aleación de Zn a 450 °C, produciendo la reducción de los componentes gaseosos que protegen contra la oxidación y que se eliminan fácilmente.

50 [0005] Sin embargo, el Al, ya en porcentajes muy bajos en el baño de aleación basado en Zn, como se ha mencionado anteriormente, reacciona produciendo compuestos estables, principalmente óxidos, que se adhieren a la superficie e impiden una buena humectabilidad de las piezas de acero con la aleación fundida, produciendo defectos extensos en la superficie.

[0006] Se han hecho muchos intentos por establecer un buen proceso de revestimiento por lotes con aleaciones de Zn-Al.

60 [0007] La patente de Estados Unidos N° 6.270.842 propone una nueva composición de fundente, que incluye NaCl y/o metales alcalinos y NaF, para su uso en procesos de revestimiento por lotes para piezas de acero con Zn-Al.

[0008] La patente de Estados Unidos N° 6.221.431 propone una nueva composición de fundente que contiene una mezcla de sales de los cationes: Ni, Al, K, Mn para revestir piezas fabricadas con los denominados aceros reactivos.

65 [0009] En cambio, las patentes de Estados Unidos N° 6.200.636 y 6.372.296 presentan una ruta no convencional

que se refiere a la deposición química de la capa fina de metales, de un espesor de 5 a 50 nm, depositada sin corriente eléctrica sobre una pieza de acero antes de la galvanización por inmersión en caliente en aleaciones basadas en Zn o en Zn-Al. Los metales seleccionados son: Sn, Cu, Ni, Co, Mn, Zr, Cr, Pb, Hg, Au, Ag, Pt, Pd, Mo, solos o combinados entre sí.

5

**[0010]** El baño fundido es bien cinc puro o una aleación de Zn-Al que contiene Al hasta al 40%.

**[0011]** En la patente japonesa JP 05-117835, se añaden  $\text{BiCl}_3$  o  $\text{SnCl}_2$  o un alcohol, a la solución de fundente que contiene  $\text{ZnCl}_2\text{-NH}_4\text{Cl}$ , para recubrimientos de Zn-Al con Al entre el 0,001 y el 20% en peso. También se afirma que no es posible sumergir en el fundente piezas de acero húmedas, y se propone un método para secar rápido la pieza fabricada tras el fundente mediante adiciones controladas de un alcohol alifático volátil.

10

**[0012]** La patente de Estados Unidos N° 6.248.122 es relevante para la deposición de una película metálica fina continua, seguida de la inmersión de la pieza en HCl antes de la inmersión en un baño caliente de una aleación de Zn-Al fundida; el cloruro formado de este modo se fundiría y facilitaría la disolución de la película metálica en el baño fundido. La película metálica protegería la superficie de la pieza de acero contra la oxidación, que puede causar defectos en los recubrimientos de Zn-Al finales.

15

**[0013]** En la patente de Estados Unidos N° 6.921.543, la composición del fundente sugerida es: 60-80% en peso de  $\text{ZnCl}_2$ , 7-20% en peso de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 7-20% en peso de al menos una sal alcalina o alcalinotérrica, 0,1-0,5% en peso de un compuesto seleccionado entre  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{MnCl}_2$  y 0,1-1,5% en peso de al menos un compuesto seleccionado entre  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{BiCl}_3$ ,  $\text{SbCl}_3$ . Además, se establece que el porcentaje de  $\text{ZnCl}_2$  varía entre el 70 y 78% en peso y el del  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , entre el 11 y 15% en peso. Las sales totales disueltas en agua están en el intervalo de 200-700 g/l, preferentemente 500-550 g/l. El baño de Zn fundido contiene Al entre el 0 y el 56% en peso.

20

25

**[0014]** En el texto, se afirma claramente que: 1) el fundente, después del secado, se deposita sobre la superficie de las piezas; 2) las cantidades sugeridas de  $\text{ZnCl}_2$  forman una película continua sobre la superficie que se va a galvanizar; 3) el  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ataca la superficie de las piezas, eliminando el óxido residual o similar; 4) los cloruros de los metales alcalinos, alcalinotérreos, de plomo, de estaño, de bismuto y de antimonio mejoran la humectabilidad de la pieza cuando se sumerge en la aleación fundida. Conviene señalar que, en los ejemplos del texto, la cantidad de Al del baño fundido no es inferior al 4,2% en peso. Esta patente de Estados Unidos corresponde al documento EP 1 352 1000.

30

**[0015]** El documento WO 03/057940, correspondiente al documento EP 1 466 029, es relevante para la preparación de superficies antes de la galvanización por inmersión en caliente de piezas de acero limpiadas con el fin de lograr un nivel de contaminación inferior a  $0,6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ; el tratamiento de limpieza es seguido por la inmersión de las piezas en una solución de fundente que contiene una sal de Bi soluble que forma una capa protectora. Cuando el baño de galvanización es "Galfan®", para obtener buenos resultados, el fundente debe garantizar la formación de una capa metálica protectora fina sobre la pieza de acero. El fundente es una solución acuosa que contiene del 0,3-2% en peso de Bi (como sal soluble, óxido, cloruro, etc.) El baño basado en Zn fundido contiene al menos el 0,15% en peso de Al.

35

40

**[0016]** En la patente italiana RM02A0589 (ITRM 2002 0589), la solución acuosa de fundente debe contener 5-300 g/l de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 90-400 g/l de  $\text{ZnCl}_2$ , 1-20 g/l de  $\text{BiCl}_3$ , preferentemente en el siguiente orden: 10-150, 100-200, 1-10 g/l. Esta solución de fundente es capaz de depositar una capa metálica (bismuto) sobre la superficie, cuyo espesor es de entre 1 nm y  $1 \mu\text{m}$ . La solución de fundente puede contener  $\text{H}_3\text{BO}_3$  y el baño de galvanización puede contener del 0,001-0,1% en peso de Al.

45

**[0017]** La patente italiana RM05A0006 (ITRM 2005 0006) limita el intervalo de composición del fundente: 10-1050 g/l de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; 80-270 g/l de  $\text{ZnCl}_2$ ; 0,5-10 g/l de  $\text{BiCl}_3$ ; 1-10 g/l de  $\text{CuCl}_2$ . El pH de la solución se debería corregir a 1,8-2,3 con HCl o NaCl. A la solución de fundente se pueden añadir: KCl (2-50 g/l, preferentemente 3-6 g/l) y/o  $\text{SnCl}_2$  (2-7 g/l, preferentemente 4-6 g/l, o más preferentemente 3-5 g/l). La solución de fundente también puede contener óxido de bismuto (1-16 g/l).

50

**[0018]** Para finalizar, cabe mencionar la solicitud de patente internacional WO 07/071039 (correspondiente a la solicitud de la patente de Estados Unidos N° 2007/0137731), en la que la solución acuosa de fundente contiene 15-40% en peso de  $\text{ZnCl}_2$ ; 1-10% en peso de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; 1-6% en peso de un cloruro de metal alcalino; 0,02-0,15% en peso de un tensioactivo no iónico que contiene alcoholes polioxietilénicos, con un balance hidrófilo/lipófilo  $< 11$ , llevada hasta un pH  $< 1,5$  con la adición de un ácido. El fundente contiene  $\text{FeCl}_3$  (1-4% en peso) y/o  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  al 0,05% en peso.

55

**[0019]** Ninguna de las técnicas descritas anteriormente es satisfactoria en cuanto a cuestiones de aplicabilidad, seguridad o medioambientales. Como ejemplo, el uso de un alcohol en un taller de galvanización por inmersión en caliente, en el que algunas de las operaciones del proceso se producen a altas temperaturas, no es apropiado por el riesgo de incendios y emisiones gaseosas. Además, el uso de fluoruros no es aceptable, siendo peligrosos para el medio ambiente y por el alto coste de la eliminación de los gases residuales.

60

65

**[0020]** La innovación, basada en la deposición química de una película metálica fina sobre la superficie de las piezas de acero, seguida por la conversión en HCl, es costosa, ya que introduce en el proceso una etapa adicional y no es lo suficientemente fiable, ya que depende de la reacción con el HCl que se ve afectada por la contaminación residual de la superficie.

5 **[0021]** Además, en la bibliografía de patentes más reciente, no se mencionan la duración de la inmersión ni la temperatura de la solución de fundente, a pesar de haberse descubierto que son muy importantes en relación con el pH y la concentración de fundente.

10 **[0022]** En cualquier caso, el proceso de revestimiento por lotes con aleaciones de Zn-Al siempre presenta muchas dificultades causadas principalmente por la limpieza de las superficies, que se deberían mantener limpias hasta la inmersión en el baño fundido; esto conduce a defectos del recubrimiento tales como superficies rugosas, mala adherencia, manchas negras, etc.

15 Descripción

**[0023]** La presente invención tiene por objeto la resolución de los problemas mencionados anteriormente, lo que sugiere un procedimiento perfeccionado para la preparación de la superficie de las piezas de acero que incluye un nuevo modo de aplicar el fundente, capaz de formar sobre la superficie que posteriormente será galvanizada un precipitado salino que contiene bismuto (bien metálico u oxidado). Esto es capaz de garantizar un excelente contacto entre la superficie que se va a galvanizar y el baño de Zn fundido (entre 400 y 530 °C), que contiene Al en el intervalo del 0,01 al 0,1% en peso.

20 **[0024]** Además, de acuerdo con la presente invención, se ha descubierto un procedimiento perfeccionado para la preparación de superficies, capaz de revestir piezas fabricadas de acero mediante inmersión en caliente con una aleación de Zn-Al. Las características esenciales del proceso se definen en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones 2 a 7. Las piezas, tras el decapado, se sumergen en una solución acuosa que contiene: 50-300 g/l de  $ZnCl_2$ ; 20-300 g/l de  $NH_4Cl$ ; 0,1-1 g/l de  $Bi_2O_3$ ; 10-100 g/l de KCl, a un pH entre 0,5 y 1, mantenido en el intervalo óptimo con HCl o KOH 0,1 N a una temperatura en el intervalo de 3-50 °C, preferentemente entre 10 y 30 °C, y más preferentemente entre 15 y 25 °C, durante 10 s a 10 minutos, preferentemente entre 20 segundos y 2 minutos, pero más preferentemente entre 30 segundos y 1 minuto.

30 **[0025]** Este procedimiento para la preparación de la superficie de componentes de acero garantizará la precipitación de una capa salina, cuyo peso es de entre 3-7 g/m<sup>2</sup>.

35 **[0026]** Tras la inmersión de las piezas de acero en la solución de fundente, éstas se secan a 60-120 °C durante 60 minutos como máximo. El precipitado salino adherente protegerá las piezas de acero contra la oxidación, tendrá una temperatura de fusión bastante inferior a la del baño fundido y, por lo tanto, se transformará en cenizas y escoria al someter las piezas a una inmersión en caliente.

40 **[0027]** Con el uso de la solución de fundente descrita en la presente invención, es posible revestir con un proceso por lotes, usando aleaciones de Zn-Al, piezas de acero, bien las fabricadas con acero no aleado o con acero de alta resistencia.

45 **[0028]** El acero que contiene una alta concentración de Si y/o Mn y/o P (es decir, los tipos conocidos comercialmente como aceros Sandelin o Hyper-Sandelin), que normalmente no son adecuados para la galvanización, se pueden galvanizar satisfactoriamente por medio de la solución de fundente descrita en la presente invención, que permite la formación de recubrimientos de un espesor constante, sin defectos superficiales, que tienen una superficie brillante y homogénea sin zonas rugosas.

50 **[0029]** Los siguientes ejemplos demuestran ciertas realizaciones preferidas de la presente invención, sin limitar de ninguna manera el alcance ni los objetos de la invención.

#### EJEMPLO 1

55 **[0030]** En la Tabla 1, figuran la composición química de la solución de fundente innovadora y su mejor modo operativo, mientras que en la Tabla 2 se muestran la composición y los parámetros de aplicación de una solución de fundente convencional usada como control. Los aceros se han galvanizado usando ambas soluciones de fundente con el siguiente procedimiento:

- 60 a. desengrasar en una solución ácida comercial al 10% en peso a temperatura ambiente durante 10 minutos;  
 b. aclarar con agua corriente;  
 c. decapar con HCl al 10% en peso a temperatura ambiente durante 15 minutos;  
 d. aclarar con agua corriente;  
 e. sumergir en el fundente de acuerdo con el procedimiento de la Tabla 1 y 2;  
 65 f. secar en aire a 80 °C;  
 g. sumergir en una aleación fundida de Zn-Al al 0,03% en peso a 450 °C.

TABLA 1 - Composición química de la solución de fundente innovadora

Composición					Parámetros de aplicación		
(g/l)					tiempo	T	Acidez
ZnCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	KCl	FeCl <sub>2</sub>	(min)	( °C)	(pH)
184	144	0.2	65	10	1,0	20	0,8÷1,0

TABLA 2 - Composición química de la solución de fundente de control

Composición				Parámetros de aplicación		
(g/l)				tiempo	T	Acidez
ZnCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	KCl	FeCl <sub>2</sub>	(min)	( °C)	(pH)
184	144	65	10	3	20	3,3

5 **[0031]** La composición de los aceros usados en el presente experimento figura en la Tabla 3.

TABLA 3 - Análisis químicos de los aceros usados en los experimentos

	C	Si	Al	Mn	P	S
Aceros no aleados	0,040%	0,10%	n.d.	0,43%	0,009%	0,015%
Aceros de alta resistencia (rico en Mn)	0,16%	0,01%	0,04%	1,49%	0,01%	0,01%
Aceros reactivos (rico en Si)	0,09%	0,17%	0,051 %	0,54%	0,01%	0,004%
HSS 355	0,05%	0,07%	0,045%	0,61%	0,01%	0,008%

10 **[0032]** Se ha evaluado la adherencia del precipitado salino a las superficies, tras sumergir en el fundente, mediante la extracción, de un área estándar de superficie, del precipitado salino con una cinta adhesiva de acuerdo con la escala de calificación mostrada en la Tabla 4.

TABLA 4 - Escala empírica de calificación de la adherencia del precipitado salino tras la inmersión en la solución de fundente

% de precipitado salino extraído con una cinta adhesiva	Valoración
≥20	Muy mala
10÷20	Mala
5÷10	Aceptable
1÷5	Buena
0÷1	Excelente

15 **[0033]** La mejor adhesión del precipitado salino se obtuvo en una solución de fundente mantenida a  $0,5 < \text{pH} < 1$  durante 1-2 minutos en un intervalo de temperaturas: 5-45 °C. En estas condiciones, el Bi óptimo precipitado sobre las superficies de acero varía entre 0,035 y 0,055 g/m<sup>2</sup>.

20 EJEMPLO 2

25 **[0034]** Se han galvanizado mediante inmersión en caliente en las mismas condiciones dos series idénticas de piezas de acero, que tenían las composiciones químicas que figuran en la Tabla 3, sumergidas en fundente de acuerdo con el procedimiento que se muestra en las Tablas 1 y 2, en un baño fundido de aleación de Zn-Al al 0,03% en peso (saturado en hierro). Entonces se clasifica visualmente la calidad de las superficies revestidas de acuerdo con la escala empírica de la Tabla 5. Los resultados se muestran en la siguiente Tabla 6.

30 **[0035]** Cuando se usa la solución de fundente innovadora, el producto final resulta ser mucho más estéticamente brillante y homogéneo sin zonas rugosas.

TABLA 6 - Calidad de las superficies revestidas con aleación de Zn-Al al 0,03% en peso					TABLA 5 - Calidad de la superficie de los recubrimientos	
	Solución de fundente de control (véase la Tabla 2)		Solución de fundente innovadora (véase la Tabla 1)		Valoración	Clasificación
	Defectos de picaduras	Superficie no revestida	Defectos de picaduras	Superficie no revestida		
Acero no aleado	○	○	⊖	⊖	■	Muy mala
Acero de alta resistencia (rico en Mn)	■		○	⊖	□	Aceptable
Acero reactivo (rico en Si)	□	○	⊖	⊖	○	Buena
HSS 355	■		⊖	⊖	⊖	Excelente

TABLA 7 - Calidad de las piezas revestidas con aleación de Zn-Al al 0,03% en peso, fabricadas con un acero no aleado frente al tiempo, la temperatura y el pH de la solución de fundente innovadora (véase la Tabla 1)

Tiempo (min)	T (°C)	pH	Evaluación de la calidad (visual)	% de precipitado salino extraído con una cinta adhesiva
0,5	26	0,8	⊖	0÷1
1,1	4	0,7	⊖	0÷1
2	25	0,9	□	5÷10
3	6	1,6	□	5÷0
2,5	20	2,2		10÷20
1,0	45	1,0	⊖	0÷1

5 EJEMPLO 3

10 **[0036]** En la Tabla 8, se presenta el contenido de Si y P de diversos aceros usados en la presente memoria, mientras que en la Tabla 9, se indican la composición de diversas soluciones de fundente y las condiciones de aplicación relevantes antes de la inmersión en caliente en Zn puro o Zn-Al al 0,03% en peso a 443 °C durante 5-9 minutos.

15 **[0037]** El procedimiento adoptado en el presente ejemplo para la preparación de la superficie de los aceros es el mismo que el del Ejemplo 1.

TABLA 8 - Composición química de los aceros usados en el Ejemplo 3

Calidad del acero	Si	P
Sandelin	0,10	0,009
Hypo-Sandelin	0,01	0,014
Hyper-Sandelin	0,167	0,027

TABLA 9 - Composición química (g/l) de varias soluciones de fundente usadas a 25-30 °C durante un tiempo de inmersión de 1 minuto

Tipo de fundente	ZnCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	KCl
A	225	75	0,19	-
B	150	50	0,23	46
C	150	50	0,22	-
D	112	88	0,21	50
E	210	90	0,24	51
F	280	220	-	-
G	270	30	0,22	46
H	180	20	0,41	36
I	260	10	-	140

5 **[0038]** En la Tabla 10, se muestran las reducciones de los espesores de los recubrimientos medidas con un dispositivo magnético.

TABLA 10 - Reducción del espesor de los recubrimientos

Calidad del acero	Espesor del recubrimiento (µm)		Reducción del espesor del recubrimiento
	Sol. de fundente de control + inmersión en caliente en Zn puro	Sol. de fundente innovadora + inmersión en caliente en Zn-Al al 0,03% en peso	
	Temperatura del baño: 445 °C; tiempo de inmersión: 8 min		
Sandelin	90	70	22%
	270	200	26%
	120	100	17%
	160	120	25%
	90	70	22%
	100	80	20%
Hypo-Sandelin	75	75	0%
	65	65	0%

10 **[0039]** En la Tabla 11 se presenta una evaluación visual de la calidad de los recubrimientos de acuerdo con la escala de calificación de la Tabla 5.

TABLA 11 - Evaluación de la calidad de los recubrimientos de diversos aceros reactivos tras sumergir en las soluciones de fundente de la Tabla 9 a 3 niveles diferentes de Al

Nivel de aleación de Al del baño fundido basado en Zn (% en peso)	Composición del fundente	Acero Sandelin		Acero Hypo-Sandelin		Acero Hypo-Sandelin	
		Defectos de picaduras	Superficie no revestida	Defectos de picaduras	Superficie no revestida	Defectos de picaduras	Superficie no revestida
0,035	F	■		■		■	
	I	○	⊙	○	⊙	○	⊙
	E	○	⊙	○	⊙	○	⊙
	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
5	D	□	○	□	○	□	○
	G	○	○	○	○	○	○
	C	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
10	I	□	○	□	○	□	○
	H	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

**REIVINDICACIONES**

1. Un proceso de galvanización mediante inmersión en caliente por lotes, en el que las piezas de acero:
- 5 (a) se desengrasan en una solución acuosa ácida comercial al 10% en peso a temperatura ambiente durante 10 minutos;
- (b) se aclaran con agua corriente;
- (c) se decapan en HCl al 10% en peso a temperatura ambiente durante 15 minutos;
- 10 (d) se aclaran con agua corriente;
- (e) se sumergen en una solución acuosa de fundente basada en cloruros y que contiene cloruro de bismuto, conteniendo dicha solución acuosa de fundente 50-300 g/l de ZnCl<sub>2</sub>, 20-300 g/l de NH<sub>4</sub>Cl, 0,1-1 g/l de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10-100 g/l de KCl y teniendo un pH de entre 0,5 y 1, ajustado añadiendo HCl o KOH 0,1 N, y una temperatura de entre 3 y 50 °C, siendo el tiempo de inmersión de entre 10 segundos y 10 minutos;
- 15 (f) se secan en aire caliente a 60-120 °C;
- (g) se galvanizan mediante inmersión en caliente en una aleación que contiene principalmente cinc y un 0,01% en peso-0,1% en peso de aluminio.
2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la temperatura de la solución acuosa de fundente es de entre 4 y 40 °C.
- 20 3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la temperatura de la solución acuosa de fundente es de entre 4 y 25 °C.
- 25 4. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el tiempo de inmersión es de entre 30 segundos y 2 minutos.
5. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el tiempo de inmersión en la solución de fundente es de entre 30 segundos y 1 minuto.
- 30 6. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se depositan 3-7 g/m<sup>2</sup> de sales sobre la superficie de las piezas de acero.
7. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las piezas de acero se secan, tras su inmersión en la solución de fundente, a 60-120 °C durante un tiempo máximo de 60 minutos.