

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 187**

51 Int. Cl.:

B22D 11/12	(2006.01)	C22C 38/02	(2006.01)
B22D 11/126	(2006.01)	C21D 8/04	(2006.01)
B22D 11/14	(2006.01)	B21B 1/46	(2006.01)
B21D 35/00	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
B21D 51/26	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)
B21B 1/22	(2006.01)		
C21D 6/00	(2006.01)		
C25D 5/36	(2006.01)		
C21D 1/26	(2006.01)		
C22C 38/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2014 PCT/EP2014/054368**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2014 WO14135645**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2014 E 14708856 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2964792**

54 Título: **Procedimiento para la producción de un producto plano de acero laminado en frío para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos, producto plano de acero y uso de un producto plano de acero de este tipo**

30 Prioridad:
07.03.2013 DE 102013102273

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.10.2017

73 Titular/es:
**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (50.0%)
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100
47166 Duisburg, DE y
THYSSENKRUPP RASSELSTEIN GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:
**HOLLECK, ERHARD;
SOWKA, EBERHARD;
KAUP, BURKHARD y
SCHIESTER, STEPHAN**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 636 187 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 para la producción de un producto plano de acero laminado en frío para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos, producto plano de acero y uso de un producto plano de acero de este tipo

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de un producto plano de acero laminado en frío, de hasta 0,5 mm de espesor para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos. Además se refiere la invención a un producto plano de acero fabricado de acuerdo con un procedimiento de este tipo y a un uso ventajoso de un correspondiente producto plano de acero.

10 Los procedimientos del tipo mencionado en el presente documento se realizan en las denominadas "plantas de fundición-laminación", de manera abreviada "GWA" o "CSP", en las que la colada del acero para obtener un cordón y el posterior proceso de laminación en la fabricación de la banda laminada en caliente están adaptados uno con respecto a otro de modo que sea posible una sucesión continua de los procesos de colada y de laminación. De este modo puede evitarse el gasto que se produce en la fabricación de desbastes convencional para el recalentamiento y la laminación previa.

15 En plantas de fundición-laminación se cuela el acero para obtener un cordón extraído de manera continua, del cual se dividen a continuación "en línea" desbastes delgados, que entonces se laminan en caliente igualmente "en línea" para dar una banda laminada en caliente. Las experiencias obtenidas en el funcionamiento de plantas de fundición-laminación y las ventajas de la fundición-laminación están documentadas por ejemplo en W. Bald *et al.* "Innovative Technologie zur Banderzeugung", Stahl und Eisen 119 (1999) n.º 9, páginas 77 - 85, o C. Hendricks entre otros
20 "Inbetriebnahme und erste Ergebnisse der Gießwalzanlage der Thyssen Krupp Stahl AG", Stahl und Eisen 120 (2000) n.º 2, páginas 61 - 68. Con las plantas de fundición-laminación que están a disposición actualmente pueden producirse bandas laminadas en caliente con espesores de banda laminada en caliente que ascienden a menos de 3 mm.

25 A pesar de las ventajas de procedimiento que ofrecen las plantas de fundición-laminación convencionales, desde la introducción a escala técnica de tales plantas no se ha logrado con la fiabilidad necesaria generar aceros que presenten una isotropía suficiente para las aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos de sus propiedades de conformación, por medio de plantas de colada continua de desbastes delgados o las correspondientes plantas de fundición-laminación. Así se mostró que desbastes delgados habituales, colados de aceros calmados con aluminio y bandas laminadas en caliente fabricadas a partir de esto no son adecuados para
30 productos con las más altas exigencias de grado de pureza y de superficie. La banda laminada en caliente, que está destinada en particular para la generación de hojalata con un espesor típico de como máximo 0,5 mm, en particular como máximo 0,251 mm, no ha podido fabricarse por tanto en el pasado en una planta de fundición-laminación. Las hojalatas de este espesor se requieren por ejemplo para la fabricación de botes de bebidas o similares. Aún es más crítica la situación cuando a través de una planta de fundición-laminación debe generarse la materia prima para
35 acero de envases delgado de hasta 0,1 mm, en particular de hasta 0,06 mm.

Los motivos de los problemas en la producción de productos planos de acero laminados en frío, destinados para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos, muy delgados por medio de una GWA se conocen en sí. En la colada continua de desbastes delgados o colada de bandas de aceros calmados con Al, con contenidos en Al que se encuentran normalmente en el intervalo del 0,010 - 0,060 % en peso, para evitar un bloqueo
40 de los tubos de inmersión necesarios para la colada mediante inclusiones de alúmina ("clogging") es necesario un tratamiento con calcio de la masa fundida de acero en la acería. Según esto deben producirse en la masa fundida de acero de manera reproducible seguramente aluminatos de calcio líquidos con contenidos de aproximadamente el 50 % de CaO y el 50 % de Al₂O₃.

45 Cuando esta composición de inclusiones no se da de manera suficientemente exacta y se proporciona una cantidad por defecto o exceso significativo de CaO en las inclusiones no metálicas o se producen inclusiones de espinela (con proporción de MgO), durante la colada continua a pesar del tratamiento con Ca se produce una obstrucción pronunciada con oscilaciones del nivel de solución intensificadas en la coquilla. Una situación de este tipo conduce a la introducción por lavado de escoria de fundición en el cordón colado, de manera que se originan un grado de pureza generalmente empeorado y un aumento de defectos de cubierta en la superficie del cordón. Como resultado,
50 un ajuste insuficiente de las inclusiones de CaO y Al₂O₃ en la fabricación de banda laminada en caliente por medio de una planta de fundición-laminación conduce, por tanto, a un empeoramiento de la calidad interna y superficial de los desbastes delgados separados del cordón así colado y, condicionado mediante esto, de la banda laminada en caliente en cada caso laminada en caliente a partir de estos desbastes delgados. El mismo problema resulta en las plantas de colada de bandas, en las que la masa fundida de acero se cuela para dar banda colada y a continuación
55 se lamina en línea para dar una banda laminada en caliente.

En la colada continua de desbastes delgados o colada de bandas es, por tanto, importante alcanzar un grado de pureza no metálico muy bueno ya en la metalurgia secundaria. Al contrario que en la colada de desbastes convencional, las inclusiones (óxidos, sulfuros) contenidas en la masa fundida de acero colada no pueden ascender ni en la colada continua ni en la colada de bandas como consecuencia de las velocidades de colada claramente más

altas en la coquilla y se depositan en la escoria de fundición. Al contrario que las inclusiones de alúmina habituales en la generación convencional, las inclusiones de aluminato de calcio que se producen en masas fundidas tratadas con calcio y que permanecen durante la colada continua en el desbaste o desbaste delgado tampoco se trituran en el transcurso de la laminación en caliente, sino que mantienen su tamaño. Lo mismo se aplica para la colada de

5 bandas. Las inclusiones macroscópicas de aluminato de Ca pueden originar, por tanto, en procesos de laminación en frío o de conformación por ejemplo defectos de cubierta en la superficie del producto o, en particular en caso de material final muy delgado, orificios en el material de laminación.

Ante este hecho se ha propuesto en el documento WO 2011/012242 A1 un procedimiento para la producción de una banda o chapa de acero de un acero ULC, en el que una masa fundida de acero se cuela para un desbaste o una

10 banda colada, que contienen (en % en peso) $\leq 0,003$ % de C, 0,05 - 0,35 % de Mn, $< 0,025$ % de P, $< 0,020$ % de S, $< 0,004$ % de Si, $\leq 0,002$ de Al, $< 0,004$ % de N, en total $\leq 0,1$ % de Cr, Cu, Ni, Sn y Mo, $\leq 0,004$ % de N, en cada caso $\leq 0,005$ % de Nb, Ti, Zr y V, $\leq 0,0030$ % de B y como resto Fe e impurezas inevitables.

Para generar una aleación de esta pureza, se somete la masa fundida de acero de acuerdo con el procedimiento conocido tras su fundición en primer lugar a un tratamiento de vacío y entonces a un tratamiento en horno de

15 cucharas. El fin del tratamiento en horno de cucharas es, a este respecto, en particular el ajuste de un contenido en oxígeno y aluminio minimizado en el desbaste delgado obtenido en cada caso tras la colada o la banda colada obtenida tras la colada. Según esto debe ser lo más baja posible la actividad de oxígeno de la masa fundida de acero para la colada continua o la colada de bandas, para evitar una formación de poros en el producto de fundición y defectos de fundición. El ajuste del contenido en oxígeno o de la actividad de oxígeno se realiza a este respecto

20 mediante una adición dirigida de aluminio en una cantidad, que se determina dependiendo del resultado de un control de la actividad de oxígeno actual de la masa fundida de acuerdo con el objetivo, de modo que el contenido en oxígeno de la masa fundida se encuentre al final del tratamiento en cucharas por debajo de 100 ppm.

Partiendo de los altos requerimientos técnicos que conllevan un control permanente del contenido en oxígeno de una masa fundida, pueden esperar las experiencias prácticas en la producción de productos planos de acero

25 laminados en frío muy delgados para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos ("hojalata") que son necesarias medidas que superan aquéllas en el estado de la técnica explicado anteriormente, para garantizar en una producción por medio de una planta de fundición-laminación o una planta de fundición de bandas, el grado de pureza no metálico muy bueno de la masa fundida de acero para un producto plano de acero con aptitud óptima de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos.

El objetivo que va a solucionarse por la invención consistía, por tanto, en mencionar un procedimiento, con el que pueda producirse de manera fiable a partir de desbastes delgados o banda colada un producto plano de acero

30 delgado, de como máximo 0,5 mm de espesor, laminado en frío, que satisfaga también los máximos requerimientos en su aptitud de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos. Además debía indicarse un producto plano de acero proporcionado de manera correspondiente y un uso especialmente conveniente de un producto plano

35 de acero de este tipo.

En relación al procedimiento se ha solucionado este objetivo de acuerdo con la invención porque en la fabricación de productos planos de acero laminados en frío, de hasta 0,5 mm de espesor para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos se siguen las etapas de trabajo indicadas en la reivindicación 1.

En relación al producto plano de acero se ha solucionado el objetivo mencionado anteriormente de manera correspondiente a esto porque se fabrica un producto plano de acero de este tipo de manera de acuerdo con la

40 invención.

Un producto plano de acero fabricado de acuerdo con la invención de este tipo es adecuado de manera especial para aplicaciones de embutición profunda, en las que las alturas de puntas determinadas de acuerdo con la norma

45 ISO 11531 se encuentran, con una proporción de embutición profunda β de 1,8 y un diámetro de escudilla de 33 mm, en el intervalo de 0,2 - 0,7 mm. Tales proporciones se encuentran en particular en el denominado "twist-off-closures" (cierres roscados) y "DRD cans", sin embargo también generalmente en botes para bebidas de pared delgada.

Las configuraciones ventajosas de la invención están indicadas en las reivindicaciones dependientes y se explican en particular a continuación como la idea de la invención general.

De acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de un producto plano de acero laminada en frío, de hasta 0,5 mm de espesor para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje

50 simultáneos se genera en la etapa de trabajo a) una masa fundida de acero que contiene (en % en peso) hasta el 0,008 % de C, hasta el 0,005 % de Al, hasta el 0,043 % de Si, del 0,15 - 0,5 % de Mn, hasta el 0,02 % de P, hasta el 0,03 % de S, hasta el 0,020 % de N así como en cada caso opcionalmente hasta el 0,03 % de Ti y hasta el 0,03 % de Nb y como resto hierro e impurezas inevitables, atribuyéndose a las impurezas inevitables contenidos de hasta el

55 0,08 % de Cr, hasta el 0,08 % de Ni, hasta el 0,08 % de Cu, hasta el 0,02 % de Sn, hasta el 0,01 % de Mo, hasta el 0,0020 % de V, hasta el 0,007 % de B, hasta el 0,05 % de Co y hasta el 0,0060 % de Ca. En la práctica se encuentran los contenidos en S de la masa fundida de acuerdo con la invención normalmente en el intervalo del

0,005 - 0,03 % en peso. Al mismo tiempo, en la realización práctica de la invención, el contenido en Al de la masa fundida asciende normalmente a al menos el 0,001 % en peso. En cuanto al resultado de trabajo pretendido de acuerdo con la invención, los contenidos en Al óptimos de la masa fundida de acero lista para la colada se encuentran en el intervalo del 0,001 - 0,002 % en peso.

- 5 Para garantizar por un lado una buena capacidad de colada y por otro lado una pureza óptima del cordón o banda que va a colarse a partir de esta masa fundida de acero, se somete la masa fundida de acero durante su producción, prescindiendo de un tratamiento con Ca, a un tratamiento metalúrgico secundario que además de un tratamiento de vacío convencional comprende un tratamiento en horno de cucharas. En el tratamiento en horno de cucharas se mantiene la masa fundida de acero de acuerdo con la invención por debajo de una escoria, para cuyo contenido en Mn %Mn y contenido en Fe %Fe se aplica $\%Mn + \%Fe < 15 \%$ en peso, en particular $< 9 \%$ en peso.

10 Las medidas previstas de acuerdo con la invención durante la producción de la masa fundida de acero se basan en el reconocimiento de que para una buena absorción de inclusiones no metálicas en la masa fundida debe mantenerse la escoria en cuchara bien líquida. Esto no puede conseguirse mediante un tratamiento de vacío convencional en una planta RH o DH. En el tratamiento en horno de cucharas predeterminado de acuerdo con la invención puede fluidificarse de manera intensiva la escoria en cuchara sin embargo a través del calentamiento con electrodos. Por consiguiente, ésta es muy adecuada para absorber inclusiones no metálicas que ascienden hacia la superficie del baño y por consiguiente para mejorar adicionalmente el grado de pureza de la masa fundida de acero tras el tratamiento de vacío.

20 De especial importancia para el éxito del procedimiento de acuerdo con la invención es además que en el tratamiento de vacío y el posterior tratamiento en horno de cucharas se mantenga una escoria en contacto con la masa fundida de acero, en la que está ajustada ya antes del tratamiento de vacío un determinado potencial de oxígeno. Este potencial de oxígeno "a_O-Slag" de la escoria en cuchara debe adaptarse a la actividad de oxígeno necesaria "a_O-Melt" de la masa fundida de acero. En el caso de que la actividad de oxígeno a_O-Slag sea demasiado alta, resulta la situación desfavorable de que como consecuencia de la tendencia al ajuste del equilibrio entre la escoria y la masa fundida de acero se transporta demasiado oxígeno desde la escoria hacia la masa fundida de acero. Este intercambio daría como resultado una actividad de oxígeno a_O-Melt demasiado alta de por ejemplo 120 ppm, en particular 100 ppm, de modo que a través de los productos de reacción con la masa fundida de acero se forman cada vez más inclusiones de alúmina o de alúmina-óxido de manganeso. Como resultado empeoraría debido a ello el grado de pureza de la masa fundida de acero. Además, en el caso de una absorción de oxígeno demasiado fuerte de la masa fundida, resulta el problema de que entonces ya no puede ajustarse la actividad de oxígeno a_O-Melt óptima, sin infringir las especificaciones "garantizar los más bajos contenidos en Al_{sol} disuelto", es decir contenidos objetivo para Al_{sol} de en particular inferiores al 0,0020 % en peso, por un lado y "originar un estado suficientemente calmado de manera parcial sin formación de poros en la colada de continua" por otro lado. Esto se explica a partir de que la cantidad de adición de Al necesaria para el ajuste de un intervalo objetivo reconocido como óptimo de la actividad de oxígeno a_O-Melt de 40 - 60 ppm fuera tan alta que en la masa fundida de acero resultara un contenido en Al demasiado alto y acompañando a esto un grado de pureza no metálico desfavorable. Mediante esto empeoraría la aptitud de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos del producto plano de acero que va a fabricarse de manera inadmisibles, que ya no satisface los requerimientos de procesos de conformación modernos, tal como por ejemplo el proceso DWI.

40 Como medida indirecta para la actividad de oxígeno a_O-Slag pueden consultarse el contenido en Fe %Fe y contenido en Mn %Mn de la escoria en cuchara. Ajustándose de acuerdo con la invención la suma $\%Fe + \%Mn$ de los contenidos en Fe y Mn de la escoria en cuchara hasta menos del 15 % en peso, en particular $< 9 \%$ en peso, se garantiza que la actividad de oxígeno "a_O-Melt" pueda ajustarse en el intervalo óptimo de 40 - 60 ppm, sin que deba realizarse para ello de manera continua una medición del contenido en oxígeno de la escoria. Esto se aplica en particular cuando para el contenido en Fe %Fe de la escoria en cuchara se aplica: $\%Fe < 10 \%$ en peso, en particular $\%Fe < 6 \%$ en peso.

50 La masa fundida de acero generada de manera de acuerdo con la invención se cuela en la etapa de trabajo b) continuamente para dar un cordón, del que se separan entonces de manera convencional uno o varios desbastes delgados, que se alimentan a continuación a un desarrollo del procedimiento continuo del procesamiento. Como alternativa, la masa fundida generada de manera de acuerdo con la invención puede colarse por ejemplo por medio de un dispositivo de colado de bandas de dos rodillos o de acuerdo con el procedimiento DSC para obtener una banda colada.

55 El producto semielaborado fundido que se obtiene de esta manera, que se encuentra en forma de un desbaste delgado o de una banda colada se lamina en caliente entonces en la etapa de trabajo c) de manera convencional para dar una banda laminada en caliente, que presenta un espesor inferior a 2,5 mm, en particular inferior a 2,3 mm, resultando especialmente favorables espesores de banda laminada en caliente inferiores a 2 mm en cuanto al procesamiento posterior. En caso de que esto sea necesario, puede llevarse el respectivo producto semielaborado antes de la laminación en caliente a una temperatura óptima para el desarrollo de procedimiento posterior de 1000 - 1250 °C. Esto puede realizarse por ejemplo mediante un enfriamiento dirigido del respectivo producto semielaborado fundido en este caso aún demasiado caliente para la laminación en caliente o mediante un calentamiento dirigido del producto semielaborado en este caso demasiado enfriado. Eventualmente puede ser conveniente también someter

el respectivo producto semielaborado fundido a un tratamiento térmico, para homogeneizar su distribución de la temperatura, antes de que comience la laminación en caliente. La propia laminación en caliente se inicia de manera óptima con una temperatura inicial de laminación en caliente que se encuentra en el intervalo de 950 - 1200 °C y con una temperatura final de laminación en caliente que se encuentra en el intervalo de 800 - 950 °C.

- 5 Tras la laminación en caliente se enrolla la banda laminada en caliente obtenida de manera convencional a una temperatura de devanado que asciende normalmente a 500 - 750 °C para obtener una bobina.

- Tras el enfriamiento en la bobina se lamina en frío la banda laminada en caliente para obtener el producto plano de acero laminado en frío de hasta 0,5 mm, en particular como máximo de 0,26 mm de espesor. A la laminación en frío puede precederle un tratamiento de superficie, en el que de manera convencional se separan mecánica o químicamente escamas u otras suciedades adheridas a la banda laminada en caliente.
- 10

La propia laminación en frío puede realizarse en una o varias etapas. En el caso de una laminación en frío de varias etapas puede realizarse entre las etapas de laminación en frío un recocido intermedio recristalizante.

- En el caso de una laminación en frío realizada en dos etapas debía realizarse la primera etapa de la laminación en frío con un grado de conformación de más del 85 %, en particular de más del 90 %, y la segunda etapa de la laminación en frío con un grado de conformación del 0,4 - 50 %, en particular al menos del 1 %, siendo especialmente prácticos grados de conformación del 4 - 42 %.
- 15

- Finalmente, el producto plano de acero laminado en frío obtenido puede dotarse de un revestimiento protector para la protección frente al ataque corrosivo. Para ello puede revestirse el producto plano de acero laminado en frío de acuerdo con la invención con una capa protectora metálica. Para este fin puede realizarse por ejemplo un estañado electrolítico.
- 20

- Con el procedimiento de acuerdo con la invención pueden evitarse por consiguiente los inconvenientes basados en el grado de pureza que se producen en el estado de la técnica de la fabricación de productos planos de acero laminados en frío, especialmente delgados, destinados para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos a través de colada continua de desbastes delgados y otros procedimientos de fundición o fundición-laminación próximos a la dimensión final, porque los productos planos de acero se producen en base a un concepto de aleación con contenidos en Al minimizados. Con contenidos en Al bajos de este tipo puede prescindirse de un tratamiento con Ca de la masa fundida, de modo que está excluida la producción de aluminatos de calcio que perturban las propiedades de conformación.
- 25

- Los productos planos de acero generados de acuerdo con la invención cumplen de acuerdo con esto los máximos requerimientos de su conformabilidad. Así son adecuados para todas las aplicaciones de conformación, para las que se requiere una formación de puntas determinada según la norma ISO 11531 de menos de 0,86 mm. En particular son adecuados de acuerdo con la invención productos planos de acero para aplicaciones de conformación críticas para la formación de puntas y aplicaciones exigentes de embutición profunda y embutición y estiraje simultáneos, en las que la formación de puntas determinada según la norma ISO 11531 debe ascender a menos de 0,7 mm.
- 30

- Debido a su conformabilidad especialmente buena obtenida mediante el modo de fabricación de acuerdo con la invención son adecuados los productos planos de acero producidos de acuerdo con la invención especialmente para la fabricación de envases para artículos sueltos. En el caso de estos envases se trata normalmente de botes y recipientes comparables, que se usan para el envasado de alimentos, bebidas, comida para animales y otros artículos y productos a granel, que pueden fluir o correr. A estos artículos y productos pertenecen por ejemplo también productos generalmente químicos o biológicos, tales como gases o aerosoles. Igualmente pueden usarse los productos planos de acero de acuerdo con la invención para la fabricación de cierres para recipientes de este tipo, chapas para el cierre de botellas o atomizadores.
- 35
- 40

- Basándose en el modo de acuerdo con la invención de la generación de la masa fundida de acero se consigue un grado de pureza no metálico muy bueno de la banda laminada en caliente, que es la condición previa para un producto plano de acero laminado en frío, del tipo de acuerdo con la invención, proporcionado de manera óptima. Así, una hojalata fabricada de manera de acuerdo con la invención, por ejemplo de 0,13 mm de espesor para el fin de uso especialmente crítico con el grado de pureza "fabricación de *twist-off-closures*" en pruebas por medio de flujo fluidizado y polvo magnético mostró solo un número mínimo de inclusiones con un diámetro de más de 70 µm. El material de producto plano de acero así proporcionado cumplía de manera segura, por consiguiente, los requerimientos de grado de pureza estrictos para este fin de uso crítico. Por el contrario, los productos planos de acero producidos para la comparación, que están compuestos por acero LC calmado con Al convencional con un contenido en Al del 0,033 % en peso, presentaban un grado de pureza inadecuado para hojalata.
- 45
- 50

- Al mismo tiempo, los estudios de comparación demostraron que durante la colada de una masa fundida de acero de ULC libre de Al, generada de acuerdo con la invención estaban solo débilmente marcados los efectos de obstrucción en la colada continua de desbastes delgados, de modo que no solo el grado de pureza, sino también la calidad de la superficie de las bandas laminadas en caliente fundidas a partir de los desbastes delgados cumplían los altos requerimientos que se exigen a bandas laminadas en caliente adecuadas para la generación de hojalata.
- 55

Mediante el tratamiento metalúrgico de acuerdo con la invención se modifica la composición de las inclusiones más pequeñas oxídicas que permanecen en la masa fundida de acero (espectro de tamaño < 10 µm) en comparación con el calmado con aluminio y fabricación por medio de una planta de colada continua convencional. La minimización dirigida de acuerdo con la invención de la proporción de partículas de Al₂O₃ duras en la estructura de un producto plano de acero de acuerdo con la invención conduce, en la fabricación de productos embutidos profundamente o estirados a partir de un producto plano de acero laminado en frío generado de acuerdo con la invención, no solo a un comportamiento de conformación óptimo del material, sino también a un claro aumento del tiempo de permanencia del molde de conformación usado en cada caso. Debido al bajo contenido en Al no se fragua además el nitrógeno en el acero como AlN, sino que se encuentra esencialmente disuelto de manera intersticial. Mediante esto resulta un potencial de solidificación claramente más alto.

Para la comprobación de la acción de la invención se ha realizado tres ensayos E1, E2, E3, en los que la masa fundida colada en cada caso para dar desbastes delgados se ha tratado de acuerdo con la invención metalúrgicamente de manera secundaria. Para la comparación se realizaron tres ensayos adicionales V1, V2, V3, en los que se ha prescindido en cada caso del tratamiento en horno de cucharas de acuerdo con la invención.

La composición de las masas fundidas de acero procesadas en cada caso, los parámetros considerados en la laminación en frío y en caliente y los valores característicos esenciales para la aptitud de embutición profunda están indicados en la tabla 1.

Adicionalmente se ha registrado en la tabla 1 una valoración del grado de pureza interno de las muestras sometidas a ensayo. El grado de pureza se ha determinado a este respecto antes del proceso de afino, que por ejemplo puede existir en forma de la aplicación de un revestimiento metálico, tal como un estañado o cromado, basándose en el número de inclusiones no metálicas con una extensión >70 µm por medio del procedimiento de medición electromagnético por todo el volumen. La clasificación se realizó por medio del número de inclusiones por m² de acuerdo con la siguiente norma:

Valoración	Caracterización	Número de inclusiones por m ²
muy buena	+	<0,5
satisfactoria	0	0,6 - 3,0
no satisfactoria	-	>3,0

Las muestras valoradas con "muy buena" pueden usarse por ejemplo sin limitación para todas las aplicaciones de acero de envase. Las muestras valoradas con "satisfactoria" pueden usarse para determinadas aplicaciones de acero de envase no críticas. Las muestras valoradas con "no satisfactoria" no son adecuadas básicamente para aplicaciones de acero de envase.

En cualquiera de los ensayos E1 - E3 y V1 - V3 han pasado las bandas laminadas en caliente obtenidas tras el devanado por un decapante y se han laminado en frío entonces en dos etapas. Tras una primera laminación en frío, los productos planos de acero se someten a recocido recristalizante a este respecto a una temperatura de en cada caso 700 °C en el horno de paso continuo y a continuación con un grado de laminación en frío del 38 % se ha laminado en frío para finalizar para obtener un espesor final de 0,13 mm. Finalmente se han estañado electrolíticamente los productos planos de acero laminados en frío de esta manera.

Tabla 1

		E1	E2	E3	v1	V2	V3	
Análisis químico	C	[ppm]	34	34	34	30	30	30
	N	[ppm]	23	23	23	20	20	20
	Mn	[ppm]	2400	2400	2400	2500	2500	2500
	Al	[ppm]	20	20	20	20	20	20
	Al sol.	[ppm]	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Si	[ppm]	80	80	80	100	100	100
	O	[ppm]	50	50	50	55	55	55

ES 2 636 187 T3

(continuación)

		E1	E2	E3	v1	V2	V3	
	Cr	[ppm]	240	240	240	210	210	210
	Ni	[ppm]	130	130	130	140	140	140
	Cu	[ppm]	130	130	130	130	130	130
	P	[ppm]	70	70	70	80	80	80
	S	[ppm]	62	62	62	78	78	78
Laminación en caliente	espesor final de banda laminada en caliente	[mm]	1,8	2,0	1,6	1,6	1,8	2,0
	temperatura final	[°C]	871	880	861	870	880	865
	temperatura de devanado	[°C]	623	584	584	601	603	590
Banda laminada en frío	espesor final	[mm]	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Valores característicos	límite elástico (200 °C, 20 min)	[MPa]	570	580	565	569	575	580
	resistencia a la tracción (200 °C, 20 min)	[MPa]	580	585	572	579	580	588
	altura de puntas ($\beta = 1,8$, escudilla = 33 mm)	[mm]	<0,86	<0,86	<0,86	<0,86	<0,86	<0,86
Grado de pureza interna:			+	0	+	-	-	-

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un producto plano de acero laminado en frío, de hasta 0,5 mm de espesor para aplicaciones de embutición profunda y de embutición y estiraje simultáneos que comprende las siguientes etapas de trabajo:
- 5 a) generar una masa fundida de acero, que contiene (en % en peso) hasta el 0,008 % de C, hasta el 0,005 % de Al, hasta el 0,043 % de Si, del 0,15 - 0,5 % de Mn, hasta el 0,02 % de P, hasta el 0,03 % de S, hasta el 0,020 % de N así como en cada caso opcionalmente hasta el 0,03 % de Ti y hasta el 0,03 % de Nb y como resto hierro e impurezas inevitables, cuyos contenidos han de atribuirse a hasta el 0,08 % de Cr, hasta el 0,08 % de Ni, hasta el 0,08 % de Cu, hasta el 0,02 % de Sn, hasta el 0,01 % de Mo, hasta el 0,0020 % de V, hasta el 0,007 % de B, hasta el 0,05 % de Co y hasta el 0,0060 % de Ca, sometiéndose la masa fundida de acero, prescindiendo de un tratamiento de Ca, a un tratamiento metalúrgico secundario que además de un tratamiento de vacío comprende un tratamiento en horno de cucharas y durante el cual la masa fundida de acero que va a tratarse se mantiene por debajo de una escoria, para cuyo contenido en Mn %Mn y contenido en Fe %Fe se aplica
- 10
$$\%Mn + \%Fe < 15 \% \text{ en peso};$$
- 15 b) colar de manera continua la masa fundida de acero para obtener un cordón y separar un desbaste delgado del cordón o para obtener una banda colada;
- c) laminar en caliente el desbaste delgado o la banda colada para dar una banda laminada en caliente con un espesor inferior a 2,5 mm;
- d) devanar la banda laminada en caliente para obtener una bobina;
- 20 e) laminar en frío la banda laminada en caliente para obtener el producto plano de acero laminado en frío de hasta 0,5 mm de espesor.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el contenido en Al de la masa fundida de acero asciende a como máximo un 0,002 % en peso.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el contenido en Fe %Fe de la escoria, por debajo de la que se mantiene la masa fundida de acero durante el tratamiento en horno de cucharas, asciende a menos del 10 % en peso.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el contenido de oxígeno de la masa fundida de acero al final del tratamiento en horno de cucharas se encuentra por debajo de 100 ppm.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el desbaste delgado se lleva antes de la laminación en caliente a una temperatura que asciende a 1000 - 1250 °C.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la temperatura inicial de la laminación en caliente, que tiene el desbaste delgado al inicio de la laminación en caliente, asciende a 950 - 1200 °C.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la temperatura final de la laminación en caliente, que tiene la banda laminada en caliente al final de la laminación en caliente, asciende a 800 - 950 °C.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la banda laminada en caliente se somete a devanado a una temperatura de devanado que asciende a 500 - 750 °C.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el espesor del producto plano de acero laminado en frío asciende a menos de 0,26 mm.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la laminación en frío se realiza en al menos dos etapas y el producto plano de acero laminado en frío se somete a recocido de manera recristalizante entre las etapas de la laminación en frío.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado porque** el grado de conformación obtenido por medio de la primera etapa de la laminación en frío asciende a más del 85 % y el grado de conformación obtenido por medio de la segunda etapa de la laminación en frío asciende al 0,4 - 50 %.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el producto plano de acero laminado en frío se somete a estañado electrolítico.
13. Producto plano de acero fabricado mediante aplicación del procedimiento configurado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
- 50 14. Uso de un producto plano de acero de acuerdo con la reivindicación 13 para la fabricación de botes para alimentos, comida para animales, bebidas u otros productos de relleno, tales como productos químicos o biológicos,

ES 2 636 187 T3

o para la fabricación de botes de aerosol, tapones, chapas o atomizadores.

15. Uso de un producto plano de acero de acuerdo con la reivindicación 13 para las aplicaciones de conformación, cuya formación de puntas, determinada según la norma ISO 11531, es $< 0,86$ mm.