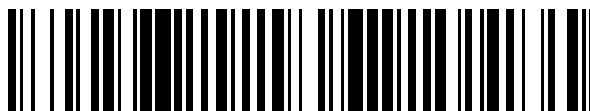


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 422 738**

51 Int. Cl.:

C21D 1/74 (2006.01)

C21D 3/04 (2006.01)

C21D 8/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2008** **E 08786978 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013** **EP 2179066**

54 Título: **Procedimiento para fabricar un fleje laminado en caliente de superficie descarbonizada**

30 Prioridad:

17.08.2007 DE 102007039013

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

13.09.2013

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)
KAISER-WILHELM-STRASSE 100
47166 DUISBURG, DE**

72 Inventor/es:

**BIAN, JIAN;
GRAFEN, AXEL y
SABATINO, GIOVANNI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 422 738 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 fabricar un fleje laminado en caliente de superficie descarbonizada

La invención se refiere a un procedimiento para fabricar un fleje laminado en caliente de superficie descarbonizada que está formado por un acero tratable térmicamente que contiene al menos un 0,4 % en peso de carbono. El fleje laminado en caliente producido a partir de aceros de este tipo es de elevada dureza y por tanto es particularmente apropiado para la fabricación de artículos que se someten a cargas elevadas pero localmente limitadas durante el uso. Este es el caso, por ejemplo, de las cuchillas de perforación y las herramientas de corte comparables en las que, durante el uso práctico, tanto el borde cortante como también el cuerpo de la cuchilla que transporta el borde cortante tienen que soportar fuerzas elevadas durante el procedimiento de corte.

Las ventajas de usar aceros tratables térmicamente que tienen contenidos de carbono comparativamente elevados están compensadas por la desventaja de que, debido a su elevada dureza, únicamente con dificultad comparada esos aceros de este tipo se pueden someter a procedimientos de conformación. Esto significa que, por ejemplo, cuando se someten chapas finas de acero tratable térmicamente de elevada dureza a un procedimiento de conformación, tiene lugar la formación de fisuras en la superficie de las chapas y estas fisuras pueden posteriormente ser el punto de partida de fracturas en el componente producido a partir de una chapa dada.

Básicamente, se sabe que se puede mejorar la aptitud de conformación de los aceros por medio de recocido de descarbonización. De este modo, los aceros destinados a trefilado intenso que se producen a partir de aceros blandos están sometidos a recocido de descarbonización. El objetivo en este caso es reducir el contenido de carbono de la manera más uniforme posible a lo largo de todo el corte transversal de la chapa o placa con el fin de garantizar que su comportamiento, cuando se conforma, sea lo más uniforme posible.

El documento GB 1.189.464 describe un ejemplo de recocido de descarbonización de un fleje laminado en frío destinado a un procesado por trefilado intenso que está formado por un acero que tiene bajo contenido de carbono que son normalmente de manera apreciable menor de un 0,03 % en peso. En este procedimiento conocido, se lamina en caliente un fleje laminado en caliente a partir de una plancha a una temperatura final de laminado de 850-950 °C. El fleje laminado en caliente obtenido se enrolla posteriormente a una temperatura de enrollado de 600 °C y posteriormente se enrolla en frío hasta el espesor final deseado.

Tras el laminado en frío, se enrolla el fleje laminado en frío para dar lugar a un "rollo abierto" por medio del procedimiento conocido y se somete a recocido de descarbonización en forma de rollo abierto. Un rollo abierto de este tipo está enrollado de manera suficientemente suelta como para que las capas individuales del rollo que lo forman estén separadas unas de otras por espacios. De este modo, el gas reactivo puede fluir a través de los huecos presentes entre las capas individuales del rollo, lo que significa que en el caso de guiar un flujo de gas de manera apropiada, se permite que el gas recorra toda la superficie del rollo de igual forma.

Para conseguir el grado de descarbonización que se requiere en el documento GB 1.189.464, se requieren tiempos de recocido prolongados. De esta forma, en primer lugar se tiene que calentar un acero que contiene un 0,04 % en peso de carbono, de acuerdo con el documento GB 1.189.464, durante 8 a 12 horas hasta la temperatura de recocido de descarbonización necesaria en una atmósfera sustancialmente seca. Posteriormente, se alimenta vapor de agua al interior de la atmósfera del horno en una relación de 200:1 para fijar el procedimiento de descarbonización en marcha. Posteriormente, se continúa el recocido de descarbonización durante otras 10 horas en atmósfera reductora que ha sido formada de este modo hasta lograr la reducción deseada del contenido de carbono.

Otro posible modo de recocido de descarbonización del fleje laminado en frío pretendido para los fines de trefilado intenso que contiene de un 0,03-0,06 % en peso de carbono se describe en el documento DE-OS 2 105 218. En este procedimiento, se hace pasar el fleje laminado en frío, por medio de un procedimiento continuo, a través de un horno en el que se mantiene una atmósfera reductora a una temperatura de recocido que es menor de 780 °C. Se fija el tiempo de paso del fleje a través del horno de recocido de tal manera que cuando sale del horno de recocido el contenido de carbono sea menor de un 0,01 % en peso.

Además de la técnica descrita anteriormente, el documento JP 06 158157 A divulga un procedimiento para fabricar un fleje de acero, en el que se produce un fleje de acero laminado en frío a partir de un acero que tiene un contenido de C de un 0,3 a un 2 % en peso, enrollándose el fleje de acero en un rollo abierto tras el laminado en frío. Se somete el rollo abierto a un tratamiento de recocido, en el que se calienta hasta una temperatura de recocido que varía entre la temperatura-A1 que es el límite superior de temperatura y un límite inferior de temperatura, situándose en 120 °C por debajo de la temperatura A1. A esta temperatura de recocido se expone el fleje de acero a una atmósfera de descarbonización durante 1-15 horas. Este tipo de descarbonización se lleva a cabo para igualar la profundidad de descarbonización que se alcanza a través del recocido por descarbonización y para garantizar una conexión apropiada entre la capa descarbonizada y los carburos globulares de la región de núcleo de la chapa de acero, que no están descarbonizados.

Frente a este antecedente, la invención está basada en el objetivo de proporcionar un procedimiento que permita fabricar un fleje de acero en el que se combinen una elevada dureza por una parte y buena aptitud de deformación por otra, de manera óptima.

Este objetivo se logra de acuerdo con la invención por medio del procedimiento que se especifica en la reivindicación 1. Realizaciones ventajosas de este procedimiento se especifican en las reivindicaciones que se refieren a la reivindicación 1.

5 De acuerdo con la invención, en primer lugar se produce un fleje de acero de forma conocida a partir de un acero tratable térmicamente que contiene al menos un 0,4 % en peso de carbono. Este fleje de acero puede ser un fleje laminado en frío o un fleje laminado en caliente, siendo el procedimiento de acuerdo con la invención particularmente apropiado para tratar un fleje laminado en caliente que se ha de procesar a un espesor dado que está por encima del espesor del fleje laminado en frío.

10 De acuerdo con la invención, se enrolla el fleje de acero en un rollo abierto y, en forma de rollo abierto, se calienta durante un período de tiempo de duración apropiada hasta una temperatura de recocido de descarburización. Esta temperatura puede ser de hasta 20 °C, y en particular de hasta 10 °C, por debajo de la temperatura de A_{c1} del acero tratable térmicamente concreto y puede no superar la temperatura A_{c3} del acero tratable térmicamente concreto.

15 El recocido de descarburización del fleje de acero en el rollo abierto tiene lugar posteriormente en una atmósfera de descarburización durante un tiempo de recocido de descarburización de al menos 90 minutos. Durante el tiempo de recocido de descarburización, el gas de descarburización que forma la atmósfera de descarburización fluye a través de los huecos que están presentes entre las capas del rollo abierto.

20 La ventaja del recocido de descarburización de acuerdo con la invención para un fleje de acero enrollado en rollo abierto es el hecho de que, de este modo, se puede conseguir una distribución de temperatura uniforme por toda la longitud y anchura del fleje de acero que se está procesando en un caso concreto ahorrando tiempo. Las condiciones de recocido están seleccionadas de este modo en este caso de acuerdo con la invención de forma que esté presente un estado microestructural distribuido uniformemente por todo el fleje. De este modo, el intervalo de temperatura de recocido establecido de acuerdo con la invención garantiza que, en el fleje que se procesa en un caso concreto, están presentes cantidades apropiadas de ferrita que permiten que el carbono difunda a una velocidad rápida. Esta difusión tiene lugar hasta unos cientos de veces más rápido en ferrita que en austenita.

25 Para obtener tiempos de recocido que sean los más cortos posibles, preferentemente se ajusta la temperatura de recocido de descarburización, de acuerdo con la invención, dentro de un intervalo que es 10-20 °C más bajo que la temperatura A_{c1} . De este modo, el ajuste de la temperatura de recocido de descarburización garantiza que el acero tratable térmicamente del fleje de acero que se procesa en un caso concreto tenga un microestructura ferrítica, lo que significa que se obtiene una tasa óptima de difusión para el carbono.

30 Tras el recocido de descarburización, se enfría el rollo abierto a una tasa acelerada para evitar que ocurra cualquier pos-difusión de carbono no deseada, cuyo alcance debería ser incierto, al interior de la capa superficial selectivamente descarburizada como resultado del calor presente en el rollo. El enfriamiento acelerado debería comenzar en este caso lo antes posible, y si es posible inmediatamente después del final del tiempo de recocido de descarburización y debería tener lugar a una velocidad de enfriamiento de al menos 1 °C/min.

35 También es beneficioso que el enfriamiento acelerado tenga lugar bajo un gas protector. Esta provisión también sirve para evitar en gran medida la descarburización no controlada del fleje de acero durante el enfriamiento.

40 En una chapa o plancha de acero que se ha tratado de una manera de acuerdo con la invención, existe una capa superficial descarburizada presente, medida a partir de la superficie dada del fleje de acero, cuya profundidad es, en cada caso, menor de un cuarto del espesor del fleje de acero, lo que significa que únicamente regiones próximas a la superficie están implicadas en la descarburización de acuerdo con la invención. En la práctica, los parámetros del procedimiento de acuerdo con la invención están preferentemente seleccionados de manera que se obtengan profundidades de descarburización de un máximo de 120 μm , y en particular de un máximo de 30-120 μm .

45 Por consiguiente, el fleje de acero obtenido por medio de un procedimiento de acuerdo con la invención se caracteriza por que, como resultado del tratamiento de descarburización, tiene una elevada capacidad para formarse por medio de plegado en la región de una capa próxima a la superficie. Al mismo tiempo, el fleje que se trata de acuerdo con la invención tiene una elevada dureza de núcleo debido al hecho de que todavía se mantiene el elevado contenido de carbono en la región del núcleo del fleje de acero cuando se descarburiza por completo.

50 En total, debido a su estado recocido blando (no se forma perlita después del recocido), el fleje de acero que se trata de acuerdo con la invención es de una resistencia reducida en comparación con el estado inicial y esta resistencia tiene un efecto beneficioso sobre las posibles formas en las cuales se puede procesar de manera adicional.

Debido a las temperaturas de recocido de descarburización comparativamente bajas y los tiempos de recocido cortos, se puede llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención de forma particularmente eficaz y no costosa.

55 La combinación particular de propiedades que tienen la chapa o plancha de acero que ha sido formada por medio de acero tratable térmicamente y que ha sido tratada de acuerdo con la invención, permite someter el fleje de acero de este tipo a procedimientos de conformación sin el riesgo de fisuración. Como tal, la chapa o plancha de acero

producida de acuerdo con la invención, por ejemplo, se puede usar de forma particularmente satisfactoria para la producción de cuchillas de perforación o artículos similares que, cuando se requiere, precisan plegado de forma aguda con el fin de proporcionar la forma que se pretende que tengan.

5 La generación de un producto semi-acabado a partir de una chapa o plancha de acero de acuerdo con la invención puede, en este caso, comprender varias operaciones tales como perforación o corte y operaciones de conformación tales como plegado o trefilado intenso. Si se requiere, también se pueden hacer pasar los productos semi-acabados generados de este modo a través de un tratamiento de recocido final.

10 El tiempo de descarburización que está seleccionado en cualquier caso cuando se lleva a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención se puede ajustar por medio de la profundidad de descarburización que se requiere en el caso concreto. Normalmente, es de al menos 90 minutos. Con los parámetros de operación establecidos por medio de la invención, la experiencia muestra que, por ejemplo, con los aceros tratables térmicamente que tienen un contenido de C de un 0,55 % en peso, se puede obtener una profundidad de descarburización de al menos 30 cm.

15 Básicamente, con una temperatura de descarburización concreta, una profundidad de descarburización establecida y un punto de rocío para la atmósfera de descarburización establecido, se puede determinar la duración del tratamiento de descarburización de acuerdo con la invención a partir del contenido de carbono del fleje de acero a tratar y del peso de su rollo. Si se tiene que limitar la profundidad de descarburización hasta un máximo de 120 μm , entonces la experiencia muestra que se puede limitar el tiempo de descarburización hasta un máximo de 120 minutos para este fin.

20 De una manera conocida de por sí, cuando se lleva a cabo el tratamiento de descarburización de acuerdo con la invención, también se hace uso de una mezcla de gas que comprende nitrógeno, hidrógeno y vapor de agua como gas de descarburización. A un punto de rocío entre 20 y 28 $^{\circ}\text{C}$, y en particular de entre 20 y 26 $^{\circ}\text{C}$, normalmente una atmósfera de descarburización de este tipo contiene un 85-97 % en volumen de nitrógeno y un 3-15 % en volumen de hidrógeno, conteniendo normalmente la atmósfera que se usa en la práctica un 93 % en volumen de nitrógeno y un 7 % en peso de hidrógeno.

25 En el procedimiento de acuerdo con la invención, el calentamiento hasta la temperatura de descarburización también se produce en primer lugar de forma útil en una atmósfera de gas protector. Una vez que se ha alcanzado la temperatura de descarburización, el fleje de acero queda expuesto a la atmósfera de descarburización en el rollo abierto. La atmósfera de gas protector que se mantiene durante el calentamiento puede contener un 85-97 % en volumen de nitrógeno y un 3-15 % en volumen de hidrógeno, conteniendo normalmente una atmósfera de gas protector que se usa en la práctica un 93 % en volumen de nitrógeno y un 7 % en volumen de hidrógeno. Una vez que se ha alcanzado la temperatura de descarburización, posteriormente se alimenta vapor de agua a esta atmósfera para crear la atmósfera reductora de descarburización en la que comienza la reacción de descarburización $\text{X} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$.

35 Se puede controlar la cantidad de agua necesaria para la reacción de descarburización en el horno como función del punto de rocío. Para esta finalidad, se puede medir el punto de rocío de la atmósfera de descarburización durante todo el tiempo de recocido de descarburización. Posteriormente, se fija la proporción de vapor de agua en la atmósfera de descarburización, como función del resultado de una comparación fijada/actual, de manera que se mantenga el punto de rocío de la atmósfera en el intervalo de un 20 a 26 %.

40 Para retirar cualesquiera capas de óxido y las cantidades residuales de lubricante que puedan estar presentes en el fleje de acero que está siendo objeto de procesado en el caso concreto, se debería decapar el fleje de acero antes de enrollarlo para dar lugar a un rollo abierto.

De igual forma, también sería beneficioso desde el punto de vista de la precisión dimensional, y en particular de la planitud del fleje de acero obtenido, un laminado de endurecimiento superficial del fleje de acero después del decapado y antes del enrollado para dar lugar a un rollo caliente.

45 El procedimiento de acuerdo con la invención se puede llevar a cabo de forma particularmente simple si el calentamiento y el recocido de descarburización del rollo abierto tienen lugar en un horno de recocido de campana.

50 Las investigaciones prácticas han demostrado que se pueden obtener resultados particularmente buenos a partir de la producción por medio del procedimiento de acuerdo con la invención si la temperatura de recocido de descarburización es de 680-780 $^{\circ}\text{C}$, siendo el efecto particularmente beneficioso si la temperatura de recocido está seleccionada próxima a la temperatura A_{c1} .

La composición del acero tratable térmicamente que resulta apropiado para la producción de chapas o planchas de acero procesadas de acuerdo con la invención es normalmente la siguiente (en % en peso):

C: 0,4-1,0 %

Si: 0,1-0,5 %

Mn:	0,3-1,2 %
P:	< 0,02%
S:	< 0,008 %
Al:	0,01-0,05 %
Cr:	0,1-0,5 %
Ni:	0,1-0,4 %
Mo:	≤ 0,1%

El resto hierro e impurezas inevitables.

A continuación, se explicará la invención con detalle haciendo referencia a una realización.

- 5 Se coló un acero tratable térmicamente que contenía (en % en peso) un 0,5 % de C, un 0,2 % de Si, un 0,75 % de Mn, < un 0,12 % P, < un 0,003 % de S, un 0,02 % de Al y un 0,1 % de Cr, así como también impurezas inevitables, por medio de una colada continua convencional para dar lugar a un material de partida tal como una plancha o plancha fina.
- Posteriormente, se laminó en caliente de forma conocida de por sí la plancha para dar lugar a un fleje de acero. La temperatura final del laminado en caliente estuvo dentro del intervalo de 850 a 950 °C en este caso, seleccionándose la temperatura final de laminado en caliente en este caso para que fuese de 900 °C.
- 10 Se enfrió el fleje de acero que salió como fleje laminado en caliente procedente de la línea de laminado y acabado a esta temperatura final de laminado en caliente hasta una temperatura de enrollado de 600-620 °C y se enrolló para dar lugar a un rollo convencional cuyas capas estuvieron en estrecho contacto unas con otras. La temperatura de enrollado actual seleccionada fue de 620 °C.
- 15 Tras el enrollado, se desenrolló el fleje de acero y, de manera conocida de por sí, se decapó y, justo después, se sometió a laminado de endurecimiento superficial.
- Posteriormente, se enrolló el fleje de acero sometido a laminado de endurecimiento superficial para dar lugar a un rollo abierto de forma conocida. Cuando se hizo esto, se mantuvieron las capas del fleje de acero del rollo a una distancia unas de otras, por medio de la inserción de un alambre o alguno otro medio apropiado, de manera que se formó un espacio entre cada par de capas adyacentes a través del cual pudo fluir el gas.
- 20 Como rollo abierto, posteriormente se colocó el fleje de acero en un horno de recocido de tipo discontinuo y se calentó durante un tiempo de 10 horas, en una atmósfera de gas protector que contenía un 93 % en volumen de N y un 7 % en volumen de H₂ hasta que todo el rollo estuvo a la temperatura de recocido de descarburización, que fue de 700 °C.
- 25 Habiendo alcanzado la temperatura de recocido de descarburización, se introdujo vapor de agua en la atmósfera del gas protector para comenzar la reacción de descarburización. Se ajustó la cantidad de vapor de agua alimentada en este caso de manera que el punto de rocío de la atmósfera fue constante a 26 °C durante la descarburización.
- Se mantuvo el rollo abierto a esta temperatura durante un tiempo de recocido de descarburización de 90 minutos. Se midió de forma continua el punto de rocío de la atmósfera existente en el horno de tipo discontinuo durante el tiempo de recocido de descarburización y se comparó con un valor deseado. Como función del resultado de esta comparación, se ajustó la composición de la atmósfera de descarburización, y en particular su contenido de vapor de agua, de manera que se mantuvo su punto de rocío sustancialmente constante a 26 °C.
- 30 Inmediatamente después de expirar el tiempo de recocido de descarburización, se enfrió el rollo abierto, al tiempo que todavía se encontraba en el horno de tipo discontinuo y en atmósfera de gas protector, a una velocidad de enfriamiento de 1 °C/min.
- 35 Se obtuvo de este modo el fleje de acuerdo con superficie descarburizada que tenía unas capas superficiales descarburizadas de 40 µm de espesor, adyacentes a sus superficies, mientras que la región de núcleo interno adyacente a las capas superficiales descarburizadas todavía presentaron el mismo contenido de carbono que el acero de partida.
- 40 La Figura 1 es un diagrama en el que, para el fleje de acero que se había descarburizado de la manera descrita anteriormente, se representó el contenido de % de C, en % en peso, frente a la distancia A desde la superficie (distancia A = 0) del fleje de acero. La profundidad de descarburización At que se obtiene posteriormente en cualquier caso está normalmente dentro del intervalo de 30 a 120 µm.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar un fleje de acero con superficie descarburizada que está formado por un acero tratable térmicamente que contiene al menos un 0,4 % en peso de carbono, que comprende las etapas de operación siguientes:

- 5 - formar el fleje de acero a partir de acero tratable térmicamente,
 - calentar el fleje de acero, que se enrolla para dar lugar a un rollo abierto, hasta una temperatura de recocido de descarburización, que puede ser de hasta 20 °C por debajo de la temperatura A_{c1} del respectivo acero tratable térmicamente y que no es mayor que la temperatura A_{c3} del respectivo acero tratable térmicamente,
- 10 - recocer el fleje de acero, en el rollo abierto, en una atmósfera de descarburización durante un tiempo de recocido de descarburización de al menos 90 minutos, fluyendo el gas de descarburización que forma la atmósfera de descarburización a través de los huecos que existen entre las capas del rollo abierto,
 - enfriar de forma acelerada el fleje de acero, en donde el enfriamiento acelerado se lleva a cabo en una atmósfera de gas protector,
- 15 de modo que la profundidad de descarburización, medida a partir de la respectiva superficie del fleje de acero, está limitada a un intervalo que es, en cada caso, menor de un cuarto del espesor del fleje de acero.
2. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la profundidad de descarburización es de 30-120 μm .
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tiempo de recocido de descarburización es como máximo de 120 minutos.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la atmósfera de descarburización contiene un 85-97 % en volumen de nitrógeno y un 3-15 % en volumen de hidrógeno.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se calienta el fleje de acero, en el rollo abierto, hasta la temperatura de recocido de descarburización en una atmósfera de gas protector antes de exponerlo a la atmósfera de descarburización durante el tiempo de recocido de descarburización.
- 25 6. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizado por que** la atmósfera de gas protector que se mantiene durante el calentamiento contiene un 85-97 % en volumen de nitrógeno y un 3-15 % en volumen de hidrógeno **y por que**, una vez que se ha alcanzado la temperatura de recocido de descarburización, se alimenta vapor de agua al interior de la atmósfera del gas protector para producir la atmósfera de descarburización.
- 30 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que**, durante el tiempo de recocido de descarburización, se mantiene el punto de rocío de la atmósfera de descarburización dentro del intervalo de 20-28 °C regulando la proporción de vapor de agua que contiene.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicación anteriores, **caracterizado por que** se somete a decapado el fleje de acero antes del enrollado para dar lugar a un rollo abierto.
- 35 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** se somete el fleje de acero a laminado de endurecimiento superficial tras el decapado y antes del enrollado para dar lugar a un rollo abierto.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicación anteriores, **caracterizado por que** el calentamiento y el recocido de descarburización del rollo abierto se llevan a cabo en un horno de recocido de campana.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicación anteriores, **caracterizado por que**, la temperatura de recocido de descarburización es de 680-780 °C.
- 40 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicación 1 a 10, **caracterizado por que** la temperatura de descarburización es 10-20 °C menor que la temperatura A_{c1} .
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicación anteriores, **caracterizado por que** la composición del acero tratable térmicamente es la siguiente (en % en peso):

C:	0,4-1,0 %
Si:	0,1-0,5 %
Mn:	0,3-1,2 %
P:	< 0,02%
S:	< 0,008 %

Al:	0,01-0,05 %
Cr:	0,1-0,5 %
Ni:	0,1-0,4 %
Mo:	≤ 0,1%

Resto: hierro e impurezas inevitables.

14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se completan las siguientes etapas de operación durante el transcurso de la preparación del fleje de acero:

- 5 - fundir el acero tratable térmicamente,
- colar el acero tratable térmicamente para dar lugar a un material de partida tal como una plancha o plancha fina,
- laminar en caliente el material de partida para dar lugar a un fleje de acero a una temperatura final de laminado de 850-900 °C,
- enrollar el fleje de acero a una temperatura de enrollado que es de 600-620 °C.

10

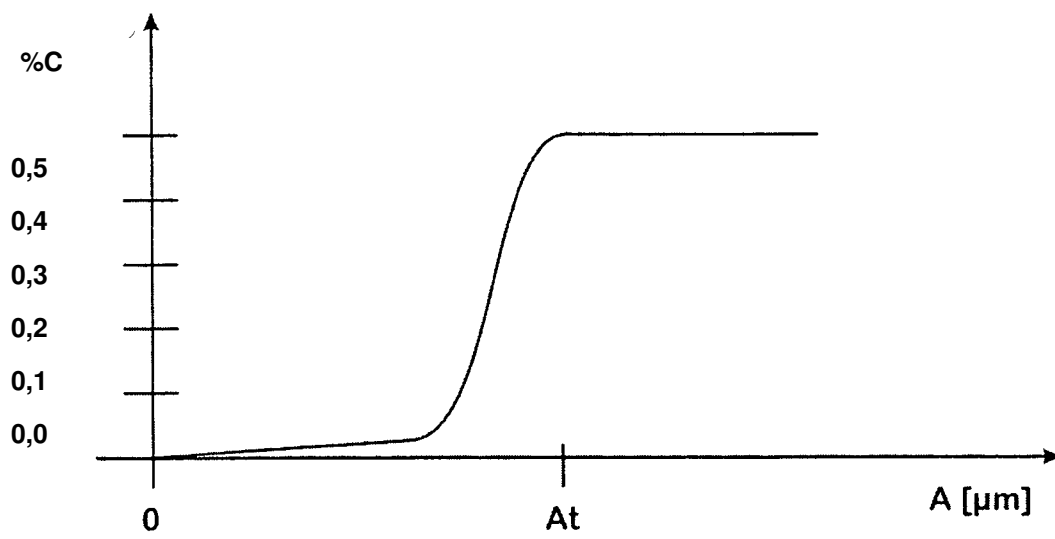


FIG. 1