

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 356**

51 Int. Cl.:

C21D 8/02 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01)
C22C 38/48 (2006.01)
C22C 38/50 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2003 PCT/JP2003/00676**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2003 WO03072841**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2003 E 03742886 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **07.09.2016 EP 1486580**

54 Título: **Lámina de acero resistente a la corrosión atmosférica, con alta resistencia mecánica y excelente plegabilidad y método para producirla**

30 Prioridad:

27.02.2002 JP 2002050869

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
05.04.2017

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**NAKAMURA, TAKAAKI;
KODERA, MINORU y
MIYATANI, YASUHIRO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

DESCRIPCIÓN

Lámina de acero resistente a la corrosión atmosférica, con alta resistencia mecánica y excelente plegabilidad y método para producirla

Descripción detallada de la invención

5 La presente invención se refiere a un material de acero para uso en automotores y contenedores para transporte terrestre o marítimo, del que se requiere que tenga una alta resistencia mecánica, una buena facilidad de trabajo después de un chorreado o similar y una buena resistencia a la intemperie; y a un método para producir este material de acero.

10 Hasta el momento, para los contenedores se ha deseado un material que tiene las propiedades de un peso bajo, una larga duración y una buena resistencia a la intemperie, y de ese modo para tales aplicaciones se ha usado principalmente un material producido usando aluminio. Sin embargo, un material tal tiene las desventajas de un alto coste y una baja resistencia mecánica, y por esta razón se ha buscado un material de acero que tenga una alta resistencia mecánica y una buena resistencia a la intemperie. Como material de acero convencional, resistente a la intemperie, existe un material de acero laminado altamente resistente a la intemperie de la clase 490 MPa (50 kgf/mm²) de resistencia a la tracción, como estipula la norma JIS G3125. Con respecto a los materiales de acero que tienen una resistencia mayor que esa, la publicación de patente no examinada japonesa N° H3-2321 describe un método para producir una lámina de acero resistente a la intemperie que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa (60 kgf/mm²) o mayor y una buena facilidad de trabajo en frío.

20 Mientras tanto, con el aumento del uso de contenedores marítimos, el medio ambiente se vuelve aún más severo y están aumentando los casos en que incluso un contenedor pintado sufre corrosión local y no puede soportar un uso de larga duración. Para afrontar el problema, la patente JP-A-63-72853 revela que se puede conseguir un aumento de la vida útil añadiendo Nb, Ti, V y B a un acero con un alto contenido en P.

25 Sin embargo, en los últimos años lo más deseado es un contenedor de alta resistencia mecánica y bajo peso, y se ha buscado un material de acero resistente a la intemperie y de una resistencia mecánica ultra alta que tenga un límite elástico de 700 MPa o mayor y una buena plegabilidad. Por otra parte, como la labor de plegado se aplica después de que el material de acero se somete a un chorreado o similar, con el objeto de mejorar la facilidad de aplicación de pintura en la fase de pintado, las propiedades de fatiga y la templabilidad superficial, para el material de acero se requiere unos niveles de resistencia mecánica y de facilidad de trabajo muy altos. La razón por la que la resistencia mecánica requerida no se expresa en términos de la resistencia a la tracción sino del límite elástico es porque se debe garantizar el mantenimiento de la rigidez, aun cuando el espesor del material se reduzca, con el fin de obtener una resistencia mecánica ultra alta y un peso bajo. Por esta razón, tales especificaciones no se satisfacen mediante los componentes y el método de producción descritos en la publicación de patente no examinada japonesa N° H3-2321.

35 Además, con los tipos de componentes tales como los propuestos en la patente JP-A-63-72853, que pretende una mayor duración, aunque se garantiza la mayor duración debido a la resistencia a la intemperie, se produce agrietamiento durante el chorreado y el plegado en el procedimiento de fabricación de contenedores y, por esta razón, no se satisfacen las exigencias necesarias. Para la resolución de los problemas antes mencionados, el objeto de la presente invención es proporcionar: un material de acero que soporte la labor de plegado después de un chorreado o similar, y que tenga una buena resistencia a la intemperie, al tiempo que garantice una resistencia mecánica ultra alta correspondiente a un límite elástico de 700 MPa o mayor; y un método para producir este material de acero.

40 La patente JP-A-3-2321 describe un método para fabricar acero laminado en caliente resistente a la intemperie y de alta resistencia mecánica, método que comprende las etapas de: producir un planchón que contiene C: 0,02-0,12%, Si ≤ 0,50%, Mn: 0,10-2,00%, P: 0,070-0,150%, S ≤ 0,020%, Al: 0,010-0,050%, Cu: 0,25-0,55%, Cr: 0,30-1,25%, N ≤ 0,0060%, Ti: 0,06-0,20% y $12,1 \times Ti_{ef} (\%) / Mn (\%) \geq 1,0$, [donde, $Ti_{ef} (\%) = Ti (\%) - 3,4 \times N (\%) - 1,5 \times O (\%)$], y el resto Fe con las impurezas inevitables, mediante, en continuo, fundir, calentar el planchón a 1.180°C o más, laminar el planchón en caliente a la temperatura de acabado de 880-950°C y bobinar a 650°C o menos, para obtener una lámina de acero laminada en caliente resistente a la intemperie que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa (60 kgf/mm²) o mayor y una buena facilidad de trabajo en frío.

50 La patente JP-A-2000-63981 describe un acero resistente a la intemperie que muestra un tono de color negruzco desde la etapa inicial de oxidación y unas excelentes apariencia exterior y estabilidad del tono de color, y además describe un acero que comprende, en peso, C: 0,01-0,15%, Si: 0,01-1,0%, Mn: 0,8-3,0%, Cu: 0,05-1,0%, Ni: 0,25-5,0%, Al: más de 0,1% a 0,2%, consistiendo el resto en Fe e impurezas inevitables, que satisface que Mn + Ni ≥ 1,8, y que opcionalmente comprende además uno o más de Cr: 25-5,0%; Mo: 0,25-1,0%, P: 0,03-1,0%, Nb: 0,01-0,05%, V: 0,01-0,1%, Ti: 0,005-0,05%, Zr: 0,01-0,1%.

Los medios para conseguir el objeto anterior según la presente invención son:

(1) Una lámina de acero de alta resistencia mecánica, resistente a la intemperie y de excelente plegabilidad, que

contiene, en masa:

- C: 0,05 a 0,15%,
Si: 0,5% o menos,
Mn: 0,5 a 2,0%,
5 P: 0,02% o menos,
S: 0,005% o menos,
Ni: 0,2 a 2,0%,
Cu: 0,2 a 0,5%,
Cr: 0,2 a 1,0%,
10 Ti: 0,03 a 0,2%, y
opcionalmente uno o más de
Nb: 0,01 a 0,07%,
V: 0,01 a 0,07%, y
B: 0,0005 a 0,0050%,
15 siendo el resto Fe e impurezas inevitables, y con un límite elástico de 700 MPa o mayor; y el método de producción de la misma es:

(2) un método para producir una lámina de acero de alta resistencia mecánica, resistente a la intemperie y de excelente plegabilidad, que tiene un límite elástico de 700 MPa o mayor, comprendiendo el método las etapas de:

- calentar un material de acero que contiene, en masa,
20 C: 0,05 a 0,1%,
Si: 0,5% o menos,
Mn: 0,5 a 2,0%,
P: 0,02% o menos,
S: 0,005% o menos,
25 Ni: 0,2 a 2,0%,
Cu: 0,2 a 0,5%,
Cr: 0,2 a 1,0%,
Ti: 0,03 a 0,2%, y
opcionalmente uno o más de
30 Nb: 0,01 a 0,07%,
V: 0,01 a 0,07%, y
B: 0,0005 a 0,0050%,
siendo el resto Fe e impurezas inevitables a una temperatura de 1.200°C o mayor:
después de eso, laminar de acabado el material de acero en el intervalo de temperaturas de 850 a 950°C; y
35 bobinar el material de acero laminado en el intervalo de temperaturas de 500 a 650°C.

Las razones para definir una lámina de acero y un método de producción según la presente invención se explican con detalle a continuación, junto con los dibujos, en los que:

la Figura 1 es una gráfica que muestra los efectos de la cantidad de Ni y la cantidad de P sobre la pérdida por

corrosión,

la Figura 2 es un dibujo esquemático que muestra el croquis de un ensayo de plegado por compresión, y

la Figura 3 es una gráfica que muestra la influencia de la cantidad de P sobre la pérdida por corrosión y el R (radio) de plegado.

5 Con el fin de solucionar los problemas antes mencionados, para la presente invención se investigaron y estudiaron unos métodos para producir láminas de acero que comprendían varias clases de aceros, y se estableció de este modo la presente invención. A continuación, se explica con detalle la presente invención.

10 En general, en un material de acero resistente a la intemperie aparece la misma clase de óxido que en un acero ordinario durante la etapa inicial de exposición a la atmósfera. Sin embargo, después de eso, se dice que algo del óxido del material de acero resistente a la intemperie forma un óxido denso muy adherido al material de base, óxido que desempeña el papel de una película protectora y que, por consiguiente, impide el desarrollo de óxido provocado por el medio ambiente. Con el fin de crear un óxido tal, también se dice que es eficaz contener Cu, Cr y P.

15 En el caso de un material convencional que tiene una resistencia a la tracción de 490 a 590 MPa (50 a 60 kgf/mm²), al contener tales tipos de componentes, el material ha sido aplicable para contenedores como un material de acero resistente a la intemperie. En los últimos años, asociado con cuestiones del medio ambiente a escala mundial, se ha divulgado la reducción del peso en automóviles encaminada a la mejora de la eficacia en el consumo de combustible, y también existe una marcada necesidad de reducción del peso en los contenedores usados para transporte terrestre o marítimo. Con el propósito de conseguir una reducción del peso mayor que nunca se ha vuelto menor el espesor deseado en los materiales de acero, y con el propósito de garantizar la rigidez se requiere un límite elástico de 700 MPa o mayor. Mientras tanto, sobre la superficie de las láminas de acero en la producción de contenedores se aplica una cierta rugosidad mediante un chorreado, en el que se insuflan perdigones, arena, granalla o similares sobre las láminas de acero con el fin de mejorar el rendimiento del descascarillado y la facilidad de aplicación de pintura. El procedimiento vuelve dura la superficie de las mismas y, por esta razón, tiende a producirse agrietamiento con el plegado en la posterior conformación por plegado. En particular, en el caso de un material de acero que tiene un límite elástico que supera 700 MPa, aparece una marcada propensión al agrietamiento y la selección de los elementos aditivos tiene una gran influencia.

25 Como se ha explicado antes, con el fin de producir un material de acero resistente a la intemperie que tenga un límite elástico que supere 700 MPa y que sea capaz de soportar la labor de plegado después de ser sometido a un chorreado, es necesario satisfacer simultáneamente las siguientes exigencias:

- 30
1. Mejora de la resistencia mecánica del material,
 2. garantía de la plegabilidad, y
 3. garantía de la resistencia a la intemperie.

35 Cuando el P se usa abundantemente en la producción de tales materiales de acero de alta resistencia mecánica que tienen una buena resistencia a la intemperie, se presentan varios problemas. Primeramente, cuando en el procedimiento de producción se funde un planchón de 200 a 300 mm de espesor, el P tiende a provocar la segregación central y se concentra en la parte central del espesor, que es la parte que finalmente se solidifica. La parte en la que se concentra el P es probable que provoque agrietamiento por fragilización. Además, como el propio material de acero de alta resistencia mecánica tiene una alta propensión al agrietamiento, frecuentemente se provoca el agrietamiento del planchón y también un rendimiento muy bajo en la lámina de acero de alta resistencia mecánica, resistente a la intemperie y con adición de P.

40 Por otra parte, aun cuando la lámina de acero se pudiera producir, el material sería frágil debido a la adición de P y, por esta razón, su facilidad de trabajo sería escasa. Hablando en términos generales, conforme aumenta la resistencia mecánica del material de acero, disminuye su alargamiento. Por esta razón, la facilidad de trabajo de un material con adición de P disminuye más y, por otra parte, como el material objeto se somete a una labor de plegado después de un chorreado con perdigones o similar, el material es muy propenso al agrietamiento con el plegado. Además, cuando un material de acero tal se usa para fabricar un contenedor mediante soldadura es probable que se produzca agrietamiento en la soldadura. A consecuencia de investigar minuciosamente las características del Cu, el Cr y el P, que en los aceros convencionales se han utilizado como elementos resistentes a la intemperie, se ha puesto en claro que el P influye muy adversamente en la exigencia 2 anterior y no se puede utilizar en los materiales de acero de alta resistencia mecánica. Para la presente invención, se investigó la relación entre la cantidad de P y las condiciones de generación de agrietamiento con el plegado, en el ensayo de plegado por compresión de 90 grados mostrado en la Figura 2, mientras que se variaba el R (radio) de la punta del troquel. Al mismo tiempo, para la presente invención, se investigó la relación entre la adición de P y la pérdida por corrosión, y los resultados se muestran en la Figura 3. Es obvio que, aunque conforme aumenta la cantidad de P disminuye la pérdida por corrosión y mejora la resistencia a la intemperie, el aumento de la cantidad de P provoca que aumente el R (radio) de plegado crítico, por debajo del cual se produce agrietamiento con el plegado, y empeore la plegabilidad de la lámina de acero. Por esta razón, con el fin de garantizar la plegabilidad, es necesario estudiar un método para

garantizar la resistencia a la intemperie sin el uso del P. El Cu y el Cr influyen menos adversamente sobre la plegabilidad. Sin embargo, sólo con el aumento de su cantidad, la resistencia a la intemperie difícilmente se garantiza. Por otra parte, el material de acero no puede soportar la labor de plegado después de un chorreado o similar.

- 5 En vista de esto, a consecuencia de la repetición de varios ensayos, para la presente invención se ha encontrado que: la resistencia a la intemperie se puede garantizar mediante el uso de Ni en lugar de P; la plegabilidad se puede garantizar mediante bajar el contenido de C para mejorar la facilidad de trabajo, reducir en lo posible la adición de P, y reducir en lo posible la adición de S, para impedir la formación de MnS que afecta adversamente a la plegabilidad; y el ajuste de la resistencia mecánica se puede conseguir utilizando el efecto de precipitación provocado al combinar uno o más de Ti, Nb, V y B.

La Figura 1 muestra el efecto de la cantidad de Ni sobre la pérdida por corrosión, en comparación con el efecto de la cantidad de P. Se ha encontrado que, conforme aumenta la cantidad de Ni, la pérdida por corrosión disminuye y se obtiene un efecto similar al caso de la adición de P.

- 15 Además, a diferencia del P, el Ni no se segrega durante la fundición del planchón, el agrietamiento del planchón no es relevante, y además el rendimiento es bueno. Por otra parte, el Ni no causa problemas con la facilidad de trabajo y con la soldabilidad, y por esta razón la labor de plegado, después del chorreado con perdigones o similar, y el agrietamiento en la soldadura no son relevantes. Por consiguiente, el Ni es un elemento muy adecuado para la producción de láminas de acero de alta resistencia mecánica, resistentes a la intemperie y de excelente plegabilidad. Con respecto a la resistencia a la intemperie, el efecto del Ni se presenta mediante el uso conjunto con el Cu y el Cr.

- 20 Se repitieron unos experimentos en base a las condiciones anteriores y se estableció la presente invención. Las razones para definir los elementos aditivos según la presente invención se describen con detalle a continuación.

C:

- 25 El C se emplea como un elemento para aumentar la resistencia mecánica. Se utiliza no sólo como elemento de refuerzo en solución sólida sino también, al combinarse con Ti y Nb y formar carburos, como elemento de refuerzo por precipitación. Sin embargo, cuando el C se usa excesivamente, la facilidad de trabajo empeora. Puesto que la facilidad de trabajo disminuye conforme aumenta la resistencia mecánica del material de acero, se desea que la cantidad de C sea baja. La razón por la que el límite inferior de la cantidad de C se fija en 0,05% es que cuando es menor que esa cantidad difícilmente se asegura el límite elástico de 700 MPa o mayor. Por otra parte, la razón por la que la cantidad de C se limita a 0,15% o menos es evitar el agrietamiento provocado por la labor de plegado.

- 30 Si:

El Si es un elemento que es probable que forme fayalita ($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) sobre la superficie de la lámina de acero, que haga que quede Fe_2O_3 fino sobre la mayoría de la superficie, y que genere incrustaciones rojas. Cuando sobre la superficie de la lámina de acero se crean incrustaciones rojas, aparece atruchado y el producto no es aceptable para los usuarios. Con el fin de evitar este problema, el límite superior de la cantidad de Si se fija en 0,5%.

- 35 Mn:

El Mn es un elemento necesario para aumentar la resistencia mecánica de los materiales de acero. Cuando la cantidad de Mn es menor de 0,5%, difícilmente se produce un material de acero de alta resistencia mecánica. Por el contrario, cuando el Mn se añade por encima de 2,0%, difícilmente se asegura la facilidad de trabajo. Por estas razones, la cantidad de Mn se limita al intervalo de 0,5 a 2,0%.

- 40 P:

- 45 El P es un elemento eficaz para el aumento de la resistencia mecánica y beneficioso para la mejora de la resistencia a la intemperie, y se ha empleado hasta ahora en los materiales de acero resistentes a la intemperie. Sin embargo, en la producción de materiales de acero de resistencia mecánica ultra alta que tienen un límite elástico por encima de 700 MPa, el P provoca la fragilización del planchón durante la producción del material de acero y también empeora la soldabilidad. Además de eso, el P también empeora la plegabilidad, y por esta razón la cantidad de P debe ser tan baja como sea posible. Por consiguiente, el límite superior de la cantidad de P se fija en 0,02%.

S:

- 50 El S al combinarse con el Mn forma el sulfuro de manganeso MnS. Este sulfuro es fácil de deformar, se estira mediante laminación y está presente en los materiales de acero. El MnS empeora la plegabilidad y la facilidad de trabajo de los materiales de acero. En el caso particular de un material de acero de alta resistencia mecánica, el S se debe reducir en lo posible porque aumenta la propensión al agrietamiento. Por esta razón, el límite superior de la cantidad de S se fija en 0,005% como límite factible comercialmente.

Ni:

El Ni es un elemento que aumenta la resistencia mecánica y la resistencia a la intemperie, y también es eficaz para la prevención de la fragilización. En particular, el Ni es eficaz para la resistencia a la intemperie en un medio ambiente influido principalmente por la salinidad. Como se ha explicado previamente, en los materiales de acero de alta resistencia mecánica, el P, que es eficaz para la resistencia a la intemperie, afecta negativamente a la facilidad de trabajo y por eso no se puede utilizar. El Ni se puede utilizar como elemento sustitutivo del P y, al contrario que el P, no provoca el agrietamiento del planchón ni empeora la facilidad de trabajo del material de acero. El Ni se debe añadir en un 0,2% o más, con el fin de utilizar eficazmente su característica de resistencia a la intemperie. Por otra parte, el Ni es un metal caro y además su efecto ya no mejora más cuando su cantidad supera 2,0%. Por esta razón, el límite superior de la cantidad de Ni se fija en 2,0%. A los contenedores que se usan para el transporte terrestre y marítimo les afecta la salinidad procedente del agua de mar, en el caso del transporte marítimo, y la salinidad procedente de la sal de la nieve derretida precipitada en las regiones frías, en el caso del transporte terrestre. Por esta razón, el Ni es un elemento importante para la resistencia a la intemperie. En un medio ambiente distinto del medio ambiente salino, son eficaces los elementos Cu y Cr, que se describen a continuación, y por esta razón también es eficaz la adición combinada de esos elementos.

Cu:

El Cu es importante para mejorar la resistencia a la intemperie y es un elemento eficaz para formar un óxido estable. Para garantizar su efecto frente a un medio ambiente corrosivo se necesita una cantidad de Cu de 0,2% o más. Sin embargo, cuando la cantidad de Cu supera 0,5% es probable que aparezcan defectos superficiales. Por esas razones, la cantidad de Cu se limita al intervalo de 0,2 a 0,5%.

Cr:

El Cr también es importante para mejorar la resistencia a la intemperie y es un elemento eficaz para formar un óxido estable. Para garantizar su efecto frente a un medio ambiente corrosivo se necesita una cantidad de Cr de 0,2% o más. Sin embargo, su efecto ya no mejora más si la cantidad de Cr supera 1,0%. Por esas razones, la cantidad de Cr se limita al intervalo de 0,2 a 1,0%.

Cuando se produce un material de acero que tiene un límite elástico de 700 MPa o mayor, es eficaz el empleo del reforzamiento por precipitación. Los cuatro elementos siguientes, que permiten que aparezca el efecto de precipitación, compensan la insuficiencia de la resistencia mecánica, y esta compensación se puede conseguir usando uno o más de esos elementos.

Ti:

El Ti al combinarse con el C y el N forma un carburo y un nitruro, y de ese modo aumenta la resistencia mecánica del material de acero. Su efecto aparece cuando el Ti se añade en un 0,03% o más y ya no mejora más si el Ti se añade en un 0,2% o más.

Nb:

El Nb al combinarse con el C y el N también forma un carburo y un nitruro, y de ese modo aumenta la resistencia mecánica del material de acero. Su efecto aparece cuando el Nb se añade en un 0,01% o más, y ya no mejora más si el Nb se añade en un 0,07% o más.

V:

El V al combinarse con el C y el N también forma un carburo y un nitruro. y de ese modo aumenta la resistencia mecánica del material de acero. Su efecto aparece cuando el V se añade en un 0,01% o más, y ya no mejora más si el V se añade en un 0,07% o más.

B:

El B un elemento que forma un carburo y un nitruro, y es eficaz para aumentar la templabilidad y la resistencia mecánica. Su efecto aparece cuando el B se añade en un 0,0005% o más, y su efecto ya no mejora más si se añade en un 0,0050% o más.

Seguidamente, se explican a continuación las razones para definir las condiciones de producción.

El propósito de limitar la temperatura de recocido a 1.200°C, o más, es disolver el carburo y el nitruro en el estado de planchón, con el fin de hacer uso del efecto de precipitación del Ti, Nb, V y B, y al hacer eso formar unos precipitados finos durante la producción de la lámina de acero, de modo que el efecto de precipitación se pueda utilizar plenamente.

Con el fin de fraccionar los precipitados, es necesario mantener la temperatura de acabado de la laminación en 850°C o más. Sin embargo, cuando la temperatura de acabado de la laminación supera 950°C, surgen problemas

tales como el aumento de la probabilidad de engrosamiento de los granos del cristal, la formación de defectos de incrustaciones, etc. Por esta razón, la temperatura de acabado de la laminación se limita al intervalo de 850 a 950°C.

5 La temperatura de bobinado afecta al tamaño de los precipitados, y el grado del efecto de precipitación varía de acuerdo con dicha temperatura de bobinado. Cuando un rollo se bobina a una temperatura alta, se desarrollan unos precipitados demasiado grandes y el efecto de reforzamiento disminuye. Por el contrario, cuando la temperatura de bobinado es demasiado baja, el desarrollo de los precipitados es insuficiente y no se espera un aumento de la resistencia mecánica. Por esas razones, la temperatura de bobinado se limita al intervalo de 500 a 650°C, como intervalo de temperaturas apropiado en el que se espera un aumento de la resistencia mecánica.

10 En los procedimientos de producción no hay impedimentos en el uso de un dispositivo de descascarillado a alta presión y un calentador de barras, y en la utilización de una laminación en caliente continua-continua en la que se laminan en continuo los materiales de uniones de barras después de someterlos a una laminación en bruto. Mejor dicho, con el uso de esos aparatos es posible evitar que se formen defectos de incrustaciones y mejorar el rendimiento, mientras que se mejora la capacidad del procedimiento para el control de la temperatura.

Ejemplos

15 Se colaron los aceros número 1 a 12, que como se muestra en la Tabla 1 tienen varios componentes, y después de eso se produjeron unos materiales de acero bajo las condiciones de laminación mostradas en la Tabla 2, se tomaron unas muestras y se aplicó un tratamiento de chorreado con perdigones a las superficies de los mismos, y posteriormente se evaluaron las propiedades de las muestras. Para la evaluación se aplicaron unos ensayos de tracción y se midió el límite elástico, la resistencia a la tracción y el alargamiento total. Además, se aplicó una labor de plegado con un ángulo de plegado de 90 grados usando un troquel con una punta cuyo radio (R) era de 3 mm, y se examinó la existencia de grietas en la parte plegada.

20 Se valoró la soldabilidad mediante la existencia de grietas en la soldadura después de que se aplicara una soldadura por arco. Con respecto a la resistencia a la intemperie, se aplicó un tratamiento de rociado de agua salada y, después de eso, se aplicaron unos ensayos de aceleración de la corrosión, en los que se repitieron alternativamente las condiciones de humedad y sequedad, se midió el peso de cada muestra antes de que se aplicara el ensayo y después de que se retirara el óxido después del ensayo, y como resultado se obtuvieron las pérdidas por corrosión. Como ejemplo comparativo se empleó un acero Corten de la clase 490 MPa disponible comercialmente, y los datos del mismo se usaron como patrón, y luego se evaluó cada muestra como "X" cuando la pérdida por corrosión de la muestra fue mayor que la del patrón, y como "O" cuando la pérdida por corrosión de la misma fue igual o menor que la del patrón.

25 Además, se evaluó la apariencia superficial observando la superficie de cada material de acero después de la laminación. Todas las condiciones de la laminación de los ensayos número 1 a 12 estaban dentro de los intervalos estipulados en la presente invención. En el caso del ensayo N° 7, la cantidad de Ni era pequeña y, de ese modo, la resistencia a la intemperie del mismo fue escasa. En el caso del ensayo N° 8, aunque la resistencia a la intemperie fue buena, la cantidad de P era grande y por esta razón la soldabilidad fue escasa y apareció agrietamiento en la labor de plegado. Como en el caso del ensayo N° 9 la cantidad de Si era grande, y en el caso del ensayo N° 10 la cantidad de Cu era demasiado grande, sobre la superficie aparecieron costras y atruchado, y de este modo la apariencia superficial fue mala en ambos casos. En el caso del ensayo N° 11, la cantidades de C y de Mn eran demasiado grandes y, por esta razón, la plegabilidad y la soldabilidad fueron escasas. En el caso del ensayo N° 12, la cantidad de S era grande y, por esta razón, apareció agrietamiento en el ensayo de plegado.

30 En el caso de los ensayos N° 13 a 17, se usó el material del acero N° 2 producido dentro de los intervalos estipulados en la presente invención, y se variaron las condiciones de la laminación. En el caso del ensayo N° 13, la temperatura de recocido era demasiado baja y, por esta razón, no se pudo utilizar el reforzamiento por precipitación y su límite elástico no pudo superar el valor deseado de 700 MPa. En el caso del ensayo N° 14, la temperatura de laminación era alta y, por esta razón, la apariencia superficial fue defectuosa. En el caso del ensayo N° 15, la temperatura de laminación era baja y, por esta razón, no se apreció un reforzamiento mediante el fraccionamiento de los precipitados y no se pudo obtener la resistencia mecánica deseada. En el caso del ensayo N° 16, la temperatura de bobinado era alta y, por esta razón, el material de acero se ablandó e igualmente no se pudo obtener la resistencia mecánica deseada. En el caso del ensayo N° 17, la temperatura de bobinado era demasiado baja y, por esta razón, aunque aumentó la resistencia mecánica, se originó una capa endurecida y se produjo agrietamiento después de la labor de plegado.

En el caso de los ejemplos N° 1 a 6, que satisfacían los intervalos de los componentes y las condiciones de laminación estipulados en la presente invención, todas las propiedades fueron aceptables y se obtuvieron unos buenos resultados de evaluación.

55 Además, los ensayos N° 18 a 20 según la presente invención fueron unos casos en que se utilizó un tratamiento de descascarillado, en el procedimiento de laminación en caliente, con el fin de retirar las incrustaciones superficiales de cada una de las barras en bruto mediante un descascarillado a alta presión, después de que se utilizara una laminación en bruto y una posterior laminación en caliente continua-continua, en la que las barras en bruto se

calentaron con un calentador de barras y se unieron. En todos los casos, se satisficieron las propiedades del material estipuladas en la presente invención y se obtuvieron los efectos de la utilización de los medios de tratamiento anteriores. En el caso del ensayo N° 18, se usó un calentador de barras y, como resultado, la temperatura de la barra en bruto antes de la laminación de acabado fue alta y uniforme; de este modo la precipitación se controló regularmente, la desviación de la calidad del material disminuyó, y la desviación del alargamiento se redujo a 3,8%, mientras que normalmente la desviación del alargamiento de un acero de esta clase es de aproximadamente 6%. El ensayo N° 19 fue un caso en que se aplicó un aparato de descascarillado a alta presión y una laminación en caliente continua-continua. Mediante la adopción del descascarillado a alta presión, mejoró notablemente la apariencia superficial del material de acero. Además, mediante la adopción de la laminación en caliente continua-continua, mejoró la configuración de los extremos del rollo y el rendimiento del material mejoró hasta 97%, mientras que normalmente el rendimiento del material es de aproximadamente 95%. Además, el ensayo N° 20 fue un caso en que se utilizó un calentador de barras y una laminación en caliente continua-continua. La desviación del alargamiento disminuyó a 3,2% y el rendimiento del material mejoró hasta el 98%.

Tabla 1: Componentes del material (% en masa)

Acero N°	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cu	Ni	Cr	Ti	Nb	V	B	
Ejemplos de la invención	1	0,07	0,29	1,41	0,006	0,033	0,006	0,25	1,80	0,31	0,078	0,031	—	—	
	2	0,11	0,18	0,88	0,011	0,025	0,004	0,28	1,00	0,39	0,085	0,037	—	—	
	3	0,08	0,10	1,22	0,008	0,011	0,003	0,23	0,50	0,39	0,082	0,024	0,025	0,0012	
	4	0,09	0,03	1,11	0,006	0,030	0,004	0,48	0,25	0,81	0,142	0,055	—	—	
	5	0,14	0,43	0,62	0,016	0,004	0,022	0,003	0,44	0,65	0,30	0,180	—	—	
	6	0,05	0,04	1,86	0,005	0,003	0,056	0,005	0,31	1,20	0,52	0,052	0,043	0,045	—
Ejemplos comparativos	7	0,08	0,22	1,33	0,012	0,032	0,004	0,42	<u>0,78</u>	0,17	0,089	0,033	—	—	
	8	0,09	0,30	2,10	<u>0,091</u>	0,017	0,006	0,27	0,35	0,38	0,080	0,040	—	—	
	9	0,12	<u>0,75</u>	0,95	0,011	0,002	0,043	0,004	0,41	0,82	0,090	0,033	0,033	—	
	10	0,09	0,25	0,20	0,005	0,001	0,020	0,003	<u>0,55</u>	0,23	0,30	0,052	—	0,0036	
	11	<u>0,23</u>	0,48	<u>2,50</u>	0,028	0,004	0,017	0,006	0,48	1,90	0,90	—	—	—	—
	12	0,08	0,21	1,50	0,007	<u>0,008</u>	0,380	0,005	0,38	0,85	0,55	0,090	0,041	—	0,0008

Nota: Las cifras subrayadas y en cursiva indican que están fuera de los intervalos pertinentes estipulados en la presente invención.

Tabla 2: Condiciones de producción y evaluación

Ensayo N°	Acero N°	Temp. de recocido °C	Temp. de laminación °C	Temp. de bobinado °C	Límite elástico (MPa)	Resist. tracción (MPa)	Alarg. (%)	Plegabilidad	Soldabilidad	Resist. intemp.	Apariencia superficial	Observaciones
Ejemplos de la invención												
1	1	1.220	900	530	740	830	22	0	0	0	0	
2	2	1.220	910	520	746	857	22	0	0	0	0	
3	3	1.220	870	550	708	805	23	0	0	0	0	
4	4	1.250	920	620	878	1.009	20	0	0	0	0	
5	5	1.250	900	590	876	1.007	20	0	0	0	0	
6	6	1.230	900	520	712	814	23	0	0	0	0	
7	7	1.230	890	510	707	813	23	0	0	X	0	Ni: pequeña cantidad
8	8	1.250	880	630	711	818	<u>19</u>	X	X	0	0	P: gran cantidad
9	9	1.210	910	550	776	892	21	0	0	0	X	Si: gran cantidad
10	10	1.210	910	600	834	959	20	0	0	0	X	Cu: gran cantidad
11	11	1.230	900	530	537	618	<u>18</u>	X	X	0	0	Cr-Mn: grandes cantidades
12	12	1.260	900	520	771	886	21	X	0	0	0	S: gran cantidad
13	2	1.150	900	530	<u>680</u>	<u>755</u>	24	0	0	0	0	Baja temperatura de recocido
14	2	1.220	<u>980</u>	520	<u>692</u>	<u>807</u>	23	0	0	0	X	Alta temperatura de laminación
15	2	1.230	<u>820</u>	590	<u>672</u>	805	<u>19</u>	X	0	0	0	Baja temperatura de laminación
16	2	1.220	930	<u>680</u>	<u>690</u>	<u>782</u>	21	0	0	0	0	Alta temperatura de bobinado
17	2	1.240	920	<u>450</u>	802	890	<u>17</u>	X	0	0	0	Baja temperatura de bobinado
Ejemplos comparativos												

Ejemplos de la invención		18	2	1.210	870	530	752	862	23	O	O	O	O	O	O	O	O	O
19	3	1.220	920	560	705	810	21	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
20	5	1.210	920	600	877	982	20	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Plegabilidad: Valorada por la existencia de agrietamiento en la parte plegada después de un plegado de 90 grados. El R (radio) de plegado se fijó en 3 mm, y se expresó por "X" cuando se produjo agrietamiento y por "O" cuando no se produjo.

Soldabilidad: Expresada por "X" cuando se produjo agrietamiento en la soldadura después de una soldadura por arco, y por "O" cuando no se produjo.

Resistencia a la intemperie: Expresada por "X" cuando la pérdida por corrosión fue mayor, y por "O" cuando fue menor, que la pérdida por corrosión patrón definida para el acero Corten de 490 MPa convencional.

Nota: Las cifras subrayadas y en cursiva indican que están fuera de los intervalos pertinentes estipulados en la presente invención.

5 El material de acero según la presente invención tiene, simultáneamente, una buena plegabilidad y una buena resistencia a la intemperie, mientras que también tiene una alta resistencia mecánica. Con el uso del material de acero se puede conseguir una reducción del peso del material de acero en los contenedores o similares que requieren una buena resistencia a la intemperie y, debido a su resistencia a la intemperie, también se consigue una mayor vida útil. Por esta razón, la presente invención es respetuosa con el medio ambiente, gracias a la reducción del peso, y proporciona un efecto económico gracias a la mayor vida útil.

REIVINDICACIONES

1.- Una lámina de acero de alta resistencia mecánica, resistente a la intemperie y de excelente plegabilidad, que contiene, en masa:

- C: 0,05 a 0,15%,
- 5 Si: 0,5% o menos,
- Mn: 0,5 a 2,0%,
- P: 0,02% o menos,
- S: 0,005% o menos,
- Ni: 0,2 a 2,0%,
- 10 Cu: 0,2 a 0,5%,
- Cr: 0,2 a 1,0%,
- Ti: 0,03 a 0,2%, y
- opcionalmente uno o más de
- Nb: 0,01 a 0,07%,
- 15 V: 0,01 a 0,07%, y
- B: 0,0005 a 0,0050%,

siendo el resto Fe e impurezas inevitables, y que tiene un límite elástico de 700 MPa o mayor.

2.- Un método para producir una lámina de acero de alta resistencia mecánica, resistente a la intemperie y de excelente plegabilidad, que tiene un límite elástico de 700 MPa o mayor; comprendiendo el método las etapas de:

- 20 calentar un material de acero que contiene, en masa,
- C: 0,05 a 0,15%,
- Si: 0,5% o menos,
- Mn: 0,5 a 2,0%,
- P: 0,02% o menos,
- 25 S: 0,005% o menos,
- Ni: 0,2 a 2,0%,
- Cu: 0,2 a 0,5%,
- Cr: 0,2 a 1,0%,
- Ti: 0,03 a 0,2%, y
- 30 opcionalmente uno o más de
- Nb: 0,01 a 0,07%,
- V: 0,01 a 0,07%, y
- B: 0,0005 a 0,0050%,

siendo el resto Fe e impurezas inevitables, a una temperatura de 1200°C o mayor;

- 35 después de eso, laminar de acabado el material de acero en el intervalo de temperaturas de 850 a 950°C; y bobinar el material de acero laminado en el intervalo de temperaturas de 500 a 650°C.

Fig.1

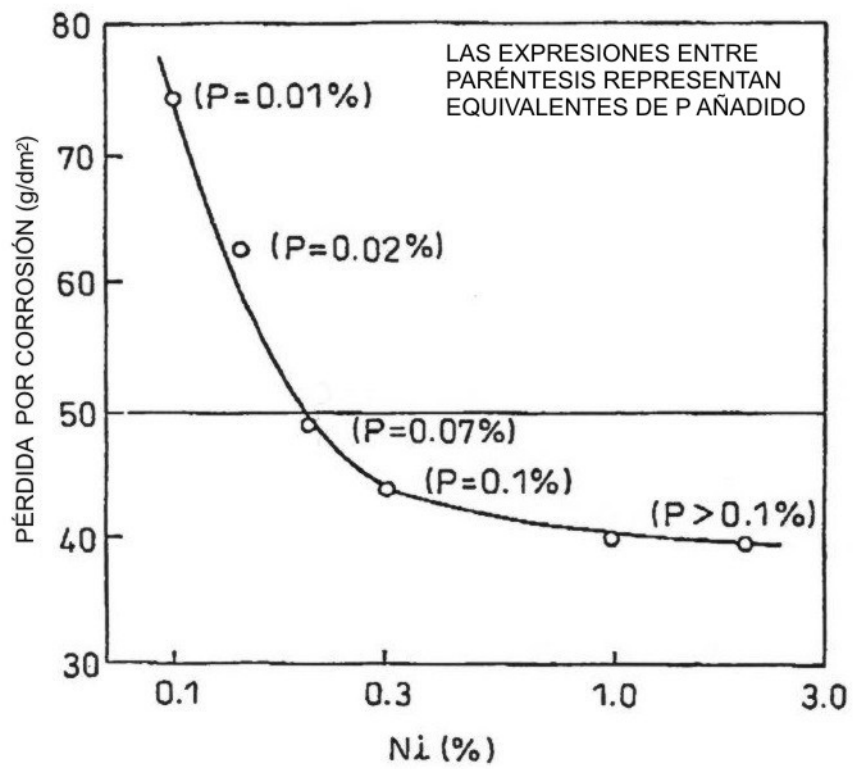


Fig.2

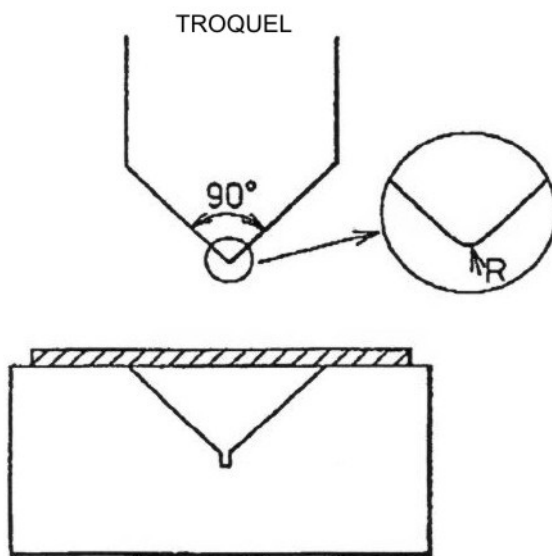


Fig.3

