

21 FEB 1964

P.- 26.037

Martensitic Plate Steel



295490

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E     D E     I N V E N C I O N

formulada el 20 de enero de 1964, con el número 295.490

en

E S P A Ñ A

por VEINTE AÑOS

a nombre de THE INTERNATIONAL NICKEL COMPANY (MOND) LIMITED, entidad británica establecida en Thames House, Millbank, Londres, Inglaterra, por:

MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA FABRICACION DE ACEROS

=====

La chapa de acero de baja aleación se utiliza mucho en estado templado y revenido para la fabricación de cosas tales como oleoductos, recipientes de presión, depósitos para almacenar flúidos, maquinaria pesada, vagones de ferrocarril, bastidores y travesaños para camiones.

Para muchas cosas de éstas el fabricante establece una especificación que el fabricante de aceros debe cumplir, a saber que una chapa de acero, de 2,5 cm. o menos de espesor, cuando se temple y reviene a una temperatura superior a 590° C, debe tener un límite aparente de elas-

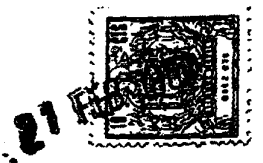
5 tividad (deformación permanente 0,2 %) de más de 63 kg/  
mm<sup>2</sup>, una resistencia a la tracción de más de 70 kg/mm<sup>2</sup>,  
una relación del límite aparente de elasticidad a la re-  
sistencia a la tracción de 0,8 como mínimo, una resilien-  
cia Charpy con entalla en V de 5,5 mkg. como mínimo a la  
temperatura ambiente y 3 mkg. a -100° C, y buena ducti-  
lidad y soldabilidad. El acero se temple por enfriamien-  
to rápido y revenido, y el temple depende de que por lo  
menos el 90 % de la austenita se convierta en martensita  
10 durante el enfriamiento rápido.

A causa de la gran cantidad de chapa de acero uti-  
lizada, el precio es un factor muy importante. Hasta aho-  
ra para obtener las propiedades expuestas arriba ha sido  
necesario emplear aceros conteniendo proporciones sus-  
15 tanciales de elementos de aleación, incluyendo cromo,  
molibdeno, y vanadio, que son caros e incrementan consi-  
derablemente el coste del acero. El presente invento está  
basado en el sorprendente descubrimiento de que la com-  
binación de propiedades requeridas puede obtenerse con  
20 contenidos reducidos de cromo y molibdeno, y sin nada de  
vanadio en absoluto, y además que a causa de la ausencia  
de vanadio y de la reducción del contenido de cromo se  
obtienen ventajas técnicas sustanciales.

El acero de acuerdo con el invento contiene de 0,14  
25 % a 0,24 % de carbono, 0,6 % a 1,2 % de manganeso, 0,10  
% a menos de 0,5 % de silicio, 0,6 % a 1,5 % de níquel,  
0,18 % a 0,35 % de cromo, 0,15 % a 0,35 % de molibdeno,  
0,015 % a 0,1 % de aluminio, y 0,0005 % a 0,005 % de bo-  
ro, siendo el resto hierro a excepción de las impurezas.

30 Para asegurar la combinación óptima de propiedades

205490



los diversos elementos deben estar presentes dentro de límites más estrechos, a saber de 0,15 % a 0,22 % de carbono, 0,65 % a 1 % de manganeso, 0,2 % a 0,35 % de silicio, 0,7 % a 1 % de níquel, 0,2 % a 0,35 % de cromo, 0,15 % a 0,3 % de molibdeno, 0,02 % a 0,06 % de aluminio y 0,0005 % a 0,004 % de boro.

Considerando los diferentes elementos, el contenido de carbono no debe ser apreciablemente más bajo de 0,15 %, ya que con contenidos de carbono bastante más bajos, es decir 0,1 %, puede formarse fácilmente bastante ferrita libre para dar una reducción apreciable en la templabilidad. Se necesita menos oxígeno para producir un acero que contenga 0,15 % de carbono que para producir un acero que contenga 0,1 % de carbono, de forma que hay menos tendencia a que se formen óxidos en el acero y quedará menos oxígeno en el acero. El contenido de carbono no debe ser inferior a 0,14 % y para una soldabilidad óptima es deseable que no exceda de 0,22 % de carbono.

El silicio juega su papel usual en el acero, pero como contenidos altos de silicio dan lugar a inclusiones no-metálicas indeseables es conveniente que el contenido de silicio no exceda del 0,35 %.

El cromo es esencial, puesto que sin él, o con pequeñas cantidades hasta 0,1 % de cromo, el acero no se hace predominantemente martensítico al ser templado, pero con más de 0,35 % de cromo, por ejemplo con 0,55 % de cromo, disminuye la tenacidad del acero.

El manganeso, el níquel, el cromo y el molibdeno contribuyen todos a proporcionar resistencia a la tracción alta, límite aparente de elasticidad alto, y tem-

295490

4  
5  
Plabilidad alta. Además, el níquel contribuye grandemente a la tenacidad de los aceros, especialmente a las buenas propiedades de choque a temperaturas bajas. Sin embargo, si los contenidos de estos elementos son más altos que los máximos establecidos arriba la temperatura Ms del acero se reduce indeseablemente y el acero tiende a agrietarse durante el temple.

10  
15  
Además, como los aceros del invento pueden utilizarse bajo las severas condiciones impuestas por la soldadura al arco sumergida, puede haber agrietamientos si las cantidades de manganeso, níquel, molibdeno y cromo son demasiado altas. Además, cantidades apreciablemente mayores de manganeso o cromo o ambos dan lugar a fragilidad del temple. Esto es evidentemente desventajoso para aceros previstos especialmente para ser utilizados en estado templado y revenido, como son los aceros del presente invento.

20  
25  
El boro juega su conocido papel de hacer templeable el acero, pero debe limitarse a 0,005 %, y preferentemente a 0,004 %, a fin de evitar la fragilidad del acero. El aluminio es un constituyente importante puesto que ayuda a obtener respuesta uniforme a la templeabilidad y es grandemente efectivo en co-presencia con el boro. El aluminio se combina con el nitrógeno que de otra forma se combinaría con el boro y reduciría así el potente efecto del boro.

30  
El vanadio, titanio y otros fuertes formadores de carburos deben estar ausentes. Para disolver los carburos de estos elementos se requiere el uso de temperaturas de sustenización extremadamente altas, por ejemplo

205490



de 980° C a 1205° C. Esto da lugar a la formación de un grano de gran tamaño que, según se sabe, afecta en forma perjudicial a la resistencia al choque (tenacidad). Además, el titanio, por ejemplo, particularmente en presencia de boro, tiende a hacer frágil el acero. Por supuesto es muy deseable que las propiedades mecánicas del acero se reproduzcan en diferentes coladas. Sin embargo, los carburos de vanadio y de titanio no se disuelven completamente a temperaturas inferiores a 1040° C, mientras que la temperatura de austenización es preferentemente no mayor de 955° C y más adecuada entre los 900 y 925° C. Cuando está presente el vanadio, por consiguiente, como en el acero conocido a que nos hemos referido anteriormente, introduce una variable indeseable, puesto que aunque si está en solución en la austenita incrementa fuertemente la templeabilidad, hace disminuir la templeabilidad cuando no está en solución completa en la austenita. Por consiguiente, a menos de que se empleen temperaturas de austenización muy altas, el vanadio puede reducir realmente la templeabilidad, y también afectar a la resistencia a la tracción obtenida después del revenido. Pueden tolerarse cantidades extremadamente pequeñas de vanadio y titanio, es decir hasta 0,01 % de cada uno de ellos, pero la cantidad total de estos elementos formadores de carburos no debe exceder de 0,03 %.

Los aceros de acuerdo con el invento pueden ser templados y revenidos en la forma usual. El enfriamiento debe ser lo bastante rápido para asegurar que por lo menos el 90 % de la austenita se transforme en marten-

295490

sita. La temperatura de revenido debe estar preferentemente entre los 593 a 635° C.

Si, bajo condiciones normales de revenido o eliminación de tensiones, los aceros de acuerdo con el invento se enfrían lentamente desde la temperatura de revenido, no aparece ningún problema de fragilidad de temple. Así, si se desea, los aceros aleados del invento pueden enfriarse lentamente desde la temperatura de revenido, por ejemplo enfriados al aire para reducir al mínimo la distorsión, y entonces puestos en servicio.

A continuación se dan algunos ejemplos de aceros de acuerdo con el invento:

TABLA I

15

Acero	% C	% Mn	% Si	% Ni	% Cr	% Mo	% Al <sup>a</sup>	% B	% Fe
A	0,16	0,67	0,19	0,74	0,23	0,17	0,03	0,003	Resto
B	0,18	0,83	0,23	0,96	0,26	0,26	0,035	0,004	Resto
C	0,21	0,91	0,33	0,96	0,31	0,26	0,037	0,004	Resto

20

<sup>a</sup> determinado como aluminio ácido-soluble.

25

Chapas, de 2,5 cm. de grueso, de estos aceros se austenizaron a 813° C durante 1 hora, se enfriaron en agua y se revinieron durante 3 horas, unas a 620° C y otras a 650° C. Muestras cortadas de las chapas se sometieron a ensayos de tracción, a ensayos de resiliencia Charpy con entalla en V a la temperatura ambiente y a

30

295490



ensayos para determinar la temperatura más baja (a la que nos referiremos como temperatura de transición) a la que los aceros presentaban una resiliencia de 2 m.kg. como mínimo. Los resultados fueron los siguientes:

TABLA II

10 Acero	<u>Propiedades a tracción</u>				<u>Resiliencia Charpy</u> <u>Entalla en V</u>	
	Límite elástico Kg/mm <sup>2</sup>	Resistencia a tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Alargamiento % x	Reducción de sección %	Temp. ambiente m.kg.	Temp. de transición °C
	Revenido a 620° C					
15 A	73,5	78,4	21	65	10,8	- 112
B	75,9	80,0	22	66	9,1	- 123
C	75,3	84,3	22	65	10,4	- 126
	Revenido a 650° C					
20 A	68,9	75,3	21	66	13,5	- 129
B	68,5	75,9	22	67	9,8	- 120
C	70,3	80,1	22	67	10,4	- 134

x Alargamiento, utilizando una longitud de referencia de 5 cm.

25 Los aceros de acuerdo con el invento pueden ser soldados sin afectar en forma desfavorable su límite de elasticidad o su resistencia a la tracción, su resiliencia o su ductilidad. Pueden doblarse 180° sobre un soporte de radio 1,25 cm. sin que se agrieten.

30 El efecto de la soldadura puede mostrarse por los

295490

resultados obtenidos con otro acero (D) de acuerdo con el invento, que pueden compararse con los obtenidos con un acero sin níquel conocido (1). Las composiciones de estos aceros eran:

5

TABLA III

Acero	% C	% Mn	% Si	% Ni	% Cr	% Mo	% Al	% B	% Zr
D	0,20	0,60	0,25	0,85	0,30	0,26	0,032	0,003	-
1	0,17	0,74	0,65	-	0,62	0,23	0,035	-	0,04

10

15

Chapas de 2,5 cm. de grueso de estos aceros fueron sustenizadas a 913° C, enfriadas en agua, revenidas durante dos horas a 650° C y enfriadas en agua después. Dos chapas de cada acero fueron soldadas a tope manualmente. Entonces se cortaron las chapas por la mitad, ensayando una mitad como quedó después de soldar, mientras la otra mitad fué ensayada después de eliminar tensiones a 595° C durante dos horas. Se efectuaron ensayos con muestras cortadas de chapas sin soldar de cada acero y de las zonas afectadas por el calor después de la soldadura y después de eliminar tensiones.

20

25

Las propiedades obtenidas fueron las siguientes:

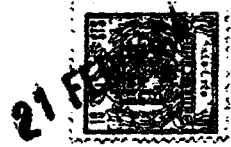


TABLA IV

5

10

Acero	Condi- ción	Límite elástico (def. perm. 0,2%)	Resistencia a tracción	Alarga- miento	Reducción de sección
		kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	%	%
D	1	73,5	80,5	33,7	69,3
	2	70,3	78,5	28,5	60,0
	3	68,9	77,5	30	57,8
1	1	60,5	71,2	24,0	67,5
	2	60,7	71,5	27,5	61,5
	3	57,3	69,0	27,5	51,5

15

- 1 = Chapa (sin soldar)
- 2 = Zona afectada por el calor (después de soldar)
- 3 = Zona afectada por el calor (después de eliminar ten-  
siones).

20

La temperatura de transición de resiliencia, es de-  
cir la temperatura más baja a la que el acero tiene toda-  
vía una resiliencia de 2 m.kg., fué determinada también,  
siendo las siguientes:

TABLA V

25

30

Acero	Chapa °C	Zona afectada por el calor	
		Después de soldar °C	Eliminadas las tensiones °C
D	- 123	- 107	- 107
1	- 84	- 79	- 70

205490

Esta solicitud que corresponde a la presentada en E.U.A., el día 31 de enero de 1963, bajo el número 252.626, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Mejoras introducidas en la fabricación de aceros que, cuando están calientes, por enfriamiento en forma suficientemente rápida desde una temperatura de austenización para obtener una microestructura martensítica y revenido posterior a una temperatura superior a 590° C, tienen en secciones que no exceden de 2,5 cm un límite aparente de elasticidad (deformación permanente, 0,2 %) de más de 63 kg/mm<sup>2</sup>, una resistencia a la tracción de más de 70 kg/mm<sup>2</sup>, una relación del límite aparente de elasticidad a la resistencia a la tracción de al menos 0,8, una resiliencia Charpy con entalla en V de al menos 5,5 mkg a la temperatura ambiente y 2 mkg a - 100° C, y buenas ductilidad y soldabilidad, caracterizadas por el hecho de que dicho acero contiene de 0,14 % a 0,24 % de carbono, 0,6 % a 1,2 % de manganeso, 0,10 % a menos de 0,5 % de silicio, 0,6 % a 1,5 % de níquel, 0,18 % a 0,35 % de cromo, 0,15 % a 0,35 % de molibdeno, 0,015 % a 0,1 % de aluminio y 0,0005 % a 0,005 % de boro, y el resto,

30

205490

a excepción de las impurezas, es hierro.

21



2.- Mejoras de acuerdo con el punto 1 caracterizadas porque dichos aceros contienen de 0,15 % a 0,22 % de carbono, 0,65 % a 1 % de manganeso, 0,2 % a 0,35 % de silicio, 0,7 % a 1 % de níquel, 0,2 % a 0,35 % de cromo, 0,15 % a 0,3 % de molibdeno, 0,02 % a 0,06 % de aluminio y 0,0005 % a 0,004 % de boro.

3.- Mejoras de acuerdo con los puntos 1 ó 2 caracterizadas porque dichos aceros están en estado templado y revenido.

4.- Mejoras introducidas en la fabricación de aceros.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de once hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 21 FEB 1964

P. A.

Alberto del Eizaburo  
Por V. O. S. r.

295490