



SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE C21 C22
SUBCLASE D C

385256

Nº 385.256

P A T E N T E D E I N T R O D U C C I O N

por DIEZ años

cuyo privilegio se solicita para España, sus territorios y plazas de soberanía, a favor de:

FAGERSTA BRUKS AKTIEBOLAG

entidad sueca, domiciliada en Fagersta, Suecia, relativa a:

"METODO DE OBTENCION DE ACEROS"

=====

Fuente de información: Solicitud de patente sueca nº 15259/67 de fecha 7 noviembre 1967.



385256

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a la obtención de aceros soldables de gran resistencia. - - - - -

Es conocido que los aceros soldables del tipo ferrita-perlita C-Mn tienen características mecánicas notablemente mejoradas cuando la dimensión de los granos disminuye, en primer lugar por lo que se refiere al límite elástico, pero también por lo que se refiere a la resistencia a la tracción y la temperatura de transición de la resiliencia. La dimensión de los granos puede reducirse a un pequeño valor, por ejemplo bajando la temperatura durante el laminado de acabado o añadiendo al acero elementos de afinado de los granos. Estos elementos de afinado de los granos pueden en ciertos casos provocar la formación de cementita que permite un aumento suplementario de la resistencia, pero tienen una influencia desfavorable sobre la temperatura de transición de la resiliencia. Estos aceros contienen habitualmente de 0,15 a 0,20% de carbono, de modo que tienen una gran tendencia a tomar una característica de perlita, lo que reduce la resistencia transversal de las bandas y reduce su mecanizabilidad, en particular por lo que se refiere al plegado en una dirección paralela a la longitud de la banda. - - - - -

385256

2:00



Es posible reducir el contenido de perlita y por consiguiente el contenido de las bandas en perlita, reduciendo el contenido de carbono. Si el contenido de carbono se reduce a un valor muy pequeño, el acero no contendrá perlita.

- 5. Sin embargo, una reducción del contenido de perlita supone un aumento de dimensión de los granos, lo que reduce la resistencia a la tracción y la resistencia a los choques. Por consiguiente, se ha ensayado substituir el carbono por otros elementos de aleación, por ejemplo el fósforo, el manganeso y el silicio. - - - - -

- 15. La patente sueca nº 155.512 describe aceros con poco contenido de carbono (menos de 0,015%) que contienen fósforo y que tienen un límite elástico del orden de 30 kg/mm². En estos aceros, la suma del contenido de fósforo y de diez veces el contenido de nitrógeno está comprendida entre 0,15% y 0,30%. - - - - -

- 20. El estudio de la influencia del manganeso ha demostrado que en las aleaciones normalizadas de hierro al manganeso que contienen muy poco carbono (0,004%) y hasta 5% de manganeso, el límite elástico (en ciertos casos el punto 0,5% del diagrama de tensión) se eleva a 13 kg/mm² para 0% de Mn, a 23 kg/mm² para 3% de Mn y a 48 kg/mm² para 5% de Mn. La temperatura de transición de la resiliencia varía entre -20°C y -50°C para los aceros que contienen hasta 3% de Mn.
- 25. Cuando el contenido de manganeso es superior a 3%, la temperatura de transición de la resiliencia lo hace hasta +100°C para 5% de Mn. Cuando el contenido de carbono de las

385256

21 DC



aleaciones que contienen hasta 2% de Mn se aumenta hasta 0,03 a 0,05% el límite elástico no es afectado de una forma considerable, pero el aumento de la temperatura de transición de la resiliencia es más importante. - - - - -

5. La influencia del manganeso sobre las características de los aceros con poco contenido de carbono ha sido también objeto de otras investigaciones. Según una investigación reciente, un acero que contiene de 0,05 a 0,10% de carbono y de 3 a 15% de manganeso tiene una resistencia a la
10. tracción elevada y una pequeña resistencia a los choques a temperatura ambiente, tanto sin haber sido tratado como después de recocido o de templado. Ello se aplica también a los aceros fundidos bajo vacío. Según un estudio publicado recientemente, cuando estos aceros se enfrían a partir de 1000°C
15. tienen un límite elástico elevado para un alargamiento permanente de 0,2% y al mismo tiempo una elevada temperatura de transición de la resiliencia, e inversamente. Un acero que contiene 0,034% de carbono y 5% de manganeso se considera como poseyendo un límite elástico de 82 kg/mm² y una temperatura
20. de transición de la resiliencia de +30°C. - - - - -

Resulta de lo que precede que un contenido de manganeso de aproximadamente 3% y más aumenta a la vez la fragilidad y la dureza de los aceros con poco contenido de carbono.-

25. La presente invención tiene por objeto la fabricación de un acero que puede laminarse, forjarse o extruirse, y que tiene una combinación extremadamente ventajosa de pro-

385256

21



propiedades mecánicas, es decir un límite elástico de por lo menos 60 kg/mm², una temperatura de transición de la resiliencia inferior a -40°C y una excelente aptitud para el conformado, para la soldadura y para el mecanizado. - - - - -

- 5. Este acero contiene: - - - - -
- A) de 0,01 a 0,04% y preferentemente de 0,01 a 0,03% de C, - - - - -
- de 2,2 a 6% y preferentemente de 2,6 a 5% de Mn, - - - - -
- hasta 2% y preferentemente hasta 1% de Si, - - - - -
- 10. hasta 0,2% y preferentemente de 0,01 a 0,1% de Al (soluble en ácido), - - - - -
- hasta 0,2% de Zr, - - - - -
- Hasta 0,03% y preferentemente de 0,005 a 0,02% de N, de 0,01 a 0,3% y preferentemente de 0,02 a 0,2% de Nb y/o de V, pudiendo estar substituido el Nb total o parcialmente por Ta, y - - - - -
- 15.

siendo el resto hierro con las impurezas habituales, y tiene una estructura con granos muy finos formada por una matriz cúbica centrada y por carburos, nitruros y carbonitruros submicroscópicos. - - - - -

20.

Este acero está exento de carburos, de nitruros y de carbonitruros visibles con el microscopio óptico, es decir con la luz visible. - - - - -

Un ejemplo de acero conveniente comprendido entre

385256

210



los límites anteriores contiene: - - - - -

- B) de 0,01 a 0,4% y preferentemente de 0,01 a 0,03%
de C, - - - - -
de 2,2 a 6,0% y preferentemente de 2,5 a 5% de Mn, - - - - -
- 5. hasta 1% y preferentemente menos de 0,5% de Si, - - - - -
de 0,01 a 0,2% y preferentemente de 0,02 a 0,1% de
Al (soluble en ácido), - - - - -
- 10. hasta 0,03% y preferentemente de 0,005 a 0,02% de N,
de 0,01 a 0,3% y preferentemente de 0,02 a 0,2% de
Nb y/o de V, pudiendo estar substituido el Nb total
o parcialmente por Ta, y - - - - -

siendo el resto hierro con las impurezas habituales. - - - - -

- 15. Un acero obtenido según la invención será en general suministrado laminado en caliente, forjado o extruido, pero puede también utilizarse para la fabricación de productos moldeados. También es posible someter el acero a un tratamiento en frío, por ejemplo al laminado en frío, al estirado en frío, al embutido en frío, etc. El trabajado en caliente se realiza habitualmente de la forma siguiente: el acero
- 20. se calienta a una temperatura habitual de trabajado en caliente, por ejemplo de 1000°C a 1200°C y luego se trabaja a esta temperatura que, en la fase final, baja a un valor comprendido entre 700°C y 1000°C y preferentemente entre 750°C y 930°C, siendo luego el acero enfriado al aire, al aceite
- 25. o al agua. Si se desea, el acero puede entonces ser sometido a un tratamiento suplementario, es decir sometido a un calentamiento

385256

2



tamiento entre 700°C y 1000°C, preferentemente entre 750°C y 930°C, seguido de enfriamiento al aire, al aceite o al agua, o bien puede ser recocido a una temperatura de 500°C a 700°C, preferentemente de 500°C a 650°C, seguido del enfriamiento,

5. habitualmente al aire. - - - - -

Para las composiciones comprendidas entre los límites A o B indicados anteriormente los contenidos de carbono, de manganeso y/o de nitrógeno son preferentemente los siguientes: - - - - -

10. de 0,015 a 0,34% de C, - - - - -
de 3 a 5% y preferentemente de 4 a 5% de Mn, y - - -
por lo menos de 0,010% de N. - - - - -

15. La expresión "límite elástico" se utiliza para designar el ensayo para el 0,2% de alargamiento permanente, excepto si se especifica de otra forma. La expresión "temperatura de transición de la resiliencia" o "a impacto" designa la temperatura para la cual la energía de choque K_v es de 2,8 kgm en el ensayo con el péndulo de Charpy. La expresión "carburos, nitruros y carbonitruros submicroscópicos" designa los ingredientes de la estructura que no pueden ser vistos con el microscopio de luz visible, es decir que tienen dimensiones inferiores a 0,2 micrones. - - - - -

25. Se dan en la tabla anexa unos ejemplos de aceros obtenidos según la presente invención, con los resultados de los ensayos. - - - - -

385256

24



El límite elástico del acero depende principalmente del contenido de manganeso y, en cierta medida, de la temperatura del tratamiento final. En ciertos casos, el tratamiento final es un tratamiento térmico separado, puesto que en

5. el laminado de piezas relativamente gruesas es frecuentemente difícil obtener con el laminado de acabado una temperatura suficientemente uniforme en todo el espesor. Después del tratamiento efectuado según la presente invención, las propiedades mecánicas son prácticamente constantes en todo el

10. espesor de la materia. La invención se aplica en particular a los aceros de espesor hasta aproximadamente 200 mm y preferentemente de 100 a 150 mm. - - - - -

Un acero obtenido según la presente invención se caracteriza en primer lugar por una excelente tenacidad a pesar de su resistencia elevada, lo que podría considerarse como paradójal. Las características pueden modificarse utilizando el enfriamiento al aire, al aceite o al agua. El acero tiene una tenacidad muy buena, incluso después del temple con aceite o con agua y no necesita revenido consecutivo. - -

20. Cuando el acero contiene 4% o algo más de 4% de manganeso, sus características mecánicas equivalen enteramente a las del acero templado y revenido denominado SIS 2541 (acero normalizado sueco) que contiene aproximadamente 0,35% de C, 0,25% de Si, 0,7% de Mn, 1,4% de Cr, 1,4% de Ni y 0,2%

25. de Mo. Sin embargo, el acero según la invención tiene una aptitud mucho mejor para el mecanizado que el acero SIS aunque

385256



5. pueda contener 4% de manganeso y más. Esta buena mecanizabili-
 dad es también excepcional ya que se ha constatado siempre
 hasta ahora una mecanizabilidad peor cuando el contenido de
 carbono aumenta tanto en los aceros aleados como en los aceros
 al carbono. - - - - -

10. La mecanizabilidad se ilustra por medio de las figu-
 ras 1 y 2 que dan unos resultados de ensayos de torneó y de
 fresado para el acero SIS 2541 y el acero nº 4 de la tabla
 anexa, ambos tratados térmicamente para obtener una resisten-
 15. cia a la tracción de aproximadamente 95 kg/mm². En la figura
 1, el plano medio de desgaste VB_m se señala en función de la
 duración del torneó T efectuado con una herramienta de acero
 duro (profundidad de corte 2 mm, avance 0,2 mm/vuelta, veloci-
 dad de corte 168 m/mn). En la figura 2 el volumen V se indica
 20. en función de la velocidad de corte con herramienta de acero
 rápido (profundidad de corte 1 mm, avance 0,1 mm/vuelta,
 VB_{max}=0,7 mm). Estas curvas muestran que la duración de la vi-
 da de la herramienta durante el ensayo de torneó y el volumen
 del acero eliminado durante el ensayo de fresado para el ace-
 20. ro nº 4 son varias veces superiores a los obtenidos en el caso
 del acero SIS. Es notable que un acero obtenido según la pre-
 sente invención pueda mecanizarse tan fácilmente a pesar de
 su tenacidad. - - - - -

25. La soldabilidad del acero es también una caracterís-
 tica excepcional. Se ha admitido empíricamente hasta ahora que
 la soldabilidad de un acero es función de su equivalente de

385256



carbono $C\% + (Mn\%/6)$. Hasta ahora, un acero no debía tener un equivalente de carbono superior a 0,4 para tener una soldabilidad ilimitada, de modo que los contenidos de manganeso claramente superiores a 2% no eran tolerables, incluso para aceros de muy poco contenido de carbono. En cambio, según la invención, se obtiene una buena soldabilidad con contenidos de manganeso que pueden estar comprendidos entre 2,2 y 6%. Esta característica procede probablemente de la combinación de granos muy finos y de un contenido de carbono muy pequeño que comunica al acero una tenacidad muy elevada respecto a su dureza. - - - - -

Los ensayos de soldabilidad efectuados por soldadura a tope y por soldadura con diferentes electrodos dan artículos soldados que tienen límites elásticos que alcanzan aproximadamente 75 kg/mm^2 . No se han constatado fisuras y en las zonas afectadas por el calor las diferencias de la dureza del acero son pequeñas, del orden de $\pm 30^\circ$ Vickers. Los ensayos de resistencia a la fatiga de los aceros fabricados según la invención dan resultados equivalentes a los obtenidos con aceros correspondientes templados y revenidos de tipos clásicos. - - - - -

Desde luego, la descripción que precede no es limitativa y la invención puede realizarse según otras variantes, sin salirse por ello de su alcance. - - - - -

Acero Nº.	Dim. mm	Tratamiento	Límite elástico kg/mm ²	Resisten- cia a la tracción kg/mm ²	Alarga- miento %	Reducción de la sec- ción %	Temperatura de transición °C
1	350x4	Laminado	72	83	16	-	-60
1	60 Ø	Tratado en caliente enfriado al aire	64	81	17	74	-100
2	12 Ø	Laminado en caliente enfriado al agua	79	100	16	69	-80
2	12 Ø	Laminado en caliente enfriado al agua	100	114	12	69	-60
2	30 Ø	Laminado en caliente enfriado al agua	88	109	14	67	-80
3	12 Ø	Laminado en caliente enfriado al agua	92	109	12	68	-60
3	30 Ø	Laminado en caliente enfriado al agua	86	105	14	70	-80
4	28 Ø	Tratado en caliente enfriado al agua	80	98	15	70	-70
4	28 Ø	Tratado en caliente enfriado al agua	93	111	15	67	-60
4	55 Ø	Tratado en caliente enfriado al agua	76	95	17	72	-60
4	55 Ø	Tratado en caliente enfriado al agua	89	105	17	72	-60
4	65 Ø	Tratado en caliente enfriado al agua	71	90	18	75	-60
4	65 Ø	Tratado en caliente enfriado al agua	82	100	15	70	-60

Acero Nº.	C%	Si%	Mn%	Al%	Nb%	V%	N%
1	0,027	0,29	3,2	0,030	0,04	-	0,015
2	0,020	0,19	4,1	0,064	0,13	-	0,015
3	0,020	0,30	4,1	0,023	-	0,10	0,010
4	0,034	0,25	4,6	0,036	0,11	-	0,016

385256

21



385256



N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - - - - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

5. 1.- Método de obtención de aceros, particularmente de aceros de construcción que tienen un límite elástico de por lo menos 60 kg/mm^2 y una temperatura de transición a impacto inferior a -40°C , pudiendo dicho acero ser fácilmente conformado, soldado y mecanizado, caracterizado porque un
10. acero del tipo definido posteriormente se somete a un trabajo en caliente que se acaba a $700 - 1000^\circ\text{C}$, preferentemente $750 - 930^\circ\text{C}$, después de lo cual el acero se enfría al aire, al aceite o al agua y luego, eventualmente, se recalienta a $700 - 1000^\circ\text{C}$, preferentemente $750 - 930^\circ\text{C}$, enfriándose
15. de nuevo al aire, al aceite o al agua, estando constituido dicho acero por de 0,01 a 0,04% y preferentemente de 0,01 a 0,03% de C; de 2,2 a 6% y preferentemente de 2,6 a 5% de Mn; hasta 2% y preferentemente hasta 1% de Si; hasta 0,2% y preferentemente de 0,01 a 0,1% de Al (soluble en ácido); hasta
20. 0,2% de Zr; hasta 0,03% y preferentemente de 0,005% a 0,02% de N; de 0,01 a 0,3% y preferentemente de 0,02 a 0,2% de Nb y/o V, pero pudiendo estar substituido el Nb total o parcialmente por Ta, siendo el resto Hierro con las impurezas habituales. - - - - -

385256

21



2.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el acero se somete a un recocido a una temperatura comprendida entre 500°C y 700°C y luego se enfría preferentemente al aire. - - - - -

5. 3.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el contenido de carbono está comprendido entre 0,015 y 0,034%. - - - - -

10. 4.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el contenido de manganeso está comprendido entre 3 y 5%. - - - - -

5.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el contenido de nitrógeno es igual por lo menos a 0,010%. - - - - -

15. 6.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el acero contiene de 0,01 a 0,4% y preferentemente de 0,01 a 0,03% de C; de 2,2 a 6,0% y preferentemente de 2,5 a 5% de Mn; hasta 1% y preferentemente menos de 0,5% de Si; de 0,01 a 0,2% y preferentemente de 0,02 a 0,1% de Al (soluble en ácido); hasta 0,03% y preferentemente de 0,005 a 0,02%
20. de N; de 0,01 a 0,3% y preferentemente de 0,02 a 0,2% de Nb y/o de V, pudiendo estar el Nb substituido total o parcialmente por Ta, siendo el resto hierro con las impurezas habituales, teniendo dicho acero una estructura de granos muy finos formada por una matriz cúbica centrada y por carburos, nitru-
25. ros y carbonitruros submicroscópicos. - - - - -

385256



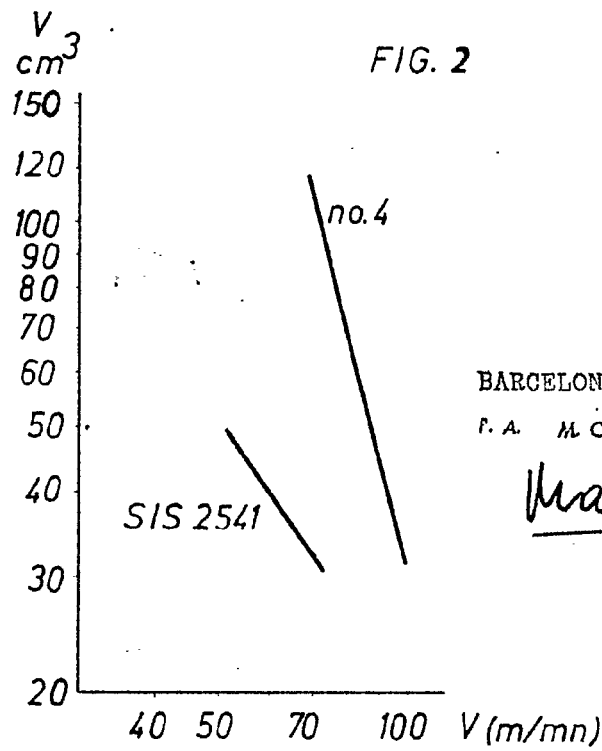
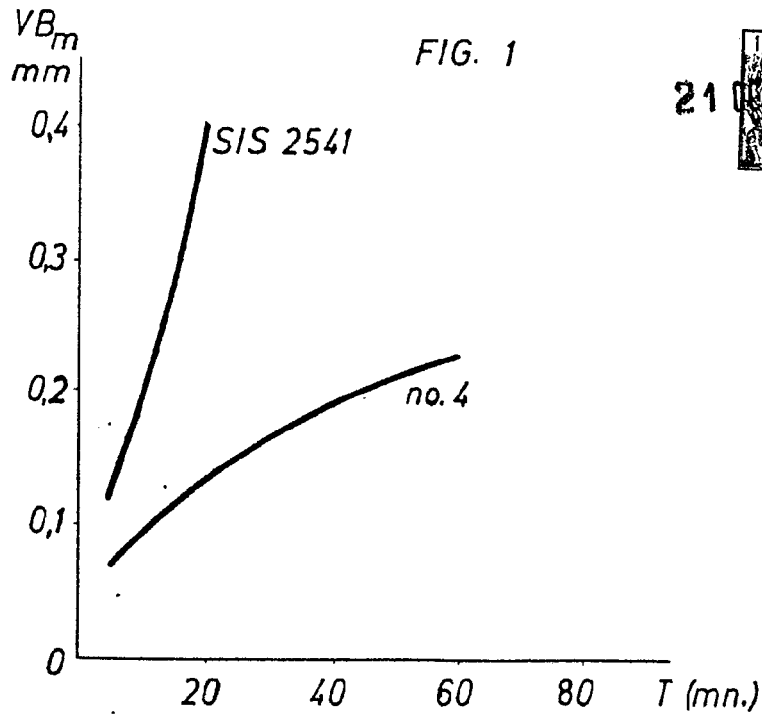
7.- "METODO DE OBTENCION DE ACEROS". - - - - -

Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de catorce hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de una lámina de dibujos que la ilustra.

BARCELONA, 21 OCT. 1970
P. A. M. CURELL SUÑER

Man. In den

mcm.



BARCELONA, 21 OCT. 1970

F. A. M. CURELL SUÑOL

Man. Ind. de