



PATENTE DE INVENCION

Case No.L-54539.

336 997

Memoria Descriptiva

sobre:

"Procedimiento para preparar aceros
al boro de grano basto"

==.==.==.==.==.==.==.==.==

Solicitante: UNITED STATES STEEL CORPORATION, entidad norteamericana,
residente en 525 William Penn Place, Pittsburgh, Estado
de Pensilvania, EE.UU. de A.

==.==.==.==.==.==.==.==.==

5. La presente invención se relaciona con un acero de grano basto tratado con boro y de elevada capacidad de endurecimiento. Más particularmente, la invención se relaciona con un acero que, en condiciones de enfriamiento y temple, se caracteriza por una microestructura que mues-



- 2 -

336997

tra elevada dureza, elevada solidez, buena ductilidad y satisfactoria resistencia a la muesca o resistencia viva.

- Existe la necesidad de planchas económicas de
5. acero que muestren una elevada solidez y una adecuada resistencia viva, para su uso en la construcción de edificios, puentes, etc. En el pasado, se han empleado generalmente para tales aplicaciones aceros al carbón laminados en caliente que muestran resistencias elásticas
 10. de 2531 kg/cm^2 aproximadamente. Las resistencias elásticas relativamente bajas de estos aceros exigen que se usen en forma de secciones relativamente pesadas, lo cual es indeseable, porque incrementa los costos de material y fabricación e impone limitaciones de diseño. Los mate-
 15. riales de elevada resistencia elástica son por consiguiente muy interesantes, puesto que ofrecen un potencial de uso en secciones más delgadas equivalentes en cuanto a capacidad de sustentación de cargas. Así, en los años recientes ha habido un aumento en el uso de aceros de
 20. baja aleación y elevada solidez, laminados en caliente, que tienen resistencias elásticas del orden de 2953 a 4922 kg/cm^2 . Desgraciadamente, estos aceros de baja aleación son generalmente obtenibles sólo en planchas de ligero calibre, porque en las de calibre grueso es difícil
 25. obtener una adecuada resistencia viva. En algunos usos de construcción crítica, se emplean aceros de aleación enfriados y templados que poseen resistencias elásticas del orden de 7031 kg/cm^2 . Estos aceros de aleación poseen buena capacidad de soldadura y excelente resistencia viva
 30. para planchas de hasta varios centímetros de grosor. Sin



336997

embargo, el costo de las planchas de acero de aleación es superior al de las planchas de acero al carbón laminadas en caliente o de acero de baja aleación y elevada solidez, y consideraciones económicas limitan el uso de aceros de aleación enfriados y templados.

5.

Una reciente aportación a la industria del acero han sido los aceros al carbono de grano basto, que en condiciones de enfriamiento y temple muestran elevada solidez, buena ductilidad, buena resistencia viva y buena capacidad de soldadura. Debido al tamaño granular

10.

basto, estos aceros se caracterizan por una capacidad de endurecimiento superior a la mostrada por los aceros al carbono convencionales de tamaño granular más fino. Sin embargo, la capacidad de endurecimiento del acero de gra

15.

no basto es limitada también y cuando se desea un acero de superior capacidad de endurecimiento, es necesaria la adición de elementos de aleación. Como es más económico que la mayoría de los elementos de aleación convencionalmente usados (tales como níquel, cromo y molibdeno),

20.

el boro es frecuentemente usado para incrementar la capacidad de endurecimiento, pero cuando se añade boro al acero es también, práctica común, añadir elementos formadores de óxidos y nitruros, tales como aluminio y titanio, para llevar a cabo el efecto endurecedor del boro. La

25.

adición de tales elementos formadores de óxidos y nitruros causa un refinamiento en el tamaño granular. Como resultado de ello, la capacidad de endurecimiento del acero tratado con boro es inferior a cuando el tamaño granular es basto.

30.

La presente invención proporciona un acero de

336997



- grano basto tratado con boro que muestra una capacidad de endurecimiento superior a la de los aceros de grano fino y tratados con boro o los aceros de grano basto que no contienen boro. Hemos observado que, de acuerdo con la invención, pueden producirse aceros de grano basto tratados con boro si los contenidos en oxígeno y nitrógeno se mantienen dentro de límites críticos y si no se incluyen sustancialmente elementos formadores de óxidos, nitruros o carburos. El acero de acuerdo con la invención consta esencialmente, en peso, del 0,05 al 0,5% de carbono, 0,05 al 3% de manganeso, 0,0005 al 0,01% de boro, hasta un 3% de silicio, hasta un 3% de cobre, hasta un 8% de níquel, hasta un 5% de cromo, hasta un 2% de molibdeno, hasta un 0,01% de aluminio y no más del 0,005% de cada uno de los elementos nitrógeno y oxígeno, siendo el resto sustancialmente hierro (es decir, hierro con impurezas normales en la producción del acero). Tales aceros se caracterizan por tener un basto tamaño granular de ASTN nº 7 y más basto en condiciones de enfriamiento y temple y por poseer una elevada capacidad de endurecimiento y solidez.

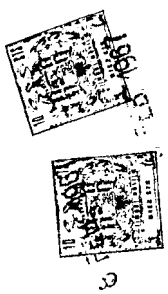
La invención se comprenderá más plenamente con referencia a los adjuntos dibujos y siguientes ejemplos.

- Se preparó y ensayó una serie de composiciones de acero para ilustrar la importancia de un crítico control de los elementos formadores de óxidos, nitruros y carburos en la producción de acero de grano basto tratado con boro. Las composiciones de estos aceros se muestran en la Tabla I, que incluye dos aceros A y B,



336997

de acuerdo con la invención. También se muestran en la Tabla I las composiciones C y D, que son respectivamente un acero de grano fino (que contienen aluminio) y tratado con boro y un acero de grano basto que no contiene boro. Los otros elementos, carbono, manganeso, silicio, fósforo y cobre, de todos los aceros, son similares, excepto la intencionada variación en aluminio, titanio y boro.



T A B L A I I

336997

336997

Composición química de los aceros investigados. Porcentaje.
Análisis verificados en laboratorio

<u>Acero</u>	<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>B</u>	<u>Total Al</u>	<u>N₂</u>	<u>O[*]₂</u>
A	0,15	1,15	0,016	0,020	0,18	0,28	<0,005	0,0018	0,005	0,001	0,003
B	0,16	1,18	0,017	0,019	0,19	0,30	<0,005	0,0036	0,004	<0,001	0,002
C	0,16	1,16	0,016	0,019	0,19	0,30	0,024	0,0018	0,038	0,001	0,001
D	0,16	1,15	0,016	0,020	0,17	0,29	<0,005	<0,0005	0,004	0,001	0,001

* Análisis en orisol

- T A B L A I -

336997

Composición química de los aceros invest
Análisis verificados en labo:

<u>Acero</u>	<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>	<u>Cu</u>
A	0,15	1,15	0,016	0,020	0,18	0,28
B	0,16	1,18	0,017	0,019	0,19	0,30
C	0,16	1,16	0,016	0,019	0,19	0,30
D	0,16	1,15	0,016	0,020	0,17	0,29

* Análisis en orisol



DATA:

336997

aceros investigados. Porcentaje.

medidos en laboratorio

<u>Cu</u>	<u>Ti</u>	<u>B</u>	<u>Total</u> <u>Al</u>	<u>N</u> <u>2</u>	<u>O</u> <u>2</u>
0,28	<0,005	0,0018	0,005	0,001	0,003
0,30	<0,005	0,0036	0,004	<0,001	0,002
0,30	0,024	0,0018	0,038	0,001	0,001
0,29	<0,005	<0,0005	0,004	0,001	0,001

336997

-7-



Los resultados de ensayos de capacidad de endurecimiento con temple terminal realizados sobre los cuatro aceros descritos en la Tabla I se exponen en la Tabla II y las correspondientes curvas son presentadas en las figuras 1A, 1B, 1C y 1D, en las cuales, se ha representado en abscisas las distancias al extremo templado en mm y en ordenado la dureza en RockwellC. Es evidente por los datos de la Tabla II y por las curvas mostradas en los dibujos, que los aceros A y B tienen una superior capacidad de endurecimiento que los otros dos. A esta elevada capacidad de endurecimiento se deben los incrementados espesores en sección en los que son obtenibles unas buenas propiedades mecánicas, solidez y tenacidad con estos aceros.

336997



336997

- T A B L A II -

Capacidad de endurecimiento con temple terminal y tamaño granular de los aceros investigados

Acero	Antes austenita Tamaño granular ASTM NO.	Capacidad endurecimiento con temple terminal, dureza Rc												Diámetro ideal, # D
		Distancia desde el extremo templado. mm.												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	5-1/2	58,5	58,5	57,75	56,25	51,75	43,5	37,5	32,25	27,75	25,5	22,5	<22,5	58,42
B	5-1/2	60,75	59,25	57,75	56,25	52,5	44,25	37,5	33	30,75	27	24	22,5	58,42
C	8	60,75	58,5	57	54	45	34,5	28,5	24	<22,5				52,07
D	6	58,5	57	54	45	35,25	24	<22,5						44,45

Basado en la dureza para un 50% de martensita

336997

- 8 -

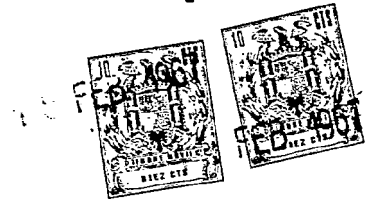
- T A B L A II -

Capacidad de endurecimiento con temple terminal y tama

<u>Acero</u>	<u>Antes austenita Tamaño granular ASTM NO.</u>	<u>Capacidad endurecimiento con tem</u>					
		<u>Distancia desde el extre</u>					
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
A	5-1/2	58,5	58,5	57,75	56,25	51,75	43,5
B	5-1/2	60,75	59,25	57,75	56,25	52,5	44,25
C	8	60,75	58,5	57	54	45	34,5
D	6	58,5	57	54	45	35,25	24

* Basado en la dureza para un 50% de martensita

336997



- 8 -

II -

terminal y tamaño granular de los aceros investigados

<u>temple con temple terminal, dureza Rc</u>								Diámetro
<u>desde el extremo templado. mm.</u>								ideal,
<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	\pm D 1
51,75	43,5	37,5	32,25	27,75	25,5	22,5	<22,5	58,42
52,5	44,25	37,5	33	30,75	27	24	22,5	58,42
45	34,5	28,5	24	<22,5				52,07
35,25	24	<22,5						44,45

- 9 -
336997¹⁸



- Puede verse por lo que antecede que para producir aceros de grano basto tratados con boro, han de mantenerse a un bajo nivel los afinadores de granos, tales como aluminio, y los formadores de carburos y nitruros, tales como vanadio, titanio, zirconio, columbio y tungsteno. Hemos observado que los formadores de carburos y nitruros, con exclusión del aluminio, deben limitarse a un total del 0,02% para evitar un indeseable afinamiento granular. Análogamente, los contenidos en nitrógeno y oxígeno han de mantenerse críticamente para evitar la pérdida del efecto endurecedor del boro. Unas proporciones preferibles de composición para nuestro acero de grano basto y tratado con boro son las del 0,001 al 0,007% de boro, hasta el 0,01% de aluminio, no más del 0,005% de nitrógeno y no más del 0,005% de oxígeno. El tamaño preferido granular de los aceros enfriados y templados de la composición antes mencionada deberá ser del orden de ASTM Nos, 6a 1. Para la obtención de los mejores resultados, hemos observado que deberán hallarse presentes del 0,001 al 0,004% de boro y hasta un 0,01% de aluminio, no más del 0,003% de nitrógeno y no más del 0,003% de oxígeno. El tamaño óptimo granular del acero enfriado y templado de esta composición es ASTM Nos. 6 a 4.
25. Para conseguir los deseados tamaños granulares, han de emplearse las prácticas de reducción y fusión que reducen los contenidos en oxígeno y nitrógeno. Con tamaños granulares de finura superior a ASTM n^o 7, no se obtendrá la deseada capacidad de endurecimiento. Por esta razón, es necesario reducir el conte
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 30.



336997

nido en oxígeno y nitrógeno a los límites indicados, mientras se limita el contenido en aluminio, así como las cantidades de formadores de carburos y nitruros.

5. Los aceros de bajo contenido en oxígeno y nitrógeno son convencionalmente producidos por fusión en vacío. Sin embargo, esta práctica no es necesaria y puede usarse cualquier procedimiento de fusión que tenga por resultado unos bajos contenidos en oxígeno y nitrógeno, para producir acero de grano basto tratado con boro de acuerdo con esta invención. Así, por ejemplo, los aceros pueden ser producidos por fusión en hornos de oxígeno básico para obtener bajos contenidos en nitrógeno y reducirse luego con carbono y a vacío para obtener un bajo contenido en oxígeno.
- 10.
- 15.

N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el número Ser No. 529.150 de 21 de febrero de 1966, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita Patente de Invención por veinte años en España sobre: " PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR ACEROS AL BORO DE GRANO BASTO", caracterizándose-
- 20.
- 25.
- 30.

336997



se por lo siguiente:

- 5. 1ª.- Procedimiento para preparar aceros al boro de grano basto que en condiciones de enfriamiento y temple poseen un tamaño granular sustancialmente de ASTM nº 7 y más basto, caracterizándose porque se funden esencialmente de un 0,05 a un 0,5% de carbono, de un 0,05 a un 3% de manganeso, de un 0,0005 a un 0,1% preferentemente de un 0,001 a un 0,004% de boro, no más del 0,005% preferentemente no más del 0,003% de nitrógeno, no más del 0,005% preferentemente no más del 0,003% de oxígeno, hasta un 8% de níquel, hasta un 5% de cromo hasta un 3% de silicio, hasta un 3% de cobre, hasta un 2% de molibdeno, hasta un 0,01 % de aluminio y el resto sustancialmente hierro.
- 10.
- 15.

2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la cantidad total de formadores de carburos y nitruros, con exclusión del aluminio, no representa más del 0,02%.

- 20. 3ª.- "PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR ACEROS AL BORO DE GRANO BASTO", tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

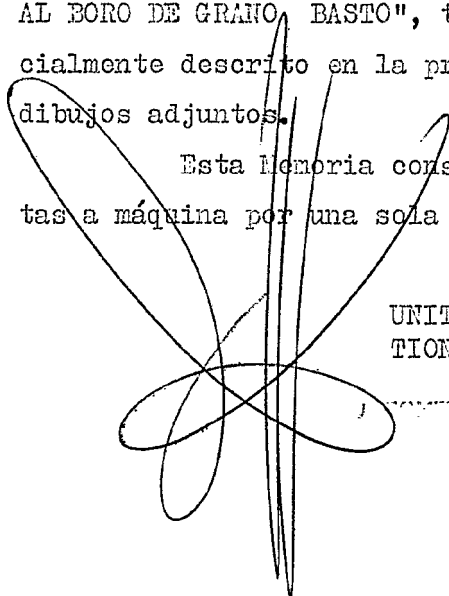
25. Esta Memoria consta de once hojas escritas a máquina por una sola cara.

18 FEB 1967

Madrid,

UNITED STATES STEEL CORPORATION

J. J. GARCIA Y MODEY
Ingeniero de Minas



336997



FIG. 1A.

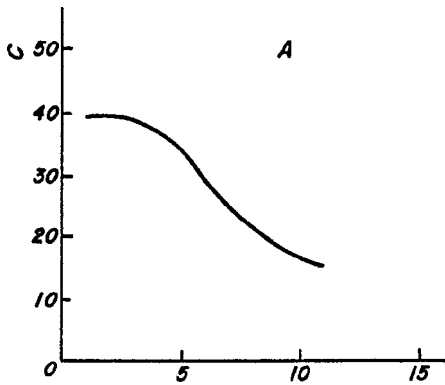
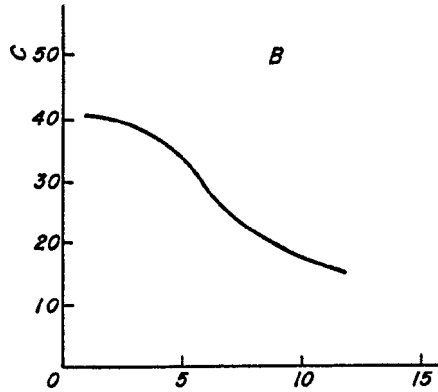


FIG. 1B.



ESCALA
VARIABLE

FIG. 1C.

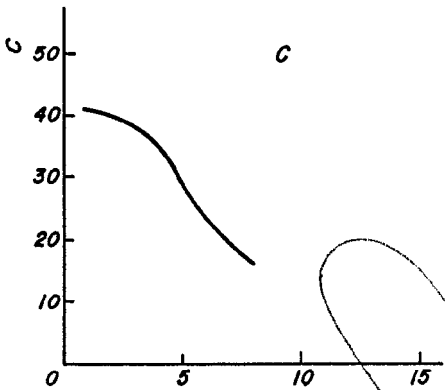
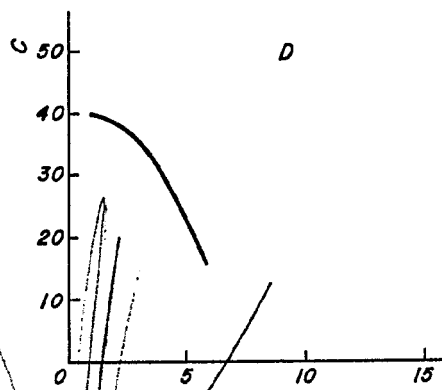


FIG. 1D.



18 FEB. 1967

J. GOMEZ AVILA Y MOLINA