



1974

PATENTE DE INVENCION

Armco 1199

414942

414942

Int. Cl.:	C22C
-----------	------

*Memoria Descriptiva* F.P. 3-6-75

*sobre:*

PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR ACEROS DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO.

=====

*Solicitante:*

ARMCO STEEL CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 703 Curtis Street, Middletown, Ohio, EE. UU. de América.

=====

La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de aceros desgasificados al vacío, de bajo contenido en carbono, sin normalización térmica, que contiene columbio, titanio y/o zirconio, y que posee una gran ductilidad, elevada relación de

5.



5. resistencia a la tracción a límite elástico, y ausencia de alargamiento en el límite de fluencia en condiciones de laminado en caliente, laminado en frío y recocido. El acero tiene gran utilidad para productos laminados en caliente, laminados en frío y recocidos en caja, laminados en frío y recocidos de una forma continua, laminados en frío y recocidos de una forma continua con revestimiento metálico por inmersión en caliente, o productos revestidos no metálicos.

10. Los solicitantes de la presente invención han descubierto con anterioridad a este invento un acero bajo en carbono, desgasificado al vacío, sin normalización térmica, tratado con columbio. Dicho acero no tiene prácticamente alargamiento en el límite de fluencia en estado recocido, posee excelentes características superficiales, se encuentra prácticamente exento de inclusiones y de desarrollo crítico del grano.

15. El acero consiste esencialmente en: de un 0,002 % a un 0,015 % aproximadamente de carbono, de un 0,02 % a un 0,30 % aproximadamente de columbio, de un 0,05 % a un 0,60 % aproximadamente de manganeso, hasta un 0,035 % aproximadamente de azufre,

20. hasta un 0,010 % aproximadamente de oxígeno, hasta un 0,012 % aproximadamente de nitrógeno, hasta un 0,080 % aproximadamente de aluminio, fósforo y silicio en cantidades residuales, siendo el resto prácticamente hierro.

25. Los fabricantes han descubierto en el pasado que la adición de columbio, tantalio, vanadio, boro o titanio, como elementos formadores de carburos y/o nitruros, para obtener un acero semicalmado sin normalización térmica, dan al acero buenas propiedades para la embutición profunda. Tomese como referencia la patente Estadounidense No. 2.999.749, concedida

30. el 12 de Septiembre de 1961, a E.R. Saunders et al; patente Estadounidense No. 3.102.831, concedida el 3 de Septiembre



de 1963 a N.F. Tisdale, y patenté estadounidense No. 3.183.078 concedida el 11 de Mayo de 1965 a T. Ohtake et al, para una mayor explicación de la tecnología en este campo.

5. La patente de los Estados Unidos 3.522.110, concedida el 28 de Julio de 1970 a M. Shimizu et al, describe un procedimiento para producir acero laminado en frio que se considera sin normalización térmica y que posee excelentes propiedades para la embutición profunda. El acero contiene desde más del 0,001 % a menos del 0,020 % de carbono, menos del 0,45 % de manganeso, menos del 0,015 % de oxígeno, menos del 0,007 % de nitrógeno, desde más del 0,021% a menos del 0,5 % de titanio ( excepto el titanio presente como óxido de titanio), siendo el resto hierro. El acero puede contener azufre en cantidades inferiores al 0,05 % y pequeñas cantidades de aluminio. El
10. titanio debe encontrarse presente en cantidades superiores a 4 veces el contenido de carbono. El proceso comprende la laminación en caliente del material a una temperatura por encima de 780°C, laminación en frio con una reducción de más del 30 % y recocido a una temperatura del orden de 650°C a 1.000°C. Se
15. afirma en esta patente que el recocido continuo da mejores propiedades al producto.

20. La patente Estadounidense 3.607.456, concedida el 21 de Septiembre de 1971 a J.L. Forand, Jr. describe un acero al que se le suponen excelentes propiedades para la embutición en caliente en estado de laminado en frio y recocido y un tamaño de
25. grano ASTM de 6,0 a 9,0. El acero consiste esencialmente en un 0,020 % de carbono como máximo, 0,60 % de manganeso como máximo, 0,010 % de nitrógeno como máximo, 0,015 % máximo de oxígeno, de un 0,15 % a un 0,30 % de titanio, siendo el resto esencialmente hierro. El hierro puede contener una cantidad máxima
30. del 0,03 % de azufre y puede haber presente aluminio en pe



- queñas cantidades. La relación en peso entre el titanio y la suma del contenido de carbono y nitrógeno debe ser por lo menos de 7:1. El producto se obtiene por laminación en caliente, con acabado a una temperatura superior a 843°C, enfriamiento y enrollamiento dentro de una gama de temperaturas de 482°C a 649°C, reducción en frío en un 50 % a un 85 %, y recocido discontinuo o por partidas dentro de una gama de temperaturas de 843°C y la temperatura de transformación alfa gamma.
- 5.
10. La patente Británica 1.192.794, a nombre de Nippon Kokan K.K, publicada el 20 de Mayo de 1970, describe un procedimiento para producir un acero con bajo contenido de carbono el que se le supone sin normalización térmica y que posee buenas propiedades para la embutición profunda, y comprende
15. reducir el contenido de carbono de un acero fundido semicalentado a menos del 0,02 % por desgasificación al vacío, añadir un formador de carburos; formar planchas laminadas en frío y recocer las planchas a una temperatura comprendida entre 700°C y 950°C. El formador de carburo es titanio, vanadio,
20. columbio, tántalo, zirconio, uranio, hafnio o torio, y se debe añadir en cantidad suficiente para reducir el contenido de soluto de carbono a la temperatura de recocido a una cantidad inferior al 0,002 %. Cuando se trata de titanio, el contenido debe ser superior a 4 veces el contenido de carbono.
25. La patente mencionada anteriormente aclara que el titanio se ha considerado desde hace mucho tiempo como un elemento altamente eficaz para eliminar la normalización térmica o envejecimiento y el alargamiento al límite de fluencia en los aceros con bajo contenido de carbono. No obstante, los
30. aceros tratados con titanio, producidos según los procesos de



la tecnología anterior, tienen inherentemente una baja resistencia a la tracción en el estado de laminado en frío y recocido. Esto se pone de evidencia en los datos expuestos más adelante donde el promedio de resistencia a la tracción de los

5. aceros tratados con titanio de tipo normal de la tecnología anterior es aproximadamente de  $303 \text{ MN/m}^2$  en estado de laminado en frío y recocido.

La patente de Forand comprende la adición de un exceso de titanio, parte del cual por lo menos pasa a solución sólida. Esto resulta evidente por la exigencia de un mínimo de 0,15

10. % de titanio según Forand.

La patente Estadounidense 3.102.831, publicada el 3 de Septiembre de 1963, concedida a N.F. Tisdale, describe un procedimiento para la producción de acero calmado, semicalmado o

15. semidesoxidado, que contiene aproximadamente desde un 0,005 % a un 0,050 % de columbio donde los lingotes, zamarras o barras se calientan a una temperatura por encima de  $1.260^{\circ}\text{C}$ , se laminan en caliente con una temperatura de acabado comprendida entre  $843^{\circ}\text{C}$  y  $955^{\circ}\text{C}$ , se enfrían rápidamente a una temperatura inferior a  $649^{\circ}\text{C}$ , y después se dejan enfriar al aire a un régimen normal. Los aceros contienen del 0,02 % al 0,50 % de carbono, del 0,005 % al 0,5 % de silicio, del 0,15 % al 1,6 % de manganeso, del 0,005 % al 0,050 % de columbio, fósforo y azufre en cantidades residuales, siendo el resto hierro.

20.

La patente Estadounidense 2.999.749, concedida el 12 de Septiembre de 1961, a E.R. Saunders et al, describe un procedimiento para producir acero semicalmado sin normalización térmica que contiene por lo menos un 25 % de manganeso y por lo menos uno de los elementos columbio, tántalo, vanadio y boro

25.

30. en cantidades suficientes para combinarse con el nitrógeno presente. También se pueden incorporar en el agente de adición pe



queñas cantidades de un desoxidante que puede ser zirconio, titanio, berilio, magnesio, aluminio, calcio, silicio y/o bario.

5. A pesar de que los descubrimientos mencionados relativos a un acero tratado con columbio proporcionan un material y un procedimiento capaz de alcanzar un amplio espectro de propiedades en estados de laminado en caliente y laminado en frío, la adición de columbio produce efectos de endurecimiento por precipitación que reducen la ductilidad a menos que se
10. reduzca el contenido de carbono a un nivel bajo y la banda laminada en caliente se acabe y se enrolle a temperatura elevada. Además, el producto resulta relativamente costoso en virtud a la elevada relación entre el columbio y carbono.

15. El presente invento tiene por objeto principal proporcionar un acero de bajo contenido de carbono sin normalización térmica que no tiene prácticamente alargamiento al límite de fluencia que, en estado laminado en caliente, tiene una elevada ductilidad, buena capacidad de conformación y un bajo límite elástico prácticamente independiente de la temperatura de
20. laminación y del contenido total de carbono a la tracción y elevadas relaciones de resistencia a la tracción al límite elástico y que, en el estado de laminado en frío con recocido continuo y revestimiento metálico por inmersión en caliente, posee elevados valores de alargamiento a la tracción y una
25. gran proporción media de deformación plástica permanente.

30. Otro objeto del invento es producir un acero con las propiedades citadas y con una notable reducción en la cantidad de columbio y titanio, o columbio y zirconio, se si compara con la cantidad de cada elemento necesaria para conseguir propiedades comparables si se emplean por si solos.

Los objetos del invento se consiguen fabricando un ace



ro con bajo contenido de carbono, desgasificado al vacio y desoxidado, donde se añaden columbio y titanio o zirconio de acuerdo con las relaciones indicadas a continuación:

5. Cuando se emplean titanio y columbio, la cantidad de titanio debe ser igual o inferior a 4 x el % en peso de carbono + 3,43 x % en peso del nitrógeno, excepto titanio como óxidos de titanio. Este se puede expresar como:

(1) 
$$\frac{\text{Ti}}{\text{C} + \frac{12}{14} \text{N}} \leq \frac{4}{1}$$
 excepto Ti como óxidos de Ti

10. donde 12 es el peso atómico de C y 14 es el peso atómico de N. La relación de titanio a carbono es por lo tanto igual o inferior a 4.1 excepto el titanio, como óxidos de titanio y nitruros de titanio. La cantidad de columbio debe ser: (2a) superior al 0,025 % en peso y

15. 
$$\frac{\text{Ti}}{\text{C} + \frac{12}{14} \text{N}} = \frac{4}{1}$$

ó la cantidad de columbio debe ser:

(2b) superior al 0,025 % en peso + 7,75  $\left[ \frac{\% \text{ en peso de C total} - (\% \text{ en peso de Ti} - 3,43 \% \text{ en peso de N})}{4} \right]$

si 
$$\frac{\text{Ti}}{\text{C} + \frac{12}{14} \text{N}} < \frac{4}{1}$$

suponiendo que

$$\left[ \% \text{ C total} - \frac{(\% \text{ en peso Ti} - 3,43 \% \text{ en peso N})}{4} \right] < 0,003 \text{ a } 0,004 \% \text{ en peso C.}$$

20. En (2b) anterior se comprenderá que el factor siguiente a 0,025 % en peso representa la cantidad de columbio necesaria para combinarse con la parte del total de carbono que no esté ya combinada con el titanio. Según se explicará más adelante, se evita el efecto de endurecimiento por precipitación de carburos de columbio si se combina de este modo menos



del 0,03 % al 0,04 % en peso de carbono.

5. Cuando se emplean zirconio y columbio, la cantidad de zirconio debe ser igual o inferior a 7,6 x % en peso de carbono más 6,51 X % en peso de nitrógeno, excepto el zirconio como óxidos de zirconio y sulfuros de zirconio. Esto se puede expresar como:

$$(3) \frac{\text{Zr}}{\text{C} + \frac{12}{14} \text{N}} < 7,6/1$$

excepto Zr como óxidos de Zr y sulfuros de Zr, donde 12 es el peso atómico de C y 14 es el peso atómico de N.

La cantidad de columbio debe ser:

(4a) Superior al 0,025 % en peso si

10. 
$$\frac{\text{Zr}}{\text{C} + \frac{12}{14} \text{N}} = \frac{7,6}{1}$$

ó la cantidad de columbio debe ser:

(4b) Superior a 0,025 % en peso + 7,75 [ % en peso C<sub>total</sub> -  $\left( \frac{\% \text{ en peso Zr} - 6,51 \% \text{ en peso N}}{7,6} \right)$  ]

si 
$$\frac{\text{Zr}}{\text{C} + \frac{12}{14} \text{N}} < 7,6 / 1$$

en el supuesto que  $\left[ \% \text{ en peso C} - \left( \frac{\% \text{ en peso Zr} - 6,51 \% \text{ en peso N}}{7,6} \right) \right]$

< 0,003 a 0,004 % en peso C.

15. En (4b) anterior se comprenderá que el factor que sigue a 0,025 % en peso represente la cantidad de columbio necesaria para combinarse con aquella parte del total de carbono que no esté ya combinada con zirconio. El porcentaje en peso de Zr incluye los óxidos de Zr y los sulfuros de Zr.

Si las composiciones de las aleaciones cumplen con 1 las exigencias expuestas anteriormente en (1), (2a) o (2b), o en (3), (4a) o (4b), los aceros tendrán las característi-



cas indicadas a continuación.

- Como laminados en caliente, se eliminan los efectos de endurecimiento por precipitación observados en los aceros tratados con columbio. A este respecto, se observará que el endurecimiento por precipitación va asociado con la formación de carburo de columbio en los aceros tratados con columbio. Se ha averiguado que la adición de titanio o zirconio en combinación con el columbio da por resultado la formación preferencial de carburos de titanio zirconio en lugar de carburos de columbio.
5. La barra delgada laminada en caliente tendrá, por lo tanto, propiedades prácticamente independientes de la temperatura de enroldamiento utilizada en la laminación en caliente y prácticamente independiente del contenido total de carbono. Las propiedades del principal interés son:
10. Ausencia de alargamiento al límite de fluencia, cuya presencia produce roturas de rollos y formación de estrías indeseables; buena capacidad de formación y de embutición asociadas con bajos límites elásticos, elevadas relaciones entre la resistencia a la tracción y el límite elástico, y buena ductilidad.
15. A pesar de que los aceros tratados solamente con titanio tienen propiedades comparables en estado laminado en caliente, los aceros de este invento exigen prácticamente menos titanio que los que contienen titanio solamente. Como la recuperación de titanio es relativamente baja (generalmente de un 60 a un 70 %), es evidente que se produce una menor pérdida total a los niveles inferiores de las cantidades de adición exigidas según el presente invento, con lo que se consigue un costo reducido.
20. Como laminado en frío y recocido por partida, la adición
- 25.
- 30.



- de titanio o zirconio en combinación con columbio da por resultado valores de alargamiento a la tracción superiores, y valores promedios de proporción de deformación plástica permanente equivalentes a los aceros que contienen columbio solamente. Las propiedades se caracterizan por:
5. Ausencia de alargamiento al límite de fluencia en estado recocido; elevados valores  $r_m$ , que dan por resultado una calidad extra para la embutición profunda; elevadas relaciones de resistencia a la tracción con respecto al límite elástico; excelentes valores de alargamiento a la tracción.
10. Los aceros del invento tienen un tamaño de grano más fino que los aceros tratados con titanio solamente. Esto supone ventajas para ciertas aplicaciones de material laminado en frío y recocido por partidas; v.g., se evitan superficies de "piel de naranja" o partes embutidas donde la apariencia es un factor de importancia, como ocurre en piezas cromadas que exigen un acabado con calidad de joyería.
15. Como laminado en frío y recocido continuo, o recocido continuo y con revestimiento metálico por inmersión en caliente, la adición de titanio o zirconio en combinación con el columbio da por resultado valores de alargamiento a la tracción notablemente superiores, y valores promedios de proporción de deformación plástica permanente superiores a los aceros que contienen columbio solamente. Las propiedades se caracterizan por:
20. Ausencia de alargamiento al límite de fluencia en estado recocido; elevados valores de  $r_m$  que dan por resultado una calidad de embutición en profundo extra; elevadas relaciones de resistencia a la tracción con respecto al límite elástico; excelentes valores de alargamiento a la tracción.
25. En su aspecto más general, el acero del invento tiene
- 30.

414942



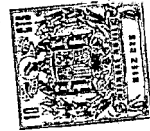
la composición en el estado de lingote o en el estado de banda laminado en caliente, indicada a continuación, siendo los porcentajes en peso:

5.	Columbio	0,025 a 0,12 %
	Titanio	Aproximadamente 0,015 a 0,12 % excepto Ti como óxido de Ti
	Zirconio	Aproximadamente 0,028 a 0,18 % excepto Zr como óxidos y sulfuros de Zr
	Carbono	Aproximadamente 0,002 a 0,020 %
10.	Nitrógeno	0 % aproximadamente 0,008 %
	Manganeso	0 % aproximadamente 0,60 %
	Azufre	0 % aproximadamente 0,035 %
	Oxígeno (total)	0 % a 0,010 % aproximadamente
	Aluminio (total)	0 % a 0,041 % aproximadamente
15.	Fósforo	Residual
	Silicio	Residual
	Resto	Prácticamente hierro, excepto impurezas incidentales.

20. En el acero anterior, todo el nitrógeno se combina con nitruros de titanio o zirconio, y todo el carbono que excede del 0,003 al 0,004 % se combina como carburos de titanio o zirconio. Cuando se emplea zirconio, todo el azufre se combina como un sulfuro de zirconio.

25. La gama de composición en el estado de laminado en frío y recocido será prácticamente la misma que se ha indicado anteriormente para el estado de lingote o de banda laminada en caliente. No obstante, se observará que cuando el material se somete a condiciones de elaboración que tienen a producir la captación de nitrógeno (v.g., recocido en rollos apretados de banda laminada en frío en atmósfera de hidrógeno-nitrógeno), quedará dentro del alcance del invento el año

30.



dir un exceso suficiente de titanio o zirconio a la carga fundida para barrer la captación calculada de nitrógeno y evitar, de este modo, cualquier formación sustancial de nitrógeno libre en el producto final.

5. El acero del invento se produce fundiendo una carga de acero de una forma tradicional con un máximo de contenido de carbono de aproximadamente 0,05 % desgasificando el acero al vacío hasta alcanzar un contenido de carbono de aproximadamente un 0,020 % máximo, un contenido de oxígeno de aproximadamente 0,010 % máximo y un contenido de nitrógeno de aproximadamente 0,008 % máximo, añadir titanio o zirconio en una cantidad calculada como suficiente para reaccionar con todo el carbono, nitrógeno y oxígeno (más azufre cuando se trata de zirconio), añadiendo columbio en cantidad suficiente para producir más del 0,025 % de columbio en solución sólida en la etapa de laminado en caliente, según se determina por el análisis de chepa a la temperatura ambiente. El acero desgasificado se moldea entonces en lingotes o en un tocho continuo, se solidifica, se lamina en caliente hasta un espesor de banda con acabado a temperaturas normales de aproximadamente 816°C a aproximadamente 927°C, y se enrolla según la práctica tradicional. El producto laminado en caliente se decapará después de ordinario y se reducirá en frío hasta el calibre final, sometiendo a un recocido final a una temperatura de aproximadamente 705°C a 788°C por partida, o a una temperatura que puede alcanzar hasta 900°C en un recocido continuo de la banda.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

30. La etapa de desgasificación comprende desoxidación añadiendo aluminio suficiente para eliminar el desprendimiento excesivo de gases antes de añadirse el columbio y titanio o zirconio. El aluminio podría sustituirse también por silicio o titanio en este estadio, como desoxidante..



En evidente que el presente invento difiere de la patente mencionada de Shimizu et al 3.522.110 en el sentido de que exige titanio (o zirconio) en combinación con columbio, siendo el contenido de titanio igual o inferior a cuatro veces el contenido de carbono más 3,43 veces el contenido de nitrógeno. Los solicitantes de la presente describen una composición que contiene de un 0,001 a un 0,020 % de carbono y de un 0,02 a 0,5 % de titanio (excepto titanio como óxidos), siendo el contenido de titanio inferior a cuatro veces el contenido de carbono. En la patente de Shimizu no se describen aceros comprendidos en el invento donde el contenido de titanio sea igual o inferior a cuatro veces el contenido de carbono más 3,43 veces el contenido de nitrógeno. En la patente mencionada de Forand N° 3.607.856, es necesario un mínimo del 0,15 % de titanio en un acero con un máximo de carbono del 0,020 % y un máximo de nitrógeno del 0,010 % siendo el contenido de titanio un mínimo de 7 veces el contenido de carbono más el contenido de nitrógeno. Por el contrario, el presente invento exige titanio (o zirconio) y columbio, con un contenido máximo de titanio del 0,12 % y una cantidad igual o inferior a cuatro veces el contenido de carbono más 3,43 veces el contenido de nitrógeno.

DESCRIPCION DE LAS MODALIDADES DE PREFERENCIA

A pesar de que la composición se ha expuesto en términos generales, las gamas de preferencia y de mayor preferencia, que dan por resultado una combinación óptima de propiedades, son como sigue, exponiendose todos los porcentajes en peso:

	<u>Preferencia</u>	<u>Mayor preferencia</u>
Columbio	0,025 a 0,060 %	0,025 a 0,040 %

414942



	Titanio (excepto Ti como óxidos de Ti) o	0,028 a 0,12 %	
	Zirconio (excepto Zr como sulfuros y óxidos de Zr)		
	Carbono	0,002 a 0,010 %	0,002 a 0,006 %
	Nitrógeno	0,002 a 0,006 %	0,002 a 0,006 %
5.	Manganeso	0. % a 0,35 %	0. % a 0,35 %
	Azufre	0. % a 0,02 %	0. % a 0,01 %
	Oxígeno (total)	0. % a 0,004 %	0. % a 0,004 %
	Aluminio (total)	0,015 a 0,020 %	0,015 a 0,020 %
	Fósforo	0. % a 0,010 %	0. % a 0,010 %
10.	Silicio	0. % a 0,015 %	0. % a 0,015 %
	Resto	Prácticamente hierro, excepto impurezas incidentales.	

De preferencia, en las aleaciones anteriores, cuando se emplea titanio:

15.

$$\frac{\text{Ti}}{\text{C} + \frac{12}{14} \text{N}} = \frac{4}{1}$$

excepto Ti como óxidos de Ti; y cuando se utiliza zirconio:

20.

$$\frac{\text{Zr}}{\text{C} + \frac{12}{14} \text{N}} = \frac{7,6}{1}$$

excepto Zr como óxidos y sulfuros de Zr.

25. Si se añade zirconio en exceso a 7,6 % en peso de carbono + 6,51 % en peso de nitrógeno, se combinará con azufre en la relación en peso de 1,42 zirconio:1 azufre, tanto si se encuentre presente como si no manganeso suficiente para combinarse con el azufre. Como el presente invento comprende someter la carga fundida a desoxidación al vacío y ulterior desoxidación completa con aluminio o titanio, la cantidad de óxido de zirconio formados será imperceptible.

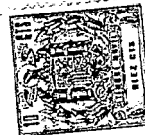


Aunque el titanio y el zirconio ejercen funciones prácticamente equivalentes cuando se añaden con columbio, por lo que se ha expuesto anteriormente, es evidente que existen algunas diferencias. Se ha descubierto que, al contrario que el columbio, el titanio y el zirconio no producen un efecto de endurecimiento por precipitación. Por otro lado, el titanio ejerce un efecto muy ligero en lo referente a retardar la recristalización, mientras que el zirconio ejerce un gran efecto en lo que se refiere a retardar la recristalización, comparable al columbio.

El zirconio barre el carbono, nitrógeno y azufre en presencia de columbio, manganeso y aluminio. El titanio se comporta de un modo similar con respecto al carbono y al nitrógeno. El titanio es un formador de carburos más fuerte que el columbio. No obstante, tanto el titanio como el zirconio reaccionan de una forma preferencial con el nitrógeno antes que con el carbono.

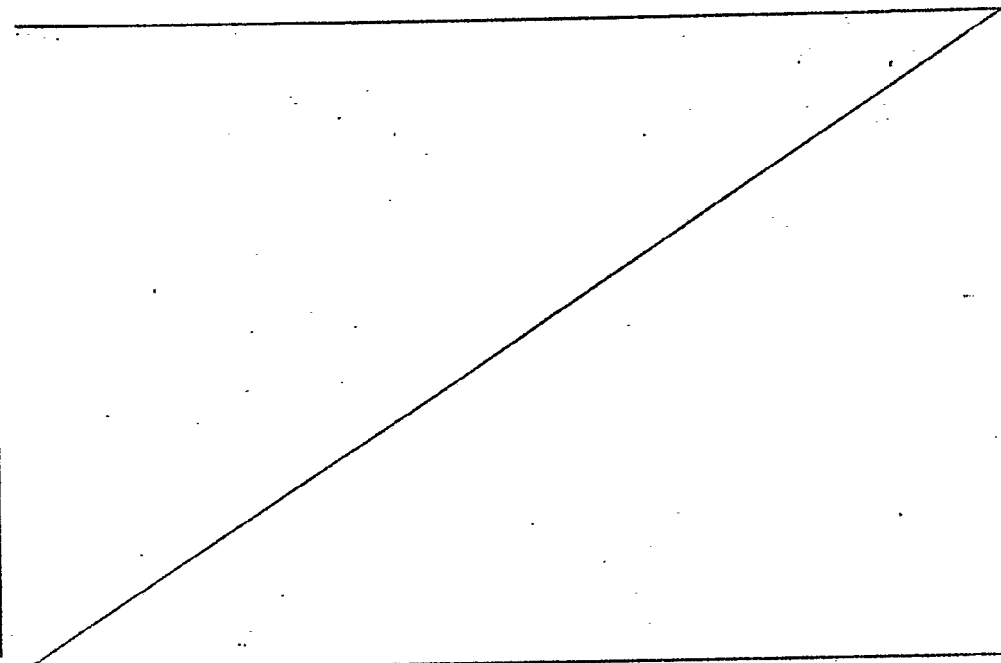
Dentro de las gamas de composiciones preferidas citadas anteriormente, se pueden calcular composiciones ejemplares según las fórmulas (1) y (2a) o (2b) o (3) y (4a) o (4b), que poseen las propiedades deseadas. A título de ilustración se expone a continuación una tabla de adiciones de titanio y columbio donde se indican los porcentajes en peso totales de carbono, nitrógeno y columbio; el porcentaje en peso de titanio comprende la cantidad disponible para formar carburos y nitruros, pero excluye el titanio como óxidos de titanio.

% Cb Exigido	Para 0,003 % N % de Ti exigido	Para 0,004 % N % Ti exigido	Para 0,005 % N % Ti exigido	Para % C
0,03	0,0225	0,0260	0,0295	0,003
0,04	0,0173	0,0208	0,0243	0,003
0,05	0,0122	0,0157	0,0192	0,003



0,06	0,0070	0,0105	0,0140	0,003
0,03	0,0345	0,0380	0,0415	0,006
0,04	0,0293	0,0328	0,0363	0,006
0,05	0,0241	0,0276	0,0311	0,006
0,06	0,0189	0,0224	0,0259	0,006
0,03	0,0465	0,0500	0,0535	0,009
0,04	0,0413	0,0448	0,0483	0,009
0,05	0,0361	0,0396	0,0431	0,009
0,06	0,0309	0,0344	0,0379	0,009

5. Se investigó la relación entre la composición, y particularmente la cantidad de columbio sin combinar, y las propiedades de un acero tratado con titanio y columbio, con contenidos variables de carbono. El contenido de carbón en un lingote de acero elaborado en trén de laminación, aumentó desde la base hasta la parte superior del lingote empleando un compuesto de despunte después de la colada. El análisis y propiedades a niveles variables de carbono se exponen en la tabla I a continuación.



414942

o lab. %	Ti como TiN	Ti como TiC	Ti como Ti sin combi-ner	Cb como CbC	Cb como Cb sin combi-ner	C sin combi-ner
18	0,0124	0,0306	0	0,028	0	0,0017
36	0,0124	0,0306	0	0,0062	0,0218	0
73	0,0124	0,0306	0	0	0,028	0
77	0,0124	0,0288	0,0018	0	0,028	0

La cola de la barra)



414942

TABLA I

Cb	Ti	C	N	S	Mn	Al	Laminado en caliente YFE	Laminado frío 60% recocido 732°C-4 horas YFE r-9C
0,028*	0,043*	0,0130*	0,0036*	0,013*	0,28*	0,045*	5	12
		0,0084*					-	0
		0,0076**					0	0
		0,0072**					-	0
								1,
								1,
								1,
								1,

\* Análisis en cuchara

\*\* Análisis de barra delgada laminada en caliente (promedio de la cabeza a

414942

o Lab. Lab. s %	Ti como TiN	Ti como TiC	Ti sin combi- nar	Cb como CbC	Cb sin combi- nar	C sin combi- nar
18	0,0124	0,0306	0	0,028	0	0,0017
36	0,0124	0,0306	0	0,0062	0,0218	0
73	0,0124	0,0306	0	0	0,028	0
77	0,0124	0,0288	0,0018	0	0,028	0

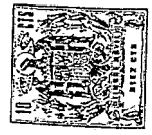
la cola de la barra)

C

0,0

\* A

\*\* A



414942

TABLA I

Cb	Ti	C	N	S	Mn	Al	Laminado en caliente % YPE	Laminado frío 60% recocido 732°C-4 horas YPE r-90
0,028*	0,043*	0,0130*	0,0036*	0,013*	0,28*	0,045*	5	12
	0,0084**						-	0
	0,0076**						0	0
	0,0072**						-	0

\* Análisis en cuchara

\*\* Análisis de barra delgada laminada en caliente (promedio de la cabeza a



- Se observará que la muestra con un contenido de carbono más elevado, donde no existía titanio y columbio sin combinar pero un 0,0017 % de carbono sin combinar, tenía un notable alargamiento al límite de fluencia en ambos estados de laminado en caliente y laminado en frío y recocido. Por el contrario, la muestra que contenía un 0,0076 % de carbono, con un 0,028 % de columbio en solución sólida, no mostraba alargamiento en el límite de fluencia ni en estado de laminado en caliente ni estado de laminado en frío y recocido, y mostraba un marcado aumento en el valor transversal. A este respecto, se puede explicar que el valor  $r$  absoluto para esta muestra sería de aproximadamente 2 si se hubiera sometido a laminación en frío en laminador y recocido. La magnitud de los valores  $r$  individuales no tienen importancia, pero las diferencias entre la primera y las últimas dos muestras demuestran la eliminación de alargamiento en el límite de fluencia y el marcado aumento en valores  $r$  resultantes de la presencia de más del 0,025 % de columbio en solución sólida.

- En la tabla I el reparto de titanio como TiN y TiC y columbio como CbC se derivó como sigue:

$$\frac{\text{Ti}}{\text{N}} \text{ en TiN} = \frac{47.90}{14} = 3,43$$

$$\frac{\text{Ti}}{\text{C}} \text{ en TiC} = \frac{47.90}{12} = 4,0$$

$$\frac{\text{Cb}}{\text{C}} \text{ en CbC} = \frac{92.91}{12} = 7,75$$

$$\text{Ti como TiN} = 3,43 \times \%N$$

$$\text{Ti como TiC} = 4,0 \times \%C$$

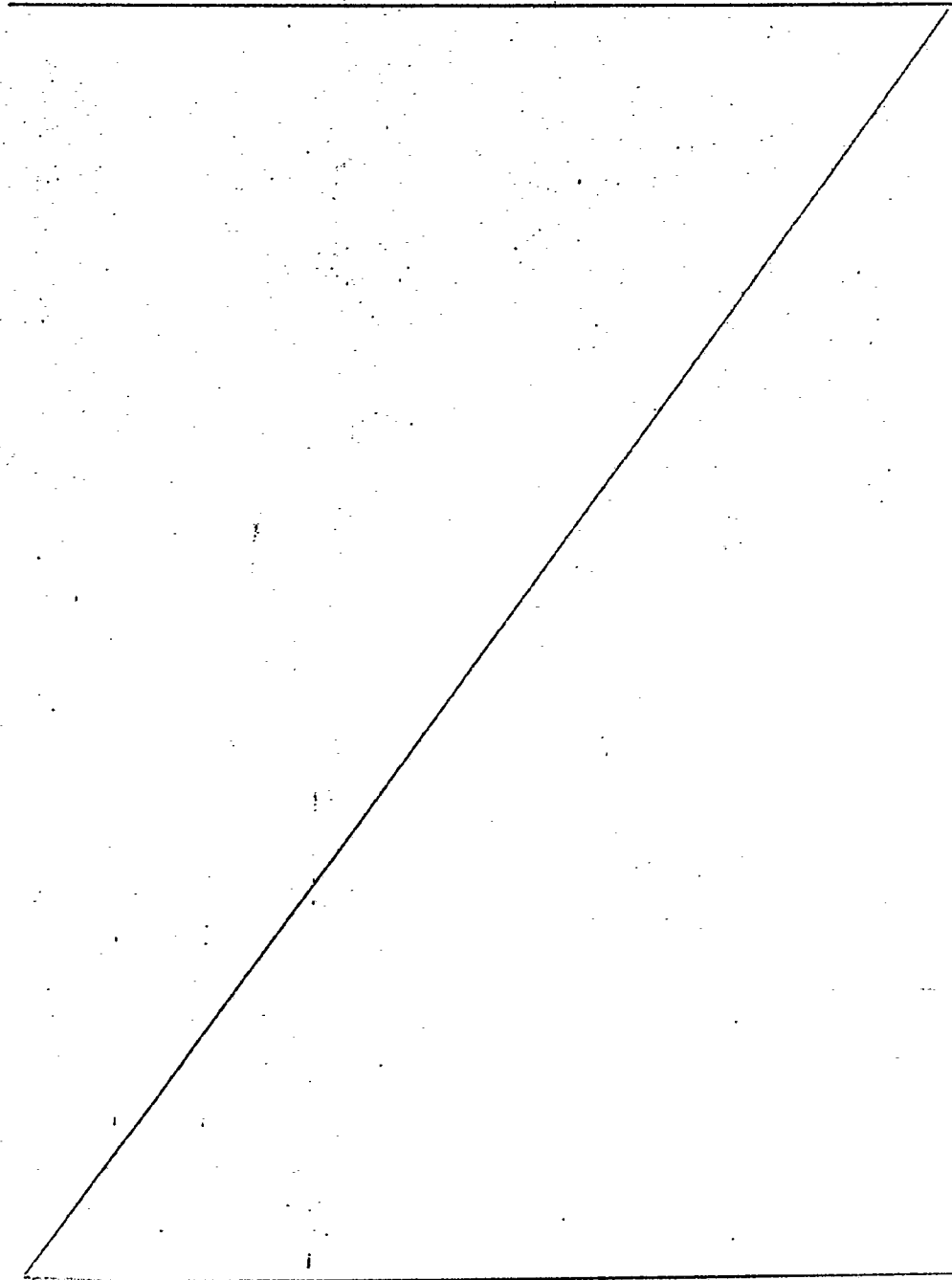
$$\text{Cb como CbC} = 7,75 \times (\%C_{\text{total}} - \%C \text{ como TiC}).$$

Se investigó el efecto que producía la temperatura de enrollamiento y el contenido de carbono sobre las propiedades



de laminado en caliente de aceros tratados con columbio y titanio. En la tabla II, indicada a continuación, se exponen las propiedades mecánicas de un cierto número de caldas. Para comparar se incluyen también varias caldas de acero tratado con columbio puro.

5.





Calda	Cb	Ti	C	N	Temp.de enro llamiento °C	0,5 % Y.S. MN/m <sup>2</sup>	T.S. MN/m <sup>2</sup>	% alargamiento en 5 cm
800556	0,066	0,076	0,0022	0,0053	704	170	324	45,2
800555	0,12	0,064	0,0038	0,0054	726	165	341	44,3
1254431	0,051	0,081	0,0055	0,0031	649	164	330	43,5
2260116	0,060	0,076	0,0068	0,0038	649	179	344	45,5
1254284	0,056	0,078	0,0104	0,0034	704	196	344	40,0
1254431	0,051	0,081	0,018	0,0031	649	196	356	39,5
800146	0,098	0	0,0028	0,0050	649	206	371	39,0
5967	0,11	0	0,0040	0,005	588	242	346	39,5
	0,11	0	0,0040	0,005	707	223	336	40,5
290378	0,135	0	0,008	0,0058	499	344	458	28,0
	0,135	0	0,008	0,0058	593	322	436	28,0
	0,135	0	0,008	0,0058	649	279	425	32,5
	0,135	0	0,008	0,0058	704	216	352	40,0



En todas las caldas anteriores el alargamiento el límite de fluencia de la barra delgada laminada en caliente fue del 0 %. El contenido de oxígeno de todas las caldas fue el normal de un material desgasificado al vacío y dió un promedio de aproximadamente 0,003 %.

5.

Los aceros tratados con columbio y titanio y los aceros tratados con columbio en la tabla II se han relacionado por el orden de aumento del contenido de carbono, respectivamente.

10.

Se observará que los contenidos de carbono que oscilan de 0,0022 a 0,018 % y las temperaturas de enrollamiento que oscilan de 649°C a 726°C producen muy poco efecto sobre las propiedades de resistencia a la tracción y alargamiento de los aceros tratados con columbio y titanio y laminados en caliente. Por el contrario, en un acero tratado con columbio, que

15.

tiene un contenido de carbono superior a aproximadamente 0,005 %, una temperatura baja de enrollamiento produce endurecimiento por precipitación. No obstante, con niveles más bajos de carbono, la temperatura de enrollamiento produce poco efecto sobre las propiedades del acero tratado con columbio y

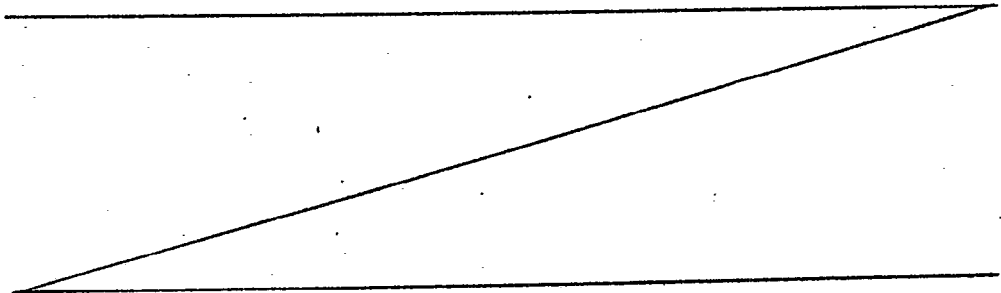
20.

laminado en caliente.

En la tabla III, expuesta a continuación, se indican análisis parciales y propiedades de aceros tratados con columbio y titanio laminados en frío y recocidos por partidas, según el presente invento, En todas las muestras se efectuó una

25.

reducción nominal en frío del 60 %.



414942

TABLA III

Celda	Cb	Ti	C	N
800555 (Ti desoxidado 0% temple)	0,12	0,062	0,0035	0,0053
800556 0% temple	0,12	0,064	0,0038	0,0038
	0,066	0,078	0,0024	0,0050
	0,069	-----	0,0025	-----
	0,067	0,075	0,0020	0,0056
210644 Moldeo continuo Análisis en cachara 0% temple	0,064	0,051	0,009	0,0052
	0,064	0,051	0,009	0,0052
1254431 0,5% temple	0,051	0,081	0,0055	0,0031
1254431 0,7% temple	0,051	0,081	0,0058	0,0031
	-----	-----	0,0093	-----
1254284 0,7% temple	0,056	0,078	0,0086	0,0034
	-----	-----	0,0104	-----
2260776 Análisis en cachara 0% temple	0,041	0,049	0,005	0,0029

414942

Lugar de la muestra en el rollo	0,5% Y.S. MN/m <sup>2</sup>	T.S. MN/m <sup>2</sup>	% alarg. en 5 cm	r m
Longitudinal y transversal	163	308	48,0	1,94
Longitudinal y transversal	156	320	43,1	1,84
F	131	305	48,8	2,03
M	125	298	48,3	1,94
T	131	294	50,0	2,09
4T (long.)	181	309	43,8	1,96
4F (long.)	126	312	46,5	1,99
T	168	311	48,0	1,95
T	169	303	49,0	2,03
F	205	308	48,0	1,94
3T	168	309	46,5	1,93
1F	176	310	47,0	1,85
F	151	300	46,0	1,92
T	125	291	49,0	2,07
3T	134	301	48,0	2,05

414942

TABLA III

Calda	Cb	Ti	C	N	Lugar muest el re
800555 (Ti desoxi dado 0 % temple)	0,12	0,062	0,0035	0,0053	Long: y tra
	0,12	0,064	0,0038	0,0038	Long: y tra
800556 0% temple	0,066	0,078	0,0024	0,0050	F
	0,069	-----	0,0025	-----	M
	0,067	0,075	0,0020	0,0056	T
210644 Moldeo continuo	0,064	0,051	0,009	0,0052	4T (:
Análisis en cuchara 0% temple	0,064	0,051	0,009	0,0052	4F (:
1254431 0,5% temple	0,051	0,081	0,0055	0,0031	T
1254431 0,7% temple	0,051	0,081	0,0058	0,0031	T
	-----	-----	0,0093	-----	F
1254284 0,7% temple	0,056	0,078	0,0086	0,0034	3T
	-----	-----	0,0104	-----	1F
2260778 Análisis en cuchara 0% temple	0,041	0,049	0,005	0,0029	F
					T
					3T



414942

Lugar de la muestra en el rollo	0,5 % Y.S. MN/m <sup>2</sup>	T.S. MN/m <sup>2</sup>	% alarg. en 5 cm	r ** m
Longitudinal y transversal	163	308	48,0	1,94
Longitudinal y transversal	156	320	43,1	1,84
F	131	305	48,8	2,03
M	125	298	48,3	1,94
T	131	294	50,0	2,09
4T (long.)	181	309	43,8	1,96
4F (long.)	128	312	46,5	1,99
T	168	311	48,0	1,95
T	169	303	49,0	2,03
F	205	308	48,0	1,94
3T	168	309	46,5	1,93
1F	176	310	47,0	1,85
F	151	300	46,0	1,92
T	125	291	49,0	2,07
3T	134	301	48,0	2,05



Alargamiento en el límite de fluencia = 0, % en todas las muestras

\* T = Cola de la banda o tira (base del lingote)

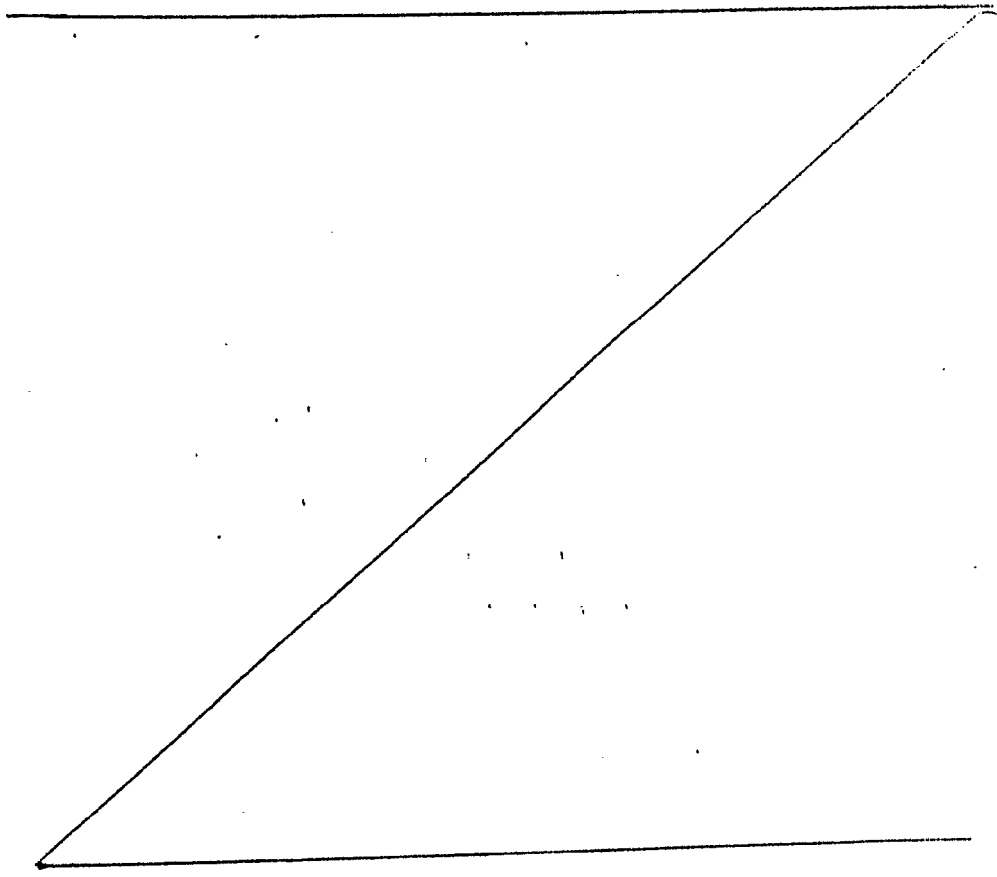
F = Cabeza de la banda o tira (parte superior del lingote)

5. M = Parte media de la banda o tira

$$**r_m = 1/4 [r \text{ (longitudinal)} + r \text{ (transversal)} + 2r \text{ (diagonal)}]$$

En la tabla IV, expuesta a continuación, se indican análisis y propiedades parciales de aceros laminados en frío, recocidos de una forma continua y galvanizados por inmersión en caliente, tratados con columbio y titanio, según el invento.

10. Con fines comparativos se incluyen también varios aceros laminados en frío, recocidos de una forma continua y galvanizados por inmersión en caliente, tratados con columbio.



414942

TABLA IV

414942

Caida	Cb	Ti	C	N	Lugar de la muestra en el folio	0,5 % Y.S. MN/m <sup>2</sup>	T.S. MN/m <sup>2</sup>	% alarg. en 5 cm	r <sub>m</sub>
800555 (Ti desoxidado) 0,7 % temple	0,12	0,062	0,0035	0,0053	1T 4T	195 112	322 309	43,5 44,0	1,94 2,17
800556 0,7 % temple	0,066	0,076	0,002	0,0050	2T 5T	138 169	295 295	46,5 46,0	2,42 2,11
2260113 0% temple	0,051	0,070	0,0066	-----	F T	124 116	285 290	49,5 47,0	2,16 2,18
1254279 0% temple	0,056	0,075	-----	-----	1T 2F	123 129	293 296	45,0 47,5	2,06 2,10
2250618 Análisis en cucha	0,028	0,038	0,004	0,0042	F	131	292	43	1,92
490376 0% temple	0,10	0	0,007	0,005	M	183	328	39,5	1,80
400854 0% temple	0,12	0	0,008	0,0035	3F 3T	158 150	328 336	38,5 40,0	1,75 1,77
400854 1% temple	0,12	0	0,008	0,0035	2F	216	326	42,0	1,80
400853 1% temple	0,11	0	0,008	0,0056	2T 1M 2M 3M	240 219 224 230	333 326 327 332	41,5 40,5 40,5 41,0	1,76 1,79 1,73 1,69

Alargamiento en el límite de fluencia = 0 % en todas las muestras

# 414942

TABLA IV

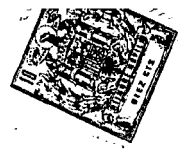
Calda	Cb	Ti	C	N	Lugar de la muestra en el rollo	0,5 % MN/m <sup>2</sup>
800555 (Ti desoxido) 0,7 % temple	0,12	0,062	0,0035	0,0053	1T	195
					4T	172
800556 0,7 % temple	0,066	0,076	0,002	0,0050	2T	138
					5T	169
2260113 0% temple	0,051	0,070	0,0056	-----	F	124
			0,0045	-----	T	116
1254279 0% temple	0,056	0,075	-----	-----	1T	123
			-----	-----	2F	129
2250618 Análisis en cuchara 0% temple	0,028	0,038	0,004	0,0042	F	131
490376 0% temple	0,10	0	0,007	0,005	M	183
400854 0% temple	0,12	0	0,008	0,0035	3F	158
					3T	150
400854 1% temple	0,12	0	0,008	0,0035	2F	216
					2T	240
400853 1% temple	0,11	0	0,008	0,0056	1M	219
					2M	224
					3M	230

Alargamiento en el límite de fluencia = 0 % en todas las muestras



414942

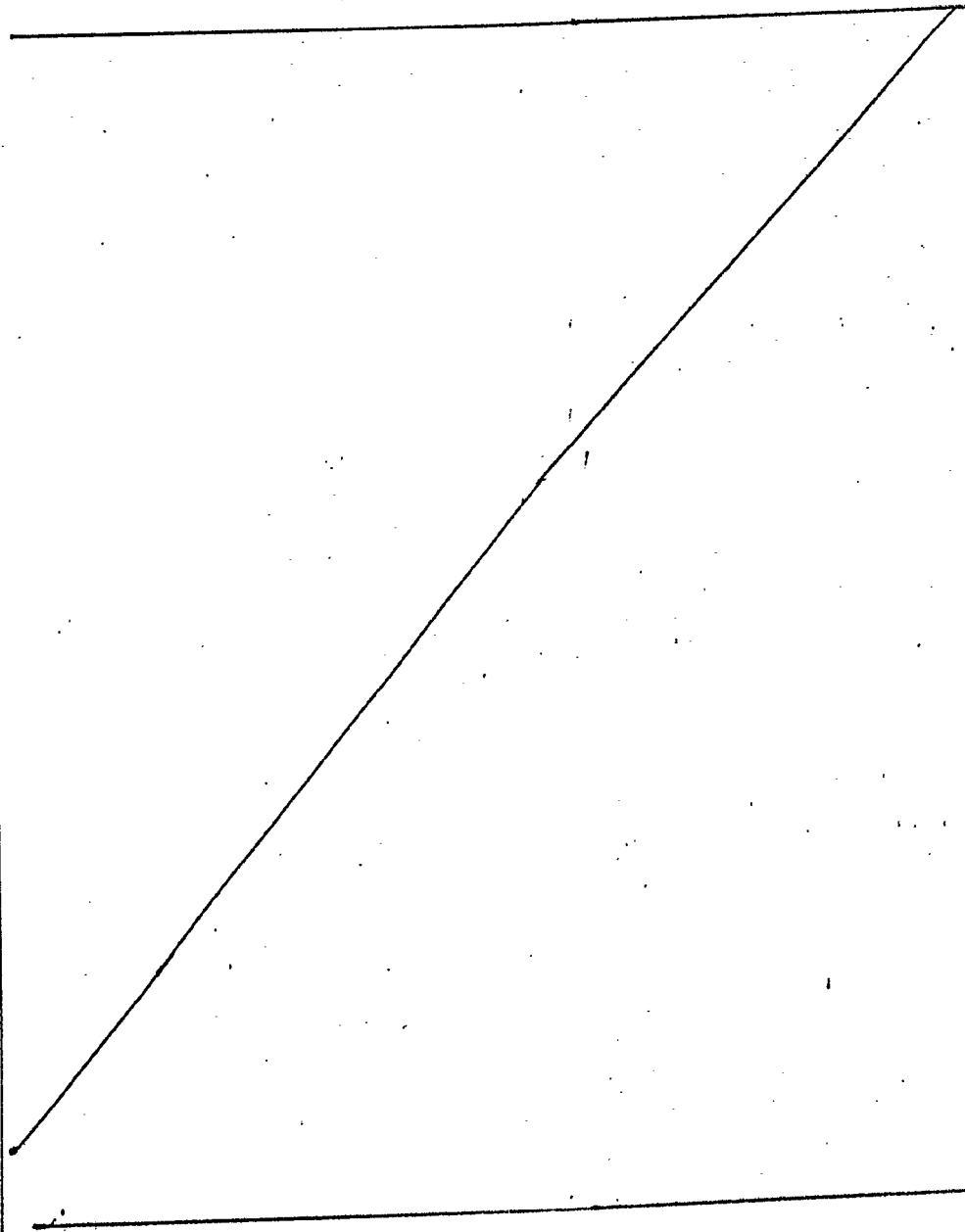
<u>0,5 % Y.S.</u> <u>MN/m<sup>2</sup></u>	<u>T.S.</u> <u>MN/m<sup>2</sup></u>	<u>% alarg.</u> <u>en 5 cm</u>	<u>r</u> <u>m</u>
195	322	43,5	1,94
172	309	44,0	2,17
138	295	46,5	2,42
169	295	46,0	2,11
124	285	49,5	2,16
116	290	47,0	2,18
123	293	45,0	2,06
129	296	47,5	2,10
131	292	43	1,92
183	328	39,5	1,80
158	328	38,5	1,75
150	336	40,0	1,77
216	326	42,0	1,80
240	333	41,5	1,76
219	326	40,5	1,79
224	327	40,5	1,73
230	332	41,0	1,69



Por la tabla IV resultará evidente que los aceros tratados con columbio y titanio del invento tienen valores de resistencia a la tracción, alargamiento y  $r_m$  superiores a aquellos de los aceros tratados con columbio.

5:

La composición y propiedades de una calda tratada con columbio y zirconio se exponen a continuación en las tablas V y VI, respectivamente



414942

TABLA V

Producto y lugar de la muestra	Cb	Zr	C
Laminado en caliente-F	0,066	0,044	0,0077
T	0,067	0,048	0,0053
Recocido continuo y galvanizado			
F	0,066	0,05	0,0058
T	0,064	0,05	0,0039

TABLA VI

Producto	Lugar de la muestra	0,5 Y.S. MN/m <sup>2</sup>
Laminado en caliente	F	292
	T	206
Recocido continuo y galvanizado 0% temple	F	125
	T	119
Laminado en frío y recocido disco 0,3% temple	2F	145
	2M	181

414942

N	O	S	Mn	Al (total)
0,0072	0,0045	0,021	0,3	0,06
0,0060	0,0062	0,021	0,3	0,06
0,0067	0,0074	0,021	0,3	0,08
0,0061	0,010	0,019	0,3	0,08

T.S. <sup>2</sup> MN/m <sup>2</sup>	% alarg. en 5 cm	r <sub>m</sub>	% alarg. en el límite de fluencia
400	35,8	--	1,0
354	41,5	--	0
308	46,5	1,80	0
306	45,5	1,72	0
319	43,0	1,97	0
328	43,5	---	0



414942

TABLA V

Producto y lugar de la muestra	Cb	Zr	C	N
Laminado en caliente-F	0,066	0,044	0,0077	0,0072
T	0,067	0,048	0,0053	0,0060
Recocido continuo y galvanizado				
F	0,066	0,05	0,0058	0,0067
T	0,064	0,05	0,0039	0,0061

TABLA VI

Producto	Lugar de la muestra	0,5 % Y.S. MN/m <sup>2</sup>	T.S. MN/m <sup>2</sup>
Laminado en caliente	F	292	400
	T	206	354
Recocido continuo y galvanizado 0 % temple	F	125	308
	T	119	306
Laminado en frío y recocido discontinuo 0,3 % temple	2F	145	319
	2M	181	328



414942

N	O	S	Mn	Al (total)
0,0072	0,0045	0,021	0,3	0,06
0,0060	0,0062	0,021	0,3	0,06
0,0067	0,0074	0,021	0,3	0,08
0,0061	0,010	0,019	0,3	0,08

T.S. MN/m <sup>2</sup>	% alarg. en 5 cm	r m	% alarg. en el lí mite de fluencia
400	35,8	--	1,0
354	41,5	--	0
308	46,5	1,80	0
306	45,5	1,72	0
319	43,0	1,97	0
328	43,5	----	0

414942



5. Se observará que la muestra frontal o delantera de la barra delgada laminada en caliente mostraba un 1,0 % de alargamiento en el límite de fluencia. La correlación entre las propiedades mecánicas y el reparto calculado de carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre entre los elementos columbio, zirconio, manganeso y aluminio, confirma la teoría del presente invento. Este se puede demostrar como sigue

$$\frac{\text{Zr}}{\text{C}} \text{ en ZrC} = \frac{91.22}{12} = 7,6$$

$$\frac{\text{Zr}}{\text{N}} \text{ en ZrN} = \frac{91.22}{14} = 6,51$$

$$\frac{\text{Cb}}{\text{C}} \text{ en CbC} = \frac{92.91}{12} = 7,75$$

LAMINADO EN CALIENTE

<u>Cabeza</u>	<u>Cola</u>
0,044 Zr como ZrN (0,0067N)	0,039 Zr como ZrN (0,0060N)
0,044 Zr	0,009 Zr como ZrC (0,0012C)
total	0,048 Zr
	total
resto de N(0,0005N) como AlN	0,0062 como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0,0045 O como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,021 S como MnS
0,021 S como MnS	0,032 Cb como CbC(0,0041C)
0,0596 Cb como CbC(0,0077C)	0,067 Cb
0,066 Cb	total
total	0,035 Cb
0,0064 Cb sin combinar	sin combinar
%YPE = 1,0% laminado en frío Lab. 60% y recocido Lab. r <sub>m</sub> = 1,57	%YPE = 0 laminado en frío Lab. 60% y recocido Lab. r <sub>m</sub> = 1,67

RECOCIDO CONTINUO Y GALVANIZADO

<u>Cabeza</u>	<u>Cola</u>
0,044 Zr como ZrN(0,0067N)	0,0397 Zr como ZrN (0,0061N)
0,006 Zr como ZrC(0,0008C)	0,0103 Zr como ZrC (0,0013C)
0,05 Zr	0,05 Zr
total	total



0,0074 O como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

0,010 O como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

0,021 S como MnS

0,019 S como MnS

0,039 Cb como CbC (0,0050C)

0,020 Cb (.00260)

0,066 Cb

0,064 Cb

total

total

0,027 Cb sin combinar

0,044 Cb sin combinar

%YPE = 0

%YPE = 0

r<sub>m</sub> = 1,8

r<sub>m</sub> = 1,72

m

m

Por los cálculos anteriores es evidente que cuando la cantidad de columbio sin combinar es inferior al 0,025 % en peso (muestra delantera laminada en caliente) el acero tratado con columbio y zirconio tiene un alargamiento en el límite de fluencia y un valor r<sub>m</sub> relativamente bajo. En todas las demás muestras donde el columbio sin combinar oscila del 0,027 % al 0,44 %, el producto no tiene alargamiento al límite de fluencia y, por lo tanto, es sin normalización térmica.

5.

En aquellas muestras laminadas en frío y recocidas donde se midió el tamaño del grano, se averiguó que oscilaba entre tamaños de grano de 8 y 10 de las normas ASTM.

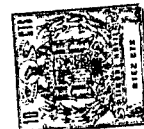
10.

Una investigación realizada de la respuesta a la recristalización de los aceros tratados con columbio y titanio del invento, comparandola con los aceros que contienen titanio solamente, demostró que la presencia de columbio en solución sólida eleva notablemente la temperatura de recristalización, si se compara con el titanio en solución sólida. La tabla VII a continuación indica dos caldas que contenían titanio solamente y dos caldas que contenían titanio y columbio, en comparación, pudiéndose observar que un aumento en el contenido de titanio sin columbio presente no producía efecto sobre la temperatura de recristalización, mientras que al aumentarse progresivamente el contenido de columbio se aumentaba la temperatura de recristalización. En todos los casos se

15.

20.

414942



5. producía recristalización por la formación de granos recristalizados distribuidos de una forma caótica por toda la matriz trabajada en frío. No existía evidencia de recristalización progresiva hacia el interior desde las superficies de la chapa o plancha, como sucede normalmente en el acero tratado con colombio.

10. En todas las caldas de la tabla VII, los valores de dureza R eran inferiores a 40 después de una completa recristalización. Por lo tanto, se encuentra ausente el efecto de endurecimiento por precipitación en los aceros del invento.

TABLA VII

RESPUESTA DE LA RECRISTALIZACION

<u>Calda</u>	<u>% Cb</u>	<u>% Ti</u>	<u>Temperatura °C recocido 1 hora</u>	<u>Observaciones metalográficas</u>
800553	0	0,12	593	- 100 % sin recristalizar
-	-	-	621	- Comienzo de recristalización, caótica
-	-	-	649	- Recristalización casi completa
-	-	-	677	- 100 % recristalización
800552	0	0,30	593	- 100 sin recristalizar
			621	- Comienzo de recristalización
			649	- Aproximadamente 60 % de recristalización
			677	- 100 % recristalización
800556	0,067	0,075	621	- 100 % sin recristalizar
			649	- Comienzo de recristalización, caótica
			677	- Aproximadamente 50 % recristalización
			704	- 100 % recristalización
800555	0,12	0,063	649	- 100 % sin recristalizar
			677	- Comienzo de recristalización, caótica
			704	- Aproximadamente 80 % recristalización
			732	- 100 % recristalización

414942



5. Se pueden efectuar modificaciones sin desviarse del espíritu del invento. Por ejemplo, a pesar de que los ejemplos específicos indican aceros tratados con columbio y titanio, o aceros tratados con columbio y zirconio, es evidente que se pueden añadir mezcla de titanio y zirconio junto con columbio. En este caso, el cálculo de las proporciones respectivas de titanio y zirconio es algo más complejo.

NOTA

10. Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarse en la práctica deba 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 la invención corresponde a una solicitud de patente en España con prioridad norteamericana No. 255.108 de 19 de mayo de 1972 acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor siendo lo que constituye la esencia del referido invento por lo que se solicita patente de invención por 20 años en España sobre:

15. PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR ACEROS DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO, caracterizándose por lo siguiente :

20. BON

25. 1.- Procedimiento para producir aceros de bajo contenido en carbono, exentos de elementos intersticiales, que no tienen prácticamente alargamiento al límite de fluencia en los estados de laminado en caliente y laminado en frío y recocido; caracterizado porque comprende las etapas de fundir una carga de acero que tiene un contenido máximo de carbono del 0,05 %; desgasificar al vacío el acero para obtener una masa fundida con un contenido en carbono del 0,020 % como

30. máximo, un contenido total de oxígeno del 0,010 % como máxi-



- mo, un contenido de nitrógeno del 0,008 % como máximo, del 0, % a 0,60 % de manganeso, 0, % a 0,35 % de azufre, y el resto hierro excepto impurezas incidentales; desoxidar el acero añadiendo un desoxidante elegido de la clase consistene en aluminio, titanio y silicio; añadir por lo menos uno de los elementos titanio y zirconio, añadiendose el titanio cuando se utiliza en cantidad suficiente para obtener un contenido en titanio, en el estadio de laminado en caliente, comprendido dentro de la gama de 0,015 % a 0,12 %, y añadiendose el zirconio cuando se utiliza en cantidad suficiente para obtener un contenido de zirconio, en el estadio de laminado en caliente, dentro de la gama del 0,028 % al 0,18 %; añadir columbio en cantidad suficiente para producir una proporción superior al 0,025 % de columbio en solución sólida en el estado de laminado en caliente, según se determina por análisis de la chapa o plancha a la temperatura del ambiente; moldear y solidificar dicho acero; laminar en caliente hasta espesores de banda con una temperatura de acabado de por lo menos 816°C, y enrollar la banda; siendo el contenido de titanio igual o inferior a cuatro veces el porcentaje en peso de carbono más 3,43 veces el porcentaje en peso de nitrógeno, excepto titanio como óxidos de titanio, siendo el contenido de zirconio igual o inferior a 7,6 veces el porcentaje en peso de carbono más 6,51 veces el porcentaje en peso de nitrógeno, excepto zirconio como sulfuro de zirconio y óxido de zirconio y no más del 0,004 % de carbono combinado con columbio.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende las etapas de decapar la banda laminada en caliente; laminar en frio hasta alcanzar el calibre final; y recocer de una forma discontinua o por partidas a una temperatura de 705°C a 788°C:

30.

*h*

414942



3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende la etapa de limpiar la superficie del material laminado en frío y aplicar un revestimiento metálico.

4.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende las etapas de limpiar las superficies del material laminado en frío y aplicar un revestimiento no metálico.

5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende las etapas de decapar la banda laminada en caliente; laminar en frío hasta alcanzar el calibre final; limpiar las superficies del material laminado en frío y recocer el material de una forma continua.

6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque comprende la etapa de aplicar un revestimiento metálico.

7.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque comprende la etapa de aplicar un revestimiento no metálico.

8.- Procedimiento para producir aceros de bajo contenido en carbono, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 36 hojas escritas a máquinas por una sola cara.

Madrid,

11 FEB. 1974

ARMCO STEEL CORPORATION.

I. GOMEZ ACEBO Y MODET

P. p. Firmado: L. Goeta Fernández