

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



11 1976 ES 11 21 22 444633 A1

FECHA DE PRESENTACION
28-1-1.976

P.- 62.223

PATENTE DE INVENCION

C. 1521 E 71/mb-
Br. 49.394

50 PRIORIDADES:	52 FECHA	53 PAIS
51 NUMERO		
6/44911	29-1-75	Bélgica
6/44938	28-2-75	Bélgica

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C21D/B21B	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISION/RIA
------------------------	---	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION

"PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR REDONDOS DE ACERO LAMINADOS".

71 SOLICITANTE

CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES - association sans but lucratif - CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE - vereniging zonder winstoogmerk

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

47, rue Montoyer, Bruselas, Bélgica.

72 INVENTOR (ES)

Mario Economopoulos e Yves Respen

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

P.- 62.223

G. 1521 E 71/mb-

Br. 49.394



La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar productos de acero laminados, principalmente redondos o barras para hormigón, productos que se designan a continuación con la palabra "redondos".

5 Aunque el procedimiento en cuestión sea aplicable a numerosos tipos de perfiles (hilos de máquina, hierro comercial,.....), la presente descripción se refirirá más específicamente a los "redondos".

10 El procedimiento según la invención es aplicable tanto a los aceros calmados como a los semi-calmados y a los efervescentes.

15 Es sabido que las principales cualidades que los usuarios reclaman, por ejemplo de los redondos de acero, son, entre otras, un límite elástico lo más elevado posible para la clase de acero utilizada, así como una soldabilidad, una resistencia a la fatiga, y una ductilidad satisfactorias para el uso al que el redondo se destina.

20 Por otra parte, es sabido que, para mejorar la soldabilidad y la ductilidad de un acero, hay que disminuir su contenido en carbono y en manganeso, lo que, conjuntamente, provoca una disminución de su resistencia a la tracción. Para remediar este inconveniente, puede someterse el acero a un tratamiento de enfriamiento apropiado, lo que permite, en cierta medida, elevar el límite elástico del redondo.

25 Ahora bien, cuando el enfriamiento de los redondos

(principalmente de los redondos para hormigón) se efectúa por convección o por radiación, la ley del enfriamiento del producto laminado no depende casi más que del diámetro del redondo, lo que tiene por consecuencia que, para un redondo de un diámetro determinado, es necesario, para modificar su límite elástico, acudir a otros procedimientos para completar la acción del enfriamiento puro y simple.

Entre estos procedimientos, puede citarse, principalmente, la adición de elementos dispersoides (Nb, V) que afinan el grano, y provocan un endurecimiento de la ferrita por precipitación.

Para afinar el tamaño del grano austenítico, se ha propuesto ya igualmente someter los redondos de acero en el curso del laminado a un enfriamiento intermedio, hasta una temperatura inferior a A_3 , antes de la entrada del redondo en las jaulas de acabado, después de la salida de las jaulas de acabado, el redondo es sometido a un enfriamiento rápido en una rampa apropiada, hasta una temperatura comprendida entre 700°C y 800°C , y a continuación a un enfriamiento más lento.

Se ha propuesto también someter a un redondo de acero, a partir de su salida de la caja acabadora del laminador, a un enfriamiento apropiado, por medio de un fluido de tal modo que se realice un temple martensítico y/o bainítico de la capa superficial del redondo. Según esta propues-



ta, a la salida de la zona de enfriamiento por el fluido, la parte no templada del redondo se encuentra a una temperatura suficiente para permitir, en el curso de una estancia posterior en el aire, realizar un revenido de la capa superficial de martensita y/o de bainita, a partir de las calorías que se encuentran en la parte central del redondo, mientras que ésta adquiere entonces, progresivamente, una estructura ferrítica o ferrítica-perlítica, o incluso perlítica-bainítica, según los casos. Se obtiene, de este modo, un producto de estructura compuesta.

El fluido de enfriamiento utilizado para la aplicación de este procedimiento es generalmente agua, con o sin los aditivos habituales, pero puede, asimismo, utilizarse un gas tal como, por ejemplo, vapor de agua, insuflado a gran velocidad, eventualmente supersónica, sobre el redondo.

El procedimiento de temple y auto-revenido que acaba de ser descrito, garantiza ya, un aumento de las propiedades mecánicas de los redondos en notables proporciones, principalmente su límite elástico.

La presente invención tiene por objeto un procedimiento gracias al cual es posible mejorar aún sensiblemente los resultados obtenidos por los procedimientos citados; los resultados del procedimiento de la invención son, incluso, superiores a los que se obtendrían si se asociaran varios de los procedimientos anteriormente citados.



Además, en la presente invención, las cualidades del redondo son mejoradas sin que los contenidos del acero en carbono y en manganeso sean inaceptables, desde el punto de vista de la soldabilidad.

5 El procedimiento, objeto de la presente invención, se caracteriza, esencialmente, porque antes de su entrada en las jaulas de acabado de un tren de laminador, se somete a los redondos a un tratamiento de enfriamiento, por medio de un fluido apropiado (por ejemplo agua), siendo seguidas de
10 preferencia, la fase de enfriamiento, por una fase de homogeneización de la temperatura del redondo, de tal modo que a su entrada en las jaulas de acabado, los redondos son llevados a una temperatura sensiblemente uniforme comprendida entre A_{c_3} y $(A_{c_3} + 150^{\circ}C)$, y, de preferencia, lo más cerca
15 posible por encima de A_{c_3} , porque después de su salida de las jaulas de acabado, se someten los redondos a un enfriamiento rápido, provocando un temple superficial martensítico y/o bainítico del redondo, y porque se regulan las condiciones del citado enfriamiento rápido para que, a la salida
20 de la zona de enfriamiento, la parte central de los redondos se encuentre a tal temperatura, que la parte superficial templada sea objeto de un recalentamiento natural, debido a la aportación de las calorías que emanan del núcleo, y que la citada parte superficial alcance, al final del citado recalentamiento natural, una temperatura comprendida entre $450^{\circ}C$
25



y 750°C, y, de preferencia, comprendida entre 550°C y 700°C lo que permite realizar un revenido de la capa superficial templada. Por otra parte, el rápido enfriamiento del redondo, a la salida de la última jaula de acabado, asociado al laminado a baja temperatura obtenido por medio del enfriamiento del redondo antes de su entrada en las jaulas de acabado, permite asegurar la transformación de la austenita en ferrita y carburos de granos finos en la parte central del redondo.

Gracias al procedimiento de la presente invención, puede obtenerse un redondo que presenta una estructura compuesta, cuya periferia está constituida por martensita y/o bainita, sobre un grosor que puede ser relativamente importante (por ejemplo 2 mm), y el núcleo está compuesto por perlita de granos muy finos; el redondo así constituido ofrece una resistencia a la tracción, un límite elástico y una soldabilidad particularmente elevados.

Según condiciones preferentes de aplicación de la invención, la capa superficial debida al temple del redondo está constituida por martensita y/o bainita, en tal grosor que la proporción, en la superficie total, de la sección del redondo, de su parte constituida por martensita y/o por bainita, está comprendida entre 10% y 50%, y de preferencia entre 15% y 35%.

Desde el punto de vista práctico, se obtiene el

11 FEB 1976

enfriamiento deseado del redondo, escogiendo los dispositivos de enfriamiento, y ajustando, de forma adecuada, la longitud y la disposición de estos dispositivos (por ejemplo de las rampas de enfriamiento); las rampas de temple, principalmente, están dispuestas lo más cerca posible en la salida de la última jaula de acabado, mientras que la instalación intermedia, que se encuentra entre las jaulas que preceden inmediatamente a las jaulas acabadoras, presenta su fase de enfriamiento lo más cerca posible de las jaulas que preceden inmediatamente a las jaulas de acabado, a fin de dejar espacio suficiente para la fase de homogeneización de la temperatura de los redondos.

Se ha estimado ventajoso realizar en varias etapas, tanto la fase de enfriamiento aplicada al redondo a su salida del laminador, como la aplicada al redondo antes de su entrada en las jaulas de acabado. De este modo, por una parte, puede aumentarse la economía de agua en la salida de las jaulas de acabado, y por otra parte, se aumenta la homogeneidad de las temperaturas del redondo antes de la entrada en las jaulas de acabado.

Aunque, cualesquiera que sean las condiciones de temple aplicadas al redondo, las propiedades mecánicas del citado redondo quedan mejoradas respecto a los redondos no sometidos al tratamiento de la invención, se ha comprobado, no obstante, que, para un tiempo dado de estancia en la ram-

11 FEB 76

pa, la mejora crecía con el coeficiente de transferencia calorífica de la instalación de temple utilizada; a coeficiente de transferencia igual, la mejora crece con el tiempo de estancia en la rampa de temple.

5 El procedimiento objeto de la presente invención permite obtener para los redondos a los que se ha aplicado, propiedades cuyas mejoras, específicamente en límite elástico, son superiores a la suma de las mejoras obtenidas aisladamente por cada una de las fases que constituyen el citado
10 procedimiento.

Los ejemplos proporcionados a continuación permiten resaltar la importancia numérica de estas mejoras, que confieren al procedimiento el carácter indiscutible de una combinación, cuyos resultados eran imprevisibles y no han
15 sido explicados hasta ahora.

Ejemplo 1

Se ha tratado de diversos modos un redondo de acero semi-calmado, de 20 mm. de diámetro, que contiene 0,30% de C, 1,06% de Mn, así como 0,08% de Si, y que sale del laminador a la velocidad de 11,3 m/seg.
20

El cuadro comparativo I que sigue, proporciona las características de este redondo, en los siguientes estados:

- columna nº 1 enfriamiento natural al salir del laminador,
- 25 - columna nº 2 enfriamiento únicamente antes de entrar

11 FEB 1976

- columna 3 en las jaulas de acabado, únicamente temple superficial y revenido a la salida del laminador,
- columna 4 combinación de los tratamientos indicados en las columnas 2 y 3.

CUADRO I

	1	2	3	4
10	Temperatura de salida del laminador °C			
	1055	895	1055	895
	Alargamiento %			
	25	24	23	19
15	Carga de rotura kg/mm ²			
	56,4	55,7	61,5	69,8
	Límite elástico kg/mm ²			
	35,7	37,7	46,5	57,5
20	Mejora kg/mm ²			
	-	2	10,8	21,8

La comparación de las mejoras demuestra que las indicadas en la columna nº 4 son netamente superiores a la suma de las indicadas en las columnas nº 2 y 3. Se observa, además, que la mejora aumenta con la longitud de la rampa

11 FEB 1976

y con el caudal de agua de temple.

Ejemplo 2

5 Se somete a las mismas operaciones que las recogidas en el cuadro I, a un redondo de acero de 20 mm. de diámetro y que contiene 0,18% de C, 1,29% de Mn, 0,035% de Nb, 0,08% de Si.

Los resultados obtenidos se recogen en el siguiente cuadro II.

10 Las observaciones a efectuar sobre los resultados indicados en el cuadro II son las mismas que las emitidas respecto a los resultados del cuadro I.

CUADRO II

15

	1	2	3	4
Temperatura de salida del laminador °C	1065	900	1065	900
20 Alargamiento %	28	27	19	18
Carga de rotura kg/mm ²	52,3	54,6	63,4	67,3
25 Límite elástico kg/mm ²	37,9	40	52	60,8



CUADRO II (Continuación)

	1	2	3	4
5 Mejora kg/mm^2	-	2,1	14,1	22,9

Ejemplo 3

10 Este tercer ejemplo se refiere a un redondo de 16 mm de diámetro, que contiene 0,20% de C, 1,41% de Mn, 0,09% de Si, y sale del laminador a la velocidad de 12,5 m/seg.

Los resultados obtenidos se consignan en el cuadro III.

15

CUADRO III

	1	2	3	4
20 Temperatura de salida del laminador $^{\circ}\text{C}$	1100	870	1100	870
Alargamiento %	25	26	22	16
25 Carga de rotura kg/mm^2	56,9	56,5	60,3	69,5

11 FEB 1976



CUADRO III (Continuación)

	1	2	3	4
Límite elástico kg/mm ²	37,6	38,8	47	59,1
Mejora kg/mm ²	-	1,2	9,4	21,5

10

En otros términos, los resultados anteriormente observados conducen a las siguientes conclusiones:

15 a.- Si nos limitamos a ejecutar únicamente un enfriamiento del redondo antes de su entrada en las jaulas de acabado, solo se aumenta ligeramente el límite elástico del redondo (por ejemplo 3 kg/mm² para una disminución de 115°C a la salida del laminador).

20 b.- Por el contrario, si se combinan las dos operaciones de enfriamiento antes y después de las jaulas de acabado, se obtiene un aumento sustancial del límite elástico del redondo. Además, enfriando el redondo antes de las jaulas de acabado, permaneciendo iguales las demás circunstancias, y principalmente los resultados obtenidos, puede reducirse notablemente el consumo de agua de enfriamiento,
25 así como la longitud de la rampa de enfriamiento (respecti-

11 FEB



vamente 16% y 44% en el caso en que la temperatura del redondo a la salida del laminador sea rebajada en 115°C), que hubiera exigido el solo enfriamiento después de las jaulas de acabado.

5

- REIVINDICACIONES -

10

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

15

1ª.- Procedimiento para fabricar redondos de acero laminados, caracterizado porque, antes de su entrada en las jaulas de acabado de un tren de laminador, se hace descender la temperatura de los redondos, hasta un valor comprendido entre Ac_3 y $(Ac_3 + 150^\circ C)$, y de preferencia el más cercano posible sobre Ac_3 , porque después de su salida de las jaulas de acabado, se someten los redondos a un rápido enfriamiento, provocando un temple superficial martensítico y/o bai

20

25

6-2-76

- 13 -

MCE



nítico, y porque se regulan las condiciones del citado enfriamiento rápido para que, a la salida de la zona de enfriamiento, la parte central de los redondos permanezca a tal temperatura, que la parte superficial templada del redondo sea objeto de un recalentamiento natural, debido a la aportación de calorías que emanan del núcleo, y que la citada periferia alcance después del citado recalentamiento natural, temperaturas comprendidas entre 450°C y 750°C, y de preferencia comprendidas entre 550°C y 700°C.

10 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el tratamiento para la disminución de temperatura de los redondos, antes de su entrada en las jaulas de acabado, comprende sucesivamente una fase de enfriamiento y una fase de homogeneización de la temperatura.

15 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se regulan las condiciones de enfriamiento del redondo a la salida de las jaulas de acabado, de tal modo que la periferia del redondo esté compuesta por martensita y/o bainita, en tal grosor que la relación con la superficie total de la sección del redondo, de su parte constituida por martensita y/o bainita, está comprendida entre 20 10% y 50%, y de preferencia entre 15% y 35%.

25 4ª.- Procedimiento según una u otra de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizado porque se garantiza la disminución de temperatura de los redondos, en una y/o la otra

m/c



etapa del tratamiento, utilizando agua como fluido de enfriamiento.

5 5ª.- Procedimiento según una u otra de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque la fase de disminución de la temperatura, antes de la entrada del redondo en las jaulas de acabado, se efectúa en varias etapas.

10 6ª.- Procedimiento según una u otra de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizado porque la fase de enfriamiento a la salida del laminador, se efectúa en varias etapas.

7ª.- PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR REDONDOS DE ACERO LAMINADOS.

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

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

Madrid, 11 FEB. 1976
P.A.

2a0

Alberto de Elizaso
Por Poder

6-2-76

E.C.V.

Mc