

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(19) ES	(11) NUMERO	(10) A1
(21)	770748	
(23)	FECHA DE PRESENTACION	
	13 JUN. 1978	

20 DIC. 1978

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
7706881-5	14 Junio 1977	Suecia

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(61) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22F, C22C	- - -

(64) TITULO DE LA INVENCION

**"Método de producir una estructura de grano fino en alambres laminados"**

(71) SOLICITANTE (S)

**FAGERSTA AKTIEBOLAG**

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

**Pack, S-773 01 Fagersta, Suecia**

(72) INVENTOR (ES)

**Nils-Gunnar Malmgren, Barry Solly y Stig Tarnblom**

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

**M. Curell Sufiol**

Fagersta 9 U  
EX-SW

UNE A-4 MOD. 3106

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

UTILICÉSE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

**BAD ORIGINAL**

~~20 DIC 1978~~

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

por VEINTE años

5. solicitada en España a favor de FAGERSTA AKTIEBOLAG, de nacionalidad sueca, domiciliada en Fack, S-773 01 Fagersta, Suecia, por "Método de producir una estructura de grano fino en alambres laminados", con prioridad de la solicitud sueca 7706881-5 de fecha 14 Junio 1977. - - - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

10. La presente invención se refiere a un método de fabricación de alambre (en la presente descripción y en las reivindicaciones, la expresión "alambre" incluye la varilla y similares) laminado de estructura de grano fino de acero inoxidable y que está destinado al uso en la fabricación de alambre resistente y dúctil para resortes y para cables. - -

15. El grado en el que el acero inoxidable se endurece cuando se somete a trabajado en frío depende parcialmente de la composición del acero y parcialmente de su tamaño de grano. Con respecto a la composición, es principalmente el contenido de carbono, de nitrógeno y de cromo del acero lo  
20. que determina su grado de endurecido por deformación plásti

- ca. Las normas del alambre para resortes y para cables del tipo, por ejemplo, SIS 2331 (AISI 302) tienen amplios límites de análisis lo que significa que las propiedades del alambre estirado pueden variar considerablemente con el mismo grado de deformación en frío, según la norma que siga el análisis.
5. La combinación más usual de análisis, sin embargo, es una combinación en la cual el acero tiene un alto contenido de carbono y un bajo contenido de níquel y de cromo, lo que origina un rápido endurecimiento por deformación plástica. Los
10. ejemplos de tales composiciones incluyen acero que contiene 0,095% de C, 17,5% de Cr y 0,2% de Ni ó 0,11% de C, 18,3% de Cr y 0,5% de Ni. Dado que el acero que se ha endurecido rápidamente por deformación plástica tiene una ductilidad limitada, es decir que el alambre no puede trabajarse en frío
15. en ningún grado considerable sin que resulte quebradizo, un alambre de esta composición se recoge posteriormente. El propósito de ello es producir un acero de grano grueso, para mejorar su ductilidad. El tamaño de grano quedará dentro de los límites de 3-6 ASTM. A pesar de la estructura de grano
20. grueso, puede ser difícil de obtener, con este tipo de acero, una alta resistencia mecánica y una buena ductilidad del alambre estirado. - - - - -

- Normalmente el alambre se recoge en forma de bobina. Después de cierto tiempo de permanencia, por ejemplo de
25. treinta minutos, a la temperatura máxima de, por ejemplo, 1.070°C las bobinas de alambre se enfrían en un baño de agua.

- Esta refrigeración rápida es necesaria para evitar la formación de carburos en los límites de los granos, precipitándose tales carburos en este tipo de acero cuando el tiempo de permanencia a una gama de temperaturas de 600/900°C es excesivamente largo. Cuanto mayor es el contenido de carbono del acero mayor es la velocidad requerida de refrigeración para evitar la formación de carburos en los límites de los granos. Debido a que las bobinas de alambre están dispuestas juntas durante el proceso de recocido, la velocidad a la que se refrigeran las espiras de alambre que quedan dentro de las bobinas es mucho menor que la de las espiras de alambre más externas que están en contacto con el agua de refrigeración. Así, la velocidad a la que se refrigeran las espiras interiores es tan baja que es imposible evitar la formación de carburos en los límites de los granos incluso cuando el contenido de carbono es tan bajo como de 0,05%.
- 5.
- 10.
- 15.

- Un método de evitar la formación de carburos en los límites de los granos cuando se recuece alambre laminado es realizar el proceso de recocido con el alambre recto. En tal proceso de recocido, se desbobina la bobina de alambre y el alambre se hace pasar a través de un horno tubular alargado con zonas subsiguientes refrigeradas por agua, después de lo cual el alambre es bobinado de nuevo a su forma original. Con este tipo de proceso de recocido, cada sección transversal del alambre es sometida a la misma secuencia de tiempo/temperatura y la velocidad de refrigeración es suficientemente alta para evitar la formación de carburos en los límites
- 20.
- 25.

de los granos, incluso con un contenido de carbono tan alto como 0,15%. La desventaja del recocido de alambre recto es sin embargo que la velocidad de producción es baja y que los problemas de manipulación del alambre son grandes, lo cual aumenta los costes de producción. - - - - -

5. Un método de resolver el problema con respecto a los carburos de los límites de los granos sería hacer bajar el contenido de carbono a por debajo de 0,08%. Sin embargo, dado que es necesario recocer el alambre laminado a fin de obtener el tamaño de grano uniforme y con ello una resistencia mecánica uniforme a lo largo del alambre, es difícil, con material de grano grueso, obtener la deseada resistencia mecánica del alambre con un contenido de carbono tan bajo; la razón de ello es que el grado en que el acero se endurece por deformación plástica disminuye rápidamente con contenidos de carbono por debajo de 0,08%. - - - - -

10. Un objetivo de la presente invención es resolver los mencionados problemas y proporcionar un método de fabricación de alambre laminado de acero inoxidable que, cuando se estire para formar alambre para resortes y para cables, presente una alta resistencia mecánica y una buena ductividad. - - - - -

15. El objetivo de la invención se logra por medio de un alambre laminado que tiene una combinación específica de composición y de tamaño de grano, caracterizándose dicho

alambre laminado por el hecho de que contiene 0,04-0,07% de C, 18-19% de Cr y 8-9,5% de Ni y por el hecho de que el tamaño de grano es 8-13 ASTM. En el método según la invención, el alambre laminado se enfría directamente, después de dejar el par de rodillos acabadores de una laminadora, por ejemplo

5. primero se refrigera con agua en un trayecto continuo de refrigeración desde la temperatura final de laminación a aproximadamente 700-750°C, después de lo cual el alambre se hace pasar a través de una bobinadora y las espiras de alambre

10. pasan a través de una zona de refrigeración por aire en la que se suprime el crecimiento de los granos del alambre. - -

Para que la invención pueda ser comprendida más fácilmente y aparezcan características opcionales de la misma se dará una realización ejemplificativa de la invención a título de ejemplo y con referencia a los planos anexos en los que se realiza una comparación entre las propiedades del alambre laminado recocido según los métodos convencionales y un alambre laminado fabricado según la invención. - - - - -

15.

Cuando un alambre convencional de acero inoxidable laminado con alto contenido de carbono se refrigera de la manera efectuada con el alambre según la invención se obtiene un material de grano muy fino que tiene un tamaño de grano de 10-12 ASTM. Así, la rápida refrigeración determina que los granos no puedan crecer, lo que significa que el alambre obtiene, en comparación con el alambre recocido convencionalmente, un mayor grado de resistencia mecánica y, por ello,

20.

25.

- desgraciadamente también una ductilidad o extensibilidad más limitadas. Una ventaja obtenida, sin embargo, es que con la rápida refrigeración del alambre cada una de sus secciones transversales sufre la misma secuencia tiempo/temperatura,
5. lo que proporciona un tamaño de grano más uniforme y por ello una resistencia mecánica más uniforme a lo largo de dicho alambre. Además, desaparecen los problemas relativos a los carburos de los límites de los granos. A fin de poder utilizar estas ventajas obvias es necesario, con respecto al alambre laminado destinado a ser estirado para formar alambre para cables y para resortes, resolver el problema que se refiere a la limitada ductilidad o extensibilidad. Según la invención, este problema se ha resuelto con el uso de un nuevo análisis en que el contenido de carbono se ha bajado a 0,04-
10. 0,07% y los contenidos de níquel y de cromo se han ajustado a este contenido de carbono de la manera ilustrada en el diagrama de la figura 1. La combinación de estas sustancias quedará dentro de la zona A-B-C-D-E ilustrada en el diagrama de la figura 1, que indica las posibilidades de combinación para el C y el Ni siendo el contenido mínimo de Cr de 18,0%.
15. La zona A'-B'-C'-D'-A indica las posibilidades de combinación del C y el Ni con el contenido máximo de Cr = 19,0%. Las posibilidades de combinación del C y del Ni con contenidos de cromo entre 18 y 19% se obtienen por interpolación entre las dos zonas. La razón de esta limitación del análisis básico es obtener un endurecido, bien equilibrado por deformación plástica. El contenido de carbono es mucho menor que en el ca
- 20.
- 25.

so de los análisis convencionales de alambre para resorte y para cable, de acero inoxidable, pero sin embargo sigue proporcionando un alambre que tiene la deseada resistencia mecánica elevada y la deseada buena ductilidad. La composición de un alambre laminado preparado según la invención es 5. 0,04-0,07% de C, 18-19% de Cr y 8-9,5% de Ni, eligiéndose el contenido de los restantes elementos de aleación y de impurezas, tales como Si, Mn, P y S, de modo que, junto con el C, el Cr y el Ni, proporcionen un análisis que cumpla las 10. normas para SIS 2331 (AISI 302) y SIS 2332 y parcialmente SIS 2333 (AISI 304). - - - - -

Un alambre laminado que tengan el análisis dado y que ha sido refrigerado por medio del método según la invención obtiene una ductilidad o extensibilidad más alta que un 15. alambre laminado y recocido convencional con alto contenido de carbono. Esto significa que es posible utilizar reducciones totales mayores cuando se estira, es decir obtener dimensiones menores con mayor resistencia mecánica y mejor ductilidad. - - - - -

20. La diferencia de propiedades en el estiraje, entre un alambre convencional, laminado y recocido con un proceso rápido de endurecido por deformación plástica y un alambre laminado según la invención con un endurecido por deformación plástica más lento se verá a partir de los diagramas 25. de las figuras 2 y 3 respectivamente. Los diagramas ilustran la resistencia  $\sigma_{0,2}$  a la tracción, los límites  $\sigma_{0,2}$

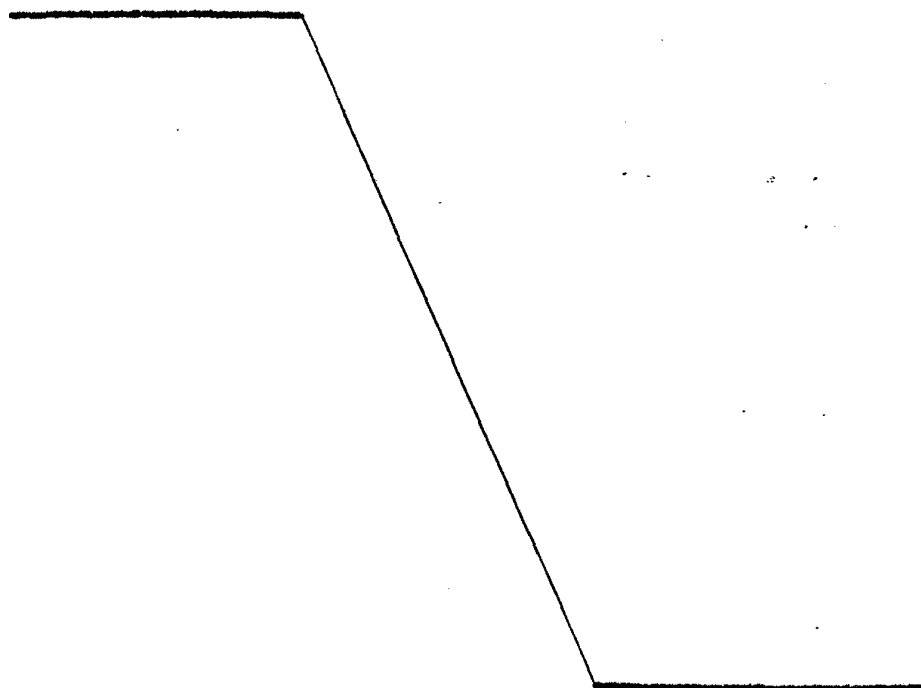
de 0,2, la contracción  $\rho_{ei}$  y la extensión  $\delta_{10}$  en función de la reducción porcentual de área cuando realiza el estiraje a partir de una dimensión de alambre laminado de  $\phi$  5,6 mm. Con una reducción de 80-85%, la contracción baja rápidamente en el caso del alambre laminado convencional y llega a 40% a una reducción de 85%. El alambre laminado según la invención, que ha sido estirado a una reducción de 91,4%, sigue teniendo una mayor resistencia mecánica y la misma contracción que el material convencional a una reducción de 76%.

A fin de obtener, cuando se estira, unas dimensiones muy pequeñas, por ejemplo de 0,20 mm, se requiere una pluralidad de operaciones intermedias de recocido aunque, como resultado de la mejor ductilidad del alambre laminado con bajo contenido de carbono preparado según la invención, puede reducirse al número de operaciones de recocido en comparación con el material convencional. Se ha hallado sorprendentemente que, cuando se estira alambre laminado según la invención para lograr pequeñas dimensiones, persiste el efecto de grano fino en el diámetro laminado e incluso se refuerza después de la operación intermedia de recocido.

A título de resumen puede decirse que un alambre laminado según la invención reduce el peligro de carburos en los límites de los granos, que se forman debido al bajo contenido de carbono del alambre; proporciona mejores valo-

- res de fatiga, debido a la estructura de grano fino de dicho alambre; proporciona una resistencia mecánica más uniforme por todo el alambre debido al lento endurecido por deformación plástica; es menos sensible al efecto de la temperatura de estiraje cuando tiene lugar el endurecido por deformación plástica; permite una mayor productividad en los hornos de alambres rectos, debido a las mayores dimensiones en los procesos intermedios de recocido; y, para ciertas gamas de dimensiones, permite suprimir algunas operaciones de estirado y de recocido. - - - - -
- 5.
- 10.

A los efectos consiguientes se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las reivindicaciones que siguen. - - - - -



REIVINDICACIONES

- 1.- Método de producir una estructura de grano fi  
no en alambres laminados, caracterizado porque el alambre,  
durante la operación de laminado, es enfriado directamente,  
después de dejar el par de rodillos acabadores de la lamina  
5. dora, con agua y/o aire de una manera controlada de modo que  
se suprima el crecimiento de grano y de forma que se obtenga  
una estructura de grano fino de alambre laminado que consis-  
ta en acero inoxidable y destinada a la fabricación de alam-  
bre estirado para resortes y para cables de alta resistencia  
10. mecánica y alta ductilidad, conteniendo dicho alambre 0,04-  
0,07% de C, 18-19% de Cr y 8-9% de Ni, correspondiendo un  
contenido de Cr de 18% a un contenido de Ni de 8,0-8,8% cuan-  
do el contenido de C es de 0,04% y a un contenido de Ni de  
15. 8,8-9,5% cuando el contenido de C es de 0,07% y correspon-  
diendo un contenido de Cr de 19% a un contenido de Ni infe-  
rior a 8,3% cuando el contenido de C es de 0,04% y a un con-  
tenido de Ni de 8,4-9,2% cuando el contenido de C es de 0,07%,  
siendo el tamaño de grano de dicho alambre 8-13 ASTM, prefe-  
rentemente 10-12 ASTM. - - - - -

- 2.- Método según la reivindicación 1, caracteriza-  
do porque un alambre laminado procedente del par de rodillos  
acabadores de la laminadora se enfría con agua en un trayec-  
to continuo de refrigeración desde una temperatura final de  
25. laminación a aproximadamente 700-750°C y luego se hace pasar  
a través de una bobinadora, después de lo cual las espiras

de alambre se hacen pasar a través de una zona de refrigeración al aire en el que se cambia la estructura del alambre.-

5. 3.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque un alambre laminado procedente del par de rodillos acabadores de la laminadora se enfría en forma de espiral en un depósito de agua hirviente que tiene una adición de surfactante. - - - - -

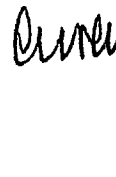
10. 4.- Método según la reivindicación 2, caracterizado porque la refrigeración en la zona de refrigeración por aire se efectúa con inyección de aire forzado. - - - - -

5.- "METODO DE PRODUCIR UNA ESTRUCTURA DE GRANO FINO EN ALAMBRES LAMINADOS". - - - - -

15. Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de once hojas foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras y de dos láminas de dibujos que la ilustran.

MADRID 13 JUN. 1978

P. A. M. CURELL SUÑOL



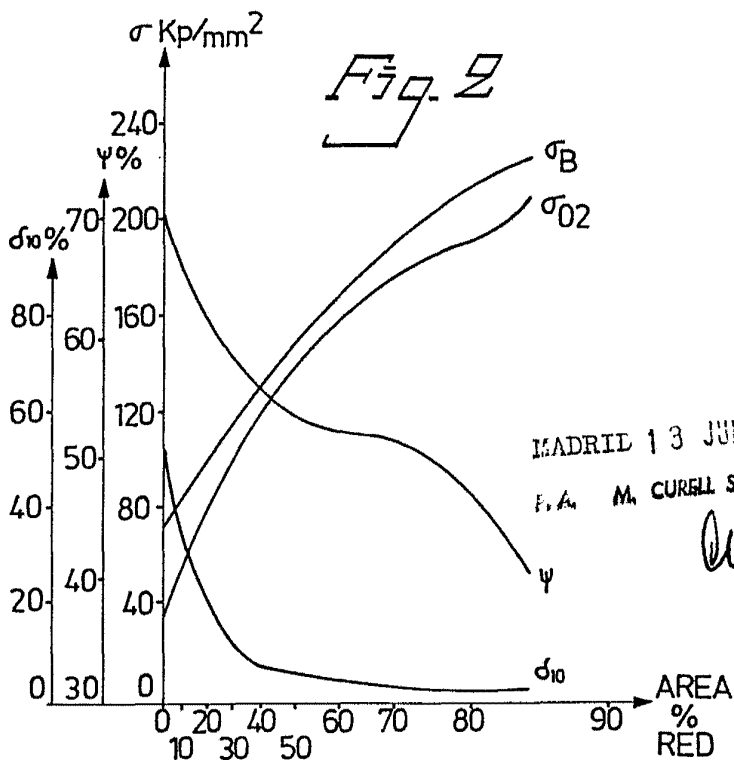
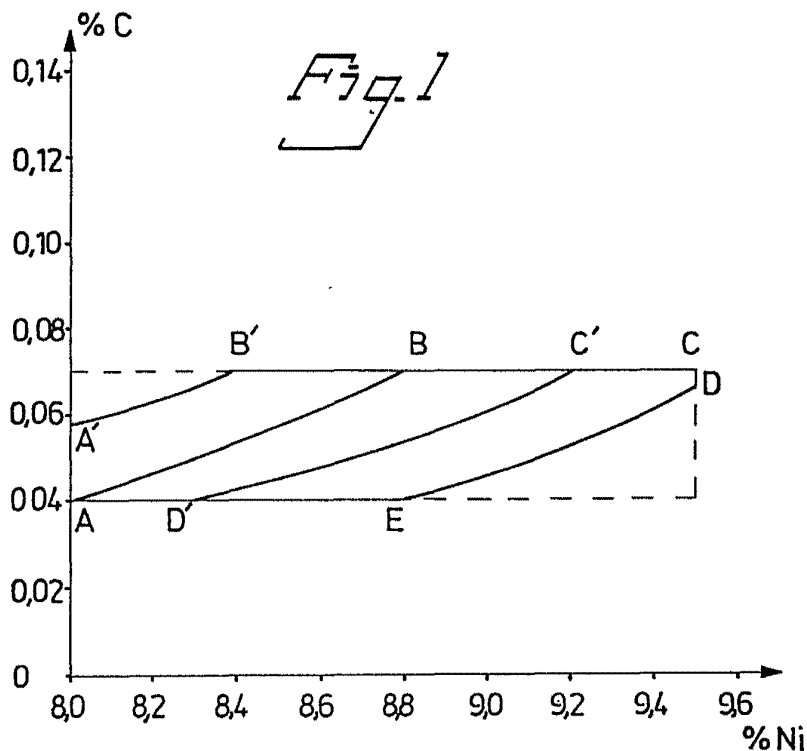
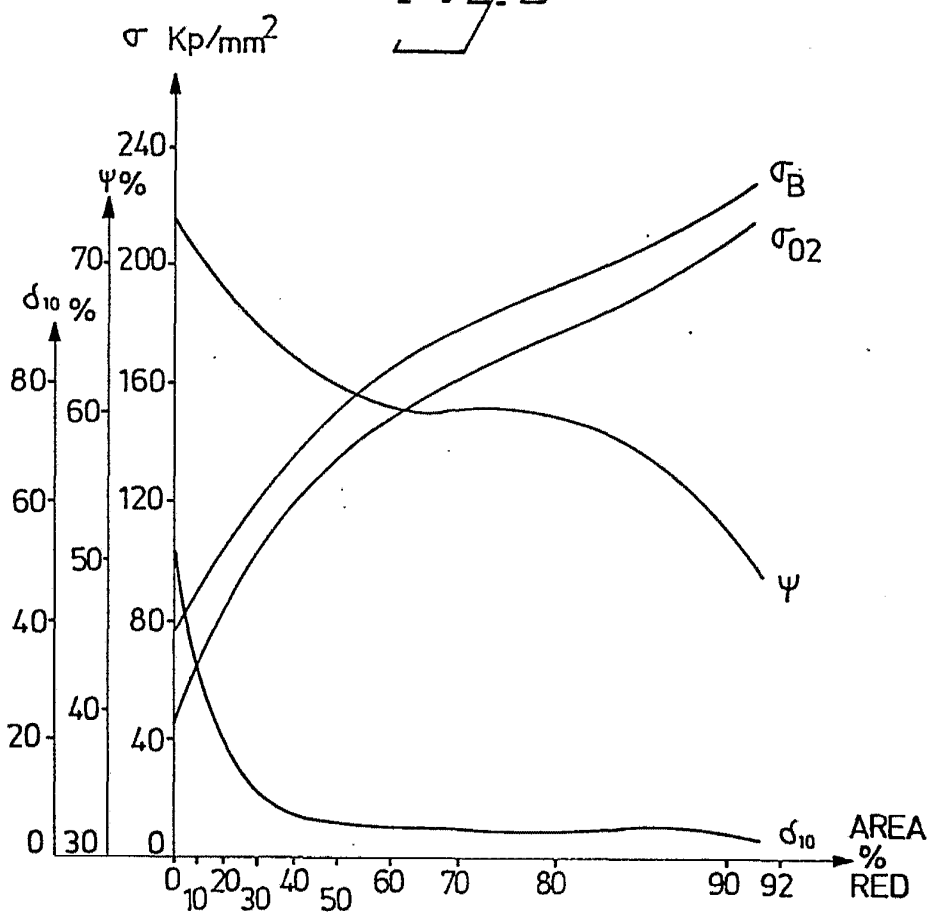


Fig. 3



MADRID 13 JUN. 1978

P. A. M. CURELL SUÑOL