

441.586

PATENTE DE INVENCION

BR 1763

Int. No. C.22C

# Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE UN ACERO DE FILETEADO

\*\*\*\*\*

*Solicitante:* UGINE ACIERS, entidad francesa, residente en 10, rue du Général Foy, 75361 PARIS CEDEX 08, Francia.

\*\*\*\*\*

La presente invención, debida a los trabajos de los Señores Daniel THIVELLIER, Leon SÉRAPHIN y Roland TRICOT, se refiere a aceros de fileteado que presentan características de elasticidad y ductilidad netamente mejoradas.

**POOR  
QUALITY**

Sabido es que la adición de azufre a un acero mejora su aptitud para el fileteado con relación al mismo acero que no contenga azufre.

5 Se designará por tanto en lo sucesivo por "acero de fileteado" bien sea un acero de construcción de escasa aleación que contenga uno o varios elementos de aleación tales como manganeso, silicio, níquel, cromo, molibdeno o vanadio, así como las diversas impurezas habituales, o bien un acero inoxidable que contenga al menos 10% de cromo y eventualmente  
10 otros elementos de aleación como níquel o molibdeno, presentando estos aceros un contenido en azufre comprendido entre 0,04 y 05%, destinado a mejorar su aptitud para el trabajo mecánico con respecto a los aceros de igual composición, pero que posean un menor contenido en azufre.

15 En estos aceros de fileteado, el azufre se halla presente en forma de inclusiones de sulfuro de manganeso o de otros elementos de aleación. Es sabido que si, en el curso de la elaboración del acero, no se adoptan precauciones particulares con respecto a estas inclusiones, se obtiene en el lingote sulfuros situados de modo preferente en los espacios interdendríticos y, además, estos sulfuros son maleables. De  
20 ello resulta que, en el producto laminado, se presentan de manera filiforme y son segregados en alineaciones, lo cual entraña un deterioro de las características mecánicas, en particular en sentido transversal, es decir, perpendicularmente  
25 al sentido del laminado.

Es pues importante controlar la naturaleza y la repartición de los sulfuros para obtener, en el metal afinado, sulfuros globulares y regularmente repartidos. En este caso,  
30 se encuentran mejoradas la elasticidad y la ductilidad en sen-

tido transversal.

5 Se ha propuesto, para obtener este resultado, la adición al acero de metaloides de la familia del azufre, como el selenio o el telurio, o metales de tierras raras como el cerio. Estos elementos permiten efectivamente actuar sobre la maleabilidad de las inclusiones sulfurosas que permanecen globulares tras el afino, pero presentan sin embargo inconvenientes.

10 Por una parte, para ser eficaz, la adición debe efectuarse en cantidad relativamente importante. Se considera que se precisan relaciones de contenidos ponderales Se/S del orden de 0,4 Te/S del orden de 0,2 o Ce/S del orden de 2. Siendo estos elementos bastantes costosos, ello se traduce en un aumento sensible del precio de coste.

15 Por otra partes estos elementos no eliminan la segregación en los espacios interdendríticos y no se puede evitar, en estado afinado, la presencia de segregaciones en alineaciones perjudiciales a las características mecánicas en sentido transversal.

20 Es sabido, por otra parte, que el magnesio y los metales alcalinotérreos como calcio, estroncio y bario, poseen una fuerte reactividad con respecto al azufre y se utilizan desde hace largo tiempo como desulfurante en la elaboración de los aceros. Agregados en cantidad importante, implican la separación de los sulfuros en el metal líquido y una rápida decantación que conduce a la eliminación del azufre.

25 La solicitante ha descubierto, en cambio, que cuando se agregan estos elementos en cantidad muy escasa tras la desoxidación del baño, no se comportan ya como desulfurantes, sino que por el contrario, se mantienen en las inclusiones  
30

sulfurosas y permiten modificar la forma y la repartición de las mismas, remediando así los inconveniente citados.

5 La invención tiene pues por objeto aceros de fileteado que, gracias a una repartición homogénera de los sulfuros globulares y poco maleables, presentan características mecánicas en sentido transversal netamente mejoradas. Tiene igualmente por objeto los artículos, objetos o piezas realizadas a partir de estos aceros, así como un procedimiento de elaboración de estos mismos aceros.

10 Los aceros de filateado, según el invento, que poseen un contenido ponderal en azufre comprendido entre 0,04 y 0,5% y presentan una ductilidad y una elasticidad en sentido transversal netamente mejoradas, contienen magnesio en cantidad a lo sumo igual a 0,005% (50 ppm) y al menos igual a 5 milésimas del contenido en azufre.

15 En efecto, la presencia de magnesio, calcio, estroncio o bario, en cantidad muy reducida conduce a este resultado sorprendente de que los sulfuros ya no se segregan en los espacios interdendríticos, sino que se reparten de manera homogénera por el acero. Además, estos sulfuros son menos maleables, lo cual evita su alargamiento en el curso del afino.

20 En el grupo de 4 metales que acaban de citarse, el magnesio es el más eficaz y su empleo es preferible. Las pruebas han demostrado que, para ser útil, el contenido en magnesio debe ser al menos igual a 5 milésimas del contenido en azufre. En cambio, si se halla presente en cantidad demasiado grande, el magnesio puede formar óxidos globulares nefastos para las características mecánicas. Se recomienda no pasar de 0,005% (50 ppm).

30

En el acero según la invención el magnesio se halla presente no en forma de óxido, sino como elemento constituido de los sulfuros. Esto no es posible más que si se agrega a un acero previamente desoxidado por adición de un desoxidante potente como el aluminio; agitación con una escoria desoxidante, desgasificación al vacío o cualquier otro procedimiento conocido de desoxidación.

La desoxidación es seguida por una adición de azufre para ajustar el contenido de este elemento al valor deseado. Esta adición puede efectuarse por cualquier medio apropiado, por ejemplo según el procedimiento descrito por la patente francesa FR. nº 1.597.415.

Tras la desoxidación, la adición de magnesio se efectúa por uno de los métodos clásicos, por ejemplo: Aleación Ni-Mg o Si-Ca-Mg, en horno, en cuchará o en lingotera.

El acero según la invención puede contener, además del magnesio, uno al menos de los elementos calcio, bario, o estroncio. Estos elementos poseen un efecto análogo al magnesio, y además, la eficacia de la adición del magnesio se mejora netamente en presencia de estos elementos. La utilización de la aleación Si-Ca-Mg que permite introducir a la vez magnesio y calcio es pues particularmente ventajosa. El contenido del acero en Ca+Ba+Sr debe estar comprendido entre 0,001 y 0,005%.

El acero según la invención puede contener también selenio y/o telurio cuyo efecto globulizante de los sulfuros es conocido, lo que permite combinar las ventajas de los dos procedimientos.

Gracias a la presencia de los elementos magnesio, calcio, estroncio o bario, se comprueba que las adicio-

nes de selenio y de telurio pueden reducirse con relación a las que serían sin estos elementos, manteniendo con todo su eficacia para la globulización de los sulfuros. El contenido ponderal en selenio es con preferencia al menos igual a 2 décimas el contenido en azufre y a lo sumo igual a 0,2%. El contenido ponderal en telurio es con preferencia al menos igual a 5 centésimas del contenido en azufre y a lo sumo igual a 0,04%. Contenidos más elevados en telurio ofrecen el riesgo de tener un efecto nefasto sobre la forjabilidad del metal. La introducción del selenio y del telurio puede efectuarse por cualquier medio conocido, en particular en forma de ferro-aleación o de mangano-aleación.

Los aceros de fileado mejorados según la invención pueden pues presentar características mecánicas, en particular una ductilidad y una elasticidad en sentido transversal, completamente comparables a las de los aceros de igual matiz no resulfurados. Por otra parte, se observa que la elasticidad a baja temperatura es mucho mejor que la de los aceros clásicos, incluso de bajo contenido en azufre.

La invención se comprenderá mejor gracias a los ejemplos que siguen que no constituyen sino casos particulares no limitativos:

EJEMPLO 1 :

Acero de construcción, elaborado al horno de alta frecuencia, desoxidado con aluminio, resulfurado y que ha recibido una adición de magnesio, cuya composición ponderal (en %) es la siguiente:

C	0,20	Cr	0,46	Mg	0,0035
Si	0,32	Mo	0,24	Fe	resto
Mn	1,04	S	0,07		

Ni 0,30 Al 0,025

Por comparación con el mismo acero sin magnesio, se obtienen los resultados siguientes en la prueba de elasticidad KCU sobre metal templado y distendido (R=1300N/m).

5 Los aceros son afinados con un grado de afino de 45.

TABLA I

	<u>Con Mg</u>	<u>Sin Mg</u>
KCU largo	54 J/cm <sup>2</sup>	53 J/cm <sup>2</sup>
KCU ancho	20 J/cm <sup>2</sup>	14 J/cm <sup>2</sup>
10 relación largo/ancho	2,7	3,5

La tabla I muestra la clara mejora de la elasticidad a lo ancho en el acero que contiene magnesio.

EJEMPLO 2

15 Acero de construcción elaborado al horno de alta frecuencia, desoxidado con aluminio, resulturado y que ha recibido adiciones de magnesio y de calcio cuya composición ponderal (en %) es la siguiente:

C	0,23	Cr	0,57	Mg	0,0030
Si	0,33	Mo	0,25	Ca	0,0015
20 Mn	1,48	S	0,06	Fe	restó
Ni	0,64	Al	0,025		

25 Por comparación con el mismo acero que comprende únicamente una adición de magnesio (sin calcio) y con el mismo acero sin magnesio ni calcio, se obtienen los resultados siguientes a la prueba de plegado a lo ancho, y a la prueba de elasticidad a lo ancho, sobre metal templado y recogido (R=850 N/mm<sup>2</sup>)

El acero es afinado con un grado de afino de 27.

TABLA II

	<u>Con Mg + Ca</u>	<u>Con Mg solo</u>	<u>Sin Mg ni Ca</u>
Angulo de plegado	65°	55°	30°
Elasticidad	26 J/cm <sup>2</sup>	22 J/cm <sup>2</sup>	12 J/cm <sup>2</sup>

La tabla II muestra la clara mejora de estas dos características, en presencia de magnesio y aún más en presencia de magnesio más calcio.

EJEMPLO 3

Acero de construcción elaborado al horno de alta frecuencia, desoxidado con aluminio, resulturado y que ha recibido adiciones de magnesio y de telurio, cuya composición ponderal (en %) es la siguiente:

C	0,31	Cr	0,54	Mg	0,0005
Si	0,41	Mo	0,24	Te	0,0080
Mn	1,46	S	0,10	Fe	resto
Ni	0,68	Al	0,02		

Por comparación con el mismo acero con adición de telurio solo y con el mismo acero, sin adición de magnesio ni de telurio, se obtienen los resultados siguientes, en las mismas condiciones que para el ejemplo nº 2:

TABLA III

	<u>Con Mg + Te</u>	<u>Con Te sdo</u>	<u>Sin Mg ni Te</u>
Angulo de plegado	70°	46°	30°
Elasticidad	32 J/cm <sup>2</sup>	26 J/cm <sup>2</sup>	12 J/cm <sup>2</sup>

La tabla III muestra la mejora de estas dos características, en presencia de telurio. Esta mejora es aún más importante en presencia de telurio más magnesio.

EJEMPLO 4

Acero de construcción elaborado al horno de arco básico, desoxidado con aluminio, resulturado y que ha recibido adiciones de calcio, magnesio y telurio, cuya composición

ponderal (en %) es la siguiente:

C	0,18	Cr	0,51	Ca	0,0005
Si	0,18	Mo	0,23	Mg	0,0004
Mn	0,81	S	0,05	Te	0,0050
Ni	0,52	Al	0,03	Fe	resto

Por comparación con el mismo acero sin adición de calcio, ni de magnesio, ni de telurio, se obtienen los resultados siguientes en la prueba de elasticidad KCU (estado templado y distendido,  $R = 1400 \text{ N/mm}^2$ )

TABLA IV

Con Mg + Ca + Te.      Sin Mg ni Ca ni Te

Elasticidad a lo

largo                      56 J/cm<sup>2</sup>                      51 J/cm<sup>2</sup>

Elasticidad a lo

ancho                      20 J/cm<sup>2</sup>                      12 J/cm<sup>2</sup>

Relación largo/ancho      2,8                      4,3

La tabla IV muestra la clara mejora de la elasticidad a lo ancho en el acero que contiene magnesio, calcio y telurio.

Por otra parte, el acero del ejemplo 4 con adición de Mg, Ca y Te, así como el acero tomado como muestra de referencia sin adiciones fueron sometidos a dos series de pruebas de mecanizabilidad. La primera serie de pruebas consistió en un trabajo mecánico efectuado al torno por medio de una herramienta de acero rápido de clase AFNOR 18-0-1 que contenía en peso W 18%, Cr 4% y V 1%.

Esta herramienta presentaba las características siguientes:

- ángulo de inclinación de afiladura 20°

- ángulo de retorneado                      8°

- ángulo de oblicuidad de arista 0°
- ángulo de punta 70°
- ángulo de dirección 90°
- chaflán de la punta 0,3 mm

5

Fué utilizada para trabajar en seco cilindros

10

de acero del ejemplo con y sin adición paralelamente a la generatriz con una profundidad de paso de 2 mm y un avance de 0,25 mm por vuelta. El método de prueba y el método de cálculo de los resultados se definen en el proyecto de norma AFNOR referencia ENS 1097. Los resultados de esta primera prueba expresados en velocidad compatible figuran en la tabla V y muestran la mejor mecanizabilidad por medio de una herramienta de acero rápido, del acero que comprende adiciones de Mg + Ca + Te. Se efectuó una segunda serie de pruebas por medio de una herramienta de carburo de tipo P.30, con la cual se trabajó en seco cilindros de acero del ejemplo con y sin adición. El trabajo mecánico se efectuó paralelamente a la generatriz con una profundidad de paso de 2 mm y un avance de 0,25 mm por vuelta. Se midió el desgaste de la herramienta después de 32 minutos de trabajo a la velocidad de 160 m/mn. Los resultados facilitados en la tabla V muestran un desgaste más de tres veces menor de la herramienta en el caso del acero que comprende adiciones de Mg + Ca + Te.

15

20

TABLA V

25

	<u>Con Mg+Ca+Te</u>	<u>Sin Mg ni Ca ni Te</u>
Velocidad compatible	65 m/mn	43,5 m/mn
Desgaste de herramienta	0,095 mm	0,32 mm

EJEMPLO 5

30

Acero de construcción elaborado al horno de arco básico, desoxidado con aluminio, resulturado y que ha recibido

adiciones de calcio, magnesio, y telurio, cuya composición ponderal (en %) es la siguiente:

C	0,17	Cr	1,00	Ca	0,0007
Si	0,32	Mo	0,02	Mg	0,0005
Mn	1,28	S	0,06	Te	0,0050
Ni	0,27	Al	0,03	Fe	resto

Por comparación con el mismo acero sin adición de calcio ni de magnesio, ni de telurio, se obtienen los resultados siguientes en la prueba de elasticidad KCU (estando templado y distendido,  $R = 1400 \text{ N/mm}^2$ ). Los aceros son afinados con un grado de afino de 20.

TABLA VI

	<u>Con Mg+Ca+Te</u>	<u>Sin Mg ni Ca ni Te</u>
Elasticidad a lo largo	48 J/cm <sup>2</sup>	50 J/cm <sup>2</sup>
Elasticidad a lo ancho	16 J/cm <sup>2</sup>	9 J/cm <sup>2</sup>
Relación largo/ancho	3	5,5

La atabla VI muestra la clara mejora de la elasticidad a lo ancho en presencia de magnesio más calcio más telurio.

Se tomaron muestras de estos aceros con y sin adición y se efectuaron exámenes micrográficos: la figura 1 y 2 presentan respectivamente al aumento 200 vistas en sección que muestran la forma y la repartición de los sulfuros. La figura 1 corresponde a la gradación del ejemplo 5 sin adición de Mg, Ca y Te en tanto que la figura 2 corresponde a la misma gradación con adiciones de Mg + Ca + Te. Se observa claramente en la figura 2 el efecto globulizante y dispersante de las adiciones según la invención.

Por otra parte, se efectuaron sobre estos mismos aceros pruebas de trabajo mecánico en condiciones semejantes

a las que se describen en el ejemplo 4, pero en el caso del trabajo mecánico con la herramienta de carburo la velocidad correspondiente fue llevada a 250 m/mn durante un tiempo de 32 minutos. Los resultados que se dan en la tabla VII muestran, según la invención, una mecanizabilidad mejor de la gradación que comprende adiciones de Mg + Ca + Te.

5

TABLA VII

	<u>Con Mg+Ca+Te</u>	<u>Sin Mg ni Ca ni Te</u>
Velocidad compatible	73,5 m/mn	66,5 m/mn
Desgaste de herramienta	0,26 mm	0,31 mm

10

EJEMPLO 6

Acero inoxidable austenítico, resulfurado y que ha recibido adiciones de magnesio y telurio, cuya composición ponderal (en %) es la siguiente:

15

C	0,06	Cr	17,8	Te	0,025
Si	0,43	Mo	0,05	Fe	resto
Mn	1,4	S	0,25		
Ni	8,3	Mg	0,0050		

20

Por comparación con el mismo acero sin adición de magnesio ni de telurio, se obtienen los resultados siguientes en la prueba de elasticidad KGU a 20°C:

TABLA VIII

	<u>Con Mg + Te</u>	<u>Sin Mg ni Te</u>
Elasticidad a lo largo	190 J/cm <sup>2</sup>	180 J/cm <sup>2</sup>
Elasticidad a lo ancho	110 J/cm <sup>2</sup>	80 J/cm <sup>2</sup>
Relación largo/ancho	1,7	2,25

25

La tabla VIII muestra la mejora de la elasticidad a lo ancho en presencia de magnesio más telurio.

EJEMPLO 7

30

Acero inoxidable martensítico, resulfurado y que

ha recibido adiciones de magnesio y telurio, cuya composición ponderal (en %) es la siguiente:

5	C 0,07	Cr 13,3	Te 0,030
	Si 0,30	Mo 0,22	Fe resto
	Mn 1,1	S 0,31	
	Ni 0,14	Mg 0,0050	

Por comparación con el mismo acero sin adición de magnesio ni de telurio, se obtienen los resultados siguientes en la prueba de elasticidad KCU a 20°C.

10

	<u>Con Mg + Te</u>	<u>Sin Mg ni Te</u>
Elasticidad a lo largo	65 J/cm <sup>2</sup>	60 J/cm <sup>2</sup>
Elasticidad a lo ancho	18 J/cm <sup>2</sup>	10 J/cm <sup>2</sup>
Relación largo/ancho	3,6	6

15

La tabla IX muestra la mejora de la elasticidad a lo ancho, en presencia de magnesio más telurio.

20

Estos ejemplos muestran que el invento permite realizar aceros de todos los tipos que posean a la vez una aptitud para el trabajo mecánico prolongado y también características mecánicas, considerablemente mejoradas en particular en lo que respecta a la elasticidad.

N O T A  
=====

25

Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarse 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 Francia con el nº 74 35 231 de 11 de Octubre de 1.974; acci-

30

giéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Conve-

nios 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: PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE UN ACERO DE FILETEADO; caracterizándose por lo siguiente:

5

1. Procedimiento de elaboración de un acero de fileteado, que posee un contenido en azufre comprendido entre 0,04 y 0,5%, presenta una ductilidad y una resistencia en sentido transversal netamente mejorada, y contiene magnesio en cantidad al menos igual a 0,005% y al menos igual a 5 milésimas de su contenido en azufre; caracterizado porque se desoxida al acero, se resulfura para obtener un contenido en azufre comprendido entre 0,04 y 0,5 % y se agrega magnesio en tal cantidad que su contenido en el acero sea al menos igual a 0,005% y al menos igual a 5 milésimas de su contenido en azufre.

10

15

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, además del magnesio, se agrega uno al menos de los elementos Ca, Ba y Sr.

20

3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el contenido total en calcio, bario y estroncio se halla comprendido entre 0,001 y 0,005%.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque se agrega además uno al menos de los dos elementos selenio y telurio.

25

5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el contenido en selenio es al menos igual a 2 décimas del contenido en azufre y a lo sumo igual a 0,2%.

6. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el contenido en telurio es al menos igual a 5 centésimas del contenido en azufre y al menos igual a 0,04%.

30

7. Procedimiento de elaboración de un acero de fileteado, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

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

5

Madrid,  
11 DIC. 1975  
UGINE ACIERS,

L. GOMEZ ACEBS Y MODER  
E. P. Firmador L. Gomez Acebs

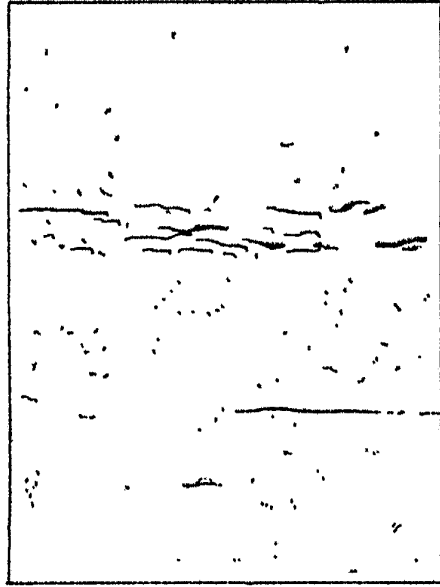


FIG 1

ESCALA  
VARIABLE

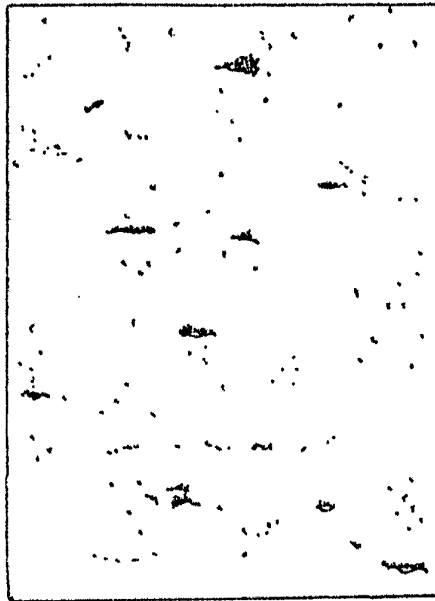


FIG 2

Madrid 5 ENE 1976

L. GOMEZ ACEBO Y ROJAS  
C. de Estudios L. Gasta Fernández