

402626

PATENTE DE INVENCION

Cas 315.

402626

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
SUBCLASE _____



## Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE HILOS DE ACERO  
FINOS.

*Solicitante* MICHELIN & CIE (Compagnie Générale des Etablissements  
Michelin), entidad francesa, residente en Clermont-  
Ferrand, (Puy-de-Dôme), Francia.

Inventor: CIE
---------------

La presente invención se refiere a la fabrica-  
ción de hilos de acero muy finos obtenidos por solidifica-  
ción de un chorro de metal líquido proyectado en un medio  
enfriador.

5. Como se sabe, un chorro líquido expulsado bajo



- presión de un recipiente horadado de un orificio toma a su salida del orificio una forma cilíndrica en una cierta longitud, antes de experimentar contracciones u oscilaciones, después de dividirse y de dar origen a gotas. La
5. longitud de la porción cilíndrica del chorro depende de múltiples parámetros: forma, dimensiones, estado físico de orificio; presión ejercida sobre el líquido y velocidad de eyección; diámetro del chorro; naturaleza y propiedades del líquido; naturaleza y propiedades del medio en
10. el cual es expulsado el chorro.

- Para fijar ideas, un chorro de acero líquido eyectado en un medio gaseoso a una temperatura comprendida entre 1.450 y 1.650°C, con un diámetro de 30 a 400  $\mu$  y una velocidad comprendida entre algunos metros y 30 a
15. 40 metros por segundo, toma y conserva una forma cilíndrica sobre una longitud que no excede de algunos centímetros y por tanto durante una duración del orden de la centésima o de la milésima de segundo.

- Si se desea obtener un hilo cilíndrico continuo, y en especial un hilo de acero, a partir de un chorro de
20. metal líquido proyectado en un medio enfriador, es preciso por tanto obtener su solidificación durante un lapso de tiempo muy corto. Este problema es particularmente difícil de resolver en el caso del hierro o del acero cuyas
25. propiedades, en comparación con las de los otros metales, no favorecen una solidificación rápida: calor específico elevado, conductividad térmica pequeña, calor latente de fusión elevado, densidad elevada, posibilidad de sobrefusión, etc.

30. Para obtener una solidificación rápida de un

402626

- 3 -



chorro de acero líquido, es por tanto indispensable utilizar un medio enfriador muy eficaz. Es favorable utilizar a este efecto un gas buen conductor del calor (por ejemplo hidrógeno, helio, gas carbónico, nitrógeno), que puede ser adicionado de un enfriador líquido bajo forma dividida. A este respecto, el agua, que posee un calor de vaporización y una capacidad calorífica elevadas, utilizada en forma de niebla, parece particularmente indicada.

5. Sin embargo, no basta con utilizar un medio de enfriamiento energético. Es preciso todavía iniciar la solidificación sin retardo, y en especial combatir los fenómenos de sobrefusión, problema que, hasta la presente invención, no ha recibido solución satisfactoria. La presente invención trata precisamente de iniciar la solidificación del chorro desde su penetración en el medio enfriador, a fin de que pueda progresar suficientemente para fijar el chorro en su forma cilíndrica antes que ésta haya tenido el tiempo de destruirse.

10. El procedimiento según la invención para fabricar un hilo de acero continuo y fino por solidificación de un chorro de acero líquido proyectado en un medio enfriador se caracteriza porque se inicia y acelera la solidificación por la presencia de oxígeno y de silicio, siendo suficiente la proporción en silicio para que, habida cuenta de la proporción en manganeso eventualmente presente, el producto de oxidación que se forma el primero sea sílice.

15. Como se observa, la invención consiste así en operar en medio oxidante y en elegir las proporciones en silicio y en manganeso en el acero para favorecer la pre-



cipitación de sílice sólida y no la formación de silicatos complejos solubles, ello utilizando el diagrama de equilibrio Fe - Si - Mn - O.

5. Si se designa por  $x$  e  $y$  las proporciones respectivas en manganeso y en silicio en el acero, expresadas en porcentaje en relación al hierro, la curva de equilibrio que delimita las zonas de formación de sílice y de silicato puede ser definida por la ecuación:

$$y = 0,55 x^2 - 0,18 x + 0,1 \quad (1)$$

10. ello a una temperatura próxima a 1.550°C y en el campo  $0,5 \% \leq x \leq 1,5 \%$  y  $0,2 \% \leq y \leq 1,5 \%$ .

15. Según la invención, para todo valor de  $x$ ,  $y$  debe tener un valor superior al dado por la ecuación (1) para favorecer la formación de sílice insoluble en el acero.

20. Preferentemente, se utilizará un exceso notable de silicio y se elegirá comprendido entre 0,5 y 3 %, estando  $x$  comprendido entre 0 y 1,5 % y permaneciendo  $y$  superior al valor dado por la ecuación (1). He aquí, a título de ejemplos, diversas composiciones de acero que convienen perfectamente:

	<u>y (% Si)</u>	<u>x (% Mn)</u>
	0,7	0,7
	1,2	1,1
25.	1,5	1,2
	2,4	1,4

30. El oxígeno debe estar presente para iniciar y acelerar la solidificación. Sin embargo, cuando el silicio y el manganeso están incluidos en el acero, el oxígeno es aportado por el medio enfriador. Se puede utilizar el oxí-



geno mezclado en el medio enfriador, bajo forma ya sea de oxígeno puro o bien de aire, a condición sin embargo de que se utilice como medio enfriador un gas inerte (helio, nitrógeno). Es preferible sin embargo utilizar un compues-

5. to oxidante susceptible de dar origen al oxígeno activo a elevada temperatura en contacto con el chorro metálico a elevada temperatura o producir directamente una reacción de oxidación. A título de ejemplos de compuestos oxidantes convenientes, se pueden citar agua o anhídrido carbónico.

10. Quede bien entendido que la proporción en oxígeno o en compuesto oxidante del medio enfriador debe ser tal que el oxígeno puesto en contacto con el acero líquido se halle en estado de trazas: no se trata, en efecto, de oxidar el acero, y mucho menos de quemarle, sino de provocar

15. la formación de microprecipitaciones de sílice, constituyendo otros tantos gérmenes de solidificación.

El cuadro siguiente da diversas composiciones ponderales del acero de las cuales unas satisfacen las condiciones enunciadas más arriba y han dado lugar a la formación de un hilo continuo, y las otras no satisfacen las condiciones enunciadas anteriormente y, en las mismas condiciones operatorias, no han dado lugar a la formación de un hilo. En ambos casos, se ha utilizado como medio enfriador el hidrógeno adicionado de una niebla de agua.

25.	<u>% C</u>	<u>% Si</u>	<u>% mn</u>	<u>Formación de un hilo</u>
	0,25	0,37	0,40	si
	"	0,35	0,85	no
	"	0,33	1,10	no
	0,30	0,73	1,10	si
30.	"	0,75	1,38	no



	<u>% C</u>	<u>% Si</u>	<u>% Mn</u>	<u>Formación de un hilo</u>
	0,30	1,20	1,70	no
	0,60	0,30	0,40	si
	"	0,30	0,90	no
5.	0,65	0,80	1,00	si
	"	0,80	1,34	no
	"	1,22	1,26	si
	"	1,20	1,90	no

- Los ensayos anteriores muestran claramente la influencia de las proporciones en silicio y en manganeso. Basta a veces una pequeñísima modificación en la composición del acero para que la formación de un hilo resulte posible o imposible. En ausencia de niebla de agua o de otra fuente de oxígeno no se obtiene hilo.
- 10.
15. Como ya se ha indicado, parece que, según las proporciones relativas de silicio y de manganeso en el acero, el producto de desoxidación que se forma preferentemente es o bien sílice, que es sólida a la temperatura considerada, o bien un silicato complejo de manganeso y de hierro, que es líquido a la misma temperatura. En metalurgia clásica, se eligen las proporciones en silicio y en manganeso de modo a evitar inclusiones de sílice sólida en el metal y a favorecer la formación de silicatos. La invención, por el contrario, prevé la elección de las proporciones en silicio y en manganeso para favorecer la formación y la precipitación de sílice ya sea en la masa o bien en la superficie del chorro de acero líquido. La presencia de sílice ayuda y acelera la solidificación del acero. Esto requiere la presencia de oxígeno o de un compuesto o mezcla oxidante susceptible de aportar oxígeno
- 20.
- 25.
- 30.



al contacto con el acero líquido que contiene silicio. La sílice así formada juega el papel de iniciador y de acelerador de solidificación.

5. El empleo de silicio y de manganeso, a las proporciones indicadas, presenta por lo demás la ventaja de conferir a los hilos de acero excelentes propiedades mecánicas, que les hacen aptos para confeccionar elementos de refuerzo utilizables en la fabricación de neumáticos y otros artículos de caucho reforzado.
10. Debe quedar bien entendido que el alcance de la presente invención no está limitado por las explicaciones que han sido sugeridas concernientes al mecanismo de acción de la sílice. Cualquiera que sea este mecanismo, el punto básico de la invención es en efecto la formación de sílice obtenida bajo condiciones oxidantes a temperatura elevada
15. merced a la composición apropiada del acero.

N O T A

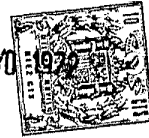
20. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Francia con el nº 71.16882 de 10 de mayo de 1.971, acogiéndose por lo tanto a los beneficios
25. 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: PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE HILOS
30. DE ACERO FINOS; caracterizándose por lo siguiente:



- 1.- Procedimiento para la fabricación de hilos de acero finos, por solidificación de un chorro de acero líquido proyectado en un medio enfriador, caracterizado porque se inicia y acelera la solidificación por la presencia de oxígeno y de silicio, siendo la proporción en silicio suficiente para que, habida cuenta de la proporción en manganeso eventualmente presente, el producto de oxidación que se forma el primero sea sílice.
- 5.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las proporciones  $x$  e  $y$  en manganeso y en silicio, expresadas en porcentajes ponderales con respecto al hierro, satisfacen las relaciones:
- 10.
- $$y = 0,55 x^2 - 0,18 x + 0,1 \quad (1)$$
- $$0,5 \leq y \leq 3$$
- $$x \leq 1,5$$
- 15.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque se utiliza un exceso notable de silicio con respecto al valor mínimo indicado por la ecuación (1).
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el medio enfriador contiene o bien oxígeno o bien un compuesto o una mezcla oxidante.
- 20.
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque se utiliza como compuesto oxidante mezclado en el medio enfriador agua o anhídrido carbónico.
- 25.
- 6.- Procedimiento para la fabricación de hilos de acero finos, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

402626 - 9 -

10 MAYO



Esta Memoria consta de 9 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 10 MAYO 1972

MICHELIN & CIE.

J. GOMEZ ACEBO Y MODET,  
E. E. Elmadol, L. García Fernández