

404236

16

P.- 51.126

FPA-130/EF



F.P. 3-9-75

MEMORIA DESCRIPTIVA

Incl. Cl.ª: C21D, C22C

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de MICHEL FELTZ

de nacionalidad belga

residente en 14e, rue Hotteux, Ayeneux, Bélgica.

por: "UN PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE ALEACIONES FERRO  
SAS DE ALTO CONTENIDO DE CROMO Y CARBONO"

(Clase Internacional C22c)

404236

24 JUN 1972

P.- 51.126  
FPA-130/EF

La presente invención se refiere a aleaciones ferrosas, y se relaciona más particularmente con aleaciones de contenidos muy altos de cromo y de carbono. Las aleaciones ferrosas según la invención son tratadas térmicamente de modo particular, de tal manera que se les confiere excelentes propiedades de resistencia, a la vez, a la abrasión, a la corrosión, a la oxidación en caliente y a los choques repetidos.

Por ello, las aleaciones ferrosas según la presente invención se prestan particularmente bien a la fabricación de piezas tales como máquinas trituradoras (de bolas, cilpebs ...) placas de blindaje, diversas piezas sometidas a fricción, capas de fricción, válvulas, piezas de turbinas, bombas, piezas de clasificadores, barras de parrillas de calcinación o cocción, etc.

Es sabido que en la trituración por vía seca o húmeda, las piezas, trátese de planchas de blindaje o en particular de las bolas, están sometidas a un conjunto de condiciones de sollicitación particularmente severas. La invención se describirá por tanto haciendo referencia a las máquinas trituradoras para las cuales las aleaciones de la invención han mostrado ser particularmente útiles; ha de entenderse, no obstante, que las aleaciones ferrosas según la presente invención no están limitadas a este uso particular, sino que por el contrario pueden encontrar un

404236



gran número de aplicaciones en campos variados, tales como los que se han indicado anteriormente.

Un gran número de productos industriales, tales como los minerales, carbones, coques, arenas, fosfatos, etc, son triturados con ayuda de trituradoras o molinos de bolas. El funcionamiento de estas trituradoras con ayuda de bolas fabricadas de fundiciones y aceros conocidos actualmente supone sin embargo, a causa de la fricción o desgaste, un importante consumo de estas bolas, que puede ir desde unos gramos hasta varios kilos de bolas por tonelada de material triturado.

Si bien numerosos estudios han demostrado que para disponer de máquinas trituradoras con una excelente resistencia al desgaste, era necesario recurrir a aleaciones de alto contenido de carbono y que comprendieran la mayor cantidad posible de carburos. Sin embargo, hasta ahora no ha sido posible aumentar el contenido de carburos en las aleaciones empleadas corrientemente para la fabricación de las máquinas trituradoras, debido a la existencia de un punto eutéctico en el diagrama de equilibrio Fe-C ó Fe-C-Cr. Así, es como las fundiciones blancas poco aleadas, por ej. con cromo de 0 a 10%, están limitadas a un contenido de carburos  $CFe_3$  ligeramente superior a 50%. Si se quiere sobrepasar este contenido de carburos por colada de una aleación hipereutéctica, se obtienen máquinas trituradora-

404236

24



doras tan frágiles que se rompen en el momento de su puesta en servicio, porque sus propiedades mecánicas y la resiliencia no son ya suficientes para resistir los choques repetidos a los que se someten las máquinas trituradoras.

5 Las fundiciones más aleadas con cromo, es decir de 10 a 30%, que cada vez son más empleadas a causa de su alta dureza al estado martensítico, están limitadas, no obstante, en su contenido de carburos de cromo del tipo  $(Fe,Cr)_7C_3$  a aproximadamente el 35%. Estas últimas fundiciones tienen

10 carburos más duros que la cementita ( $CFe_3$ ) de las fundiciones menos aleadas, pero la cantidad máxima de carburos admisible, sin hacer demasiado frágil la aleación, es netamente menor. Si se trata de aumentar el contenido de carburos de estas fundiciones altamente aleadas por colada de

15 una aleación hipereutéctica, se obtienen también trituradoras con tal fragilidad que se rompen en su puesta en servicio por las mismas razones que las indicadas anteriormente.

20 La invención tiene por objeto buscar una composición de aleaciones ferrosas de altos contenidos de cromo y de carbono, que permitan obtener contenidos muy elevados de carburos primarios duros de cromo en una matriz martensítica, teniendo por tanto una resistencia al desgaste notablemente mejorada con respecto a las aleaciones

25 conocidas, manteniendo al mismo tiempo unas propiedades

404236



mecánicas y una resiliencia suficientes para resistir a los choques repetidos, tales como los que tienen lugar en las máquinas trituradoras para molinos de bolas.

5 Según la invención, este resultado se consigue eligiendo aleaciones ferrosas que tienen una composición que responde al análisis siguiente:

- carbono de 2,3 a 5%
- cromo de 33 a 51%
- manganeso de 0,15 a 1,5%
- 10 - silicio de 0,15 a 1,5%

siendo el resto principalmente hierro con los contenidos habituales de impurezas, que están constituidas esencialmente por azufre y fósforo. En esta composición de aleación, es necesario además que los contenidos de carbono y  
15 de cromo estén relacionados por la relación siguiente:

$$11 \leq \% \text{ de Cr} - 8 \times \% \text{ de C} \leq 16.$$

Se ha advertido que situándose en este margen de análisis, las aleaciones presentan carburos de cromo en su mayoría del tipo  $(\text{Fe,Cr})_{23}\text{C}_6$  de tamaño relativamente  
20 pequeño, y que tienen, por ello, una relación estrecha con la matriz. La invención permite realizar así por colada fundiciones al cromo que tienen contenidos de carburos de cromo comprendidos entre 35 y 85% y que tienen una estructura hipereutética, que se engloban perfecta-  
25 mente en la matriz y que se adaptan perfectamente a la

404236



fabricación de máquinas trituradoras sin ningún riesgo de rotura.

5 Por "contenidos habituales de impurezas" se entienden contenidos de azufre del orden de 0,01 a 0,15% y contenidos de fósforo del orden de 0,01 a 0,15%.

10 En el estado bruto de colada, estas aleaciones tienen una matriz ampliamente ferrítica, y su dureza puede variar entre 30 y 45 Rc en la escala Rockwell "C" según el contenido de carburos primarios. Gracias a esta estructura, estas aleaciones se pueden trabajar o mecanizar fácilmente. Según otro aspecto de la invención, se ha observado que, a pesar de su estructura ferrítica en el estado bruto de coladas, estas aleaciones pueden ser sometidas perfectamente a continuación a un tratamiento

15 térmico de temple, para convertir esta ferrita en martensita dura, gracias a una austenización en el intervalo de temperaturas comprendido entre 1.025 y 1.150°C. La duración de la austenización está comprendida ventajosamente entre 1 y 5 horas, según la dimensión de las piezas a

20 tratar, y el enfriamiento puede hacerse con aire insuflado o al aire en reposo. Después del temple, estas aleaciones poseen una dureza igual, o generalmente superior, a 60 Rc de la escala Rockwell "C", llegando, en los casos más favorables, a 63 a 66 Rc.

25 Durante la austenización, hay cambio de car-

404236



16 MAYO 1975

bono y de cromo entre los carburos primarios y la matriz,  
por paso de carbono de los carburos hacia la matriz y del  
cromo de la matriz hacia los carburos. Se ha observado que,  
en este intercambio, la estructura de los carburos hiper-  
eutéticos presente en la aleación se transforma al menos  
5 en la superficie, lo que podría explicar la buena adheren-  
cia a la matriz.

La microestructura de una de estas aleaciones  
después del temple muestra los carburos primarios hipe-  
10 reutéticos y eutéticos y la matriz o disolución sóli-  
da martensítica, que contiene también una cierta canti-  
dad de austenita residual, pero que no contiene ferri-  
ta.

Conviene indicar que estas aleaciones no con-  
15 tienen carburos secundarios, lo que les confiere una  
mejor resistencia a la corrosión, por ej. durante una tri-  
turación por vía húmeda. A este respecto, hay que señalar  
que ninguna otra fundición martensítica conocida hasta  
ahora está exenta de carburos secundarios. Por ello, una  
20 de las particularidades de la presente invención es haber  
realizado una aleación de altos contenidos de cromo y de  
carbono, de estructura metalográfica martensítica que con-  
tiene carburos primarios autéticos e hipereutéticos, pe-

25

404236 24 JUN 1973



ro que está exenta de carburos secundarios.

Después del temple con aire insuflado o con  
aire en reposo, las aleaciones pueden ser sometidas a un  
revenido de relajación en el intervalo de 100 a 300°C, pa-  
5 ra aliviar las tensiones residuales. Con el fin de dismi-  
nuir el contenido de austenita residual, es recomendable  
a veces realizar, después del temple, un tratamiento tér-  
mico de revenido en el intervalo de 450 a 550°C, o un tra-  
tamiento en frío que puede llegar a 200°C bajo cero.

10 En el caso en que se ha efectuado un trata-  
miento en frío, las tensiones residuales pueden ser supri-  
midas igualmente, de hecho, por medio de un tratamiento  
de revenido de relajación en el intervalo de temperaturas  
indicado anteriormente.

15 Una composición particularmente preferida  
de la invención en el intervalo de análisis (composición)  
antes definido, se caracteriza por el siguiente análisis:

C = 3%

Cr = 37%

20 Mn = 0,5%

Si = 0,4%

siendo el resto esencialmente hierro con pequeñas cantida-  
des de impurezas, como el fósforo y el azufre. Esta alea-  
ción posee propiedades mecánicas y una resistencia a los  
25 choques muy superior a las fundiciones blancas perlíticas,

404236

24 JUN 1972



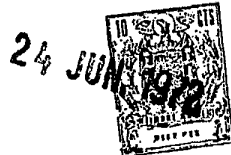
5 y al menos iguales, e incluso ligeramente superiores, a las de las fundiciones blancas martensíticas de níquel-cromo conocidas con el nombre de Ni-Hard. Por el contrario, la resistencia al desgaste de esta aleación es netamente mejor que las de las aleaciones conocidas hasta hoy. Los ensayos con bolas fabricadas con ayuda de esta composición de aleación preferida girando en vacío (sin material) en una trituradora de laboratorio, han mostrado que no se produce ningún deterioro de las bolas por rotura ni por desconchado, incluso después de varios miles de horas de ensayo.

10 OTRAS composiciones de aleaciones ferrosas según la invención, que presentan una resistencia al desgaste aun más mejorada, aunque con propiedades mecánicas y una resistencia a los choques ligeramente menores que la composición de aleación preferida antes indicada, se caracterizan por los análisis siguientes:

20 C = 3,5%  
Cr = 41%  
Mn = 0,5%  
Si = 0,4%

y C = 4%  
Cr = 45%  
Mn = 0,5%  
25 Si = 0,4%

404236



siendo el resto, en cada una de estas dos composiciones de aleación, esencialmente hierro con pequeñas cantidades de impurezas, como el fósforo y el azufre.

5           Según otro aspecto de la invención, se ha  
puesto de manifiesto que las resistencias al desgaste  
pueden ser mejoradas aún más eligiendo, en el intervalo  
de análisis definido anteriormente, composiciones que  
contienen, o bien molibdeno en contenidos comprendidos  
entre 0 y 2,5%, o bien niobio en contenidos comprendidos  
10           igualmente entre 0 y 2,5%, o bien incluso los dos elemen-  
tos de aleación simultáneamente en contenidos totales com-  
prendidos entre 0 y 5%, no excediéndose del 2,5% para  
ninguno de estos dos elementos de aleaciones.

15           Así es como las composiciones siguientes  
han dado resultados excelentes:

                  C = 3%  
                  Cr = 36%  
                  Mn = 0,5%  
                  Si = 0,4%  
20               Mo = 1,5%  
                  y           C = 3%  
                              Cr = 35%  
                              Mn = 0,5%  
                              Si = 0,4%  
25               Nb = 1%

404236



siendo el resto esencialmente hierro en las dos composiciones, con pequeñas cantidades de impurezas, como el fósforo y el azufre.

5 La Tabla I siguiente da los resultados de los ensayos de desgaste realizados con bolas de trituradoras o molinos fabricadas con ayuda de las composiciones indicadas anteriormente, en una trituradora de arena de cuarzo:

10

TABLA I

Aleación	Factor de resistencia al desgaste
Fundición blanca perlítica con 3% de C	100 (referencia)
15 Fundición blanca martensítica al Ni-Cr	125
Aleación de 3% C, 37% Cr, 0,5% Mn, 0,4% Si	250
20 Aleación de 3,5% C, 41% Cr, 0,5% Mn, 0,4% Si	275
Aleación de 4% C, 45% Cr, 0,5% Mn, 0,4% Si	300
Aleación de 3% C, 36% Cr, 0,5% Mn, 0,4% Si, 1,5% Mo	280

25

404236

24 JUN 1972



TABLA I (Continuación)

	Aleación	Factor de resistencia al desgaste
5	<hr/>	<hr/>
	Aleación de 3% C, 35% Cr, 0,5% Mn, 0,4% Si, 1% Nb	280

10

Tal como lo muestra la tabla I, las composiciones de aleaciones ferrosas según la invención, con o sin adición de molibdeno o de niobio, poseen una resistencia al desgaste netamente superior a las aleaciones conocidas hasta hoy. Poseen igualmente una excelente resistencia al desgaste en presencia de un fenómeno de corrosión, como por ej. en la trituration por vía húmeda de los minerales, y también en presencia de un fenómeno de oxidación en caliente, como en la trituration de ciertas escorias.

20

Las aleaciones según la invención son por tanto netamente ventajosas si se las compara con las aleaciones empleadas actualmente en la industria minera para la fabricación de bolas de trituradoras, y constituyen por tanto un progreso importante.

25

404236



16 MAYO 1975

Es necesario indicar que en las reivindicaciones, igual que en la Memoria descriptiva, los tantos por cientos indicados son siempre tantos por ciento en peso.

5 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Luxemburgo, el 29 de Junio de 1.971, bajo el número 63431, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

- REIVINDICACIONES -

15

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:

20

1ª.- Un procedimiento de fabricación de aleaciones ferrosas de alto contenido de cromo y carbono, caracterizado por las composiciones que responden al análisis- carbono de 2,3 a 5% - cromo de 33 a 51% - manganeso de 0,15 a 1,5% - silicio de 0,15 a 1,5% siendo el resto principalmente hierro con los contenidos habituales de impurezas constituidos esencialmente por azufre y fósforo,

25

12-5-75

- 13 -

404236



1975

5 y estando relacionados los contenidos de carbono y de  
cromo por la relación  $11 \leq \% \text{ de Cr} - 8 \times \% \text{ de C} \leq 16$ ,  
después de colada y/o eventualmente después de una meca-  
nización, son sometidas a un temple con aire en reposo  
o aire insuflado a partir de una temperatura compendi-  
da entre 1.025 y 1.150°C con objeto de conferirles una  
dureza igual o superior a 60 Rc de la escala Rockwell  
"C", y una microestructura constituida por una disolu-  
ción sólida martensítica sin ferrita, que contiene even-  
10 tualmente una pequeña cantidad de austenita residual y  
carburos primarios autécticos e hipereutécticos, pero no  
carburos secundarios.

15 2ª.- Un procedimiento según la reivindicación  
1ª, caracterizado porque el tratamiento térmico de temple  
va seguido de su tratamiento térmico de revenido de rela-  
jación a una temperatura comprendida entre 100 y 300°C.

20 3ª.- Un procedimiento según la reivindicación  
1ª, caracterizado porque el tratamiento térmico de temple  
va seguido por un tratamiento térmico de revenido a una  
temperatura comprendida entre 450 y 550°C.

4ª.- Un procedimiento según la reivindicación  
1ª, caracterizado porque el tratamiento térmico de temple  
va seguido por un tratamiento en frío que puede llegar a  
una temperatura de 200°C bajo cero.

25 5ª.- Un procedimiento según la reivindicación

12-5-75

- 14 -



404236



1975

4ª, caracterizado porque el tratamiento en frío va seguido de un tratamiento térmico de revenido de relajación a una temperatura comprendida entre 100 y 300°C.

5 6ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizado porque la composición de la aleación responde al análisis siguiente:  
C = 3% Cr = 37% Mn = 0,5% Si = 0,4%.

10 7ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque las composiciones de aleación contienen de 0 a 2,5% de molibdeno.

8ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque las composiciones de aleación contienen de 0 a 2,5% de niobio.

15 9ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque las composiciones de aleación tienen contenidos totales de 0 a 5% de molibdeno y de niobio, limitándose al mismo tiempo los contenidos individuales de molibdeno y niobio a 2,5%.

20 10ª.- Un procedimiento de fabricación de aleaciones ferrosas de alto contenido de cromo y carbono.

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

25

12-5-75



404236



16 MAYO 1975

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

Madrid,

P.A.

16 MAYO 1975

5

Alberto de Elizaburu

Por Poder

12-5-75  
jui

- 16 -