

S/Ref: 21.458 MR/CP/CLM.

N/Ref: O.G. 23.689.-MCN.-



PATENTE DE INTRODUCCION

408622

408622

Int. Cl.: C 22 C

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE UNA ALEACION RE-  
FRACTARIA A BASE DE HIERRO".

-----

Solicitante: La Sociedad Anónima francesa: SOCIETE DES  
ACIERIES DU MANOIR-POMPEY, con domicilio-  
en 62, boulevard Victor Hugo - 92 NEUILLY  
S/SEINE (Francia).

-----

408622



La presente invención tiene por objeto una - -  
aleación refractaria a base de hierro que posee simultá-  
neamente un conjunto de propiedades muy satisfactorias a  
temperaturas elevadas comprendidas entre 600 y 1.200°C--  
5. 1.250°C, que la hace muy particularmente utilizable para  
la fabricación de piezas que trabajan a elevada tempera-  
tura, por ejemplo en el exterior o en el interior de los  
hornos de reformado y/o de craqueo, en condiciones de --  
servicio particularmente severas.

10. La presente invención se refiere además a todos  
los artículos o piezas constituidos en la aleación re- -  
fractaria antes citada.

Las piezas que trabajan en el exterior de los-  
hornos de reformado o de craqueo son sometidas a tempera-  
15. turas muy elevadas, a gradientes de temperatura importan-  
tes y a enfriamientos bruscos, por lo que las aleaciones  
actualmente conocidas, que no presentan unas caracterís-  
ticas suficientemente adaptadas para tal uso, no permi--  
ten una duración de servicio suficientemente importante-  
y limitan los rendimientos de dichos hornos.

20. Las aleaciones refractarias habitualmente uti-  
lizadas para esta aplicación son aleaciones refractarias  
en estado laminado, comprendiendo por ejemplo menos de -  
0,08% de carbono, aproximadamente 32% de níquel y aproxi-  
25. madamente 21% de cromo, o bien aleaciones refractarias -  
moldeadas conteniendo por ejemplo aproximadamente 0,4% -  
de carbono, aproximadamente 20% de níquel y aproximada--  
mente 25% de cromo, teniendo en general estas aleaciones  
moldeadas unos contenidos de carbono superiores al 0,20%.

30. Todos los porcentajes dados más arriba, así co

408622



mo los porcentajes dados en la continuación de la descripción, son porcentajes en peso.

- Las condiciones de servicio de las piezas o la forma de las uniones realizadas con las mismas limitan el empleo de las aleaciones conocidas del tipo citado, en el estado corroído; además la resistencia a la deformación continua de estas aleaciones es generalmente insuficiente. En el caso particular de las aleaciones moldeadas con más del 0,20% de carbono, que son muy sensibles a las variaciones térmicas, se produce muy frecuentemente roturas intempestivas de las piezas de estas aleaciones.
- 5.
- 10.

- La aleación de acuerdo con la presente invención remedia los inconvenientes antes citados y puede ser empleada para realizar piezas susceptibles de constituir uniones de formas muy diversas y ser utilizadas en condiciones muy severas, tales como las indicadas más arriba en el caso de los hornos de reformado y/o de craqueo.
- 15.

- La aleación refractaria a base de hierro de acuerdo con la presente invención se caracteriza porque contiene 0,05 a 0,20% de carbono, 30 a 40% de níquel, 20 a 30% de cromo, 0,2 a 2% de niobio, 0,04 a 0,2% de nitrógeno, 0,8 a 2% de silicio y al menos un elemento elegido dentro del grupo formado por el manganeso, el tántalo, el titanio y el molibdeno estando constituido el porcentaje residual por hierro y las impurezas habituales.
- 20.
- 25.

- La aleación refractaria de acuerdo con la presente invención presenta simultáneamente las siguientes:
- 30.

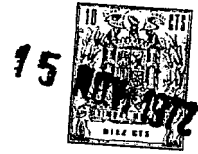
408622



propiedades:

- Una resistencia elevada a la deformación continua hasta 1.150°C-1.250°C.
- Una resistencia elevada a la oxidación intergranular incluso a alta temperatura en atmósfera oxidante.
- Una excelente resistencia general a la oxidación hasta 1.150°C, siendo no obstante, esta resistencia muy suficiente hasta 1.100°C.
- Una excelente resistencia a la corrosión a --
- 10. alta temperatura, por ejemplo por el carbono, el azufre o cualquier otro elemento corrosivo susceptible de ponerse en contacto con los gases de combustión.
- Una elevada resistencia a los choques térmicos, esencialmente debida a una ductilidad suficiente, --
- 15. manteniéndose en el curso del tiempo, a la temperatura de servicio, permitiendo a esta aleación deformarse localmente con ocasión de dichos choques térmicos.
- Una buena resistencia al envejecimiento, más particularmente a la fatiga térmica.
- 20. - Una buena soldabilidad en el curso de la puesta en práctica de cualquiera de los procedimientos industriales de soldadura conocidos.
- Una buena aptitud a la deformación en caliente, permitiendo un conformado por curvado o forjado, sin
- 25. alterar en modo alguno las propiedades de soldabilidad, -- así como las otras propiedades mencionadas más arriba.
- La forjabilidad de la aleación según la invención permite efectuar el conformado en caliente del producto bruto de colada y realizar por ejemplo a partir del
- 30. mismo piezas forjadas o laminadas. La conservación de las

408622



principales propiedades mecánicas después del conformado en caliente, así como la conservación de las propiedades de soldabilidad, permiten construir uniones satisfactorias con piezas procedentes de un mismo proceso de fabricación.

5.

Con preferencia, los porcentajes ponderales -- de los elementos de la aleación de la invención responden a la fórmula siguiente:  $30 \times C \% + Ni \% + 0,5 \times Mn \% + 16 N \% = Cr \% + 0,5 \times (Nb + \frac{1}{2} \text{ vez Ta}) \% + 3,5 \times Ti \% + 1,5 \times Si \% + Mo \% + ll \pm 2$ .

10.

Con preferencia, se arregla igualmente para -- que se satisfaga la fórmula siguiente:  $A = B \pm 20\%$ .

$$\text{con } A = 30 \times C \%$$

$$B = 2 \times Ti \% + 6 \times$$

15.

$$(Nb + \frac{1}{2} \text{ vez Ta})\%$$

Respetando las dos fórmulas antes citadas es -- posible obtener una estabilización máxima de las fases -- austenítica y ferrítica y de este modo evitar lo más posible la corrosión intergranular por oxidación a altas -- temperaturas, del orden de 900 a 1.250°C.

20.

Según una característica de la presente invención, es altamente preferible que el contenido de silicio esté comprendido entre 1,0 y 1,8% en peso; en efecto, para un contenido inferior al 1,0%, la resistencia a la -- oxidación es insuficiente y no resulta excelente más que a partir de un contenido del orden de 1,2%; para un contenido de silicio superior al 1,8% la soldabilidad es mediocre y es preferible que este contenido sea a lo sumo -- igual a 1,5% para que la soldabilidad sea excelente; el-

25.

30.

contenido de cromo debe situarse con preferencia entre 23

408622

15



y 30%, y más ventajosamente entre 25 y 28% para obtener la mejor resistencia a la oxidación, sin dañar a las - - otras propiedades.

5. Con preferencia, el contenido de titanio debe ser del orden del doble del contenido de carbono, mientras que el contenido de niobio (en ausencia de tántalo) debe ser al menos igual a seis veces el contenido de carbono para mantener una resistencia a la deformación continua adecuada, sea cual fuere el contenido de carbono -
10. dentro del intervalo antes citado (0,05-0,20%, con preferencia 0,10-0,15% de carbono).

15. El tántalo puede sustituir en parte al niobio, como se muestra en las fórmulas antes citadas correspondientes a las condiciones de estabilización máxima, a -- razón de dos partes de tántalo por una parte de niobio; -- se observará que el tántalo estará generalmente presente, dado que el niobio técnico generalmente utilizado para -- constituir aleaciones con niobio contiene a título de -- impureza, una cierta proporción de tántalo.

20. El molibdeno constituye una impureza no nociva, a condición de que su cantidad no sea superior a 0,30%.

25. La firma solicitante ha descubierto igualmente que ciertos elementos hallados frecuentemente entre las impurezas que acompañan al hierro, aparte del fósforo y el azufre cuya suma debe ser limitada al 0,05%, son particularmente nocivos para determinadas propiedades perseguidas para la aleación que constituye el objeto de la -- presente invención; esta es la razón por la que los contenidos de impurezas eventuales tales como el aluminio, plomo, estaño, zinc y cobre son limitadas a 0,05% - 0,01% -
- 30.

408622



0,01% - 0,01% y 0,10% respectivamente. Estos elementos --  
 actuan reduciendo la ductilidad en frío o en caliente, --  
 bien haciendo más difícil el formado en caliente, o bien--  
 reduciendo la resistencia a la deformación continua o a --  
 5. la fatiga térmica.

Las aleaciones de la presente invención, reve--  
 lan por examen en el microscopio ordinario y en el micros--  
 copio electrónico de muestras brutas de colada, una es--  
 tructura austenítica en la que están finamente dispersos--  
 10. precipitados de carburos, del tipo M 23 C6 que se presen--  
 tan bajo forma de plaquitas rectangulares por ejemplo de--  
 dimensiones del orden de 800 Å, o bajo forma de espinas--  
 de pescado, presentando esta estructura zonas de micro-dis--  
 locación rodeando a las partículas de dichos precipitados,  
 15. que aparecen bajo forma de bandas largas. Los exámenes --  
 antes citados no revelan ni ferrita, ni carburos del tipo  
 M 7 C 3.

Según un modo de realización preferido de la -  
 presente invención, la aleación refractaria antes citada--  
 20. responde a la siguiente composición:

	Carbono	0,10 a 0,15%	en peso
	Níquel	30 a 35 %	"
	Cromo	22 a 28 %	"
	Niobio	0,5 a 1,2 %	"
25.	Nitrógeno	0,05 a 0,15%	"
	Manganeso	0,8 a 1,2 %	"
	Silicio	0,8 a 1,5 %	"
	Fósforo + azufre	≤ 0,05%	"

Hierro e impurezas habi--  
 tuales distintas de S  
 30. y P porcentaje complementario

408 622

15



La aleación refractaria de acuerdo con la presente invención puede presentarse en forma de artículos -- y piezas moldeados o centrifugados aptos para un conformado en caliente, como se indica más arriba, por ejemplo --

5. por curvado, forja o laminado.

Según se ha indicado anteriormente, la aleación antes citada puede ser utilizada a temperaturas corrientemente comprendidas entre 800 y 1.200°C-1.250°C. La firma solicitante ha puesto a punto por otra parte dos tipos

10. particulares de aleaciones refractarias según la presente invención, correspondiendo cada una a un campo de temperatura de utilización particular.

Así, de acuerdo con la presente invención, para una aleación que constituya una pieza que deba ser utilizada a una temperatura del orden de 800<sup>0</sup> a 1.000<sup>0</sup>C, es preciso utilizar la siguiente composición:

15.

	Carbono	Aproximadamente 0,11 %	en peso
	Níquel	" 33 %	"
	Cromo	" 22 %	"
	Niobio	" 1,0 %	"
20.	Nitrógeno	" 0,060%	"
	Manganeso	" 1,0 %	"
	Silicio	" 0,9 %	"
	Fósforo + azufre	≤ 0,05 %	"
25.	Hierro e impurezas habituales distintas de S y P	porcentaje complementario	

Para una pieza destinada más particularmente a ser utilizada en el campo de temperaturas de 1.000 a -- 1.150°C, resulta ventajoso utilizar una aleación que responda a la siguiente composición:

30.

408 622



	Carbono	Aproximadamente	0,11 %	en peso
	Níquel	"	33 %	"
	Cromo	"	25 %	"
	Niobio	"	1,0 %	"
5.	Nitrógeno	"	0,060%	"
	Manganeso	"	1,0 %	"
	Silicio	"	1,4 %	"
	Fósforo + azufre		≤ 0,05 %	"
10.	Hierro e impurezas habituales distintas de S y P porcentaje complementario			

Se observa que para una utilización dentro de este último intervalo de temperatura, los contenidos de cromo y silicio han aumentado con relación a los contenidos correspondientes a la aleación a utilizar con preferencia en el campo de las temperaturas de 800 a 1.000°C.

La posibilidad de curvar en caliente los tubos centrifugados, conservando a la vez una buena resistencia a la deformación continua, una insensibilidad a la corrosión intergranular, una resistencia a la fatiga térmica y una buena soldabilidad, hace a la aleación de la presente invención extremadamente interesante para empleos específicos dentro del campo de temperatura antes indicado (800-1.250°C).

Según un modo de realización preferido de la presente invención, la aleación responde a la siguiente composición:

	Carbono	0,05	a	0,20 %	en peso
	Cromo	23	a	30 %	"
	Níquel	30	a	40 %	"
30.	Manganeso	0,6	a	1,50 %	"

408622<sup>15</sup>



	Silicio	1,0	a	1,8 %	en peso
	Nitrógeno	0,04	a	0,2 %	"
	(Niobio + $\frac{1}{2}$ vez tántalo)	0,5	a	1,3 %	"
5.	Titanio	0	a	1,00 %	"
	Molibdeno	0	a	0,30 %	"
	Azufre + fósforo		$\leq$	0,05 %	"
	Hierro e impurezas habituales distintas de S y P porcentaje complementario				

10. Una composición preferida, más limitativa, de esta aleación es la siguiente:

	Carbono	0,10	a	0,15 %	en peso
	Cromo	25	a	28 %	"
	Níquel	33	a	40 %	"
	Manganeso	0,8	a	1,2 %	"
15.	Silicio	1,2	a	1,5 %	"
	Niobio	0,6	a	1,2 %	"
	Titanio	0,2	a	0,8 %	"
	Molibdeno	0	a	0,30 %	"
	Nitrógeno	0,05	a	0,15 %	"
20.	Azufre + fósforo		$\leq$	0,05 %	"
	Hierro e impurezas habituales distintas de S y P porcentaje complementario				

25. Otras características de la invención aparecerán en el curso de la descripción que va a seguir de algunos ejemplos que ilustran las propiedades excepcionales de las aleaciones refractarias de acuerdo con la presente invención.

Ejemplo I

30. Estudio de la resistencia a la deformación continua

408622

75



5. Se ha efectuado ensayos de deformación continua a temperaturas comprendidas entre 750 y 1.150°C durante tiempos que van de 100 a más de 10.000 horas, con el fin de valorar la resistencia a la rotura por deformación continua de una aleación de níquel-cromo con 0,10% de carbono, sin adición de niobio y nitrógeno en un primer caso y con adición simultánea de niobio y nitrógeno en un segundo caso.

10. Se ve, mediante el examen de la tabla I que sigue, que el valor de la magnitud que caracteriza la resistencia a la deformación continua a 830°C es aumentado prácticamente al doble por adición de niobio y nitrógeno, por comparación entre la aleación centrifugada C de acuerdo con la invención y la aleación centrifugada B que no contiene ni niobio, ni nitrógeno.

15.

Tabla I

Nº	Toma	Composición				Resistencia a la deformación continua a 830°C	
		Ni	Cr	Nb	N	6R 104 h	6R 105 h
20.	A laminado	33	21	-	-	1,8 hbar	1,1 hbar
	B centrifugado	33	22	-	-	2,3 "	1,5 "
	C centrifugado	33	22	1,1	0,05	4,5 "	3,1 "

25. La aleación C contiene además 1 % de Mn, 0,2 % de Ti y 1 % de Si.

Ejemplo II

Estudio de la resistencia a la oxidación intergranular

30. Dado que el aumento de la oxidación intergra-



408622

nular tiene por objeto reducir el tiempo de rotura en el curso de un ensayo de deformación continua, se ha determinado sobre las aleaciones B, C, C' y C'' que siguen, para diferentes valores del esfuerzo, el tiempo de rotura--

5. y el alargamiento a la rotura de probetas sometidas a --- ensayos de deformación continua a 850°C, teniendo las -- aleaciones C, C' y C'' la misma composición.

10. Además se ha efectuado un examen micrográfico de las probetas rotas con el fin por un lado de poner de manifiesto la eventual ausencia de una oxidación integra nular y por otro lado, observar el modo de rotura.

Los resultados son indicados en las tablas II- y III que siguen.

...../.....

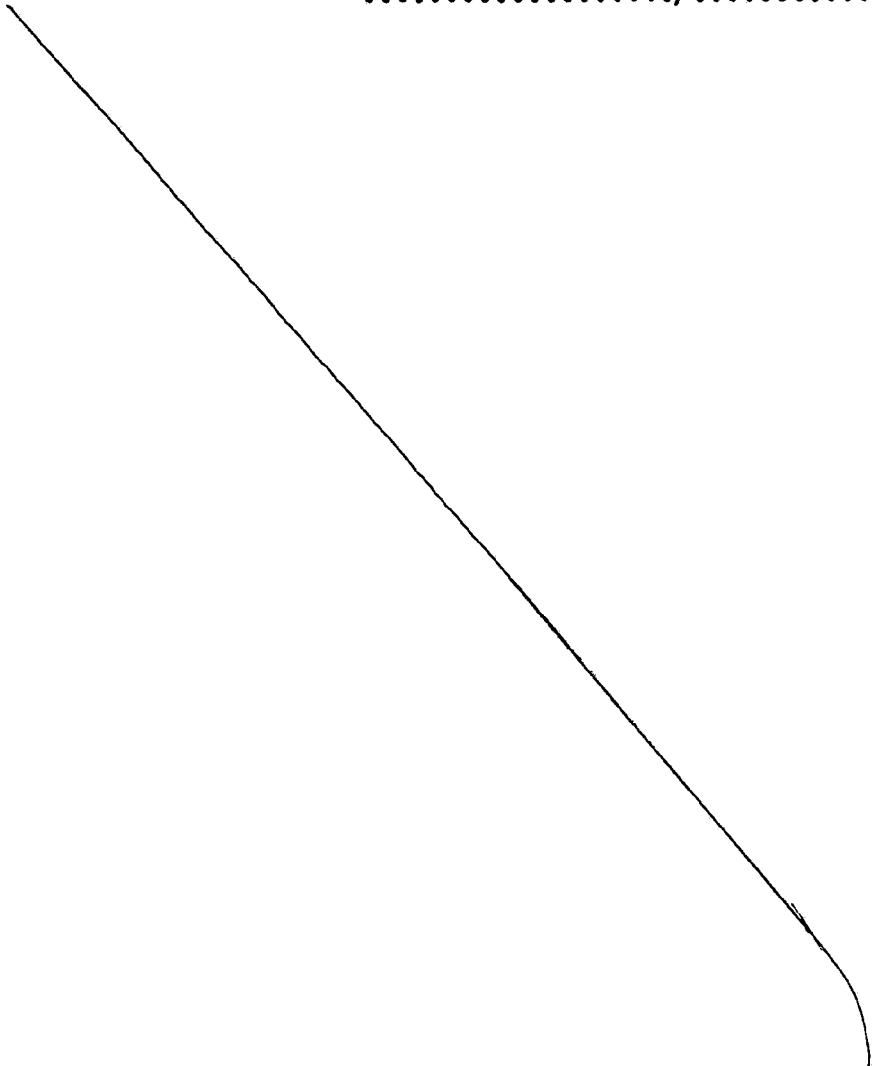




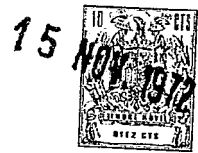
Tabla II

Nº	Toma	COMPOSICION			Resultado de deformación continua a 850°C		
		Ni	Cr	Nb N	Esfuerzo libar	Tiempo de rotura -- horas	Alargamiento a la ro- tura %
B	tubo centrifugado	33	22	-	5	54	2,0
B	id.	"	"	-	4	176	1,0
B	id.	"	"	-	3	662	≤ 0,5
C	tubo centrifugado	33	22	1,1 0,05	6	718	25
C'	id.	"	"	"	5	2925	14
C''	pieza moldeada	"	"	"	4	4138	25

Tabla III

Nº	COMPOSICION				Observaciones sobre probetas rotas	
	Ni	Cr	Nb	N	Oxidación intergranular	Modo de rotura
B	33	22	-	-	sí	intergranular sin deformación
C	33	22	1,1	0,05	nada	transgranular después de la deformación

408622



5. Se observa primeramente que las aleaciones C, G' - y G'' de acuerdo con la presente invención y conteniendo niobio y nitrógeno, al mismo tiempo que un bajo contenido de -- carbono, del orden del 0,10%, poseen un alargamiento a la ro- tura siempre de por lo menos el 10%, contrariamente a las -- aleaciones B, de igual contenido de carbono, pero que no con- tienen niobio y nitrógeno.

10. De una manera más general, sea cual fuere la dura- ción del "envejecimiento" artificial realizado bien bajo es- fuerzo (o deformación continua) o sin esfuerzo, la aleación- de acuerdo con la invención conserva siempre un alargamiento a la rotura superior al 10%, como resulta de numerosos ensa- yos efectuados por la firma solicitante a temperaturas com- prendidas entre 750 y 950°C.

15. Se observa además que la aleación C de acuerdo con la presente invención no presenta oxidación intergranular den- tro de la zona de rotura de las probetas, contrariamente al- caso de la aleación de comparación B.

20. Conviene resaltar igualmente que la ausencia de -- oxidación intergranular impide la fragilización de la alea- ción y por consiguiente aumenta la resistencia a la fatiga - térmica, lo que es puesto de manifiesto de una manera direc- ta en el ejemplo que sigue.

Ejemplo III

25. Estudio de la resistencia a la fatiga térmica

El ensayo efectuado ha consistido en calentar y - enfriar rápidamente la arista de probetas de sección trian- gular.

30. Las magnitudes medidas o criterios examinados son los siguientes:

408622



(1) número de ciclos que conducen a la iniciación - de una fisura.

(2) velocidad de propagación de la fisura.

(3) naturaleza de la fisuración.

5. Los resultados obtenidos son dados en la tabla que sigue:

Nº	COMPOSICION				Iniciación n.º de ciclos (1)	Propagación (2)	Naturaleza de la fisura (3)
	Ni	Cr	Nb	N			
B	32	22	-	-	50/60	3 mm después de 100 ciclos	Intergranular
C	33	22	1,1	0,06	450/500	0,7 mm después de 2500 ciclos	transgranular

30.

408622



Una fisura intergranular, es decir que se propaga entre los granos, corresponde a una fragilidad de la aleación, mientras que una fisura transgranular caracteriza una buena ductilidad y una capacidad de consolidación mecánica; se pone así de manifiesto el hecho de que la aleación de acuerdo con la presente invención conserva una buena ductilidad y buenas propiedades mecánicas después de un envejecimiento térmico; en otros términos, posee una resistencia a la fatiga térmica elevada.

5.

Es necesario observar que en el curso de los ensayos de deformación continua o de fatiga térmica antes citados, las probetas han sido sometidas a esfuerzos tales que la rotura o la fisuración eran inevitables mientras que en las condiciones de un servicio industrial, incluso severo como el mencionado más arriba para los hornos de reformado y/o de craqueo los esfuerzos no tienen la misma intensidad o la misma frecuencia.

15.

De todos modos los ensayos antes citados demuestran que el comportamiento de las aleaciones B (o A) por un lado y las aleaciones de acuerdo con la presente invención C son muy diferentes, poniendo estos ensayos de manifiesto la influencia beneficiosa de una adición simultánea de niobio y nitrógeno a una aleación al níquel-cromo, a base de hierro, y teniendo un bajo contenido de carbono.

20.

Ejemplo IV

Otra aleación de acuerdo con la presente invención posee la siguiente composición:

C	0,10%	en peso
Cr	25 %	"
Ni	33 %	"

25.

30.

408622

15



	Mn	1 %	en peso
	Si	1,5 %	"
	(Nb + $\frac{1}{2}$ vez Ta)	1,2 %	"
	N	0,10%	"
5.	Ti	0,1 %	"
	Mo	0,2 %	"
	S + P	$\sqrt{}$ 0,05%	"

Fe e impurezas habituales; porcentaje complementario.

10.

Ejemplo V

Otra aleación de acuerdo con la presente invención responde a la siguiente composición:

	C	0,12%	en peso
	Cr	25 %	"
	Ni	35 %	"
15.	Mn	1 %	"
	Si	1,5 %	"
	(Nb + $\frac{1}{2}$ vez Ta)	0,7%	"
	N	0,08%	"
20.	Ti	0,3 %	"
	Mo	0,20%	"
	S + P	$\sqrt{}$ 0,05%	"

Fe e impurezas habituales: porcentaje complementario.

25.

Las aleaciones de los ejemplos IV y V antes citados, poseen en la actualidad la mejor resistencia a la oxidación a 1.100°C-1.250°C., a causa de un contenido relativamente elevado de Cr y Si, que es compatible con una buena soldabilidad.

30.

El examen micrográfico demuestra que la oxida-

408 622 15



ción intergranular es netamente más baja que en el caso de las aleaciones refractarias conocidas consideradas como -- que tienen una buena resistencia a la oxidación en caliente.

5. La forjabilidad, que es definida como la aptitud del metal a ser puesto en forma por deformación plástica en caliente sin producción de defectos, puede ser evaluada en el caso de los aceros refractarios:

10. - por laminado o forja de un lingote para la fabricación de hilos

- por curvado de tubos extrusionados.

Los aceros de la presente invención presentan -- la mejor forjabilidad por laminado o forja en las siguientes condiciones:

15. - temperatura máxima durante el calentamiento: --  
1.200°C

- temperatura de fin de forja:  $\geq 950^{\circ}\text{C}$ .

Presentan la mejor aptitud a la deformación por -- curvado en las siguientes condiciones:

20. - temperatura de calentamiento: 1.050 a 1.100°C.  
- curvado a  $\geq 950^{\circ}\text{C}$ , con preferencia entre 1.050 y 1.100°C.

25. Los resultados de los ensayos experimentales antes citados son confirmados por la excelente resistencia de las uniones de piezas de las aleaciones de la presente invención, en condiciones particularmente severas (hasta 1.100°C en atmósfera oxidante durante períodos de tiempo muy largos).

30. Evidentemente, la presente invención no está limitada en manera alguna a los modos de realización descritos que no han sido dados más que a título de ejemplo. En parti

408622



cular, comprende todos los medios que constituyan equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones, si las mismas son ejecutadas según el espíritu de la invención.

N O T A

5. La Patente de Introducción, que se solicita por diez años, para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE UNA ALEACION REFRACTARIA A BASE DE HIERRO", citándose como Fuente de Procedencia: Patente en Francia número: 7027119 solicitada el 22-7-70 y concedida el 14-2-72, y Patente adicional número: 7103098 solicitada el 29-1-71 y concedida el 21-8-72, según las características esenciales de las siguientes:

15. R E I V I N D I C A C I O N E S

1ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación-refractaria a base de hierro, del tipo que responde a una elevada resistencia a la deformación continua, a los choques térmicos, a la fatiga térmica y a la oxidación intergranular y de buena soldabilidad y del tipo que comprende un contenido elevado de níquel y cromo y un bajo contenido de carbono, caracterizado porque los contenidos de carbono, níquel y cromo son elegidos respectivamente entre 0,05 y 0,20%, 30 y 40%, y 20 y 30% y porque se introduce en dicha aleación niobio, nitrógeno y silicio en contenidos comprendidos respectivamente entre 0,2 y 2%, 0,04 y 0,2%, y 0,8y 2%, así como al menos un elemento elegido del grupo formado por el manganeso, el tántalo, el titanio y el molibdeno, estando constituido el porcentaje residual por hierro y las impurezas habituales.

2ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación-

408622<sup>15</sup>



refractaria a base de hierro, según la reivindicación 1ª, -  
caracterizado porque los contenidos de los elementos antes-  
citados son elegidos de manera que respondan a la siguiente  
fórmula:

5.  $30 \times C \% + Ni \% + 0,5 \times Mn \% + 16 N \% = Cr \% + 0,5 \times (Nb + 1/2 \text{ vez Ta}) \% + 3,5 \times Ti \% + 1,5 \times Si \% + Mo \% + 11 \pm 2.$

10. 3ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según la reivindicación 1ª, -  
caracterizado porque los contenidos de los elementos antes-  
citados son elegidos de manera que respondan a la siguiente  
fórmula  $A = B \pm 20\%.$

con  $A = 30 \times C \%$

$B = 2 \times Ti \% + 6 \times (Nb \% + 1/2 \text{ vez Ta} \%).$

15. 4ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según la reivindicación 1ª, -  
caracterizado porque el contenido de niobio aumentado en la  
mitad del contenido de tántalo es al menos igual a 6 veces-  
el contenido de carbono.

20. 5ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según la reivindicación 1ª, -  
caracterizado porque el contenido de titanio es elegido a un  
valor sensiblemente el doble del valor del contenido de car-  
bono.

25. 6ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según una de las reivindica-  
ciones 1ª a 5ª, caracterizado porque los contenidos de los-  
elementos antes citados son elegidos del siguiente modo:

30.	C	0,10 a 0,15%	en peso
	Ni	30 a 35 %	"
	Cr	22 a 28 %	"

408622 15



Nb	0,5 a	1,2%	en peso
N	0,05 a	0,15%	"
Mn	0,8 a	1,2%	"
Si	0,8 a	1,5%	"
S + P		≤ 0,05%	

5.

Fe y las impurezas habituales distintas de S y P: porcentaje complementario.

7ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según la reivindicación 6ª, - más particularmente destinada a ser utilizada dentro del -- campo de temperaturas de 800-1.000°C, caracterizado porque los contenidos de los elementos antes citados son elegidos del siguiente modo:

10.

C	aproximadamente	0,11%	en peso
Ni	"	33 %	"
Cr	"	22 %	"
Nb	"	1,0 %	"
N	"	0,060%	"
Mn	"	1,0 %	"
Si	"	0,9 %	"
S + P		≤ 0,05 %	"

15.

20.

Fe y las impurezas habituales distintas de S y P: porcentaje complementario.

8ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según la reivindicación 6ª, - más particularmente destinada a ser utilizada dentro del -- campo de temperaturas de 1.000-1.150°C, caracterizado porque se elige los contenidos de los elementos antes citados del siguiente modo:

25.

30.

C	aproximadamente	0,11%	en peso
---	-----------------	-------	---------

408622<sup>15</sup> NOV 1972



	Ni	aproximadamente	33	%	en peso
	Cr	"	25	%	"
	Nb	"	1,0	%	"
	N	"	0,060	%	"
5.	Mn	"	1,0	%	"
	Si	"	1,4	%	"
	S + P		≤ 0,05	%	"

Fe y las impurezas habituales distintas de S y P: porcentaje complementario.

10. 9ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según una de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizado porque se elige los contenidos de los elementos antes citados del siguiente modo:

	C	0,05	a	0,20	%	en peso
15.	Ni	30	a	40	%	"
	Cr	23	a	30	%	"
	Mn	0,6	a	1,50	%	"
	Si	1,0	a	1,8	%	"
	(Nb + 1/2 vez Ta)			0,5 a 1,3	%	"
20.	Ti	0	a	1,00	%	"
	Mo	0	a	0,30	%	"
	N	0,04	a	0,2	%	"
	S + P			≤ 0,05	%	"

25. Fe y las impurezas habituales distintas de S y P: porcentaje complementario.

10ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según la reivindicación 9ª, -- caracterizado porque se elige los contenidos de los elementos antes citados del siguiente modo:

30.	C	0,10	a	0,15	%	en peso
-----	---	------	---	------	---	---------

408622

15



	Cr	25	a	28	%	en peso
	Ni	33	a	40	%	"
	Mn	0,8	a	1,2	%	"
	Si	1,2	a	1,5	%	"
5.	(Nb <del>+</del> 1/2 vez Ta)			0,6	a 1,2	%
	Ti	0,2	a	0,8	%	"
	Mo	0	a	0,30	%	"
	N	0,05	a	0,15	%	"
	S + P			≤ 0,05	%	"

10. Fe y las impurezas habituales distintas de S y P: porcentaje complementario.

11ª.- Procedimiento de fabricación de una aleación refractaria a base de hierro, según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los contenidos de aluminio, plomo, estaño, cinc y cobre son elegidos respectivamente inferiores al 0,05%, 0,01%, 0,01%, 0,01% y 0,10%.

12ª.- "PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE UNA ALEACION REFRACTARIA A BASE DE HIERRO".

20. Según queda sustancialmente descrito en la presente Memoria Descriptiva, que consta de veintitres hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15 NOV. 1972

SOCIETE DES ACIERIES DU MANOIR-POMPEY

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P. P.

Firmado: M.ª Dolores Jerquera