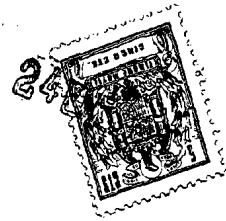


PATENTE DE INVENCION  
=====



284477

*Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"Procedimiento de obtención de aleaciones de  
ferro-cromo".

-----

*Solicitante:*

Alfred Gordon Evans ROBIETTE, de nacionalidad in-  
glesa, residente en Bury Farm, Bovington, Hartford  
shire, Inglaterra.

-----

Este invento se refiere a un procedimien-  
to para la obtención de aleaciones ferro-cromo par -  
tiendo de menas o minerales de óxido de hierro-cromo.

Las aleaciones ferro-cromo son aleaciones  
5. de hierro y cromo, pero a menudo contienen otros ele-

-284477



5. -mentos, especialmente carbono y silicio. Se utilizan especialmente para realizar aleaciones de cromo a los aceros y al hierro fundido. Otros elementos, además del carbono y del silicio que pueden hallarse presentes, son en general impurezas tales como manganeso, aluminio, fósforo y azufre.

10. En general las aleaciones ferro-cromo contienen más del 50% de cromo y, a menudo hasta el 75% de este metal. El silicio está comprendido corrientemente entre 0,5 y 50%. Cuando el silicio excede del 20% aproximadamente, las aleaciones se denominan comunmente ferro-cromo-silicio o ferro-silicio-cromo. El contenido de carbono puede variar desde trazas o vestigios hasta alrededor del 10%.

15. Este invento es aplicable a la preparación de todas estas aleaciones ferro-cromo.

20. En el procedimiento convencional para la obtención de estas aleaciones, se utiliza una mena o mineral de cromo que, básicamente, es cromita, a saber un compuesto que puede representarse por  $FeO.Cr_2O_3$  pero que puede contener cantidades superiores o inferiores de cromo, de las que indica la fórmula.

25. Además, contiene impurezas denominadas ganga, que son comunmente sílice, magnesia, alúmina y a veces cal.

30. Estos minerales de óxido de hierro-cromo, se funden en general en forma de terrones con cok, antracita, carbón de madera u otras formas de agentes reductores carbonosos, en un horno eléctrico

284477

-3-



- de arco sumergido. Las impurezas se derriten o -  
fluidifican con sílice, espato fluor o piedra cali  
za, o una combinación de éstas, para formar una es  
coria fluida que se separa de la aleación fundida.
5. Si el mineral es de naturaleza pulverulenta o fria  
ble, o si presenta la forma de finos o de un concen  
trado de los mismos, es corriente aglutinar o sin  
terizar el mineral en un horno rotativo, o transfor  
marlo en briquetas con un agente de acoplamiento .
10. Sin embargo, en todos los casos, la práctica ha con  
sistido en cargar el mineral, el agente carbonoso -  
de reducción y el flujo mezclado en forma de terro  
nes.
15. La mezcla de un mineral del tipo de fi  
nos con un agente reductor finalmente dividido, tal  
como cisco de cok o finos de antracita, añadiendo  
un agente de acoplamiento tal como alquitrán, brea,  
bentonita, melazas o fécula, se han ensayado pero -  
los resultados no han tenido éxito a causa del he  
cho de que el agente de acoplamiento se descompone  
y pierde sus propiedades de trabazón mucho antes -  
de que se presente la reducción apreciable del mi  
neral a metal. El resultado es que el material en  
el horno se consolida y el horno se obstruye con  
una masa de finos del mineral incompletamente re  
ducido, y de carbón de tamaño reducido. Dado que  
un producto de la reducción, además de la escoria  
y el metal, es el monóxido de carbono gaseoso, ég  
te daría lugar a una presión creciente que produ  
ciría estallidos y deterioros en el horno.
- 20.
- 25.
- 30.

284477

-4-



Un objeto de este invento es proporcionar un procedimiento perfeccionado para la obtención de aleaciones ferro-cromo.

- En el procedimiento a que este invento
5. se refiere, el mineral finamente dividido se mezcla con agente reductor carbono finamente dividido también constituido total o parcialmente a base de carbón de coquización de condiciones medias o elevadas; la mezcla se somete a un tratamiento térmico preliminar que, por lo menos parcialmente, carboniza el carbón y reduce parcialmente el mineral en estado sólido, y la masa así formada se somete
10. a una operación de fusión en la que el mineral parcialmente reducido se reduce finalmente a aleación de ferro-cromo, por lo menos parcialmente, gracias
25. al carbón residual de la masa.

- Se ha comprobado que la masa producida por el tratamiento térmico preliminar, es suficientemente resistente para no desintegrarse antes de
20. la reducción final y, por tanto, puede cargarse en el horno con facilidad y no tiende a consolidarse y a obstruir el horno.

- Además, la reducción final se realiza rápidamente, tan pronto como se alcanza la temperatura de cesarea para la reducción, dando por resultado una disminución en la cantidad total de calor necesario para producir una proporción dada
25. de metal, si se compara con las técnicas anteriores.

30. Convenientemente, la mezcla de mineral

284477 -5-



- finamente dividido y de agente reductor en condiciones análogas, se transforma en nódulos o briquetas (a continuación denominados algunas veces nódulos o briquetas verdes) antes del tratamiento -
5. térmico preliminar, que sirve también para reforzar estos nódulos o briquetas en grado tal que pueden transportarse y cargarse en un horno de fundición, sin desintegrarse.
- Si se desea, puede incorporarse a la -
10. mezcla un flujo o fundente finamente molido, por cuyo medio la masa, por ejemplo en forma nodular o de briquetas, se transforma en una carga auto-fundente y auto-reductora.
- Se ha comprobado también que si el agente
15. reductor está todo él finamente dividido de tal modo que prácticamente atravesase en su totalidad el tamiz de 150 mallas Norma Británica, (0,104 mm de abertura) y por lo menos el 40% del mismo atravesase el tamiz de 200 mallas Norma Británica (0,076 mm
20. de abertura), tiene una considerable acción de agglomplamiento sobre la mezcla que, después de la adición de agua y un aglomerante temporal, puede laminarse o comprimirse en forma de nódulos o de briquetas . Estos nódulos o briquetas tienen una resistencia -
25. en verde, considerable (o sea una resistencia en su estado sin tratar) sin adición de aglomerante . Es también esencial que el mineral y el flujo o fundente si existe en la mezcla, se hallen finamente -
30. divididos, con preferencia en grado tal que atraviesen por completo el tamiz de 60 mallas, norma britá

284477 -6-



- nica (0,251 mm de abertura) y la mayoría atravie-  
se el tamiz de 100 mallas Norma Británica (0,152 mm  
de abertura). Si en la mezcla existen grandes par-  
tículas de mineral y fundente, algunas de estas par-  
tículas mayores cerca de la superficie, tienden a -  
5. desprenderse durante el manejo, y esto afecta a la  
composición de la mezcla y tiende a debilitar los -  
módulos o briquetas. Cuanto más fino sea el tamaño  
de las partículas, tanto mejor y más íntima será -  
10. la mezcla y mayor la rapidez de la reducción del mi-  
neral en la etapa de fundición.

- Por otra parte, es más costoso el moler  
los materiales a un tamaño de partículas finas; así  
pues, ha de llegarse a una solución de compromiso -  
15. económico. Los tamaños de las partículas anterior-  
mente indicados son los máximos convenientes para -  
llevar a cabo el procedimiento de modo satisfactorio.

- Si toda la mezcla de agente reductor, mi-  
neral y fundente se muele o desintegra junta es con-  
veniente que la mezcla contenga por lo menos un 25%  
20. de partículas que pasen a través del tamiz de 200 -  
mallas Norma Británica (0,076 mm de abertura).

- La cantidad de humedad precisa en la -  
mezcla de la que se forman los nódulos o las brique-  
tas "verdes", variará considerablemente según la na-  
25. turaleza de los materiales y su grado de finura. En  
un caso determinado, una mezcla que contenía una -  
elevada proporción de partículas muy finas, casi co-  
loidales, precisó de 6 a 8% de agua para proporcio-  
30. nar nódulos o briquetas suficientemente coherentes.



984477

-7-

Si la resistencia de los nódulos o briquetas es in adecuada utilizando agua sola, puede emplearse un agente de trabazón tal como la bentonita.

5. Si se desea, los nódulos o briquetas pueden reforzarse en mayor grado antes del tratamiento térmico preliminar, secándolos a una temperatura relativamente baja, tal como 100-200°C.

10. Los nódulos o briquetas "verdes" han de ser suficientemente resistentes para que puedan volcarse sobre una superficie dura, desde una altura de por lo menos un metro, sin que se rompan.

15. Solamente determinados carbones son de un tipo coquizable. Todos los carbones coquizables se hinchan al calentarse y existe una fusión incipiente, al expulsar el material volátil, y el residuo relativamente exento de productos volátiles, dotado de poros celulares, es lo que se conoce como cok que tiene diferentes propiedades según el tipo de carbón de que procede, la temperatura de coquización o carbonización, y el grado de caldeo. Los carbones débilmente coquizables, se hinchan solo muy ligeramente y forman un cok mecánicamente débil y friable; los carbones altamente coquizables, se hinchan considerablemente y proporcionan un cok duro y resistente. Los carbones medianamente coquizables, tienen características intermedias. En la norma británica nº 1.016 figura un ensayo para determinar el índice de hinchamiento, que proporciona una medida de las propiedades de coquización de un carbón. Un carbón con un índice de coquización de
- 20.
- 25.
- 30.

284477 -8-



- 0 a 2, según la norma británica, puede considerarse como un carbón débilmente coquizable; otro con un índice de coquización de 3 a 5, se considera como un carbón medianamente coquizable, y por fin otro con un índice de coquización de 5 a 9, se tiene por carbón altamente coquizable.
- 5.

- Los carbonos útiles para la aplicación de este invento, son los que tienen índices medios de coquización de 3 a 9, según la norma británica.
10. Es posible mezclar, por ejemplo 40% de carbón con un índice de hinchamiento de 2, por ejemplo con 60% de un carbón con un índice de hinchamiento de 6, y obtener una mezcla con un índice medio de 4,2 que proporcionará una estructura de cok tipo celular con resistencia adecuada para el procedimiento. En realidad, si se utiliza una proporción elevada de un cok altamente coquizable, parte del agente reductor carbonoso puede estar en forma de un material que no tenga propiedades de coquización o aglomeración de ninguna clase, tal como antracita, carbón de madera o cok finamente pulverizado.
- 15.
- 20.

- La masa, por ejemplo nódulos o briquetas, obtenida por el tratamiento térmico o preliminar, tiene una estructura o pasto de cok que contiene en sus intersticios la mayor parte del mineral y fundente parcialmente reducido y es de una resistencia suficiente para sostener la profundidad de la carga en un horno de arco sumergido que puede alcanzar hasta 2 m de altura pero que generalmente es de 1,2 a 1,5 m. de profundidad. La masa es -
- 25.
- 30.

284477 -9-



también suficientemente resistente para manejarse sin desintegración por el equipo convencional de manejo, tal como máquinas de cargar y guías o canalones para la carga. Estos nódulos o briquetas

5. constituyen una comodidad nueva y útil, apreciada en el comercio, y figuran también como tales en el alcance de este invento.

La proporción de material carbonoso inicialmente mezclada con el mineral se ajusta de tal modo que después del tratamiento térmico preliminar exista carbón residual suficiente para completar la reducción del mineral en la operación de fusión, y para proporcionar toda la cantidad de carbono precisa en la aleación resultante.

10.

No es esencial que todo el carbón esté completamente coquizado, si el tratamiento térmico preliminar, que proporciona la masa resultante, es de energía adecuada. Así, el contenido de carbón de la masa después del tratamiento térmico preliminar, puede tener, por ejemplo, de 8 a 9% de material volátil residual, lo cual significa de 2 a 3% de materia volátil en la masa de tratamiento térmico. Un tratamiento térmico preliminar a baja temperatura (tratamiento de carbonización) de entre 600 a 800°C, puede utilizarse por tanto, especialmente si se emplea un carbón de coquización elevada. Se comprenderá que un tipo de cok obtenido por carbonización a baja temperatura, no es tan resistente como el obtenido a temperatura elevada de carbonización, por ejemplo de 800 a 1.250°C, pero

15.

20.

25.

30.

284477

-10-



si se dispone de un carbón enérgicamente coquizable, con un índice de coquización de 7 a 9, entonces la masa carbonizada o coquizada a baja temperatura, tendrá una resistencia adecuada.

5. El tratamiento térmico preliminar puede realizarse calentando la masa (o sea los nódulos o briquetas) en aire u otra atmósfera que contenga oxígeno, por cuyo medio parte del material carbonoso se quema, parte se utiliza para reducir una proporción del mineral, y todo el resto, o la mayor parte de él, se carboniza. Este tratamiento puede llevarse a cabo, por ejemplo, en una rejilla móvil.
10. La operación de fundición, puede llevarse a cabo en un horno de fusión apropiado, por ejemplo en un horno de fundición de arco eléctrico, utilizando un arco sumergido o cubierto. En el horno eléctrico, la reducción del mineral produce un gas combustible constituido en gran parte por monóxido de carbono, que puede utilizarse para proporcionar por lo menos una parte del calor para el tratamiento térmico preliminar y/o las operaciones de secado.
15. El procedimiento puede utilizarse para la preparación de solamente una parte de la carga del horno para obtener aleaciones ferro-cromo. Por ejemplo, será posible preparar, por ejemplo 75% de las materias primas del modo descrito, y añadir el 25% restante en forma de una mezcla de materiales en terrones. Si así se hace, sin
- 20.
- 25.
- 30.



284477 -11-

embargo, será preferible machacar el mineral en terrones, el cok y el fundente aproximadamente al mismo tamaño, de los nódulos o briquetas, para evitar demasiada heterogeneidad.

5. De hecho, pueden añadirse terrones de mineral, o de cok, o de fundente a una carga preparada de nódulos o de briquetas, si es preciso corregir la mezcla por exceso de carbón o de fundente o por una deficiencia de carbón o de fundente.

10. Desde luego es preferible que la carga se realice a base de una mezcla constituida especialmente por un producto finamente dividido, tratado del modo indicado.

15. Los ejemplos siguientes aclaran este invento. En ellos y en toda la memoria, las partes y porcentajes son ponderales.

EJEMPLO 1 -

Se preparó una carga con los materiales siguientes:

- 20. Concentrados de mineral de cromo 100 partes
- Carbón 34 "
- Arena silícea (fundente) 9 "

Los concentrados de mineral de cromo tenían la composición siguiente

- 25.  $Cr_2O_3$  - 51%
- FeO - 15.2%
- MgO - 13.5%
- $Al_2O_3$  - 11.5%
- $SiO_2$  - 5.5%

30. Los concentrados eran, en su mayor -

284477-12-



parte, de un tamaño tal que atravesaban el tamiz de 30 mallas, Norma Británica, (0,500 mm de abertura).

5. El carbón era de una variedad energicamente coquizable, con la composición aproximada siguiente.

	Productos volátiles	27%
	Carbón fijo	62%
	Cenizas	9,5%
10.	Humedad	1,5%

Este carbón tenía la forma de esferillas de 6,35 mm de diámetro. La arena era de tipo silíceo y calidad corriente, con un contenido de 98% de  $\text{SiO}_2$ .

15. Esta mezcla se molió en un molino de bolas, hasta que el 27% del peso total de la misma pasó a través del tamiz de 200 mallas norma británica (0,076 mm de abertura).

20. Luego se mezcló con agua hasta que el contenido de humedad de la mezcla llegó a 9%. La mezcla se moldeó a continuación en forma de nódulos en un tambor inclinado en dirección inferior, 6° con respecto a la horizontal. Se separaron por tamizado los nódulos de tamaños comprendidos entre 25. 12,7 y 25,4 mm. y los de tamaño inferior volvieron a introducirse en el tambor para tratarlos nuevamente.

30. Los nódulos así obtenidos tenían una resistencia apreciable en verde, y ofrecían una consistencia que les permitía deformarse mejor que rom

284477

-13-

24 EN



-perse al volcarlos. El secado superficial por medio de aire a una temperatura de 150°C, mejoró su dureza y les proporcionó una menor tendencia a la deformación, aunque hizo que los nódulos fueran algo más quebradizos.

5.

Los nódulos, a continuación, se trasladaron a una rejilla estacionaria y horizontal de barrotes, a través de la cual podía hacerse pasar una corriente ascendente de aire.

10.

La rejilla tenía paredes de ladrillo refractario en sus cuatro lados que permitían retener una capa de nódulos de 203 mm de profundidad.

15.

Quemadores de aceite situados por debajo de la rejilla, servían para inflamar el carbón de los nódulos en 2 a 3 minutos, y luego se ponía en marcha el soplante que calentaba los nódulos por combustión de parte del carbón que contenían. Cuando la superficie superior de la capa alcanzaba una temperatura de 900°C, se interrumpía el chorro de aire, y los nódulos ya sometidos a tratamiento y coquizados, se retiraban de la rejilla a un depósito o vagoneta. Se comprobó que eran apreciablemente ferromagnéticos, indicando que parte del contenido de hierro del mineral se había reducido; se comprobó que contenían

20.

que contenían

25.

Carbono fijo	-	12.6%
SiO <sub>2</sub>	-	10.5%
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	39.5%
Fe y FeO	-	11.5%
MgO	-	11.2%

30.

284477 -14-

24 ENE



Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	9.4%
CaO	-	1.0%
Productos volátiles	-	1.8%

5. Los nódulos eran duros y resistían - una caída de 1,2 m. sobre una placa de acero, y su estructura era de coquización celular.

10. Los nódulos se introdujeron en un horno de arco eléctrico sumergido, sin añadir ningún otro material, y se obtuvo una aleación de la composición siguiente:

Cr	-	68%
Si	-	1.5%
C	-	5.5%

Resto, especialmente Fe

15. Se observó que el consumo de potencia para la fusión, fué solo 65% del normalmente necesario al fundir un mineral en terrones con cok, y que la carga de nódulos fundía rápidamente y con desprendimiento uniforme de gas en toda la parte superior del horno. En otros términos, se obtuvo una carga de porosidad uniforme. Además, se comprobó la posibilidad de hacer funcionar el horno a una tensión 15% más elevada a la posible con minerales en terrón lo cual indicó una resistencia eléctrica considerablemente superior en la carga.

20. Esto es importante ya que permite obtener una mayor potencia y, por tanto, una mayor entrada de kilowatios para un número dado de kilovoltamperios.

30. EJEMPLO 2 -

284477-15-

24



De modo análogo al descrito en el ejemplo 1, se prepararon nódulos con una mezcla - que contenía.

5.	Mineral de cromo	100 partes
	Arena silícea	100 "
	Carbón	105 "

Estos nódulos se coquizaron análogamente y se cargaron en un horno eléctrico de arco sumergido, o cubierto y dieron lugar a una aleación que contenía

10.	Cr	-	40%
	Si	-	44%
	C	-	0.03%
	Resto, principalmente Fe		

15. En este caso el consumo de potencia se redujo al 70% del necesario en el procedimiento - convencional, que utiliza nódulos como materiales.

NOTA

20. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo 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

25. este invento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Inglaterra con fecha 24 de enero de 1962 nº 2646/62 acogiéndose, por lo tanto, a los - beneficios que conceden los Convenios Internacio - nales en vigor y siendo lo que constituye la esen -

30. cia del referido invento y por lo que se solicita

284477

-16-

24 ENE 1933



Patente de Invención por 20 años en España: "PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE ALEACIONES DE FERRO-CROMO"; caracterizándose por lo siguiente:

- 1ª - "Procedimiento de obtención de -
5. aleaciones de ferro-cromo" partiendo de mineral de óxido de hierro-cromo caracterizado por las etapas de mezclar mineral finamente dividido y agente reductor carbonoso, finamente dividido, constituido total o principalmente por carbón de grado medio -
10. o elevado de coquización; de someter la mezcla a un tratamiento térmico preliminar, que, por lo menos - parcialmente, carboniza el carbón y reduce parcialmente el mineral en estado sólido, y de someter la masa así formada a una operación de fusión en la -
15. que el mineral parcialmente reducido se reduce finalmente a aleación ferro-cromo, por lo menos parcialmente, por medio del carbón residual de la masa.
- 2ª - Procedimiento según reivindicación
20. 1ª, caracterizado porque a la mezcla se le incorpora un fundente finamente dividido.
- 3ª - Procedimiento según reivindicación
25. 1ª, o 2ª, caracterizado por formarse la mezcla en nódulos o briquetas verdes antes del tratamiento térmico preliminar.
- 4ª - Procedimiento según reivindicación
- 3ª, caracterizado por incorporar humedad a la mezcla como aglomerante temporal.
- 5ª - Procedimiento según reivindicaciones
30. anteriores caracterizado porque las briquetas -



284477

-18-

24 ENE



las reivindicaciones 1 a 11ª, caracterizado por-  
que a la carga para la operación de fusión, se -  
agregan mineral, agente de reducción carbonoso o  
fundente, adicionales .

5.

13ª - Procedimiento de obtención de  
aleaciones de ferro-cromo", tal y como queda sus-  
tancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de dieciocho ho-  
jas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 24 ENE 1963

. Alfred Gordon Evens ROBIETTE,

J. BOMEZ ACEBO Y MODESTO  
P. E.