



145561

22 AGOS. 1939

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCION

en

ESPAÑA

por **VEINTE** años

a nombre del Sr. **GUNNAR HÖRGÅRD**, ciudadano noruego,
residente en Fr. Nansens Plass 5, Oslo, Noruega,
por:

**"UN METODO PARA PRODUCIR ALEACIONES DE HIERRO
"CON ESCASO CONTENIDO DE CARBONO".**

=====

Este invento se refiere a la producción de aleaciones de hierro con escaso contenido de carbono, y tiene por objeto ofrecer un procedimiento mejorado para obtener dichos productos. El invento se refiere más particularmente a la producción de aleaciones de hierro de minerales, por medio de



agentes reductores como silicio, ferrosilicio, etc., en un horno eléctrico, y a este respecto el invento se propone producir aleaciones de hierro, acero inoxidable o sin manchas y productos similares, directamente de minerales en un horno eléctrico del tipo de inducción.

Las aleaciones de hierro se han producido hasta ahora principalmente en hornos eléctricos de arco. Los electrodos de carbón de estos hornos inevitablemente introducen carbono en el producto metálico, y por consiguiente es bastante difícil producir en el horno de arco aleaciones de hierro con un contenido de carbono extraordinariamente bajo. Hasta ahora las aleaciones de hierro de escaso contenido de carbono se han producido por métodos puramente químicos, utilizando, por lo menos en parte, el calor exotérmico desarrollado por el uso de agentes reductores metálicos.

En los últimos años se han empleado ampliamente hornos eléctricos de inducción del tipo de crisol en la fusión de metales para producir aleaciones especiales, y para refinar, desoxidar, desulfurizar y desfosforizar productos metálicos, especialmente ferrosos, en que es pequeña la cantidad de escoria en relación con el metal. La absorción efectiva de energía, y por tanto el desarrollo de calor, en un horno de inducción, depende de la inducción de corrientes eléctricas en la



35 misma carga. La medida de estas corrientes indu-
cidas depende de la conductibilidad eléctrica de
la carga. Por consiguiente las sustancias no con-
ductoras no pueden calentarse directamente (esto
es, por corrientes inducidas) en un horno de induc-
40 ción. Teniendo en cuenta que el mineral y los agen-
tes reductores habituales (por ejemplo ferrosilicio,
siliciuro cálcico, etc.) empleados en la producción
directa de aleaciones de hierro, son prácticamente
sustancias no conductoras, y teniendo en cuenta
45 que también lo son las grandes cantidades de esco-
ria formadas durante la reducción de los minerales,
se ha reconocido generalmente en el arte que la
producción de aleaciones de hierro partiendo direc-
tamente del mineral en el horno de inducción no era
50 cuestión sencilla o corriente. La principal difi-
cultad con que se tropieza al realizar esta opera-
ción se debe sobre todo a las grandes cantidades de
escoria y otros materiales no conductores, a conse-
cuencia de lo cual la transmisión de calor a la
55 carga requiere demasiado tiempo y la reducción del
mineral se realiza muy lentamente. Además el forro
de la base del horno o crisol está sometido a co-
rrosión excesiva.

60 Sin embargo, son tan notables las ven-
tajás que ofrecería el horno de inducción para pro-
ducir aleaciones de hierro con poco carbono par-
tiendo directamente del mineral, que se han hecho
varias proposiciones para resolver el problema.



Así, en la patente de los Estados Unidos nº 1.893.992,
65 se propone evitar la dificultad que implica la carga
no conductora en un horno de inducción ordinario de
alta frecuencia, introduciendo, con la carga de mine-
ral y ferrosilicio, piezas de metal conductoras de
la electricidad, como varillas, pedazos de tubo y
70 similares.

Los materiales conductores son calenta-
dos por las corrientes inducidas en ellos y trans-
miten calor a la carga que los rodea. El metal re-
sultante de la reducción del mineral, así como las
75 piezas fundidas de metal añadidas a la carga, sedi-
mentan al través de la escoria (que se forma en el
curso del procedimiento) y se recogen en el fondo
del horno, al paso que la escoria (que no es conduc-
tora y por tanto no se calienta por corrientes indu-
cidas) se endurece en la parte superior del horno
80 tan pronto como el metal se separa de ella y se de-
posita. Pero, según mi leal saber y entender, este
procedimiento, de funcionamiento intermitente, no
se ha puesto en práctica comercialmente.

85 En la patente sueca nº 80.065, se pro-
pone evitar la dificultad que supone la carga no
conductora fundiendo primero cierta cantidad de me-
tal en el horno de inducción. La carga, o mineral
y fundente, es enviada luego al baño de metal fun-
90 dido por un paso conductor de la electricidad, de
grafito o similares, en el cual se desarrolla calor
por corrientes inducidas y se transmite a la carga



95

antes de su introducción en el metal fundido de abajo. Esta propuesta tampoco se ha practicado comercialmente.

100

Todas las tentativas anteriores de reducir minerales en el horno eléctrico, para producir de ellos directamente aleaciones de hierro de poco carbono, no han logrado resultados técnica y económicamente satisfactorios. Por consiguiente, los metalúrgicos han llegado a la conclusión de que la producción de metales por reducción de minerales no podía realizarse prácticamente en el horno de inducción.

105

Como resultado de un intenso estudio e investigación del asunto, completados por concienzudos experimentos y demostraciones en escala técnicamente adecuada, he descubierto que pueden producirse aleaciones de hierro directamente de minerales en un

110

horno de inducción en forma satisfactoria tanto técnica como económicamente. Por ejemplo, he hallado que es importante que la carga se remueva o agite vigorosamente durante la reducción del mineral, y que debe quedar siempre en el horno una cantidad importante de metal.

115

El presente invento, basado en este y otros descubrimientos hechos en el curso de mi investigación, se comprenderá mejor por la descripción siguiente, en que se exponen con detalles sus rasgos característicos y nuevos.

120

Al realizar el invento los óxidos de los metales a reducir, como cromo, molibdeno, man-



22

ganeso, tungsteno, titanio, vanadio, niobio etc., se reducen por medio de silicio en forma de ferrosilicio, siliciuro cálcico, aleaciones silíceas de los respectivos metales y similares, o por medio de otros agentes reductores metálicos, como calcio, aluminio, magnesio, sodio o similares. La sílice u otras ácidas, o ambas, formadas por la reacción de reducción, se escorifican añadiendo sustancias básicas como cal, magnesia etc. El uso de la magnesia (óxido magnésico) como fundente es de especial ventaja, ya que mejora la duración del forro del crisol. La operación se realiza en un horno de inducción provisto de corriente de alta frecuencia para calentar el baño fundido y de corriente de baja frecuencia para removerlo o agitarlo. Cada una de estas dos clases de corrientes (de alta y baja frecuencia) se puede regular y controlar independientemente. Un horno de inducción adecuado para el objeto es del tipo descrito en la patente noruega nº 56.108.

Quando se usan hornos de inducción para los fines, hasta ahora acostumbrados, de refinar acero etc., la carga metálica se funde primero, y el tratamiento u operación de refinación y la aplicación de la corriente de baja frecuencia no empieza hasta que el horno está prácticamente lleno de metal fundido. Sin embargo, al poner en práctica este invento, por ejemplo en el horno del tipo des-



22

150 crito en la patente noruega 56.108, la corriente de baja frecuencia puede emplearse como se desee y puede aplicarse y usualmente se aplica cuando el crisol está lleno sólo en parte, por ejemplo de uno a dos tercios o más.

155 Para realizar la operación con buenos resultados, es esencial que no se interrumpa. Esto, según el invento, se consigue retirando solamente una pequeña parte del metal fundido contenido en el horno, de modo que siempre quede en él una cantidad de metal de por lo menos un tercio a dos tercios o más del volumen total de metal más la carga de mineral y la escoria del horno.

160 Cuando se funde por primera vez en un horno de hierro nuevo, primero se introduce en el crisol tal cantidad de la mezcla (metales) a alear que el crisol se llene hasta dos tercios o más de su capacidad. Una vez que la mezcla está fundida y bien mezclada, la carga de mineral finamente triturado y bien mezclado, de agente reductor metálico (por ejemplo ferrosilicio) y fundente (por ejemplo cal), se añade al baño de metal fundido. Toda la carga puede introducirse en el baño de una vez, o bien puede subdividirse y añadirse a intervalos hasta que se haya introducido toda ella.

165

170 Mientras la carga se añade, se aplica corriente de baja frecuencia, con lo cual la carga es arremolinada y se mezcla por completo con el metal fundido. Entre tanto, la corriente de alta frecuencia que

175



se ha aplicado continuamente, desarrolla en el metal fundido y en la carga con él mezclada, el calor necesario para reducir el óxido u óxidos metálicos de la carga y formar una escoria fluida. Cuando se produce acero inoxidable o sin manchas, la operación se inicia con un baño de hierro fundido, incluyéndose en la carga el metal o metales a alear en forma de óxido (minerales) y reduciéndose como arriba se describe. A intervalos adecuados, a medida que la formación de escoria reduce la absorción de energía y el consiguiente desarrollo de calor, o a medida que la escoria llena el crisol, se saca la escoria, cortando entre tanto la corriente agitadora de baja frecuencia. Luego se introduce nueva carga en el crisol y se reanuda la operación de fundir.

De cuando en cuando se saca una parte pequeña del metal fundido del crisol, por ejemplo de 200 a 400 kilos en el caso de una horno de 1000 kilos. Después de la extracción, se reanuda el calentamiento y la mezcla del metal fundido y la carga en el crisol, y se continúa hasta el momento de extraer de nuevo escoria o metales.

Trabajando sin interrupción en la forma descrita, se evita que el forro del horno sufra amplias variaciones de temperatura. No es necesario aplicar todo el tiempo la corriente agitadora de baja frecuencia. De hecho, para reducir la erosión del forro, debe ser posible operar a ratos sin agitar el contenido del crisol, ya que la trans-



210 misión de calor a la carga que queda en el baño de metal fundido, puede ser muy considerable.

Cualquier remanente de calor en el baño se utilizará para la subsiguiente agitación del contenido del crisol.

215 Operando en la forma descrita, pueden producirse económicamente en un horno de inducción eléctrico aleaciones de hierro del pequeño contenido de carbono que se desee, como ferrocromo, ferromolibdeno, ferromanganeso, ferrotitanio, ferrotungsteno, ferrovanadio, ferroniobio, lo mismo

220 que acero sin manchas y similares, aunque las reacciones que tienen lugar determinan la formación de una cantidad (volumen) de escoria muchas veces mayor que la cantidad de metal reducido. En la producción de ferrocromo, la cantidad (volumen)

225 de escoria formada es unas nueve veces mayor que la del metal reducido. Regulando debidamente la cantidad de mineral de cromo incluido en la carga, es posible llegar a la producción directa de aleaciones de hierro con el contenido de cromo habitual

230 para el acero sin manchas. También es posible en la misma operación reductora, reducir simultáneamente los óxidos de dos o más metales, e incorporar los metales reducidos en el baño de metal fundido, por ejemplo, en la producción de aleaciones

235 especiales que contengan, v.gr., cromo, níquel, etc.

En la práctica preferida del invento, el crisol del horno de inducción tiene una super-



ficie de sección transversal que aumenta hacia arriba. En otros términos, el crisol se ensan-
240 cha hacia arriba en forma de cono, cuyo ángulo es con preferencia de 60° o más. Como resultado de esta configuración del crisol, la gran cantidad de escoria formada durante la operación, obtendrá lugar más fácilmente, conforme progresa
245 la acción reductora, en el espacio de la parte superior del crisol, que aumenta rápidamente. Esta configuración del crisol determina también el aumento de la superficie del baño de metal fundido, con lo cual la superficie de contacto entre el
250 baño y la carga aumenta, y se hace más fácilmente la mezcla de la carga de mineral, agente reductor metálico y fundente con el baño.

La figura cónica del crisol ofrece también la ventaja de que, al extraer una cantidad
255 mayor o menor de su contenido, sólo sufre un descenso relativamente pequeño el nivel del baño de metal fundido. Esto determina notables ventajas en cuanto a los circuitos eléctricos, pues evita la división de los carretes en varios circuitos,
260 como es necesario en los crisoles de forma cilíndrica.

Se ha visto que el torro de la base del crisol está sometido a grave erosión por la sílice formada durante la reacción. Esta sílice
265 es conducida a las paredes del horno por el movimiento del baño. Grandes adiciones de materia-



les básicos, como cal y magnesia, reducirán la tendencia a la erosión del torro. Sin embargo esta grave erosión sigue teniendo lugar, aunque la carga
270 incluya una cantidad de cal o magnesia más que suficiente para combinarse con toda la sílice formada.

He descubierto que esta erosión excesiva del torro de la base del crisol puede evitarse con un tratamiento preliminar especial y acondicionamiento de la carga. Si suponemos que la carga
275 (compuesta de una mezcla de mineral, ferrosilicio y cal) es amontonada sobre el baño de metal fundido en el crisol de un horno de inducción, y que la corriente agitadora de baja frecuencia se aplica
280 luego, se agitarán primero dentro del baño el mineral de mayor peso específico y también el ferrosilicio, que tiene afinidad química con el baño de metal debido a la formación de siliciuros, mientras que la cal, que es más ligera, tiende a permanecer
285 flotando en la superficie. Entonces el mineral y el ferrosilicio reaccionarán recíprocamente en el baño de metal fundido, y la sílice formada podrá inmediatamente atacar el torro.

Según este detalle del invento, preparo y acondiciono la carga de tal manera que exista
290 la cal necesaria en cantidad suficiente precisamente en el lugar y en el momento en que se forma la sílice. Esto se consigue triturando o moliendo la sustancia básica, como cal o magnesia, con el



295 agente reductor metálico, como ferrosilicio, etc.,
o con el mineral o minerales a reducir, o con uno
y otros, de tal manera que esté presente la sus-
tancia básica en las partículas del agente reduc-
tor metálico, o del mineral o minerales o de uno
300 y otros, o conglutinada con ellos.

Tanto si la sustancia básica (por ejem-
plo cal) está conglutinada con el agente reductor
metálico, o con el mineral, o con ambos, siempre
y cuando el agente reductor reacciona con el mi-
305 neral y se forma sílice, habrá siempre presente en
la proximidad inmediata una cantidad suficiente
de la sustancia básica para combinarse con la sí-
lice para formar un silicato (por ejemplo silica-
to cálcico), con lo cual se reduce considerable-
310 mente la tendencia de la sílice a corroer el forro.

La conglutinación de los componentes
de la carga se hace con preferencia de manera que
las tres sustancias reaccionantes, el mineral, el
agente reductor y la sustancia básica, se sometan
315 a un procedimiento de molienda o trituración, de
modo que los tres componentes se combinen entre
sí en partículas individuales que pueden agitarse
fácilmente en el baño de metal fundido. Con esta
conglutinación de los tres componentes de la carga,
320 se consigue la gran ventaja de que, en primer lu-
gar, el agente reductor reaccionará en seguida con
el mineral y lo reducirá, y en segundo lugar, la
sílice formada se combinará inmediatamente con la



cal (u otra sustancia básica) para formar silicato
325 to cálcico (u otro silicato).

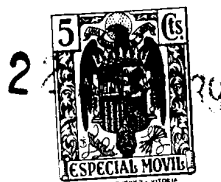
La trituración o molienda simultá-
neos de los tres componentes de la carga puede
realizarse de diversos modos y en varios tipos
de aparatos. Por ejemplo, los componentes pueden
330 primero triturarse o molerse por separado, mez-
clarse después en las proporciones deseadas, y
someterse a nueva molienda, con preferencia en un
triturador de muelas, o se los puede hacer pasar
por rodillos de menra que los distintos componen-
335 tes queden completamente prensados entre sí.

También se ha hallado ventajoso, para
facilitar la conglutinación de los tres componen-
tes de la carga, exponer la mezcla de los mismos
a un adecuado tratamiento térmico para unir entre
340 sí sus partículas antes de triturarlas simultá-
neamente. Este tratamiento término preliminar
puede hacerse a una temperatura de 200 a 600° C.
Pueden mezclarse agentes concrecionadores con
la carga para facilitar la conglutinación de las
345 partículas.

También puede facilitarse la congluti-
nación de los componentes de la carga añadiendo
pequeñas cantidades de sustancias que determinen
una conglutinación directa de las partículas, por
350 ejemplo, pequeñas cantidades de vidrio soluble o
cementos orgánicos que no desprendan carbono al
entrar en el baño metálico.



Debido al elevado coste del horno de inducción, el caldeo inductivo es relativamente caro, sobre todo cuando se necesita gran cantidad de calor. Para reducir la carga de fuerza eléctrica del horno y por tanto en gran medida su costo, el invento tiende a reducir el consumo de fuerza eléctrica en el horno de inducción por medio de una fuente de calor suplementario o auxiliar. Esto puede conseguirse combinando el horno de inducción con una instalación térmica en que pueda desarrollarse el calor con gasto considerablemente más bajo que en el horno de inducción. La instalación térmica puede tener calentamiento de resistencias eléctricas, de combustible o de cualquier otro medio de producir calor a poco gasto. Dicha instalación puede ser ventajosamente de la naturaleza de un precalentador de la carga, y en tal caso ésta puede calentarse mientras se mezcla y congutina, y en estado muy caliente puede cargarse continuamente o con intermitencias en el horno de inducción. El calor suplementario o auxiliar para reducir el consumo de fuerza eléctrica del horno de inducción, puede también conseguirse, sólo o juntamente con la instalación térmica arriba descrita, incluyendo en la carga cantidades adecuadas de sustancias que determinan ulteriores reacciones exotérmicas, como en los procedimientos aluminotérmicos o silicotérmicos.



Las ventajas de precalentar la carga con respecto al consumo de fuerza en el horno de inducción, se verán por el siguiente ejemplo:

385 Producción de ferrocromo:

Calculada para una tonelada de ferrocromo.

a) Balance de calor sin calentamiento previo.

390	Calentamiento a 1.600° C y fusión de 1.000 kilos de metal (calor específico 0,20)	415 kvh.
395	Calentamiento a 1.600° C y fusión de 2.700 kilos de escoria, incluyendo calor de formación	1.020 "
		<hr/>
		1.435 kvh.
	Menos calor exotérmico	495 "
		<hr/>
400	Consumo de calor (fuerza) total en el horno de inducción	940 kvh.



b) Balance de calor con calentamiento previo a 900° C.

	Calentamiento a 1.600° C	
405	y fusión de 1.000 kilos de metal y 2.700 kilos de escoria	1.435 kvh.
	Calentamiento a 900° C de 1.000 kilos de metal 185 kvh. (calor esp. C,18)	
410	Calentamiento a 900° C de 2.700 kilos de escoria 615 kvh (ca- lor esp. C,22)	800 <u> </u>
		635 kvh.
415	Menos calor exotérmico	495 <u> </u>
	Consumo total de calor (fuerza) en el horno de inducción	140 kvh.

Los siguientes ejemplos ilustran varias realizaciones prácticas del invento en un horno de inducción de 30 kilos:

- 420
- 1) Se fundieron 6,3 kilos de Fe-Cr (70 % Cr.) Al baño fundido se añadieron en pequeñas porciones 16 kilos de una mezcla finamente pulverizada de:
- 425
- 65 % mineral de Cr.
 - 18 % $CaSi_2$
 - 17 % CaO

El tiempo transcurrido desde la fun-



430 dición a la extracción fué de 30 minutos. La escoria, que flotó muy fácilmente, se extrajo un par de veces. El metal obtenido pesaba 8,6 kilos y contenía:

64,5 % Cr.

2,0 % Si

435 El análisis de la escoria fué:

27,5 % SiO₂

31,0 % CaO

14,5 % MgO

4,5 % Cr

440 2) Se fundieron 3,89 kilos de Fe-Cr (64,5 % de Cr) y al baño fundido se añadieron 15 kilos de una mezcla finamente pulverizada de:

57,3 % mineral de Cr

11,7 % Fe-Cr (90 %)

445 31,0 % CaO

Se obtuvieron 6,01 kilos de metal que contenía:

53,4 % Cr

2,99% Si

450 El contenido de Cr en la escoria fué:

2,3 % Cr

455 3) Se fundieron 5,0 kilos de Fe-Mn y 2,0 kilos de acero. A la mezcla fundida se añadieron 15 kilos de una mezcla finamente pulverizada de:

56,0 % mineral Mn

11,4 % FeSi

36,6 % CaO



460 El análisis del metal obtenido fué el siguiente:

61,4 % Mn

4,93% Si

La escoria contenía 21,0 % Mn.

465 4) Se fundieron 5,0 kilos de ferromolibdeno. Al metal fundido se añadieron 15 kilos de una mezcla finamente pulverizada de:

40 % MoO₃

20 % Si

4 % Fe-Si (45 %)

470 36 % cal quemada

El producto metálico obtenido contenía:

45,1 % Mo

3,56 % Si

La escoria contenía:

475 1,0 % Mo

33,9 % SiO₂

30,0 % MgO

480 Debe entenderse que el invento no se limita a los ejemplos anteriores, que se han dado solamente para fines explicativos. Pueden producirse ferrotungsteno, ferrotitanio, ferrovanao, ferroniobio, etc., según los principios del invento, en procesos similares a los citados en los ejemplos. El término aleación de hierro se considera que incluye, en toda esta memoria y en las reivindicaciones anexas, no sólo los actuales productos
485 comerciales acostumbrados de estas aleaciones (in-



1939

490 cluyendo aceros sin manchas) sino también productos metálicos en que el metal de aleación (cromo, etc) está presente en cantidades de 100 % o aproximadamente, por ejemplo en el último caso metal de cromo, metal de manganeso, etc.

495 Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Noruega el 22 de Agosto de 1938, bajo el nº 65.104, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial.

=====
 ===== N O T A =====
 =====

500

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, son los siguientes:

505 1º. Un método para producir aleaciones de hierro en un horno de inducción eléctrico, provisto de medios calentadores de alta frecuencia y medios agitadores de baja frecuencia, que comprende: echar en un baño, relativamente grande, de metal fundido, en el horno, una carga finamente dividida
 510 que contiene un óxido metálico, un agente reductor metálico y fundente si es necesario; agitar vigorosamente el contenido del horno durante la reducción del óxido metálico, aplicando dichos medios agitadores de baja frecuencia; extraer metal
 515 fundido del horno en tal cantidad que quede metal en el mismo por lo menos en una tercera parte del



volumen de todo el contenido del horno, y extraer escorias del horno en la medida necesaria.

520 2º. Un método para producir aleaciones de hierro en un horno de inducción eléctrico provisto de medios calentadores de alta frecuencia y medios agitadores de baja frecuencia, que comprende: echar una mezcla conglomerada finamente dividida de un óxido metálico, un agente reductor metálico y fundente si es necesario, en un baño 525 relativamente grande de metal fundido en el horno; incorporar completamente las partículas conglomeradas de la mezcla en todo el baño aplicando dichos medios agitadores de baja frecuencia, y extraer 530 metal fundido y retirar escoria del horno en la medida necesaria.

535 3º. Un método para producir aleaciones de hierro en un horno de inducción eléctrico provisto de medios calentadores de alta frecuencia y medios agitadores de baja frecuencia, que comprende: precalentar, con una fuente térmica independiente del horno de inducción, una mezcla finamente dividida de un óxido metálico, un agente reductor metálico y fundente si es necesario; echar la 540 mezcla precalentada en un baño relativamente grande de metal fundido en el horno, agitando vigorosamente el contenido del horno durante la reducción del óxido metálico por la aplicación de dichos medios agitadores de baja frecuencia; extraer 545 metal fundido del horno en tal cantidad que quede



en el mismo un volumen de metal fundido por lo menos de una tercera parte del volumen de todo el contenido del horno, y extraer escoria del horno en la medida necesaria.

550

4^a. Un método para producir aleaciones de hierro en un horno de inducción eléctrico que tiene un crisol de figura cónica que se ensancha hacia arriba y está provisto de medios térmicos de alta frecuencia y medios agitadores de baja

555

frecuencia; que comprende: fundir una mezcla finamente dividida que contiene un óxido metálico, un agente reductor metálico y fundente si es necesario, en un baño relativamente grande de metal fundido en el crisol del horno, y agitar el baño durante la fusión, aplicando dichos medios agitadores de baja frecuencia.

560

5^a. Un método para producir aleaciones de hierro en un horno de inducción eléctrico de funcionamiento continuo, provisto de medios térmicos de alta frecuencia y medios agitadores de baja frecuencia, que comprende: echar de cuando en cuando una carga finamente dividida que contiene un óxido metálico, un agente reductor metálico y fundente si es necesario, en un baño relativamente grande de metal fundido en el horno; agitar vigorosamente el baño durante la fusión aplicando dichos medios agitadores de baja frecuencia; extraer de cuando en cuando metal fundido del horno en tal cantidad que quede en el mismo un volumen de metal fundido por lo menos igual

565

570



575

a un tercio del volumen del contenido total del horno, y extraer escoria del horno de vez en cuando.

580

6º. un método para producir aleaciones de hierro en un horno de inducción eléctrica de funcionamiento continuo, que tiene un crisol de figura cónica que se ensancha hacia arriba y está provisto de medios térmicos de alta frecuencia y medios agitadores de baja frecuencia, que comprende: echar de cuando en cuando una mezcla

585

conglutinada finamente dividida de un óxido metálico, un agente reductor metálico y fundente si es necesario, en un baño relativamente grande de metal fundido en el crisol del horno, incorporando completamente las partículas conglutinadas de

590

la mezcla en todo el baño por aplicación de dichos medios agitadores de baja frecuencia; extraer metal fundido del horno de cuando en cuando en tal

595

cantidad que quede metal en el horno por lo menos en una tercera parte del volumen de todo el contenido del mismo, y extraer escoria del horno de cuando en cuando.

600

7º. Un método para producir aleaciones de hierro en un horno de inducción eléctrica que tiene un crisol de figura cónica que se ensancha hacia arriba y está provisto de medios térmicos de alta frecuencia y de medios agitadores de baja frecuencia, que comprende: precalentar con una fuente térmica independiente del horno



1939

605 de inducción una mezcla finamente dividida de un
óxido metálico, un agente reductor metálico y fun-
dente si es necesario; echar la mezcla precalenta-
da en un baño relativamente grande de metal fun-
dido en el crisol del horno; agitar vigorosamente
610 el contenido del horno durante la reducción del
óxido metálico aplicando dichos medios agitadores
de baja frecuencia; sacar metal fundido del horno
en tal cantidad que quede metal en el mismo por lo
menos en una tercera parte del volumen de todo el
contenido del horno, y extraer escorias del horno
615 en la medida necesaria.

82. Un método para producir aleaciones
de hierro, como ferrocromo, ferromanganeso, ferro-
molibdeno, ferrotungsteno, ferrotitanio, ferrova-
nadio, ferroniobio y similares, con escaso y media-
620 no contenido de carbono, en el cual los óxidos me-
tálicos respectivos se reducen con Si, Ca o ambos,
Si, Al o ambos, Si, Mg o ambos, Si, Na o ambos, etc.;
caracterizado por que la reducción se realiza en un
horno de inducción de alta frecuencia en el cual el
625 baño, al tiempo de calentarse, se somete a agita-
ción vigorosa, empleando dos clases distintas de
corriente eléctrica, independientes entre sí y re-
gulables, a saber, una corriente térmica de alta
frecuencia y una corriente agitadora de baja fre-
630 cuencia.

92. Un método según se reivindica en



el punto 8º, caracterizado por que primero se funde en el horno un baño de la aleación a producir u otro baño de metal adecuado, y luego los materiales de carga se añaden continuamente al baño vigorosamente agitado hasta que se ha producido la cantidad de aleación deseada.

10º. Un método según se reivindica en el punto 9º, caracterizado por que el baño de metal fundido constituye por lo menos un tercio del volumen del contenido del horno y con preferencia dos tercios o más durante la operación, siendo retirada de cuando en cuando la escoria producida durante la operación, y cortando con preferencia al mismo tiempo la corriente agitadora de baja frecuencia.

11º. Un método según se reivindica en los puntos 8º a 10º, caracterizado por que los materiales de carga se añaden en estado finamente dividido e íntimamente mezclados, de manera que su mezcla con el baño y su reacción en el mismo se efectúan rápidamente.

12º. Un método según se reivindica en los puntos 8º a 11º, caracterizado por que los materiales de la carga son conducidos al horno de inducción en estado precalentado.

13º. Un método según se reivindica en los puntos 8º a 12º, caracterizado por que el dispositivo precalentador, por ejemplo un horno de re-



660

sistencias eléctricas, está al mismo tiempo construido como aparato de mezcla de los materiales de carga.

665

14º. Un método según se reivindica en los puntos 8º a 13º, caracterizado por que cuando el mineral tiene que calcinarse antes, el mineral calcinado se conduce directamente en caliente al aparato de mezcla.

670

15º. Un método según se reivindica en los puntos 8º a 14º, caracterizado por que, para disminuir el consumo de fuerza del horno de inducción se añaden a la carga sustancias que producen reacciones exotérmicas, por ejemplo, exceso de ferrosilicio y cantidades correspondientes de nitrato sódico.

675

16º. Un método según se reivindica en los puntos 8º a 15º, caracterizado por el uso de óxido magnésico como fundente.

680

17º. Un método según se reivindica en los puntos 8º a 16º, caracterizado por que el principal agente escorificante, como cal y magnesia, se somete a un proceso de molienda o trituración junto con un agente metálico reductor que forma un óxido ácido, como combinaciones de silicio, o con el mineral o minerales, o con uno y otros, de tal manera que las partículas del agente escorificante y otro material o materiales queden cementadas entre sí por estar las partículas par-

685



cialmente prensadas unas en otras.

690 18º. Un método según se reivindica en el punto 17º, caracterizado por que los materiales de carga se someten juntos a una operación de trituración en estado precalentado para facilitar la combinación de las partículas.

695 19º. Un método según se reivindica en los puntos 17º y 18º, caracterizado por que a los materiales de carga que se han de moler juntos se añaden pequeñas cantidades de sustancias que determinan cementación o concreción, en estado caliente o frío, por ejemplo vidrio soluble.

700 20º. Un método según se reivindica en los puntos 8º a 19º, caracterizado por que el crisol del horno de inducción tiene un marcado ensanchamiento cónico hacia arriba, siendo con preferencia el ángulo del cono de 60º o más.

705 21º. Un método para producir aleaciones de hierro con escaso contenido de carbono.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

710 Esta Memoria consta de veintiseis hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 22 AGOS. 1939
Año de la Victoria.

DG/.