



19 ES	11 21	NÚMERO 449190	10 A1
22		FECHA DE PRESENTACION 25-6-76	

PATENTE DE INVENCION

P.- 62.927
75/87 f

50 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO P 25 29 391.8	2-7-75	Rep.Fed.AL.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL C21B;H05B	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	---	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION

"PROCEDIMIENTO PARA INCORPORACION EN LA FUSION DE MATERIAL FERRO, EN ESPECIAL DE ESPONJA DE HIERRO, EN UN HORNO ELECTRICO"

71 SOLICITANTE (S)

FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Altendorfer Strasse 103, D-4300 Essen, República Federal Alemana

72 INVENTOR (ES)

Günter Meyer, Dietrich Radke y Günter Reimann

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

1 La esponja de hierro, obtenida por el procedimien-
to de reducción directa, es incorporada en la fusión predomi-
nantemente en el horno de arco eléctrico, como sustitutivo
parcial de la chatarra, y se transforma en acero. Por su gra-
5 nulometría relativamente uniforme se puede dosificar bien,
y por consiguiente es cargado continuamente en el horno du-
rante un período de fusión, a través de una o de varias abertu-
ras, en la tapa. En tal caso, acomoda la cantidad de espon-
ja de hierro añadida a la cantidad de calor suministrada por
10 energía eléctrica, de modo que toda la esponja de hierro es
fundida inmediatamente al ser cargada. Con este modo de car-
ga del material se realiza un transcurso simultáneo de las
fases de fusión y de afino.

15 En la práctica, la esponja de hierro forma una
proporción limitada de la carga total de un horno de arco
eléctrico; el horno se sigue alimentando en parte con chata-
rra por cargas, por consiguiente de un modo discontinuo. Pa-
ra ello los hornos de arco eléctrico en los que se elabora
esponja de hierro están equipados con un dispositivo de ele-
20 vación y basculación de la tapa. La transmisión de calor por
radiación, que se realiza predominantemente en el horno de
arco eléctrico, es conveniente que la voluminosa chatarra
cargada de modo discontinuo proteja a la pared del horno
frente a la radiación. Tan pronto como toda la chatarra está
25 licuada, por consiguiente en la transición desde la fase de
fusión a la fase de afino, la mampostería es solicitada tér-
micamente del modo más intenso. En el caso de una carga con-
tínua de esponja de hierro, tiene lugar una sollicitación
permanente de la mampostería como consecuencia del calor ra-
30 diante, lo que tiene por consecuencia una menor resistencia

1 de la mampostería. Frente a esta radiación del arco eléctrico, tampoco la elevada capa de escorias, debida a la carga
de esponja de hierro ofrece ninguna protección, porque la
escoria es expulsada por centrifugación por el chorro de
5 plasma que se forma excéntricamente. El recipiente del horno no se llena completamente con todo el material a fundir. Mientras que la chatarra se añade de un modo discontinuo, se
carga continuamente por unidad de tiempo, como esponja de
hierro sólo una cantidad de material como la que se aporta
10 simultáneamente de calor en forma de energía eléctrica. Por consiguiente, se encuentran en el horno casi exclusivamente
escoria líquida y metal líquido. Por consiguiente es un inconveniente en este procedimiento la adición realizada discontinuamente de chatarra que sin embargo es necesaria, entre
15 otras razones, para la protección de la mampostería contra la excesiva sollicitación térmica. En la incorporación
continua en la fusión de esponja de hierro desaparece esta protección, por lo que la mampostería se desgasta en gran
medida por el calor radiante.

20 Ciertamente son ya conocidos hornos eléctricos en los que los electrodos se sumergen en el material fundido. Sin embargo, estos hornos no sirven para la incorporación
en la fusión de material férreo granular, en especial de esponja de hierro, sino que sirven para la reducción de cargas
25 de fusión para la obtención de aleaciones férreas. Este objetivo se alcanza según un procedimiento completamente distinto. La carga de fusión puede consistir, por ejemplo, en
mineral, agentes escorificantes, y vehículos de carbono. El
horno se llena completamente hasta el borde con la carga de
30 fusión, por lo que constantemente se encuentra sobre el ma-

1 terial fundido una columna de carga de fusión. Tal llenado
completo es necesario en interés de obtener un rendimiento
máximo de reducción. En este procedimiento, la pared del
horno está protegida contra una sollicitación térmica excesi-
5 va por la columna de carga de fusión. La columna de carga
de fusión, que por consiguiente es indispensablemente nece-
saria en este procedimiento, no experimenta el peligro de
una formación de puentes a causa de las condiciones de fu-
sión de la carga de fusión utilizada. En este procedimiento,
10 la naturaleza física del baño y la calidad química de la
escoria se deducen forzosamente de la composición de la car-
ga de fusión utilizada. Los electrodos penetran al principio
profundamente en el horno de reducción, y están rodeados
completamente hasta el borde superior con la carga de fusión.
15 Por consiguiente, el objetivo en este procedimiento es un
elevado rendimiento de la reducción. Por ello es necesaria
la columna de carga de fusión sobre el material fundido, no
pudiéndose evitar una penetración de los electrodos.

Misión de la invención es proporcionar un procedi-
20 miento para la incorporación en la fusión de material férreo,
en especial de esponja de hierro, que esté libre de los in-
convenientes descritos, que haga posible en especial, en el
caso de un modo de trabajo absolutamente continuo, una dis-
minución esencial de la sollicitación térmica de la mamposte-
25 ría, y que permita una regulación del desprendimiento de ca-
lor en la escoria durante el proceso.

Esta misión se resuelve por un procedimiento para
la fusión de material férreo, en especial de esponja de hie-
rro, en un horno eléctrico que trabaja con electrodos. El
procedimiento está caracterizado porque los electrodos se
30

1 sumergen en la escoria líquida, y la energía eléctrica es
transformada en calor por la resistencia de la escoria, y
por variación del número de los portadores de carga en la
escoria se regula la conductividad eléctrica de la escoria,
5 y con ello la proporción del flujo de corriente a través de
la escoria líquida al flujo de corriente a través del metal
líquido. Una característica esencial de la invención consis-
te en que la energía eléctrica es transformada en calor por
la resistencia de la escoria. Por consiguiente el calor para
10 el proceso se genera en la escoria, y desde ésta es transfe-
rido a la esponja de hierro a fundir y al metal líquido. Por
este modo de transmisión de calor, la mampostería está prote-
gida ampliamente de la irradiación de calor, y simultáneamen-
te se alcanza un óptimo de rendimiento de fusión.

15 El procedimiento en que se basa la invención tiene
en cuenta la particularidad especial de la esponja de hierro
y de su forma de ser cargada, frente a la chatarra. Con un
aporte regular y continuo del material a fundir, los elec-
trodos se sumergen en la escoria. El objetivo de este proce-
20 dimiento es con ello la licuación de la esponja de hierro
ya existente en forma reducida, o de otros materiales férreos
troceados. El trabajo de reducción pasa por consiguiente a
segundo término, en favor del trabajo de fusión y de afino.

25 Otra característica esencial del procedimiento en
que se basa la invención consiste en que por variación del
número de portadores de carga (iones) en la escoria se regu-
la la conductividad eléctrica de la escoria. De este modo se
logra ajustar durante el proceso la proporción del flujo de
corriente a través de la escoria líquida al flujo de corrien-
30 te a través del metal líquido. La conductividad de la escoria

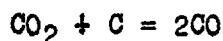
1 en el horno se controla por medio de una sonda de medición.
Con ello puede ser influido el aporte de calor a la escoria,
de tal modo que en la fusión del material férreo añadido con-
tinuamente, por una parte la escoria tenga la consistencia
5 física líquida, y mantenga ésta incluso en el caso de ad-
ción de sustancias refrigerantes, con lo que se evita un
impedimento de la fusión de material adicional de carga, pe-
ro por otra parte, el grado de sobrecalentamiento de la es-
coria, que está en contacto con el revestimiento cerámico
10 del horno, no conduce a un desgaste elevado del revestimien-
to.

La conductividad eléctrica de escorias metalúrgicas
es en gran medida dependiente de la concentración y de la
movilidad de los portadores de carga existentes en la esco-
ria, es decir, la composición de la escoria es de una impor-
15 tancia fundamental para su conductividad. La conductividad
eléctrica de escorias metalúrgicas, que junto a otros compo-
nentes pueden contener CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 , etc,
es dependiente en un grado especial del contenido de FeO_n .
20 Así por ejemplo, la resistencia eléctrica de una escoria en
los sistemas $\text{FeO-SiO}_2 - \text{CaO}$ y $\text{FeO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ desciende
al elevarse el contenido de FeO a una temperatura de fusión.

Es fundamental la proporción del flujo de corriente
a través de la escoria líquida al flujo de corriente a tra-
vés del metal líquido. Para evitar que la mayor parte de la
25 corriente fluya a través del baño metálico, es conveniente
que los electrodos sumergidos en la escoria líquida tengan
una distancia mínima respecto al baño de metal.

Según una forma preferida de realización, el núme-
ro de portadores de carga en la escoria se modifica por ajust-
30

1 te del contenido de FeO. Convenientemente se regula el con-
tenido de FeO de la escoria por ajuste de la proporción
CO/CO₂ de la atmósfera gaseosa. El óxido de hierro restante
5 existente en la esponja de hierro, correspondientemente al
grado de metalización, reacciona con el carbono contenido o
añadido, desplazándose completamente la reacción de Bouduard



según la elevada temperatura del material fundido, superior
10 a 1.500° C, hacia el lado del CO. Estando cerrado el horno,
la atmósfera gaseosa tendría que consistir en 100 % CO y
consiguientemente reducirse casi completamente el FeO en la
escoria de modo correspondiente al elevado potencial de re-
ducción

$$15 \quad P^2_{\text{CO}}/P_{\text{CO}_2}.$$

Por un aporte controlado de aire se puede hacer
variar el potencial de reducción en la atmósfera del horno,
y con ello ajustar el contenido de FeO de la escoria para
20 un contenido de carbono establecido en el metal.

Según otra forma conveniente de realización, el
contenido de FeO de la escoria se regula por el grado de me-
talización del material férreo utilizado. También es posible
utilizar tipos de esponja de hierro con diferentes grados de
25 metalización mezclados de tal modo que se ajuste el conteni-
do de FeO necesario para la deseada conductividad eléctrica
de la escoria, manteniendo constante la atmósfera del hor-
no.

Además se puede regular ventajosamente el conteni-
do de FeO de la escoria por el contenido de carbono del baño
30

1 metálico, que es influido por el contenido de carbono de la
esponja de hierro añadida o por la adición directa de otros
vehículos de carbono. Finalmente, según otra forma convenien-
te de realización, se puede hacer variar el número de los
5 portadores de carga en la escoria por ajuste del grado de
basicidad. El grado de basicidad resulta de las proporcio-
nes de los componentes de la escoria SiO_2 , Al_2O_3 y CaO . Tam-
bién es posible una combinación de las formas ventajosas de
realización para la modificación del número de portadores
10 de carga en la escoria. Un control de la conductividad eléc-
trica de la escoria se realiza convenientemente con una son-
da, según cuyos resultados se gobierna el proceso.

La invención se ilustra a continuación con ayuda
de un ejemplo. En el caso de la fusión de 100 % de esponja
15 de hierro se utiliza una escoria que contiene los cuatro
componentes $\text{FeO} - \text{SiO}_2 - \text{CaO} \pm \text{Al}_2\text{O}_3$. El contenido de FeO
en el material fundido se eleva de manera tal que en la at-
mósfera gaseosa por encima del material fundido, que a cau-
sa del horno completamente hermetizado y a causa del equili-
20 brio de Boudouard consta casi de 100 % CO , se disminuye el
contenido de CO por entrada parcial de aire. Esto significa
una elevación de la presión de oxígeno de la mezcla gaseosa
 CO_2/CO , y con ello una disminución de la capacidad de reduc-
ción de la mezcla gaseosa. Por la elevación del contenido de
25 FeO desde 6 a 10 % hasta aproximadamente 30 a 40 % se eleva
la conductividad de la escoria a 1.600°C desde 50 a 150
 mS/cm hasta 500 a 1.500 mS/cm . La escoria contiene en tal
caso, junto al FeO , los siguientes componentes:

1
5
SiO₂ aproximadamente 47 % hasta 13 %
Al₂O₃ aproximadamente 39 % hasta 32 %
CaO aproximadamente 7 % hasta 3 %
El resto TiO₂, MgO

REIVINDICACIONES

10
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:

15
1ª.- Procedimiento para incorporación en la fusión de material férreo, en especial de esponja de hierro, en un horno eléctrico que trabaja con electrodos, caracterizado porque los electrodos se sumergen en la escoria líquida, y porque la energía eléctrica se transforma en calor por la
20 resistencia de la escoria, y por modificación del número de portadores de carga en la escoria se regula la conductividad eléctrica de la escoria, y con ello se regula la proporción del flujo de corriente a través de la escoria líquida al flujo de corriente a través del metal líquido.

25
2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque los electrodos sumergidos en la escoria líquida tienen una distancia mínima al baño metálico.

30
3ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizado porque por ajuste del contenido de FeO se modifica el número de portadores de carga en la escoria.

1 4ª.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizado porque el contenido de FeO de la escoria se ajusta por regulación de la proporción CO/CO₂ de la atmósfera gaseosa.

5 5ª.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque el contenido de FeO de la escoria se ajusta por el grado de metalización del material férreo.

10 6ª.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizado porque el contenido de FeO de la escoria se ajusta por el contenido de carbono del baño metálico.

15 7ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizado porque, por regulación del grado de basicidad, se modifica el número de portadores de carga en la escoria.

 8ª.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizado porque la conductividad eléctrica de la escoria se mide con una sonda.

20 9ª.- Procedimiento para incorporación en la fusión de material férreo, en especial de esponja de hierro, en un horno eléctrico.

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

25

30

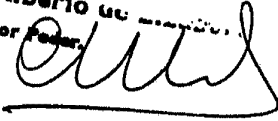
1

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

Madrid, 25.004.1976

P. A.

5

Alberto G.
 Per
 

10

15

20

25

MTR/.

30