



255322

Memoria Descriptiva

para

una Patente de Introducción,
por 10 años, en España

a favor de

Coto Minero Vivaldi y anexas, S.A.

residente en

Príncipe, 5; 5^a

Bilbao (Vizcaya)

por:

"PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE HIERRO PARTIENDO
DE MATERIAL DE OXIDO DE HIERRO"



2553 22

La presente patente se refiere a la metalurgia y tiene por objeto proporcionar un método o procedimiento mejorado para la producción de hierro metálico.

Más particularmente la patente se propone proporcionar un método o procedimiento que puede emplearse ventajosa y económicamente para la obtención de productos metálicos de

hierro de grado elevado partiendo de materiales de hierro a base de óxido, comprendidos diversos grados de minerales de hierro como los minerales comerciales ordinarios y algu-

nos minerales de graduación demasiado baja para ser tratados económicamente por los métodos o procedimientos hasta ahora usuales. La patente se propone también proporcionar un método o procedimiento que puede emplearse ventajosa y económicamente para la obtención de productos de hierro

metálico de elevada graduación partiendo de diversas calidades de minerales de hierro mediante el empleo de varias calidades y tipos de materiales carbonosos reductores,

incluyendo los materiales reductores carbonosos usuales en el comercio, como carbón de elevada calidad y coque y algunos materiales carbonosos reductores, como por ejemplo carbón de baja graduación, madera y acepilladuras de madera de calidad demasiado pobre bajo el punto de vista metalúrgico para emplearse comercialmente en los métodos o procedimientos hasta ahora usuales para extraer el hierro de sus

minerales. Otro de los objetos de la patente es el aumentar



2553 22

la capacidad de los hornos de arco eléctrico para la reducción del hierro y hacer posible su empleo en competencia con los altos hornos siderúrgicos. Un objeto específico de la patente es proporcionar un procedimiento del tipo después explicado que aumente más la capacidad de los hornos de arco eléctrico para la producción de productos metálicos fundidos a base de hierro, de calidad comercial, gracias a combinar el empleo de material férreo a base de hierro y de chatarra o desperdicios metálicos a base también de hierro, en la formación de las cargas de los hornos.

La patente utiliza el calor contenido en la escoria fundida como fuente de calor para favorecer la reducción a estado metálico del hierro contenido en su óxido. En un procedimiento de la patente una carga, comprendiendo (1) material de hierro a base de óxido, (2) material metálico a base de hierro, por ejemplo chatarra o desperdicios ligeros de hierro, (3) material fundente para combinarse con la ganga contenida en el material de hierro a base de óxido, y (4) material carbonoso sólido, se coloca sobre la superficie de un baño de escoria fundida mantenido a una temperatura suficientemente elevada para disponer sustancialmente de todo el calor requerido para fundir el material fundente y la ganga de la carga, con producción de escoria fundida, para fundir el material metálico a base de hierro y para favorecer y efectuar la reducción del hierro del material férreo a base de óxido de la



2553 22

carga, por medio del material reductor carbonoso de la misma carga, con producción de hierro metálico fundido que se separa de la escoria fundida.

5 material finamente dividido de hierro a base de óxido, del hierro o acero en ligera chatarra, como el que se obtiene como desperdicio en las taladradoras y tornos. En la práctica de la patente se mezcla material de hierro finamente dividido a base de óxido con material fundente finamente
10 dividido, chatarra o desperdicios ligeros finamente divididos de hierro o acero y material carbonoso sólido también finamente dividido, para formar una carga finamente dividida, en la que los componentes están íntimamente mezclados. La chatarra o desperdicios ligeros de hierro o acero puede emplearse en una forma más basta o tosca que los otros componentes de la carga. La mezcla íntima de los componentes de la carga en estado finamente dividido favorece la reducción del hierro de su óxido y facilita la producción de hierro metálico y la recuperación del hierro del material férreo
15 a base de óxido y de la chatarra en estado metálico cuando la carga que lleva los componentes íntimamente mezclados, se coloca sobre la superficie del baño de escoria fundida.

25 Material de hierro a base de óxido conteniendo hierro en estado ferroso, como óxido ferroso o en estado férrico como óxido férrico o en los dos estados ferroso y férrico, puede emplearse en la práctica del procedi-



2553 22

miento según la patente.

5 No somos preferimos emplear el caldeo com-
binado de arco eléctrico y de resistencia (caldeo de arco-re-
sistencia) para mantener el baño de escoria a una tempera-
tura suficientemente elevada para disponer del calor requere-
10 rido para la fusión del material metálico a base de hierro
y el material fundente de la carga y para favorecer y efec-
tuar la reducción del hierro del material férreo a base de
óxido mediante el material carbonoso reductor. El caldeo
15 combinado de arco eléctrico y resistencia según se emplea
en conformidad con la presente patente, comprende el apro-
vechamiento del calor desarrollado por uno o más arcos ex-
tendidos entre las extremidades productoras del arco de los
electrodos y la superficie superior del baño de escoria fun-
20 dida, más el calor desarrollado como resultado de la resis-
tencia del baño de escoria a dar paso a la corriente eléc-
trica al atravesar o correr entre los electrodos.

 Cuando se emplea material férreo a base de
óxido finamente dividido para formar la carga destinada a
25 la reducción, nosotros preferimos emplear carbón como compo-
nente sólido carbonoso de la carga, con preferencia carbón
con propiedades coquizantes o fundentes, si es posible, y
calentar la mezcla de la carga a una temperatura superior
a la de fusión o coquización del carbón antes de colocar
la carga sobre la superficie del baño de escoria fundido.



2553 22

5 Empleado carbón y particularmente carbón con propiedades
coquizantes y fundentes, conseguimos diversas ventajas.
Así utilizando carbón de cualquier tipo como material sólido carbonoso reductor, logramos una reducción importante
10 en el coste del material reductor en comparación con el
coste del coque comúnmente empleado en la reducción del
hierro y en el proceso de recuperación. Empleando carbón
con propiedades fundentes o coquizantes y calentando una
mezcla de carga a una temperatura superior a la de fusión
o coquización del carbón, logramos una mezcla íntima más
estable y por tanto más eficaz de los componentes de la
carga para las funciones de coquización o fusión del carbón
como el material fijador de los otros componentes de la
carga y se evita esencialmente por completo o se elimina
15 la tendencia de las partículas a separarse o segregarse
que caracteriza a las mezclas sueltas de materiales fina-
mente divididos. Si se quiere, el caldeo de la carga antes
de colocarla sobre la superficie del baño de escoria fun-
dida, puede controlarse para efectuar la reducción al es-
tado ferroso o al estado metálico de una porción del hierro
20 del óxido de hierro contenido en la carga. En la práctica
de la patente, al emplear carbón con propiedades fundentes
o coquizantes, preferimos llevar a cabo el tratamiento tér-
mico, con objeto de efectuar la fusión o coquización, ha-
ciendo pasar la mezcla de la carga a través de un horno
25 rotatorio u otros aparatos adecuados en condiciones redu-

2553 22



5 toras y provistos de medios calentadores adecuados, en los
que el revolvimiento de la carga mantendrá a los componen-
tes de la misma en el estado requerido de íntimamente mez-
clados, mientras se encuentran en estado finamente dividido,
de suerte que cuando tiene lugar la fusión o coquización,
los componentes quedarán fijados en la asociación íntima
requerida y se formará una carga esencialmente homogénea.
El caldeo de la carga sirve para efectuar la vaporización
de la sustancia volátil del carbón con la doble ventaja
10 de obtener un material combustible volátil que puede y
preferentemente se quema para proporcionar una parte del
calor requerido para el tratamiento térmico y evitar la
introducción dentro del horno eléctrico de la sustancia vo-
látil del carbón con el consiguiente inconveniente debido
15 a la gasificación de la sustancia volátil dentro del horno
eléctrico. El revolvimiento de la carga durante el trata-
miento térmico para la coquización, asegura la producción
de un material granular libremente fluído que puede some-
terse al subsiguiente tratamiento reductor en mejores con-
20 diciones que puede serlo el material en terrones. El mate-
rial granular favorece la facilidad de manejo y de carga y
consiguientemente facilita la reducción. En general la fu-
sión o coquización en un grado conveniente puede efectuarse
a una temperatura de unos 500°C a 600°C. El caldeo prelimi-
25 nar y el tratamiento reductor pueden realizarse a cualquier



2553 22

5 temperatura conveniente entre 500°C y unos 1300°C. Con preferencia el producto del tratamiento calentador y reductor se coloca sobre la superficie del baño de escoria fundido mientras se mantiene aproximadamente la temperatura a que se ha calentado o sin disipación importante de calor absorbido durante el transcurso del tratamiento calentador y reductor.

10 El control del caldeo preliminar de la carga para efectuar la reducción de una porción de hierro del óxido de hierro proporciona la ulterior ventaja de reducir el peligro resultante de la insuflación cuando la carga se trata después en el horno de arco eléctrico, por reducir la cantidad de oxígeno que debe combinarse con el carbón y se expulsa en forma de óxido de carbono, para la producción de
15 una cantidad dada de hierro metálico en el horno de arco eléctrico.

20 Empleando el caldeo combinado de arco eléctrico y de resistencia (caldeo de arco-resistencia) para mantener el baño de escoria fundida a la temperatura requerida, preferimos emplear un horno cubierto de arco eléctrico y provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente. En el funcionamiento de este horno durante la práctica del procedimiento de la patente preferimos mantener las extremidades productoras del arco de uno o de más electrodos a una
25 proximidad suficientemente pequeña de la superficie superior del baño de escoria fundida, para impedir la disipación del



2553 22

5 calor producido por el arco, por reflexión y para asegurar la entrega de todo el calor desarrollado por el arco al baño de escoria fundida e introducimos el material de carga dentro del horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida en el en tal proporción que se mantenga una zona de baja presión junto a las extremidades productoras del arco de uno o varios electrodos.

10 El establecimiento de zonas de baja presión dá por resultado el evitar el soplado periódico frecuente de la carga por fuera del horno con el consiguiente peligro de los operarios y de que se perturbe la operación a consecuencia de no poderse predecir ni controlar las condiciones de la reacción y de la elevada presión producida a consecuencia de establecer capas profundas del material de carga
15 alrededor de los electrodos, según se ha practicado ordinariamente hasta ahora.

20 El empleo de un horno cubierto de arco eléctrico con caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia (caldeo de arco-resistencia) en conformidad con la presente patente, permite controlar eficazmente el carbono en el
25 hierro fundido producido. Así, por ejemplo, si la cantidad de material carbonoso contenido en la carga introducida en el horno eléctrico equivale substancialmente a la cantidad teóricamente requerida para reducir el hierro del óxido del mismo, contenido en la carga, se obtiene un producto de hierro metálico fundido que no contiene más que aproximada-



2553 22

5 mente dos por ciento (2%) de carbono en peso. Restringien-
do más la cantidad de material carbonoso en la carga a
cantidades inferiores a la cantidad que teóricamente se
requiere para reducir el hierro del óxido de hierro conte-
nido en la carga, pueden obtenerse productos de hierro me-
tálico fundido que contienen diversas cantidades de car-
bono, desde unos dos por ciento (2%) hasta menos de uno
por ciento (1%). Incorporando al horno eléctrico una car-
ga con diversos contenidos de carbono superiores a la can-
10 tidad teóricamente requerida para reducir el hierro del
óxido de hierro contenido en la carga, pueden obtenerse
productos de hierro metálico fundido que contienen carbono
en cantidades entre dos por ciento (2%) y las cantidades
contenidas en el hierro ordinario en lingotes.

15 Al llevar a la práctica el procedimiento
según la patente, todo el material carbonoso que se ha de
emplear para reducir el hierro del óxido de hierro en el
horno eléctrico, puede introducirse dentro del horno en
mezcla con los otros componentes de la carga reductora,
20 o una porción puede introducirse en el horno en mezcla con
los otros componentes de la carga total, y otra porción
puede introducirse separadamente dentro del horno de arco
eléctrico.

25 La disipación por reflexión del calor des-
arrollado por el arco puede impedirse satisfactoriamente
manteniendo arcos de una longitud no mayor de próximamente



2553 22

media pulgada. Una zona de presión convenientemente baja
junto a uno o más electrodos puede mantenerse limitando el
espesor o profundidad del material de carga inmediatamente
junto a uno o más electrodos, a un máximo de doce (12) pul-
gadas.

5

10

15

20

25

Al trabajar en el horno eléctrico empleando
el caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia (arco-re-
sistencia) en conformidad con la patente, las extremidades
de uno o más electrodos se mantienen preferentemente en posi-
ciones respecto a la vertical, sobresaliendo entre próxima-
mente media pulgada (1/2") sobre la superficie del baño de
escoria y con dos pulgadas (2") por debajo de esta superfi-
cie del baño de escoria. La inmersión o penetración de uno
o más electrodos en o dentro del baño de escoria fundida en
una pequeña profundidad que permita se mojen los electrodos
por la escoria, hace posible conservar en la operación el
carácter del caldeo por arco-resistencia, utilizando cons-
tantemente el calor desarrollado por el arco más el calor
desarrollado por la resistencia de la escoria del baño de
la misma al paso de la corriente eléctrica entre los elec-
trodos. La sangría del horno se controla para mantener en
el mismo horno un baño de escoria con una profundidad no me-
nor de unas tres pulgadas (3") con objeto de conservar en-
tre los extremos encendidos de los electrodos y el metal
fundido bajo el baño de escoria, una capa de esta última
con una profundidad de por lo menos una pulgada (1").



2553 22

5 El mantener constantemente dentro de un
horno un baño de escoria fundida con la debida profundidad
con una capa de escoria fundida dispuesta entre los extre-
mos encendidos de los electrodos y el metal fundido bajo
el baño de escoria, permite utilizar voltajes esencialmente
constantes con un factor de potencia substancialmente cons-
tante y contribuye a que las operaciones del horno sean uni-
formes.

10 Gracias a funcionar el horno constantemente
como un horno de arco-resistencia con arcos cortos y resis-
tencia constante o esencialmente fija gracias al control de
la profundidad del baño de escoria fundida y a la posición
de los electrodos, nos permite trabajar substancialmente de
modo constante con un factor de potencia de unos 95% ó me-
15 jor, comparado con los factores de potencia de 75% á 85%,
con los que los hornos eléctricos de acero han trabajado se-
gún la práctica hasta ahora seguida.

20 En el funcionamiento del horno eléctrico de
arco se emplean reguladores automáticos de los electrodos
para mantener y así se mantienen los electrodos en posicio-
nes constantes o esencialmente fijas con relación a la su-
perficie del baño de escoria fundida, pues para todo tra-
bajo particular la escoria es de una composición esencial-
mente constante y por consiguiente ofrece una resistencia
25 substancialmente constante. Cuando conviene aumentar o dis-
minuir la temperatura del baño de escoria fundida para un



2553 22

5 trabajo particular, se aumenta o disminuye el voltaje y el
regulador del electrodo se ajusta para mantener la longi-
tud del arco dentro del grado requerido (equivalente a la
longitud del arco establecida para mantener los extremos
de los electrodos productores del arco en una posición,
con relación a la vertical, entre próximamente media pul-
gada (1/2") por encima del baño de escoria y dos pulgadas
(2") por debajo de la superficie de dicho baño). Según el
10 presente procedimiento la resistencia se mantiene constante
y por consiguiente la potencia necesaria se aumenta o dis-
minuye.

15 No esotros preferimos emplear un horno de
arco eléctrico con una capacidad de carga de cincuenta (50)
hasta ciento (100) ó más toneladas de hierro fundido, y al
llevar a la práctica el procedimiento según la patente,
preferimos sangrar el horno a intervalos cuando la canti-
dad de hierro fundido en dicho horno es igual o substancial-
mente igual a la capacidad receptora del mismo horno. La
producción de cargas tan grandes proporciona metal fundido
20 en cantidades suficientemente grandes para que contengan
suficiente calor sensible para permitir el transporte en
crisoles a los lugares de fundición o vaciado o a otros hor-
nos sin que se presente la desagradable formación de una
costra o casco.

25 En conformidad con la patente el material
de hierro a base de óxido puede someterse a uno o mas trata-



2553 22

5 mientos con empleo de calor para efectuar la reducción del
hierro en estado metálico y para producir hierro metálico
fundido y una escoria fundida. Así, por ejemplo, (1) el ma-
terial de hierro a base de óxido puede incorporarse a una
carga sólida que lleve desperdicios de hierro ligeros o de
acero, material reductor carbonoso y material fundente ade-
cuado, y la carga sólida sin caldeo previo o sin caldeo pre-
vio hasta tal grado que altere materialmente su composición
10 inicial en relación al óxido de hierro, puede colocarse so-
bre la superficie de un baño de escoria fundida mantenido
a una temperatura suficientemente elevada para proporcionar
el calor requerido con el fin de realizar económicamente
o sustancialmente de modo completo la reducción perseguida
15 del hierro con producción de hierro metálico fundido y esco-
ria fundida; ó (2) una carga con material de hierro a base
de óxido, hierro o acero en trozos ligeros, material reduc-
tor carbonoso y material fundente adecuado, puede someterse
a un tratamiento térmico preliminar para efectuar la reduc-
ción al estado metálico de una porción del hierro contenido
20 en el material de hierro a base de óxido, produciendo un
producto granular y el producto granular del tratamiento
térmico preliminar puede colocarse sobre la superficie de
un baño de escoria fundida mantenido a una temperatura sufi-
cientemente elevada para proporcionar el calor requerido
25 para la fusión del hierro metálico producido en el trata-
miento térmico preliminar y para lograr una reducción econó-



2553 22

5 mica o esencialmente completa del hierro restante no reducido del material de hierro a base de óxido, con producción de hierro metálico fundido y escoria fundida; ó (3) en el tratamiento de material de hierro a base de óxido conteniendo uno o más elementos no férreos, como cobre, níquel, cobalto, y hierro, una carga sólida con material de hierro a base de óxido, desperdicios ligeros de hierro o acero, material fundente adecuado y material reductor carbonoso en una cantidad limitada suficiente para efectuar la reducción al estado elemental del elemento no férreo, puede colocarse directamente (sin someterse al tratamiento térmico preliminar) o después de haberse sometido a un tratamiento térmico preliminar, sobre la superficie del baño de escoria fundida mantenido a una temperatura suficientemente elevada para proporcionar el calor requerido para efectuar la reducción 10 perseguida y para la fusión produciendo un producto metálico fundido que contenga el elemento o elementos no férreos y una escoria fundida conteniendo óxido de hierro y la escoria fundida juntamente con material reductor carbonoso suficiente para efectuar la reducción de la cantidad deseada de hierro del óxido de hierro contenido en la escoria, puede colocarse en un horno conteniendo un baño fundido de escoria mantenido a una temperatura suficientemente elevada para proporcionar el calor requerido para la reducción del hierro del óxido del mismo con producción del hierro metálico fundido y escoria fundida. 15 20 25



2553 22

5 Con preferencia, el horno dentro del cual se coloca la escoria del hierro fundido a base de óxido resultante de la operación realizada para producir un producto metálico conteniendo metales no férreos, es un horno de arco eléctrico provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente y maniobrados en conformidad con los principios y prácticas ántes explicados con relación a los factores señalados, como el control de la longitud del arco, las posiciones relativas de los extremos de los electrodos entre los que se forma el arco, y las superficies de los baños de escoria fundida, la supresión de la disipación del calor desarrollado en el arco y el aprovechamiento de este calor desarrollado en el arco más el calor desarrollado a consecuencia de la resistencia de la escoria a la corriente o al paso a través de la misma de la corriente eléctrica entre los electrodos.

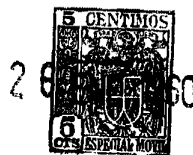
10 El caldeo preliminar de una carga para efectuar la granulación con reducción controlada del hierro al estado metálico, puede en conformidad con el invento realizarse a temperaturas entre unos 500°C y el punto de fusión del hierro metálico. Con preferencia la reducción se efectúa a una temperatura en la parte superior del campo que se extiende desde 500°C hasta el punto de fusión del hierro metálico que quiere producirse. Una temperatura conveniente para favorecer la reducción del hierro con producción de un producto granular adecuado, se encuentra justamente o justamente

15

20

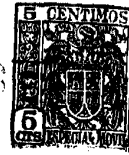
25

2553 22



5 por debajo de la temperatura de fusión de la escoria - pre-
ferentemente una temperatura a la que se realiza un reblan-
decimiento suficiente de la carga sometida al tratamiento
reductor para originar un producto granular sinterizado o
10 fritado muy suelto. El ajuste de las proporciones de los ma-
teriales constitutivos de la escoria presentes en la carga
puede realizarse ventajosamente para obtener una reducción
eficaz a las temperaturas de sinterización o a temperaturas
de la fusión incipiente en la zona comprendida entre unos
1100°C y 1300°C.

15 Un procedimiento completo preferido para lle-
var a la práctica la patente comprende dos o más etapas, en
dependencia de la composición del mineral tratado, incluida
una etapa reductora preliminar a baja temperatura y una eta-
pa de fusión. Cuando el hierro es el elemento metálico única-
mente recuperable económicamente, existente en el mineral,
o cuando se trata de un producto metálico único que lleva
hierro solamente del mineral o que comprende hierro o cual-
quier otro elemento metálico presente en el mineral, el pro-
20 cedimiento completo preferido de la patente para la obten-
ción de un producto metálico a base de hierro puede consis-
tir en una etapa de reducción a temperatura baja para la ob-
tención de un producto granular sinterizado que lleve el
hierro metálico reducido y una etapa de fusión y reducción
25 destinada a recibir y tratar el producto sinterizado para
producir un baño fundido constituido por capas separables



2553 22

de metal fundido y de escoria fundida.

En conformidad con el procedimiento de la patente, una carga finamente dividida, compuesta de mineral de óxido de hierro o de otro mineral de hierro a base de óxido, de desperdicios ligeros de hierro o acero, de material fundente y material carbonoso sólido, se somete a un tratamiento térmico preliminar y se calienta a una temperatura de sinterización (temperatura de fusión incipiente para efectuar (1) la reducción al estado metálico de por lo menos una parte del hierro del óxido férrico de la carga, (2) la combinación química de al menos una parte de óxido de hierro no reducido, material fundente y material de ganga de la carga, y (3) la formación de un producto granular sustancialmente muy suelto que lleva el hierro metálico producido, el hierro metálico de los desperdicios o chatarra de hierro o acero y el óxido de hierro químicamente combinado, el material fundente y el material de ganga, el producto granular del tratamiento térmico y reductor, carga que se coloca sobre la superficie de un baño de escoria fundida mantenido a una temperatura suficientemente elevada para favorecer la fusión de los componentes no carbonosos de la carga granular y la reducción del óxido de hierro por medio del material carbonoso reductor, dando lugar a la producción de hierro metálico fundido y de escoria fundida y separándose el hierro metálico fundido y la escoria fundida. Con preferencia el producto granular se coloca sobre la superficie del baño de

5

10

15

20

25



2553 22

escoria fundida mientras se la mantiene a una temperatura próxima a la temperatura de fusión inicial o sin disipación importante del calor absorbido durante el desarrollo del tratamiento térmico y reductor.

5

Cuando el procedimiento de la patente se emplea para tratar un mineral de hierro conteniendo uno o más de los metales no férreos, níquel, azufre, cobalto y cobre, la fusión y reducción puede verificarse en dos etapas, en la primera de las cuales se obtiene un producto metálico fundido conteniendo una gran proporción o sustancialmente todo o todos los metales no férreos y una pequeña cantidad de hierro, y en la segunda de las cuales se origina un producto metálico fundido conteniendo el restante hierro metálico reducido.

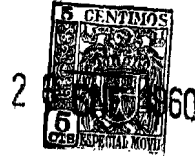
10

15

Cuando el procedimiento de la patente se emplea para el tratamiento de un mineral de hierro altamente fosforoso, puede emplearse un procedimiento similar al utilizado en la separación de metales no férreos, para lograr un producto metálico comprendiendo algún hierro y rico en fósforo en una primera etapa o etapa preliminar de fusión y reducción, y en una segunda etapa o en la etapa principal de fusión y reducción, un producto que lleve el hierro restante. En un procedimiento para separar el metal no ferroso o el fósforo, comprendiendo la aplicación de dos etapas o fases de fusión o reducción, la carga, introducida sobre la superficie del baño de escoria fundida en el horno empleado en la primera etapa, contiene únicamente una cantidad limitada de material carbo-

20

25



2553 22

5 noso reductor, siendo este material carbonoso reductor pre-
ferentemente en no mucha mayor cantidad de la requerida para
reducir el metal no férreo y el fósforo y contiene además una
cantidad de hierro que puede necesitarse para actuar como
10 disolvente o depósito del metal no férreo reducido o del
fósforo. La escoria fundida del horno de la primera etapa,
que contiene la ganga del mineral, la mayor porción del óxido
de hierro del mismo mineral y el material fundente de la carga
primitiva, se introduce, juntamente con el material reductor
15 carbonoso adicional, sobre la superficie del baño de escoria
fundida, en el horno empleado en la segunda etapa para produ-
cir hierro metálico fundido y escoria fundida, viniendo la
cantidad de material carbonoso empleado determinada por la
composición con relación al contenido de carbono del hierro
20 metálico que se quiere producir.

25 Para fundir el mineral que se ha de tratar
y producir una carga conveniente reductora en conformidad con
la patente, nosotros agregamos al mineral de hierro de la
carga ligeros desperdicios o chatarra de hierro o acero, ma-
20 terial carbonoso sólido y material fundente, por ejemplo cal
(como tal o en forma de caliza) y sílice, según se requiere,
para fundir la ganga del mineral y los elementos o componentes
del material carbonoso que forman ceniza. Los componentes de
la carga se seleccionan de modo que se logre la producción
25 de una escoria con una relación molecular de cal-sílice del
orden de 0,7 por 3,0 moléculas de CaO por 1,0 molécula de



2553 22

5 SiO_2 . Puede emplearse cualquier relación conveniente de cal-sílice en cualquier modificación de la presente patente, pero nosotros preferimos emplear relaciones en el orden de próximamente de 0,7 por 1,5 de CaO por SiO_2 para la reducción selectiva del hierro con el fin de eliminar el fósforo, azufre, arsénico, cobalto, níquel, etc. y de 1,5 á unos 2,0 para reducir y afinar el hierro en la segunda etapa, en la que se emplean minerales de hierro de elevada graduación en la carga inicial y no contienen relativamente impurezas. 10 En general, cuando se emplea el horno eléctrico para la fusión y reducción, es conveniente utilizar proporciones más elevadas de CaO respecto a SiO_2 según que se quiera un acero afinado o un producto final de hierro en lingotes.

15 Podemos incorporar a la carga que se ha de someter a un tratamiento preliminar de reducción y sinterización para producir un producto granular, toda la porción o cualquier porción requerida de la cantidad total de material carbonoso sólido necesaria y podemos controlar de tal modo el tratamiento preliminar de reducción y sinterización, por 20 lo que se refiere a los tiempos, temperaturas y adiciones de materiales fundentes, que se efectúe la reducción del hierro por medio de toda o cualquier proporción deseada del material carbonoso. Cuando se emplea una cantidad de material carbonoso inferior a la cantidad requerida para efectuar la reducción completa, puede agregarse material reductor sólido carbo- 25 nonoso adicional a la carga empleada en la siguiente operación

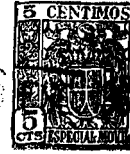
2553 22



de fusión y reducción. Si el tratamiento de reducción y sinterización se controla de modo que se efectúe la reducción mediante una porción únicamente del material carbonoso sólido, la ulterior reducción por medio del material carbonoso restante, se efectuará en la fase de fusión y reducción sub-
siguiente al tratamiento de reducción y sinterización. En una forma preferida de ejecución de la patente incorporamos a la carga, que se ha de someter al tratamiento preliminar de reducción y sinterización, material reductor carbonoso sólido en cantidad suficiente para reducir todo el hierro del mineral de hierro de la carga y conducir de este modo el tratamiento preliminar de reducción y sinterización para que se efectúe la reducción de una gran porción de hierro, no siendo muy importante el que se logre la reducción completa, ya que la ulterior reducción tendrá lugar en la siguiente etapa de fusión y reducción.

Al formar una carga en conformidad con la patente preferimos mezclar íntimamente los diversos componentes que lleva el mineral, ligeros desperdicios de hierro o acero, material carbonoso sólido y material fundente. Los componentes pueden triturarse a un grado conveniente de finura y pueden utilizarse cualesquiera métodos y aparatos mezcladores adecuados. Para que la mezcla sea más eficaz preferimos moler conjuntamente en un molino adecuado los diversos componentes no metálicos de la carga. Una carga en la que todos los materiales no metálicos están finamente divididos y una gran

2553 22



proporción de las partículas es suficientemente pequeño para pasar por un tamíz de 10 mallas, permite obtener una sinterización y reducción eficaz con la formación de un producto granular. Las cargas que llevan partículas más pequeñas permiten un contacto más íntimo de los componentes y dan lugar a una sinterización y reducción más rápidas. Desperdicios ligeros de hierro o acero con el tamaño de media pulgada (1/2") y partículas menores pueden también emplearse satisfactoriamente. Los desperdicios ligeros de hierro y acero pueden incorporarse a una carga en cualquier cantidad conveniente. Una carga conteniendo próximamente cinco por ciento (5%) hasta veinte por ciento (20%) en volúmen de recortes o desperdicios ligeros, puede manejarse y tratarse con facilidad.

La sinterización se realiza preferentemente en una atmósfera reductora y a tal temperatura que la cal empleada para la fusión pueda entrar en combinación química con la sílice existente en la carga. La cal se pone así en situación de actuar más eficazmente como agente fundente durante los tratamientos de reducción y de fusión. El tratamiento de sinterización puede también dar por resultado la producción de componentes cálcicos del hierro que son mucho más fácilmente reducibles que los componentes de hierro contenidos en el mineral primitivo de hierro.

El tratamiento preliminar de reducción y sinterización comprende una parte importante de todo el trabajo requerido para recuperar el hierro metálico de su mine-

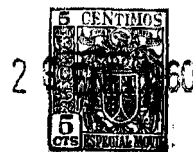


2553 22

5 ral y de la chatarra de hierro y acero. Así por ejemplo,
si la chatarra de hierro y acero se calienta a una tempera-
tura próxima a la temperatura de fusión se podrá reducir una
gran porción del hierro, y los materiales formadores de la
escoria se ponen en situación, en que pueden actuar con gran
eficacia para formar productos de escoria fundida en el sub-
siguiente tratamiento de fusión y el material sólido carbonoso
se pone en situación y en condiciones de actuar eficazmente
en el subsiguiente tratamiento de fusión y reducción cuando
10 en la operación preliminar de reducción y sinterización se
realiza solo parcialmente la reducción del hierro y al horno
de fusión se lleva un producto sinterizado granular muy sual-
to a una temperatura (preferentemente no inferior a unos
1000°C), por la cual puede elevarse rápidamente a la escoria
15 y a través de la escoria y a temperaturas de fusión del metal
para realizar totalmente el trabajo de reducción, de fusión
y de separación de la escoria y del metal remanentes para
producir el metal ordinario.

20 Para llevar a la práctica el tratamiento re-
ductor y sinterizador puede emplearse cualquier tipo adecuado
de horno. Nosotros preferimos emplear un tambor rotatorio del
tipo del tambor de cemento o un horno de hogar móvil del ti-
po de la sinterización, por ejemplo el horno de sinterización
Dwight-Lloyd o un horno de túnel.

25 Cuando se trabaja eficazmente para la recupe-
ración del hierro únicamente, el present-e procedimiento se



2553 22

5
convierte en un proceso de dos etapas, en el que la etapa de la reducción y de la formación de la escoria se lleva a cabo a baja temperatura para obtener un producto parcial o totalmente sinterizado y parcial o totalmente reducido, y la etapa de fusión y de reducción se lleva a cabo a una temperatura elevada en un equipo de alta temperatura para producir escoria fundida y hierro fundido de una composición perseguida.

10
El procedimiento de la presente patente puede aplicarse ventajosamente para beneficiar minerales muy fosforosos, gracias al empleo de dos hornos eléctricos de fusión y de reducción. En el primer horno para producir una pequeña cantidad de hierro muy fosforoso se funde un sinter parcialmente reducido y obtenido gracias al empleo de una carga con una cantidad limitada de material reductor carbonoso y con
15
óxido de hierro y un poco de hierro metálico. La escoria de este horno se conduce por sangría a un segundo horno y se completa la reducción del óxido de hierro con coque o carbón adicional para producir lingotes de hierro o acero poco fosforoso, según el caso presente. El hierro altamente fosforoso
20
se extrae del primer horno y se vacía en lingotes. La operación puede realizarse si se quiere en el mismo horno, sangrando primero el hierro altamente fosforoso y completando luego la reducción del restante óxido de hierro en la escoria para producir hierro o acero poco fosforoso.

25
El procedimiento de la patente, sin semejante en los hasta ahora seguidos, permite un alto tonelaje en la



2553 22

5 producción. Puede por ejemplo emplearse un tambor rotatorio de 180 pies de longitud y ocho pies de diámetro para producir por lo menos 240 toneladas e incluso hasta 500 toneladas o más de hierro metálico por día. El tambor rotatorio puede emplearse para producir la carga suelta destinada a alimentar uno o más hornos de fusión o fundición y de reducción.

10 También puede emplearse para calentar la escoria o desperdicios de hierro y acero. Esto es, los desperdicios ligeros como torneaduras y taladraduras cortas o torneaduras hechas trizas, agregadas a la carga inicial que se ha de calentar de antemano antes de penetrar en el horno de fusión. La chatarra grande o pesada puede cargarse directamente dentro del horno de fusión.

15 Los tambores mayores con longitud de 500 á 700 pies, podrán, por lo demás, producir, únicamente por reducción, una cantidad igual a la del horno grande moderno de soplante. El empleo de éstos tambores exigiría utilizar varios hornos de fusión de tamaño normal para el tratamiento del producto sinterizado, con objeto de producir escoria fundida y hierro metálico fundido separables.

20 Varios intentos se han hecho para acomodar el horno eléctrico destinado a la fusión de mineral de hierro, para producir hierro en lingotes, pero bajo el punto de vista económico no admitían la comparación con el horno de soplante. En el presente procedimiento el horno eléctrico resulta económico aún con el elevado coste de la energía en los centros



2553 22

productores de acero en los Estados Unidos, pues la cantidad necesaria de energía se reduce esencialmente solo a la requerida para el afinado, la cual en buena práctica puede descender á 700 kilowattios-hora por tonelada de metal.

5 El procedimiento permite además trabajar en hornos eléctricos grandes. El horno eléctrico ordinario para acero, que trabaja chatarra o desperdicios, funciona a un factor de potencia bajo a consecuencia de la gran cantidad de inductancia requerida para que el funcionamiento resulte
10 uniforme. Este bajo factor de potencia resulta una carga pesada en la producción de energía. En el presente procedimiento el horno de fusión y de reducción puede fácilmente proyectarse para funcionar sustancial y constantemente con un factor de potencia de 95% y por ello aumenta la eficacia de la
15 fusión y gravita menos sobre los medios generadores de energía. El procedimiento puede proporcionar más energía disponible gracias al empleo más eficaz de la capacidad existente. Esto se debe a que la fusión tiene lugar en todo tiempo bajo una escoria claramente pesada. La escoria fundida se sangra
20 aproximadamente en la misma proporción en que se produce, después de formar una escoria fluida adecuada de recubrimiento para el metal, de suerte que siempre se mantiene una capa de escoria suficientemente pesada para lograr una fusión eficaz y para obtener un alto rendimiento de la energía
25 introducida en el horno.

La patente se comprenderá mejor mediante la



2553 22

siguiente descripción hecha con referencia a los adjuntos dibujos, en los que:

5 La fig. 1 es una alzada parcialmente en sección esquemática de un dispositivo para llevar a la práctica el procedimiento de la patente.

La fig. 2 es una alzada en sección sustancialmente a lo largo de la línea 2-2 de la fig. 1 y

La fig. 3 es una planta en sección sustancialmente a lo largo de la línea 3-3 de la fig. 2.

10 El dispositivo ilustrado en los dibujos comprende un horno eléctrico 10 cubierto y provisto de tres electrodos 11 sustancialmente idénticos, sostenidos por cualesquiera soportes convenientes (no ilustrados) y conectados eléctricamente en circuito con cualesquiera medios (no ilustrados) adecuados para el control y suministro de energía, incluidos
15 medios secundarios para regular el voltaje y otros medios para colocar y ajustar automáticamente los electrodos.

20 El horno eléctrico de arco 10 es de sección rectangular transversal en sentido horizontal y lleva una parte de hogar o fondo 12, paredes laterales 13 y paredes 14 y un techo 15, todos formados por materiales refractarios adecuados. Puede utilizarse un horno eléctrico con cualquier configuración horizontal adecuada en su sección transversal.

25 El techo 15 está provisto de orificios adecuados, a través de los cuales se extienden los electrodos 11 y los que permiten el movimiento vertical de los electrodos en confor-



2553 22

5
10
15

midad con las exigencias y características del funcionamiento. Los espacios entre los electrodos y los bordes de los orificios, a través de los cuales se extienden y sobresalen los electrodos, pueden proveerse de cualquier empaquetadura conveniente o medios de cierre para impedir o restringir o evitar la corriente de gases entre el interior y el exterior del horno, sin perjudicar los movimientos verticales necesarios de los electrodos.

10
15

Unas tolvas 16 con sus partes inferiores extendidas a través de los orificios en el techo 15 y con la junta conveniente, se prevén junto a los bordes laterales exteriores y a los bordes terminales del horno eléctrico, en alineación con los electrodos para permitir la introducción de los materiales de carga 17 dentro del interior del horno.

20

Las porciones 18 de la-s paredes laterales y extremas del horno inmediatamente junto a las tolvas 16, se proyectan preferentemente de modo que se obtenga una inclinación correspondiente o equivalente al ángulo de descenso del material de carga. Con preferencia las porciones inclinadas de las paredes están escalonadas o terraplenadas como se ilustra en los dibujos, para lograr la deposición y retención sobre ellas, de las capas protectoras del material de carga.

25

Un conjunto de conductos 19 comunica con el interior del horno eléctrico 10 a través de una abertura en

2553 22



el techo 15, con el interior de un tambor rotatorio 20 y con la entrada de aire 26 para conseguir la recogida y utilización del monóxido de carbono producido en el procedimiento.

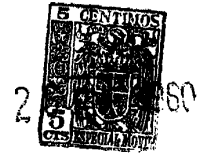
5 El dispositivo, ilustrado en la fig. 1 de los dibujos, comprende un tambor rotatorio 20 que comunica con una cámara estacionaria 21 colectora de polvo y provista de una tolva y una resbaladera o un conducto 22 para introducir el material de carga dentro en un punto o cerca de un punto de altura máxima. En el extremo opuesto del tambor rotatorio se prevén medios para introducir una mezcla combustible de 10 aire y monóxido de carbono producido en el horno eléctrico, con objeto de utilizar dicho monóxido para el caldeo previo del material de carga que se ha de introducir dentro del horno eléctrico. La cámara 21 colectora de polvo está provista de un 15 dispositivo rotatorio 25 de junta hermética que permite expulsar las partículas reunidas de polvo sin que pueda penetrar aire u otro gas del exterior.

Se prevé también una tolva o cámara almacenadora 23 para recibir el material de carga del horno rotatorio y un transportador de hélice 24 se prevé también para entregar 20 la carga calentada desde la cámara almacenadora 23 á las tolvas 16 del horno, desde las cuales se introduce dentro del horno eléctrico.

Como se indica en los dibujos y ántes se han 25 descrito, el tambor rotatorio 20 trabaja en condiciones reductoras y a una temperatura elevada d-el órden de 500°C á 1300°C

- 31 -

2553 22



y preferentemente del órden de 1100°C á 1300°C, para efectuar la aglomeración de una mezola finamente dividida de mineral (material de hierro a base de óxido), desperdicios ligeros de hierro o acero, material fundente, por ejemplo cal (CaO) y carbón, originando un producto granular muy suelto, proveyendose el calor gracias a la combustión del monóxido de carbono producido en el horno eléctrico de arco 10 y del material volátil del carbón destilado en el tambor.

Según el invento, el tambor puede funcionar primeramente como dispositivo refrigerador, en el que se enfrían los gases calientes del horno eléctrico de arco que llevan monóxido de carbono y se acondicionan para el subsiguiente tratamiento o para utilizarse mediante contacto con materiales de carga relativamente fríos (o de baja temperatura) dentro del tambor, en cuyo caso se elimina preferentemente el aire del interior del tambor. Alternativamente pueden preverse medios para bordear el tambor y conducir directamente el monóxido de carbono a uno u otros puntos donde ha de utilizarse. Cuando del interior del tambor se eliminan el aire y los gases calientes conteniendo monóxido de carbono, el tambor funciona principalmente como dispositivo mezclador para producir una carga íntimamente mezclada de material de hierro a base de óxido finamente dividido, de desperdicios ligeros de hierro o acero, de material fundente y de material carbonoso, la cual puede llevarse al horno de arco eléctrico a una temperatura esencialmente atmosférica sin ninguna granulación o aglomera-

26



2553 22

5 ción. A temperaturas relativamente bajas, producidas gracias
a un paso controlado relativamente alto de los materiales de
carga a través del tambor y de un desarrollo controlado del
calor, el tambor funciona al principio como dispositivo gra-
nulado, en el que como agente aglutinante actúa el carbón
con una temperatura relativamente baja de fusión o coquiza-
ción. A temperaturas rela-tivamente altas, correspondientes
a las temperaturas de sinterización o a temperaturas de fu-
sión incipiente producidas gracias a un paso controlado rela-
10 tivamente bajo del material de carga a través del tambor y a
un desarrollo controlado del calor, el tambor funciona como
cámara reductora para reducir una porción del hierro del ma-
terial férreo a base de óxido de la carga y también como dis-
positivo granulado en que los materiales o minerales no car-
15 bonosos ablandados por los minerales de la carga actúan como
agente o agentes aglutinantes.

Puede preverse cualquier número que se quiera
de cámaras de almacenaje 23 de cualquier tamaño adecuado para
poder almacenar la cantidad que se quiera de mezcla preformada
20 para la carga apta para introducirse dentro del horno eléctrico
de arco 10. La cámara o cámaras de almacenaje pueden estar
aisladas para retener el calor sensible de las mezclas de car-
ga suministradas a ellas por el tambor rotatorio y las mezclas
de carga pueden expulsarse del almacén e introducirse dentro del
25 horno de arco eléctrico a cualesquiera temperaturas adecuadas
entre la temperatura atmosférica y la temperatura de descarga



2553 22

desde el tambor rotatorio, cuando el caldeo de la mezcla de carga se realiza en el tambor rotatorio. La reducción de una porción del hierro del óxido del mismo en el tambor rotatorio reduce el trabajo que la reducción impone al horno eléctrico de arco, con el resultado de aumentar la capacidad del mismo para producir hierro fundido. El conservar la mezcla de carga a temperaturas relativamente elevada en el almacenaje, permite la reducción del hierro o del óxido del mismo por medio del material carbonoso proporcionado así el aprovechamiento del calor sensible con la consiguiente mayor reducción del trabajo que la reducción de la carga impone al horno eléctrico de arco y con el mayor aumento de la capacidad del mismo horno para producir hierro metálico fundido. La entrega de la carga desde el tambor rotatorio al horno eléctrico de arco a temperatura elevada permite reducir más el trabajo impuesto al horno eléctrico de arco gracias a suprimir la necesidad de utilizar el horno eléctrico para proporcionar todo el calor requerido para elevar la temperatura de la carga a las temperaturas de reducción y fusión. Cuando la carga sinterizada se introduce dentro del horno eléctrico de arco a una temperatura superior a unos 1000°C, la reducción del hierro en dicho horno tiene lugar en general instantáneamente.

El dispositivo del tipo ilustrado en los dibujos puede utilizarse para el tratamiento de cargas de cualesquiera tipos adecuados llevando material de hierro a base

26



2553 22

de óxido, ligeros desperdicios de hierro o acero, material reductor carbonoso y material fundente. Así, por ejemplo, el dispositivo puede emplearse para tratar una mezcla de carga que lleva como componentes mineral de hierro a base de óxido, caliza para la fusión y carbón para la reducción de los componentes y en las proporciones indicadas después.

COMPOSICIONES DE LOS COMPONENTES

Mineral de hierro a base de óxido

		por ciento
	Oxido férrico (Fe_2O_3).....	83,7
10	Hierro (Fe).....	58,6
	Material insoluble ganga ($SiO_2 + Al_2O_3$).....	9,0
	Fósforo.....	trazas
	Azufre.....	trazas

Chatarra o desperdicios ligeros de hierro y acero

15	Hierro (Fe).....	99,50
	Carbono.....	0,15
	Silicona.....	0,20
	Fósforo.....	trazas
20	Azufre.....	trazas

Carbón

	Carbono fijado.....	55,0
	Material volátil.....	35,0
	Azufre.....	0,4
25	Ceniza ($SiO_2 + Al_2O_3$).....	10,0

2553 22



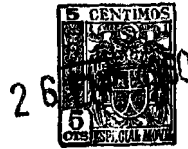
	Piedra Caliza	por ciento
	Oxido de calcio.(CaO).....	53,0
	Mezcla de carga.- Por tonelada de hierro metálico producido	Toneladas
5	Mineral.....	1,72
	Piedra caliza.....	0,325
	Carbón.....	0,50
	Chatarra o desperdicios ligeros de hierro y acero	0,30
10	Una carga de la composición anteriormente indicada se introduce dentro del tambor rotatorio 20 por la tolva y la resbaladera 22. La carga contiene preferentemente o está constituida de partículas sólidas de materiales no metálicos suficientemente pequeñas para pasar por un tamiz de 4 mallas y de partículas de desperdicios ligeros de	
15	hierro y acero con un tamaño máximo de próximamente media pulgada (1/2") y las partículas de la carga están preferentemente íntimamente mezcladas antes de introducir dicha carga dentro del tambor rotatorio. Como se ha indicado antes, el	
20	tambor rotatorio puede emplearse para efectuar la mezcla íntima de las partículas de la carga. El tambor puede manio- brarse con o sin empleo de calor para efectuar el caldeo de la carga. Cuando no se quiere calentar de antemano la carga	
25	antes de introducirla dentro del horno eléctrico de arco 10, los componentes de dicha carga pueden mezclarse en cualquier dispositivo adecuado distinto del tambor y la carga mezclada puede introducirse directamente en la tolva d-e almacenaje 23	
	y transportarse desde aquí a las tolvas 16 de carga del horno	



255322

por medio del transportador de hélices 24, ó la carga mezclada puede introducirse directamente desde el dispositivo mezclador en las tolvas 16 de carga del horno.

5 Si conviene calentar la carga para efectuar la producción de un producto granular y suelto, en el que las partículas de los componente-s están enlazadas entre sí y mantenidas en íntimo contacto, el caldeo puede realizarse introduciendo dentro del horno y quemando en él una mezcla
10 combustible de aire atmosférico y monóxido de carbono producido en el horno eléctrico de arco 10, a través del conducto 19. Cuando se ha de oxidar el material combustible volátil del carbón para proporcionar calor adicional, se suministra aire en la cantidad requerida para la oxidación de dicho combustible volátil, adicionado a la cantidad requerida para
15 la oxidación del monóxido de carbono. Si se requiriese o se desease calor adicional, puede suministrarse de cualquier fuente adecuada en cualquier forma conveniente. Ordinariamente la combustión del monóxido de carbono y de la sustancia combustible del material muy volátil del carbón, combinada con el
20 control de la cantidad de paso de la carga a través del tambor, proporcionará todo el calor requerido para calentar la carga a las temperaturas más altas deseables, por ejemplo a las temperaturas de sinterización o a las temperaturas de fusión incipiente de las partículas de mineral no carbonoso,
25 del orden de unos 1100°C á unos 1300°C. La reducción del óxido de hierro iniciada en el tambor rotatorio se continuará



2553 22

durante el periodo de retención en la tolva de almacenado de las mezclas de carga introducidas en ella a temperaturas tan elevadas como 1200°C sustancialmente inferiores á 1200°C.

5 El material de carga, a medida que se descarga del tambor rotatorio 20 en la tolva de almacenado 23, se conduce en proporción controlada por medio del transportador 20 y 24 á las tolvas de carga 16 desde las cuales por su propio peso corre al interior del horno eléctrico de arco y sobre la superficie del baño de escoria fundida en él existente.

10 Las figs. 1 y 2 de los dibujos ilustran dos posiciones de la superficie superior del baño de escoria fundida y dos espesores o profundidades de esta escoria fundida y del metal señaladas por las leyendas de la fig. 1 como escoria y metal, ántes o después de la sangría. En las figs. 1 y 2 los electrodos se ilustran en una posición únicamente, la posición que ellos ocupan después de la sangría cuando el volumen del material fundido en el horno es relativamente pequeño. Como se indica, los extremos productores del arco de los electrodos están dispuestos al mismo nivel sustancialmente que la superficie superior de la escoria fundida después de la sangría, con arcos cortos, ilustrados como extendidos por bajo de la superficie superior del baño de escoria fundida, estado que se presenta a causa de la presión eléctrica creada y mantenida mientras las posiciones de los extremos generadores del arco

15

20

25 no se encuentran suficientemente por debajo de la superficie superior del baño de escoria para permitir que los electrodos

2553 22

26



5 se mojen por la escoria fundida. Los electrodos se han ilustrado en su posición con relación a la superficie superior del baño de escoria fundida después de la sangría, únicamente con objeto de evitar confusiones y mayor claridad. Debe entenderse que las posiciones de funcionamiento de los extremos ardientes o generadores del arco de los electrodos antes de la sangría son las mismas o sustancialmente las mismas con relación a la superficie superior del baño de escoria fundida que las ilustradas con relación a dicha superficie superior del
10 baño de escoria fundida después de la sangría.

15 En el funcionamiento del horno eléctrico de arco la reducción del hierro del óxido de hierro del material de carga 27 colocado sobre la superficie del baño de escoria fundida se realiza sustancialmente de modo completo gracias al calor contenido en el baño de escoria fundida y al suministrado por medio del calor desarrollado por el arco y del calor desarrollado por la resistencia al paso de la corriente eléctrica entre los electrodos a través de dicho baño.

39
2553 22

26



~~NOTA~~

La presente patente de introducción consta de las siguientes reivindicaciones:

5 1. Procedimiento para la producción de hierro metálico gracias a la reducción del hierro de material de hierro a base de óxido, conteniendo material de carga, caracterizado por una mejora consistente en formar una carga constituida por material de hierro a base de óxido, material metálico a base de hierro y material fundente y
10 por calentar la carga en condiciones reductoras a una temperatura de fusión incipiente y efectuar (1) la reducción al estado metálico de por lo menos una porción del hierro del óxido de hierro de la carga, (2) la combinación química de al menos una porción del óxido de hierro no reducido, del
15 material fundente y de la ganga de la carga y (3) la producción de un producto granular esencialmente muy suelto y constituido por hierro metálico y el óxido de hierro químicamente combinado, el material fundente y la ganga; en colocar el producto granular del tratamiento térmico y reductor, sin
20 disipación importante del calor absorbido durante el desarrollo del tratamiento térmico y reductor, sobre la superficie de un baño de escoria fundida en un horno cubierto de arco eléctrico abierto provisto de uno o varios electrodos extendidos verticalmente, introduciéndose dicho producto granular
25 dentro del horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida en puntos apartados de las zonas del arco de los electrodos del horno, manteniendo el baño de escoria fundida a temperatura suficientemente elevada gracias al caldeo com-

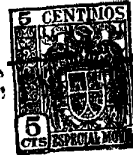


2553 22

binado de arco eléctrico y de resistencia, para proporcionar sustancialmente todo el calor requerido para fundir los componentes del producto granular y producir hierro metálico fundido y escoria fundida, controlándose el funcionamiento del
5 horno durante el desarrollo del proceso para mantener los extremos productores del arco de uno o más electrodos a una proximidad suficientemente pequeña de la superficie superior del baño de escoria fundida con objeto de impedir la disipación del calor desarrollado por el arco, por reflexión, y de
10 asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida, sustancialment-e de todo el calor desarrollado por el arco y controlándose la cantidad de material de carga introducida en el horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida con objeto de mantener una zona de baja presión adyacente a los extremos productores del arco de uno o más electrodos.
15

2. Procedimiento para producir hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido conteniendo material de ganga, caracterizado por
20 la mejora consistente en formar una carga constituida por una mezcla íntima finamente dividida del material férreo a base de óxido, de material metálico a base de hierro, de material fundente y de material sólido carbonoso reductor con carbón de propiedades coquizantes; en calentar la carga
25 a una temperatura de fusión incipiente y en efectuar (1) la reducción al estado metálico de una porción del hierro del

2553 22



5 óxido de hierro de la carga, (2) la combinación química de
al menos una porción de óxido de hierro no reducido, del ma-
terial fundente y de la ganga de la carga, y (3) la coquiza-
ción del carbón de la carga y (4) la formación de un producto
granular sustancialmente muy suelto constituido por carbono
sólido, hierro metálico y el óxido de hierro químicamente
combinado, material fundente y ganga; en colocar el producto
granular del tratamiento térmico y reductor, sin disipación
importante del calor absorbido dur-ante el desarrollo del
10 tratamiento térmico y reductor, sobre la superficie de un
baño de escoria fundida en un horno eléctrico de arco abierto
provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente,
introduciéndose el producto granular dentro del horno y sobre
la superficie del baño de e-scoria fundida en puntos alejados
15 de las zonas del arco de los electrodos del horno; en mante-
ner, por medio de caldeo combinado de arco eléctrico y resis-
tencia, el baño de escoria a una temperatura suficientemente
elevada para proporcionar sustancialmente todo el calor requere-
rido para fundir el hierro metálico y los componentes química-
mente combinados del producto granula-r y para efectuar y acti-
20 var la reducción del hierro del óxido de hierro no reducido
del producto granular por medio del carbono contenido en él
con producción de hierro metálico fundido y de escoria fun-
dida y en separar el hierro metálico fundido de la escoria
25 fundida, controlándose el funcionamiento del horno durante
el desarrollo del proceso de modo que los extremos formadores



2553 22

5 del arco de uno o más electrodos se mantengan a una proximidad suficientemente pequeña de la superficie superior del baño de escoria fundida para impedir la disipación del calor desarrollado por el arco, por reflexión, y para asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida de sustancialmente todo el calor desarrollado por el arco y controlándose la cantidad introducida de material de carga dentro del horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida en él, de modo que se mantenga una zona de baja presión adyacente a los extremos formadores del arco de uno o más electrodos.

10

3. Procedimiento para producir hierro metálico por reducción del hierro de un material férreo a base de óxido conteniendo material de ganga, caracterizado por la mejora consistente en formar una carga constituida por una mezcla íntima finamente dividida del material férreo a base de óxido, de material metálico a base de hierro, de material fundente y de material reductor sólido carbonoso; en calentar la carga a una temperatura de fusión incipiente y en efectuar (1) la reducción al estado metálico de una porción del hierro del óxido férreo de la carga, (2) la combinación química de al menos una porción del óxido de hierro no reducido, del material fundente y de la ganga de la carga y (3) la producción de un producto granular sustancialmente muy suelto constituido por hierro metálico y el óxido de hierro químicamente combinado, material fundente y ganga; en colocar el producto granular del tratamiento térmico y

15

20

25



2

2553 22

reductor, sin disipación importante del calor absorbido durante el desarrollo del tratamiento térmico y reductor, sobre la superficie de un baño de escoria fundida en un horno eléctrico cubierto de arco abierto provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente; en mantener, por medio del caldeo combinado de arco eléctrico y de resistencia, el baño de escoria a una temperatura suficientemente elevada para proporcionar sustancialmente todo el calor requerido para la fusión de hierro metálico y de los componentes químicamente combinados del producto granular, con producción de hierro metálico fundido y escoria fundida y en separar el hierro metálico fundido de la escoria fundida, controlando el funcionamiento del horno durante el desarrollo del proceso de modo que se mantengan los extremos formadores del arco de uno o más electrodos en proximidad suficientemente pequeña respecto a la superficie superior del baño de escoria fundida, con objeto de conseguir mantener los arcos con una longitud no mayor de próximamente media pulgada, para impedir de este modo la disipación del calor desarrollado del arco, por reflexión, y de asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida sustancialmente de todo el calor desarrollado en el arco y controlando la cantidad introducida de carga dentro del horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida de modo que se mantenga una zona de baja presión adyacente a los extremos formadores del arco de uno o más electrodos, gracias a suministrar dicho material de carga

2553 22



al horno en puntos alejados de las zonas del arco de los electrodos y a limitar la profundidad del material de carga alrededor de los electrodos a una profundidad de solo unas pocas pulgadas.

5

4. Procedimiento para producir hierro me-

tálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido conteniendo material de ganga, caracterizado por la mejora consistente en formar una carga constituida por material de hierro a base de óxido, material metálico a base de hierro y material fundente; en calentar la carga en condiciones reductoras a una temperatura de fusión incipiente y en efectuar (1) la reducción al estado metálico de por lo menos una porción del hierro del óxido de hierro de la carga, (2) la combinación química de al menos una porción del óxido de hierro no reducido, del material fundente y de la ganga de la carga, y (3) la producción de un producto granular sustancialmente muy suelto constituido por el hierro metálico y por el óxido de hierro químicamente combinado, por el material fundente y la ganga; en colocar el producto granular del tratamiento térmico y reductor, esencialmente sin disipación del calor absorbido durante el desarrollo del tratamiento térmico y reductor, sobre la superficie de un baño de escoria fundida en un horno eléctrico cubierto de arco abierto provisto de uno o más electrodos extendidos verticalmente; en mantener el baño de escoria fundida a una temperatura suficientemente elevada mediante el caldeo combinado de arco

10

15

20

25



2553 22

eléctrico y de resistencia, para proporcionar sustancialmente todo el calor requerido para fundir los componentes del producto granular, con producción de hierro metálico fundido y de escoria fundida, y en separar el hierro metálico fundido de la escoria fundida, controlando el funcionamiento del horno durante todo el desarrollo del proceso de modo que los extremos formadores del arco de uno o más electrodos se mantengan con relación a la vertical en posiciones de próximamente media pulgada ($1/2''$) por encima de la superficie superior del baño de escoria fundida y de unas dos ($2''$) pulgadas por debajo de la superficie superior del baño de escoria fundida, para impedir la disipación del calor desarrollado en el arco, por reflexión, y asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida de sustancialmente todo el calor desarrollado en el arco, y controlando la cantidad introducida de carga dentro del horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida, de modo que se mantenga una zona de baja presión adyacente a los extremos productores del arco de uno o más electrodos, gracias a suministrar dicho material de carga al horno en puntos alejados de las zonas del arco de los electrodos y a limitar la profundidad del material de carga alrededor de los electrodos a una profundidad de solo unas pocas pulgadas.

5. Procedimiento para producir hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido conteniendo ganga, caracterizado por la mejora consis-



2553 22

5 tente en formar una carga constituida por una mezcla íntima
finamente dividida del material férreo a base de óxido, de
material metálico a base de hierro, de material fundente y
de material sólido reductor carbonoso con carbón de propie-
dades coquizantes, en calentar la carga a una temperatura
de fusión incipiente y en efectuar (1) la reducción al es-
tado metálico de una porción del hierro del óxido de hierro
de la carga, (2) la combinación de al menos una porción del
10 óxido de hierro no reducido, del material fundente y de la
ganga de la carga y (3) la coquización del carbón de la carga
y (4) la producción de un producto granular muy suelto cons-
tituido por carbono sólido, hierro metálico y el óxido de
hierro químicamente combinado, material fundente y ganga;
en colocar el producto granular del tratamiento térmico y
15 reductor, sin disipación apreciable del calor absorbido du-
rante el desarrollo del tratamiento térmico y reductor, so-
bre la superficie de un baño de escoria fundida en un horno
cubierto de arco eléctrico abierto provisto de uno o varios
electrodos extendidos verticalmente; en mantener, mediante
20 el caldeo combinado de arco eléctrico y resistencia, el baño
de escoria a una temperatura suficientemente elevada para
proporcionar substancialmente todo el calor requerido para
la fusión del hierro metálico y de los componentes química-
mente combinados del producto granular y para efectuar y
25 activar la reducción del hierro del óxido de hierro no redu-
cido del producto granular por medio del carbón contenido en él.



2553 22

5 con producción de hierro metálico fundido y de escoria fundida, y en separar el hierro metálico fundido de la escoria fundida, controlando el funcionamiento del horno durante el desarrollo del proceso de modo que las extremidades productoras del arco de uno o más electrodos se mantengan con relación a la vertical en posiciones entre próximamente media pulgada ($1/2''$) por encima de la superficie superior del baño de escoria fundida, y de próximamente dos ($2''$) pulgadas por debajo de la superficie superior del baño de escoria fundida, para impedir la disipación del calor desarrollado en el arco, por reflexión, y de asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida substancialmente de todo el calor desarrollado en el arco y controlando la cantidad de carga introducida dentro del horno y sobre la superficie del baño de escoria fundida de modo que se mantenga una zona de baja presión adyacente a las extremidades formadoras del arco de uno o más electrodos gracias a introducir dicha carga en el horno en puntos alejados de las zonas del arco de los electrodos y a limitar la profundidad del material de carga alrededor de los electrodos a una profundidad de solo unas pocas pulgadas.

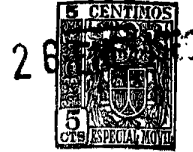
15 6. Procedimiento para producir hierro metálico por reducción del hierro de material férreo a base de óxido conteniendo ganga, caracterizado por la mejora consistente en formar una carga constituida por una mezcla íntima finamente dividida del material de hierro a base de óxido,

25

2553 22



5 de material metálico a base de hierro, de material fundente
y de material sólido carbonoso reductor, en calentar la carga
a una temperatura de fusión incipiente y en efectuar
(1) la reducción al estado metálico de una porción de hierro
del óxido de hierro de la carga, (2) la combinación química
de al menos una porción del óxido de hierro no reducido,
del material fundente y de la ganga de la carga y (3) la
producción de un producto granular muy suelto constituido
por hierro metálico y el óxido de hierro químicamente combi-
10 nado, por material fundente y por la ganga; en colocar el
producto granular del tratamiento térmico y reductor, sin
disipación importante del calor absorbido durante el des-
arrollo del tratamiento térmico y reductor, sobre la super-
ficie de un baño de escoria fundida en un horno eléctrico
15 cubierto de arco abierto con uno o más electrodos extendidos
verticalmente; en mantener por medio de caldeo combinado de
arco eléctrico y de resistencia, el baño de escoria a una
temperatura suficientemente elevada para proporcionar subs-
tancialmente todo el calor requerido para la fusión del hie-
20 rro metálico y de los componentes químicamente combinados
y del producto granular, con producción de hierro metálico
fundido y escoria fundida; y en separar el hierro metálico
fundido de la escoria fundida, controlando el funcionamiento
del horno durante el desarrollo del proceso, de manera que
25 las extremidades formadoras del arco de uno o más electrodos
se mantengan respecto a la vertical en posiciones entre



2553 22

aproximadamente media pulgada (1/2") por encima de la superficie superior del baño de escoria fundida y de aproximadamente dos pulgadas (2") por debajo de la superficie superior del baño de escoria fundida y para mantener entre las extremidades formadoras del arco de los electrodos y el hierro fundido por bajo del baño de escoria fundida una capa de escoria con una profundidad de por lo menos una pulgada, para impedir de éste modo la disipación del calor desarrollado en el arco, por reflexión, para asegurar la entrega directa al baño de escoria fundida de substancialmente todo el calor desarrollado en el arco y mantener el carácter de la operación de caldeo por arco y resistencia, controlando la cantidad del material de carga introducido en el horno y sobre la superficie superior del baño de escoria fundida de manera que se mantenga una zona de baja presión adyacente a los electrodos, gracias a suministrar dicho material de carga al horno en puntos alejados de las zonas del arco de los electrodos y a limitar la profundidad del material de carga alrededor de los electrodos a una profundidad de solo unas pocas pulgadas.

7. "Procedimiento para la producción de hierro partiendo de material de óxido de hierro".

Según se describe y reivindica en esta memoria descriptiva y se ilustra con los planos que a la misma se acompañan.

Consta esta memoria descriptiva de cuarenta y nueve hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, á 26 ENE. 1960
Cecilia

40310

Procesos de fundición y aceraje

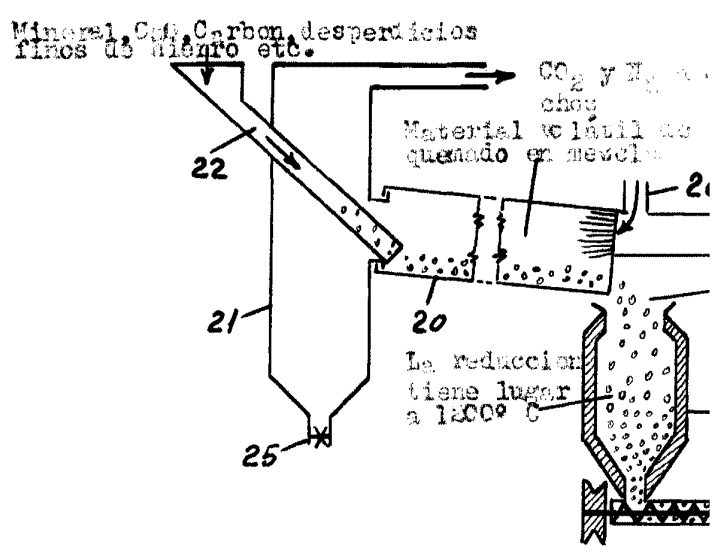




Fig. 3.

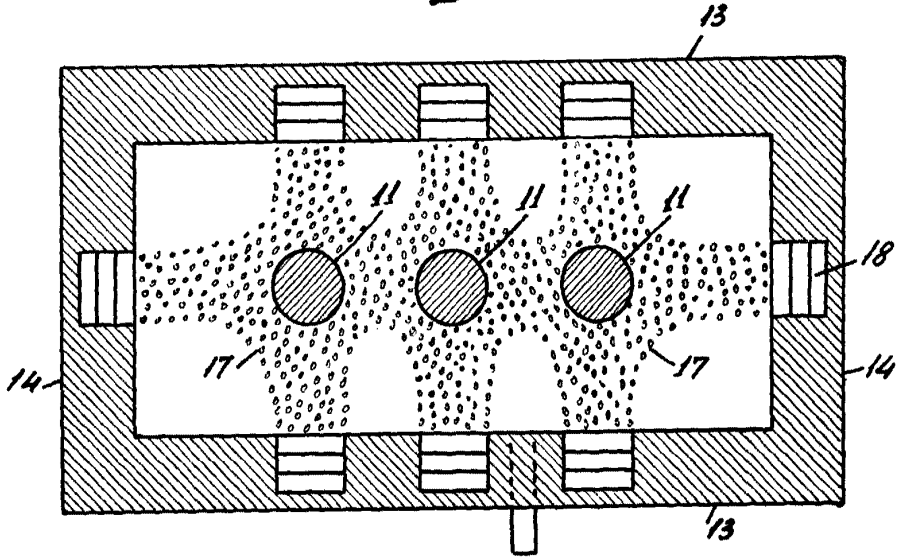
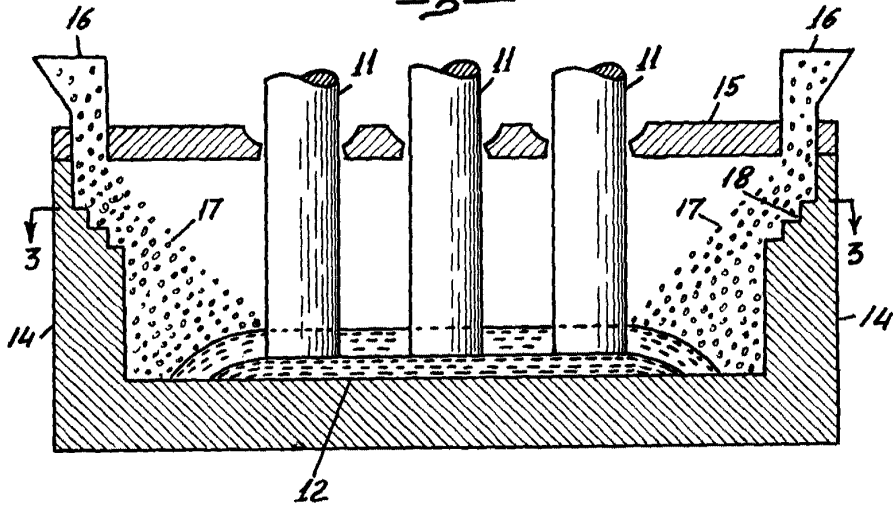


Fig. 2.



ESCALA VARIABLE