



PATENTE DE INVENCION

U.S. No. 262.078

296998

296998

Memoria Descriptiva

sobre:

" Procedimiento y aparato para la producción de metal ferroso".

=====

Solicitante: WILLIAM LYON SHERWOOD, de nacionalidad canadiense, residente en 2678 Marine Drive, West Vancouver, Columbia Británica, CANADA.

=====

Esta invención se relaciona con la producción de metales ferrosos y se refiere a un procedimiento y aparato perfeccionados para la producción de metales ferrosos líquidos, tales por ejemplo como aceros y hierros fundidos, directamente a partir de mineral o concentrados minerales de hierro.

5



296998

Los procedimientos conocidos de tratamiento de mineral de hierro para obtener aleaciones del mismo de una composición estrechamente controlada, implican generalmente dos operaciones de tratamiento separadas; en primer lugar, un proceso de reducción en el que se obtiene un hierro que contiene impurezas indeseables; y en segundo lugar un proceso de refinado en el que se eliminan las impurezas indeseadas del hierro impuro y se efectúan adiciones aleadoras para obtener la deseada composición en el producto.

El producto de la operación de reducción es ordinariamente hierro crudo producido en forma líquida por medio del alto horno o un proceso en un horno de reducción eléctrico, ó hierro esponjoso producido en forma sólida por medio de un proceso de reducción directa. El hierro crudo contiene generalmente carbono, silicio, manganeso, fósforo y azufre, y el hierro esponjoso contiene generalmente óxido de hierro residual y constitutivos de ganga, como impurezas que requieren un ajuste al nivel deseado en el siguiente proceso de refinado.

Los conocidos procesos de refinado incluyen el proceso de hogar abierto, varios procesos con convertidor, procesos con horno giratorio y el proceso con horno eléctrico de arco directo para la producción de hierro fundido y el de horno de arco directo y arco indirecto por inducción eléctrica, para la producción de varias aleaciones de hierro. Estos procesos se llevan a cabo generalmente por lotes y, además del hierro crudo y el hierro esponjoso, emplean hierro de desechos, acero y otras aleaciones de hierro en la mezcla de carga.

Es un objeto de esta invención proporcionar un perfeccionado procedimiento de producción de metales ferrosos líquidos de composición controlada, en el que las operaciones de

296998

28



reducción y refinado se combinan en una operación que se lleva a cabo en sucesivas etapas y es capaz de producir una amplia variedad de aleaciones ferrosas, incluyendo hierro fundido, y aleaciones especiales de hierro y aceros, directamente a partir de mineral ó concentrados minerales de hierro.

Otro objeto de la invención es la provisión de un aparato perfeccionado para la producción de metales ferrosos de composición controlada directamente a partir de mineral ó concentrados minerales de hierro, cuyo aparato es particularmente adecuado para llevar a cabo el procedimiento de esta invención.

Otros objetos de la invención son los de proporcionar unos inferiores requisitos sobre combustible, mayores rendimientos metálicos, menos personal obrero y más simple equipo de tratamiento a un costo inferior, con relación al uso de los aparatos conocidos.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se establece un procedimiento de producción de metales ferrosos líquidos de composición controlada, directamente a partir de mineral o concentrados minerales de hierro. que se caracteriza por las sucesivas operaciones de a) introducir materiales de carga que comprenden pastillas formadas que contienen óxido de hierro y son sustancialmente de un tamaño no inferior a uno mínimo seleccionado, y piezas sólidas de material carbonoso que son sustancialmente de un tamaño no mayor que uno máximo seleccionado, en una zona de reacción gas-sólido que contiene una mezcla de carga de sólidos en contacto con gases calientes; b) avanzar dicha mezcla de carga a través de la referida zona de gas-sólido para su reacción a una elevada temperatura hasta que una porción principal del hierro contenido en las pastillas se haya reducido a un estado metálico; c) retirar de la zona de reacción de gas-



296998

sólido materiales de tamaño fino que incluyen sustancialmente todo el material carbonoso sin consumir, junto con cualesquiera fragmentos de pastillas de tamaño fino obtenidos de la desintegración de aquellas; d) avanzar la mezcla de carga retenida de materiales de tamaño basto, incluyendo las pastillas, al interior y a través de una zona de reacción gas-sólido-líquido que contiene mezcla de carga parcialmente fundida en contacto con gases calientes e incrementar la temperatura en dicha zona de reacción gas-sólido-líquido hasta que los materiales de tamaño basto sean fundidos a un estado líquido, en virtud de lo, cual se forman dos fases líquidas consistentes en escoria y metal en estrecho contacto; e) introducir las dos fases líquidas citadas en una zona de reacción gas-líquido que contiene una mezcla de carga líquida en contacto con gases calientes; f) suministrar calor en las zonas de reacción y gas-líquido, gas-sólido-líquido y gas-sólido, en la medida requerida para mantener las deseadas temperaturas de reacción; g) continuar las reacciones gas-líquido y el calentamiento en la zona de reacción gas-líquido hasta que se obtenga metal ferroso líquido que presente una composición y temperatura deseadas; y h) descargar el metal ferroso líquido y la escoria de la zona de reacción gas-líquido.

Preferiblemente, en este procedimiento, se añade material absorbente de azufre a los materiales de carga introducidos en la citada zona de reacción-sólido en la operación a), y se retira material absorbente de azufre sin consumir, con el material carbonoso sin consumir de la operación c).

Asimismo, se añaden preferiblemente materiales fluyentes y materiales aleadores en una por lo menos de las citadas zonas de reacción. Los referidos materiales fluyentes y materiales aleadores se añaden preferiblemente a la mezcla de carga in-



296998

introducida en la zona de reacción gas-sólido en la operación a) y dichos materiales fluyentes y materiales aleadores pueden presentar la forma de piezas de un tamaño mayor que el referido tamaño mínimo seleccionado de las citadas pastillas.

5 Preferiblemente, el referido tamaño máximo seleccionado de las piezas sólidas de material carbonoso no será mayor que el referido tamaño mínimo seleccionado de las citadas pastillas.

Preferiblemente, el citado tamaño mínimo seleccionado de las pastillas será de 3 a 5 milímetros.

10 El tamaño de las pastillas puede variar entre 3 y 25 milímetros y preferiblemente será de 5 a 25 milímetros.

Las pastillas que se emplean en el procedimiento de la invención se forman preferiblemente mediante la aglomeración de materiales finamente divididos, incluyendo partículas de mineral de hierro, en el deseado tamaño de aquellas.

15 Preferiblemente, se hallará presente un contenido de mineral de hierro del 65 % por lo menos, en peso, en el mineral o concentrado mineral antes de la aglomeración.

Dichos materiales finamente divididos pueden incluir adiciones de cantidades controladas de partículas finas de materiales fluyentes y materiales aleadores.

20 Es preferible que el tamaño de las piezas de material carbonoso sea del orden de 1 milímetro hasta el seleccionado tamaño mínimo de las pastillas, siendo también preferible que el material absorbente de azufre presente la forma de pieza cuyo tamaño esté comprendido entre 0,5 y 2 milímetros.

25 El procedimiento de la invención incluye preferiblemente la operación adicional de recircular partículas, obtenidas por desmenuzamiento de los citados fragmentos de pastillas de tamaño fino retirados de la zona de reacción gas-sólido, introduciendo

30



296998

do cantidades controladas de dichas partículas de fragmentos de pastillas en los citados materiales finamente divididos antes de la aglomeración de tales materiales en las pastillas.

5 El procedimiento de la invención incluye también preferiblemente la adicional operación de recircular una porción principal del material carbonoso sin consumir retirado de la zona de reacción gas-sólido en la operación c) de nuevo a la mezcla de carga contenida dentro de la zona de reacción gas-sólido.

10 En el procedimiento de la invención, fluyen preferiblemente gases calientes en contacto con la mezcla de carga y fluyen a contracorriente respecto al movimiento general de la mezcla de carga a través de las zonas de reacción, fluyendo los gases calientes en secuencia a través de la zona de reacción gas-líquido, al interior y a través de la zona de reacción gas-sólido-líquido y al interior y a lo largo de la zona de reacción gas-sólido, desde cuya última zona se expulsan los gases.

15 Preferiblemente, la citada mezcla de carga se hace avanzar a través de la zona de reacción de gas-líquido en la operación b) de manera que se establezca un movimiento relativo continuo entre las pastillas y las piezas de material carbonoso y cualesquiera pieza de material absorbente de azufre, si se hallan presentes, del material de carga, y el movimiento relativo entre las pastillas y otras piezas sólidas de la mezcla de carga puede obtenerse sometiendo dicha mezcla a continua agitación y mezclando.

25 Preferiblemente, se suministrará un gas que contenga oxígeno a la zona de reacción gas-sólido, que es de forma alargada, introduciéndose dicho gas en la zona de reacción a intervalos a lo largo de tal zona en la dirección de avance de la referida mezcla de carga a través de la misma, pudiéndose

30

296998



suministrar calor adicional, en la medida requerida, a la zona de reacción gas-sólido mediante introducción de combustible, y gas que contenga oxígeno para la combustión de dicho combustible en la zona de reacción gas-sólido a intervalos a lo largo de la misma.

5

La reacción del material de carga en la zona de reacción gas-sólido en la operación b) se continúa preferiblemente hasta que por lo menos un 25 % en peso del mineral de hierro contenido en las pastillas de la mezcla de carga se encuentra en estado metálico antes de que se avance la mezcla de carga a la operación c).

10

El procedimiento de la invención puede incluir también la operación adicional de introducir materiales fluyentes y materiales aleadores directamente en la zona de reacción gas-líquido, y en tal caso dichos materiales fluyentes y aleadores pueden ser arrastrados en un medio fluido y fluir a una presión mayor que la atmosférica, pudiéndose dirigir a una por lo menos de las fases de la zona gas-líquido consistente en la fase metálica, fase escoria y fase gaseosa.

15

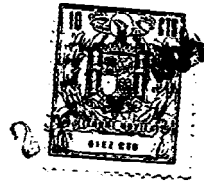
Es preferible que la mezcla de carga en la zona de reacción gas-sólido-líquido de la operación d), que puede ser de forma alargada, y también el metal líquido y la escoria en la siguiente zona de reacción gas-líquido sean sometidos a continua agitación y mezclado, lo cual puede obtenerse efectuando un contacto de la mezcla de carga con las paredes internas giratorias de un horno reactor del tipo giratorio.

25

Preferiblemente, se introducirán combustibles y gas que contenga oxígeno para la combustión de dicho combustible en la zona de reacción gas-líquido por el extremo de descarga de dicha zona.

30

296998



El procedimiento de la invención incluye preferi-
blemente la adicional operación de precalentar una porción
principal del citado gas que contiene oxígeno introducido en
las tres zonas de reacción, que comprenden las de gas-sólido,
5 gas-sólido-líquido y gas-líquido, por lo menos en parte median-
te calor que es transferido desde los citados gases calientes
expulsados de la zona de reacción gas-sólido.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se
dispone un aparato para la producción de metales ferrosos lí-
10 quidos de composición controlada directamente a partir de mi-
neral o concentrados minerales de hierro, cuyo aparato se carac-
teriza por comprender la combinación de un reactor del tipo de
horno giratorio alargado, provisto de un extremo de carga y un
extremo de descarga; medios de alimentación para cargar mate-
15 riales sólidos en el reactor; medios separadores dispuestos
dentro del reactor y entre los citados extremos de carga y des-
carga del mismo, para producir la separación de materiales de
tamaño fino en los materiales de carga de materiales de tamaño
basto y para separar dichos materiales de tamaño fino del re-
20 actor; medios suministradores de gases destinados a introducir
un gas que contenga oxígeno libre en el reactor a intervalos a
lo largo del mismo; medios calentadores para suministrar e in-
troducir calor en el reactor a intervalos a lo largo del mismo,
para mantener las deseadas temperaturas de reacción dentro del
25 reactor y producir la fusión, en un punto situado entre los ci-
tados medios separadores y dicho extremo de descarga del reac-
tor, de los referidos materiales de tamaño basto a un estado
líquido, en virtud de lo cual se forman dos fases líquidas con-
sistentes en metal y escoria, y proporcionar también un adicio-
30 nal calentamiento de dicho metal líquido y escoria, en la medi-
da requerida, para obtener metal ferroso de la composición y tem-



296968

peratura deseadas; y medios de descarga para la retirada de metal ferroso líquido y de escoria del reactor.

Otros aspectos que pueden incluirse dentro del ámbito de la invención serán descritos más adelante y se hará referencia a ellos en las adjuntas reivindicaciones.

Seguidamente se describirá con detalle la práctica del procedimiento de la invención con referencia a la fig. 1 de los dibujos, que muestra a título de ejemplo un diagrama general de operaciones del procedimiento.

Con referencia a la fig. 1, la preparación de las pastillas de mineral de hierro o de concentrados minerales de hierro, de un tamaño comprendido dentro de la amplitud requerida, y particularmente con un tamaño mínimo seleccionado, constituye un aspecto importante del procedimiento.

En la preparación material que contiene óxido de hierro, se tritura y muele mineral de hierro, seguido de una concentración utilizando procedimientos conocidos, a fin de incrementar el contenido en óxido de hierro y disminuir el contenido de ganga y otras impurezas indeseables. Luego se reaglomera el concentrado para obtener pastillas de un tamaño comprendido dentro del requerido y al que más adelante se hará referencia. Con algunos minerales de alto grado, puede omitirse la operación de concentración o usarse directamente mineral crudo cernido como alimentación del procedimiento, en cuyo caso la referencia a piezas de mineral cernidas se considerará como sinónimo de la referencia a pastillas que contengan óxido de hierro. Otra posible fuente de pastillas como alimentación del procedimiento es un producto de desechos de un procedimiento de recuperación para algún otro metal o mineral, concentrado y aglomerado para obtener pastillas dentro de la gama de tama-



296998

ños requeridos.

A fin de evitar unos excesivos volúmenes de escorias en la zona de reacción gas-líquido y reducir toda tendencia de las pastillas a reblandecerse y tornarse adherentes en la zona de reacción gas-sólido, es preferible que haya un contenido de hierro del 65 % por lo menos, en peso, en el mineral o concentrado mineral antes de la aglomeración. Moliendo finamente el mineral, puede obtenerse una liberación más completa del óxido de hierro finamente dividido de la ganga, y por consiguiente un mayor contenido en hierro del concentrado. Como un molido fino hace también al concentrado más fácil de aglomerarse en pastillas e incrementa la solidez de éstas, el mineral o concentrado se muele ordinariamente a un tamaño por ejemplo en el que un 75 % por lo menos de las partículas tienen unas dimensiones mínimas inferiores a 0,04 milímetro.

Los materiales fluyentes para el control de la composición de la escoria en la zona de reacción gas-líquido del procedimiento pueden añadirse, pero no necesariamente, al concentrado o mineral fino antes de la formación de las pastillas. Las adiciones en forma finamente dividida, realizadas en esta etapa, pueden funcionar también como aglutinante de las pastillas, para incrementar su solidez y reducir toda tendencia a disgregarse en un tamaño más fino durante el paso a través de la zona de reacción gas-sólido. Tipos de materiales fluyentes pueden influir por ejemplo a la piedra caliza, dolimita, cal quemada, cal hidratada y bentonita. También pueden introducirse como constitutivos de las pastillas cantidades controladas de materiales aleadores que comprenden los constitutivos aleadores del metal ferroso líquido. Ejemplos de tales materiales aleadores son el manganeso, silicio, cromo, molibdeno y níquel,



296998

añadidos como mezclas aleadas, metales, minerales o concentrados en forma finamente dividida.

5 En la operación de producción de pastillas, que puede llevarse a cabo en equipo convencional, tal como tambores o discos giratorios, el contenido de humedad se controla muy estrechamente para obtener pastillas que sean de unas características físicas y de tamaño tan uniformes como resulte posible. Las pastillas húmedas pueden usarse directamente en el procedimiento o bien pueden secarse antes de su empleo ó
10 pueden calcinarse en una atmósfera oxidante para separar azufre u otras impurezas o incrementar su solidez y mejorar sus características de almacenamiento y manipulación. En algunos casos podrá conseguirse una economía de calor usando pastillas calcinadas directamente en el proceso sin enfriar.

15 Las pastillas, el material carbono y el material absorbente del azufre se introducen preferiblemente de modo conjunto en la mezcla de carga en la zona de reacción gas-sólido, aunque pueden introducirse proporciones variables del material carbonoso y el material absorbente del azufre en una
20 etapa ulterior del proceso en puntos intermedios a lo largo de la zona de reacción gas-sólido.

La totalidad o casi totalidad del material carbonoso y material absorbente del azufre que no se consumen en la práctica de la reacción en la zona de gas-sólido, se
25 retira de dicha zona de reacción antes de la entrada de la mezcla de carga en la zona de reacción gas-sólido-líquido. El material carbonoso y el material absorbente del azufre deberán distinguirse de los materiales introducidos en el proceso principalmente con el fin de formar un metal líquido y una escoria de la deseada composición en la zona de
30

296998



reacción gas-líquido.

5 Todos los materiales sólidos añadidos principal-
mente para formar constitutivos de escoria y controlar las
reacciones químicas, fluidez y composición de la escoria lí-
quida, se refieren en esta descripción como materiales fluyen-
tes, en lugar de material absorbente del azufre, y todos los
materiales sólidos añadidos principalmente para alearse con
el metal líquido o desoxidar el metal se refieren en esta des-
cripción como materiales aleadores. Así, los materiales que
10 contienen carbono ^{se} y añaden con el fin principal de desoxidar
o incrementar el contenido carbonoso del metal líquido, com-
prenden parte de los materiales aleadores más bien que parte
del material carbonoso. Asimismo, se comprenderá que los ma-
teriales aleadores y materiales fluyentes añadidos al mate-
15 rial que contiene óxido de hierro como constitutivo de las
pastillas se considerarán como parte de los materiales alea-
dores y fluyentes introducidos e incluidos en la mezcla de
carga.

20 El material carbonoso que se añade principalmen-
te como combustible sólido para calentar y reducir óxido de
hierro contenido en las pastillas, a hierro metálico, puede
ser carbón, carbón vegetal, ó coque. Cuando el material car-
bono se introduce por el extremo de alimentación del proceso,
dicho material tendrá preferiblemente un bajo contenido de ma-
25 terial volátil, y será no aglutinante y tendrá una elevada
temperatura de reblandecimiento de la ceniza. El material ab-
sorbente del azufre que se añade para evitar la contaminación
de las pastillas con azufre durante su paso a través de la zo-
na de reacción gas-sólido del proceso, puede ser carbonato cálcico,
30 ó dolomita. ó carbonato cálcico-magnésico. Como la dolo-

296998



mita tiene una mayor resistencia a la desintegración, es preferible sobre la piedra caliza.

La adecuada selección y control de la distribución de tamaños en los materiales de carga constituye un importante aspecto del proceso. Es preferible que el tamaño de las pastillas sea del orden de 5 a 15 mms. Pueden permitirse mayores gamas de tamaños, pero preferiblemente se limitarán entre 3 y 25 milímetros. Estos órdenes de tamaños son preferibles a fin de combinar las deseables características de una buena solidez, corto tiempo de reacción, resistencia a la adherencia y aglomeración a elevada temperatura, baja absorción de ganga y otras impurezas sobre la superficie de las pastillas y resistencia a la rotura y desintegración durante su paso a lo largo de la zona de reacción gas-sólido. Como se realiza una separación de tamaños de las pastillas en una etapa intermedia del proceso, es también deseable que una proporción constante y principal de las pastillas sea superior a un tamaño mínimo seleccionado. Por ejemplo, el orden de tamaños de las pastillas podría seleccionarse y controlarse de manera que un 96 % más o menos un 2 % de aquellas queden retenidas en una criba con aberturas de 5 mm, cuyo tamaño se referiría entonces como el tamaño mínimo seleccionado de las pastillas.

El tamaño mínimo seleccionado de las pastillas proporciona una base para un límite superior o tamaño máximo para las piezas sólidas de material carbonoso y absorbente del azufre. Cuando no se produce ningún cambio significativo en las dimensiones relativas entre las pastillas y piezas de material carbonoso y absorbente de azufre dentro de la zona de reacción gas-sólido, el tamaño máximo seleccionado de las

296998



piezas de material carbonoso y material absorbente del azufre no será mayor que el tamaño mínimo seleccionado de las pastillas. Sin embargo, pueden ocurrir cambios en el tamaño relativo en la zona de reacción gas-sólido. Por ejemplo, las pastillas podrían incrementar por término medio su tamaño en un 20 % y el tamaño del material carbonoso disminuir en un 5 %, en cuyo caso podría retirarse por completo material carbonoso mayor que el tamaño mínimo de las pastillas de la zona de reacción gas-sólido mediante una separación de tamaños. Por consiguiente, la selección de tamaños de los materiales de carga depende también en cierto grado de la tendencia de aquellos a incrementar o disminuir su tamaño durante el proceso.

Otros factores que influyen en la selección de los tamaños de material carbonoso y material absorbente del azufre son un incremento en la pérdida de polvo cuando se emplean partículas muy finas y en el caso del material absorbente del azufre, posiblemente una mayor tendencia de las partículas finas a adherirse a las pastillas, contaminándolas con azufre. Preferiblemente, las piezas sólidas de materiales introducidas directamente en la mezcla de carga no deberán ser más finas de 0,5 mm en sus dimensiones mínimas, y para el material carbonoso no serán preferiblemente más finas de 1 mm. Como la cantidad de azufre absorbida por unidad de peso del material absorbente del azufre disminuye al incrementarse el tamaño de las piezas, el tamaño óptimo de piezas de material absorbente del azufre puede restringirse dentro de una estrecha gama, por ejemplo a partículas comprendidas entre un tamaño de 0,5 y 2 mm.

Por consiguiente, resumiendo, el orden preferido de tamaño de las pastillas es de 5 a 15 mm., el tamaño preferido del material carbonoso es de un milímetro al tamaño mínimo se-



296998

leccionado de las pastillas, por ejemplo 3 a 5 mm., y el orden preferido de tamaño del material absorbente del azufre está comprendido entre 0,5 y 2 mm. entendiéndose que estos órdenes de tamaño no son limitativos.

5 El asegurarse de que las pastillas y piezas de material carbonoso son del tamaño correcto constituye un factor importante, y aunque pueden usarse pastillas inferiores a un tamaño mínimo seleccionado, y piezas de material carbonoso inferiores al citado tamaño mínimo de las pastillas, la proporción de tales pastillas y piezas de material carbonoso menores
10 deberá controlarse de manera que permanezca tan reducida como sea posible. Puede ser deseable en ciertas circunstancias usar material carbonoso y absorbente del azufre más fino que el anteriormente especificado, por ejemplo si el material más fino
15 es de un costo sustancialmente inferior.

La cantidad de material carbonoso cargado deberá ser suficiente para proporcionar un exceso de carbono sólido, después de que la mayor parte del hierro contenido en las pastillas ha reaccionado a un estado metálico en la zona de reacción gas-sólido, de un 10 % por lo menos y preferiblemente del
20 15 % por lo menos, del peso de las pastillas contenidas en la carga. Según sea el tipo de material carbonoso empleado, esta cantidad de material carbonoso será preferiblemente del 40 al 80 % del peso de la carga de pastillas. La cantidad de material
25 absorbente de azufre requerida puede variar entre 0 y 10 % del peso de las pastillas, dependiendo la cantidad empleada de la cantidad de azufre contenido en el material carbonoso y en las pastillas, y también del azufre máximo permisible en el producto metálico líquido.

30 En la zona de reacción gas-sólido del proceso, se



vaporiza humedad y se desprenden volátiles del material carbonoso al incrementar la temperatura de la carga por medio del calor transferido desde los gases calientes. Tras un ulterior calentamiento, el óxido de hierro de las pastillas se reduce de óxido férrico a óxido ferroso-férrico, óxido ferroso y hierro metálico, en secuencia, sustancialmente mediante reacción con monóxido de carbono, hidrógeno y otros gases reductores generados principalmente dentro de la zona de reacción gas-sólido. Se libera generalmente gas dióxido de carbono del material absorbente del azufre, quedando óxidos cálcico y magnésico sólidos, que luego pueden reaccionar y combinarse con azufre liberado por gasificación del material carbonoso sólido. A fin de completar las reacciones gas-sólido al deseado contenido en hierro metálico de las pastillas, se calienta la carga a una temperatura comprendida entre 1.600 y 2.300° F y preferiblemente entre 1.800 y 2.200° F. Esta temperatura se mantiene casi constante durante un período superior a 10 minutos y hasta varias horas, seleccionándose el tiempo y la temperatura empleados principalmente de acuerdo con la reactividad del material carbonoso, la constitución física y química de las pastillas y su deseado contenido en hierro metálico.

La mezcla de carga, se avanza continuamente a lo largo de una zona de reacción gas-sólido alargada, de manera que se establezca un movimiento relativo continuo entre las pastillas y las piezas de material carbonoso, preferiblemente mediante agitación y mezclado continuos, de manera que se reduzca toda tendencia de las piezas de material que comprenden la mezcla de carga a adherirse entre sí y a aglomerarse. Una sustancial porción del calor requerido para calentar y mantener la mezcla de carga a la temperatura de reacción se suministra in-



296998

5 troduciendo un gas que contenga oxígeno, ordinariamente aire, a intervalos espaciados a lo largo de la zona de reacción gas-sólido. El aire crea calor reaccionando con el material carbonosos en la mezcla de carga y también con gas combustible generado a partir de la capa de mezcla de carga, fluyendo el citado gas combustible y los productos de la combustión en general a contracorriente del flujo del material de carga.

10 Puede proporcionarse calor adicional precalentando el aire así introducido por medio de calor transferido desde el gas saliente después de abandonar el extremo de alimentación del proceso, por medio de un cambiador de calor. El gas caliente emitido desde la zona de reacción gas-sólido-líquido y que fluye a contracorriente del flujo de material, proporciona también una fuente de calor para la zona de reacción gas-sólido.

15 Cualquier calor adicional requerido puede suministrarse desde una fuente externa a intervalos espaciados a lo largo de la zona de reacción gas-sólido, por ejemplo, suministrando a intervalos un combustible gaseoso o líquido con suficiente gas que contenga oxígeno para la combustión del combustible.

20 El carbón, carbón de leña, o coque de baja temperatura que contenga una elevada proporción de materia volátil que en muchas localidades es de un costo inferior o más fácilmente obtenible que los materiales con bajo contenido de volátiles, pueden utilizarse más eficazmente mediante su introducción en

25 la mezcla de carga en un punto o puntos intermedios a lo largo de la zona de reacción gas-sólido. El material volátil se desprende en forma de gas tras el calentamiento y se quema con gas que contenga oxígeno al fluir hacia el extremo de alimentación del proceso, utilizándose el calor así generado para calentar y

30 mantener la temperatura de reacción. Otra ventaja que puede ob-

296998



tenerse de esta manera es la de que una cantidad relativamente
pequeña de un material altamente reactivo acelera las reaccio-
nes de formación de hierro, reduciendo el tiempo requerido a
elevada temperatura e incrementando el nivel de producción má-
xima obtenible con un equipo determinado para el proceso. Si el
5 contenido en azufre de las pastillas o material carbonoso fuese
elevado, puede ser tambien ventajoso agregar un material adicio-
nal absorbente del azufre junto con el material carbonoso últi-
mamente cargado, siendo estos materiales sustancialmente del ór-
den de tamaños anteriormente definido para el material carbonoso
10 y el material absorbente del azufre.

Además del material carbonoso y el material absor-
bente del azufre, se introducen generalmente materiales aleado-
res y materiales fluyentes en la mezcla de carga a lo largo de
15 la zona de reacción gas-sólido, con el fin de controlar la quí-
mica del metal y la escoria en la subsiguiente zona de reacción
gas-líquido del proceso. Ejemplos son el ferromanganeso en te-
rrones, ferrosilicio, ferrocromo, níquel metálico, piedra cali-
za, dolomita y carbono en forma de una aleación carbonosa, car-
20 bono horneado en terrones o grafito. Se comprenderá que cuales-
quiera de tales adiciones que se realicen antes de retirar los
materiales de tamaño fino deberán tener por lo menos el tamaño
mínimo de los materiales de tamaño basto para evitar que sean
desechados. Estas adiciones pueden efectuarse tambien después
25 de la retirada de los materiales de tamaño fino en una etapa
ulterior del proceso, en cuyo caso el tamaño mínimo de las pie-
zas del material añadido sería de menor importancia, aunque la
adición de grandes cantidades de materiales al proceso después
de la retirada de los materiales finos sería difícil de reali-
30 zar en la práctica.

296998



Cuando ha reaccionado el óxido de hierro contenido en las pastillas en una proporción sustancial al estado metálico, se retiran los materiales de tamaño fino de la zona de reacción gas-sólido. Los materiales retirados incluyen la mayor parte, si no la totalidad, del material carbonoso sin consumir y del material absorbente del azufre, junto con algunos fragmentos de pastillas de tamaño fino obtenidos por desintegración de aquellas. Después de su retirada, estos materiales finos son generalmente enfriados bajo una atmósfera no oxidante o templados en agua, recuperándose fragmentos de carbón, carbón de leña y pastillas mediante tamizado en húmedo y separación magnética. El carbón de leña se recircula ordinariamente a la zona de reacción gas-sólido, preferiblemente después del tamizado de las partículas muy finas, y comprende una proporción sustancial del material carbonoso contenido en la mezcla de carga. Los fragmentos de pastilla pueden volverse a moler y añadirse al mineral o concentrado antes de la formación de las pastillas y recargarse luego en el proceso como parte de aquellas; como variante, en su forma existente o después de la formación de briquetas, puede emplearse como alimentación para otros hornos de producción de acero o hierro; o emplearse en otras operaciones metalúrgicas, por ejemplo cementación de cobre. Las partículas de material absorbente del azufre, consistentes en cal hidratada o dolomita muy fina, pueden desecharse, puesto que contienen considerable cantidad de azufre y son de escaso valor.

Los materiales de tamaño basto, incluyendo las pastillas, materiales aleadores y materiales fluyentes añadidos a la etapa de la separación de materiales de tamaño fino, se retienen para un ulterior tratamiento, que incluye el calentamiento y avance de tales materiales a una zona de reacción gas-

296998



sólido-líquido que contiene una mezcla de carga parcialmente fundida en contacto con gases calientes y en la que la mezcla de carga se calienta hasta completarse la fusión, en virtud de lo cual se producen dos fases líquidas en estrecho contacto, que comprenden una capa superior de escoria y una capa inferior de metal ferroso líquido, cuyas fases líquidas se introducen en una zona de reacción gas-líquido.

El calor requerido para la fusión es suministrado, preferiblemente, en parte por gases calientes emitidos desde la zona de reacción gas-líquido y que fluyen a contracorriente con el movimiento de material parcialmente fundido, y en parte por combustión entre combustible y gas que contiene oxígeno, introducido directamente en la zona de reacción gas-sólido-líquido. También puede introducirse calor adicional desde fuentes a intervalos espaciados a lo largo de la zona de reacción gas-sólido-líquido, pero la elevada temperatura del metal líquido puede hacer difícil de realizar en la práctica tal disposición. Las adiciones de materiales aleadores y fluyentes podrían realizarse también directamente en la zona de reacción gas-sólido-líquido, pero pueden hacerse también más fácilmente en la zona de reacción gas-sólido.

Debe entenderse que la expresión "zona de reacción gas-líquido", tal como se emplea en la descripción y en las reivindicaciones, pretende abarcar la producción de reacciones líquido-líquido y gas-gas, así como reacciones gas-líquido dentro de la citada zona. Análogamente, en la zona de reacción gas-sólido ocurren reacciones que implican solamente sólidos y solamente gases. La expresión "gas-sólido", tal como se emplea en la descripción y en las reivindicaciones, pretende abarcar el caso en que el estado físico de las fases principales presentes del ma-



296998

5 terial en proceso es sólomente sólido o gaseoso, y la expresión "gas-líquido", tal como se emplea en la descripción y reivindicaciones, pretende abarcar el caso en que las fases principales presentes son líquidas o gaseosas. En la zona de transición en la que se produce la fusión, hay gases, líquidos y sólidos presentes simultáneamente.

10 El control primario de las reacciones gas-líquido y la composición del metal producto se obtiene mediante el control de la cantidad y composición de los materiales retenidos que, cuando se funden, comprenden los constitutivos del metal líquido y escoria. Aunque podría efectuarse alguna reducción ulterior de óxido de hierro a hierro metálico después de la retirada del material carbonoso, en estado sólido, por medio de una atmósfera reductora, y en estado líquido por medio de una escoria reductora, se facilita un estrecho control de la composición metálica terminada mediante un alto grado de metalización del hierro con
15 contenido en las pastillas. El porcentaje de hierro en estado metálico deberá ser/constante como sea posible y preferiblemente deberá ser superior al 95 %.

20 La cantidad y tipo de materiales fluyentes presentes controlan la basicidad y fluidez de la escoria; la cantidad y tipo de materiales aleadores determinan el contenido en aleación del metal y el grado de oxidación de escoria y metal. Puede efectuarse un ajuste final y control de la composición metálica introduciendo adicionales materiales aleadores y fluyentes
25 directamente en la escoria y metal líquidos, preferiblemente en forma finamente dividida, y cerca del extremo de descarga de la zona de reacción gas-líquido, o después de la descarga.

30 En una práctica preferida del proceso, la zona de reacción gas-sólido-líquido y la zona de reacción gas-líquido

296998



son de considerable longitud con relación a su área transversal, es decir son de forma alargada. Los materiales de carga retenidos, mientras avanzan continuamente a lo largo de estas zonas, son sometidos también a agitación y mezclado continuos. Mediante la acción agitadora, se incrementan los niveles de transferencia térmica y reacciones químicas; se evitan la segregación y movimiento no uniforme del material de carga a lo largo de las zonas, Manteniendo un flujo continuo de material a lo largo de la zona, se realizan simultáneamente varias etapas de la operación, evitándose etapas de acumulación o almacenamiento en las que se emplean recipientes de almacenamiento y equipos de transferencia durante cortos períodos, con capacidades considerablemente superiores a la producción media del proceso.

Una gran proporción del calor requerido en la zona de reacción gas-líquido es preferiblemente suministrada desde una fuente de calor que tenga un alto potencial de temperatura y situada cerca del lugar de descarga del metal y la escoria. La elevada temperatura puede obtenerse empleando combustible para su combustión junto con aire precalentado o aire enriquecido en oxígeno, ó un dispositivo eléctrico de incremento de la temperatura de la llama, fluyendo los productos de la combustión a contracorriente del flujo de metal líquido y escoria, a través de la zona de reacción gas-líquido, hasta la zona de reacción gas-sólido-líquido, Puede suministrarse calor adicional a intervalos a lo largo de la zona de reacción gas-líquido, pero resultará evidente que tal calentamiento es difícil de realizar simultáneamente con la acción mezcladora y agitadora.

El metal líquido y la escoria son preferiblemente calentados a una temperatura del orden de 2.300 a 3.100° F antes de la descarga, dependiendo la temperatura del tipo de me-

296998



tal requerido y de su ulterior uso. Es preferible que se descargue el metal continuamente. El flujo de escoria puede regularse por medio de una barrera ajustable que obstruya la abertura de descarga de la escoria, permitiendo el mantenimiento de un control del espesor de la capa de escoria líquida en contacto con el metal dentro de la zona de reacción gas-líquido. El metal y la escoria líquidos pueden descargarse conjuntamente y separarse después de la descarga; ó bien puede retirarse el metal separadamente mediante sifón o derivarse separadamente de la zona de reacción gas-líquido a intervalos regulares. El metal puede fundirse directamente después de la separación de la escoria; como variante, puede derivarse a un horno de retención o cuchara y verterse subsiguientemente en moldes o fundirse continuamente.

Seguidamente se describirá con detalle el aparato de esta invención, que se ilustra a modo de ejemplo en los adjuntos dibujos esquemáticos, en los cuales:

La fig. 2 es una vista lateral esquemática, parcialmente en sección, de una versión de aparato reactor de acuerdo con la presente invención, y adecuado para llevar a cabo el proceso de la invención.

La fig. 3 es una sección detallada, a escala ampliada, de una adecuada disposición de quemadores para introducir calor y un gas que contenga oxígeno en el aparato reactor.

La fig. 4 es una sección detallada, a escala ampliada, de una variante de disposición de quemadores, respecto a la mostrada en la fig. 3.

La fig. 5 es una sección detallada a escala ampliada, de un dispositivo para retirar materiales de tamaño fino

296998



de la zona de reacción gas-sólido, y una adecuada disposición de quemadores para el control de la temperatura y de la composición del gas en las proximidades de la unión entre las zonas de reacción gas-sólido y gas-sólido-líquido del aparato reactor.

5 La fig. 6 es una vista transversal, parcialmente en sección, y a escala ampliada, del aparato reactor, mostrando el dispositivo de la fig. 5.

La fig. 7 es un alzado lateral, parcialmente en sección y a escala ampliada, del extremo de alimentación del aparato reactor, mostrando a una adecuada disposición para suministrar combustible y gas que contenga oxígeno al aparato reactor, mostrando también un preferido aparato de alimentación de materiales sólidos al extremo de carga del aparato reactor.

10 La fig. 8 es una vista en sección transversal del aparato reactor en el lugar de descarga del aparato de alimentación mostrado en la fig. 7, ilustrando la posición preferida del extremo de descarga del aparato de alimentación en relación con la pared interna del aparato reactor.

La fig. 9 es una vista fragmentaria y en sección transversal, a escala ampliada, de parte del aparato reactor, mostrando en alzado un adecuado dispositivo de alimentación de materiales de carga sólidos en lugares intermedios a lo largo de la cápsula del aparato reactor.

La fig. 10 es un alzado lateral, parcialmente en sección, del extremo de descarga del aparato reactor, que muestra un quemador, un cierre hermético para la atmósfera, una barrera para la escoria y un dispositivo de descarga establecido en aquel extremo del aparato reactor; y

25 La fig. 11 es una vista en sección transversal, a escala ampliada, del quemador mostrado en la fig. 10, en el punto

296998



to de la barrera para la escoria.

Con referencia a los dibujos, y particularmente a la fig. 2 de los mismos, se muestra un aparato reactor en forma de reactor del tipo de horno giratorio, adecuado para la práctica del proceso de la invención que ha sido descrito ya.

El reactor comprende un cuerpo consistente en una cápsula cilíndrica de acero 1, sustentada para su rotación, respecto a los soportes de la cimentación 2, sobre rodillos 3, que se apoyan sobre muñones (no mostrados) de horno, montados sobre los soportes de cimentación 2 de manera conocida.

La cápsula gira a un número predeterminado de revoluciones por minuto, tales por ejemplo como de 0,25 a 2 r.p.m. siendo la velocidad preferida la de una r.p.m., mediante un motor y un tren de engranajes reductores de velocidad (no mostrados), cuyo último engranaje se acopla a una rueda principal 7 asegurada alrededor de la cápsula del reactor.

El reactor presenta una inclinación de ángulo pequeño respecto a la horizontal, por ejemplo uno o dos grados, para hacer que el material de carga fluya por gravedad al ponerse en rotación aquel, desde un extremo de alimentación del reactor en el que se dispone un aparato de alimentación de los materiales de carga, indicado en su conjunto en 6, hacia el otro extremo del reactor, que constituye su extremo de descarga.

Podría emplearse un reactor nivelado, pero entonces habrían de establecerse medios, tales como deflectores, para efectuar el movimiento de los materiales de carga a lo largo del reactor.

El aparato de alimentación 6, que se describirá con

230098



mayor detalle más adelante, vá montado sobre un conjunto de cabeza del horno, generalmente indicado en 8, y sustentado por un cable 4.

5 En una zona de reacción gas-sólido del reactor, se contiene sólamente materiales de carga sólidos 9, cuya zona se extiende desde el extremo de carga del reactor, en el que se introducen materiales sólidos en el reactor mediante el aparato de alimentación 6, hasta un lugar del lado de descarga de una represa 18 formada por una pared anular proyectada radialmente hacia adentro desde la cápsula del reactor donde hay una transicción a la zona de reacción gas-sólido-líquido, que contiene materiales de carga sólidos y líquidos, indicada en 12. En la zona de reacción gas-líquido se contiene sólamente materiales de carga líquidos 15, cuya zona se
10 extiende hasta una abertura de descarga 19 del reactor. Se muestra un dispositivo 20 separador de escoria y metal después de la descarga de ambos del reactor. Sustancialmente sólo los materiales de tamaño basto de la carga quedan retenidos dentro de la zona de reacción gas-sólido y avanzan a través del reactor hasta la zona de reacción gas-sólido-líquido, descargándose los materiales de tamaño fino a través de un aparato tamizador 13 a un recipiente adecuado 14.

15 Se disponen en el reactor un aparato de carga 11 para el material carbonoso y el material absorbente del azufre, y un aparato de carga 16 para los materiales aleadores y fluyentes, para introducir materiales sólidos en la mezcla de carga a través de la pared del reactor en lugares intermedios a lo largo de la zona de reacción gas-sólido. El combustible y el gas que contiene oxígeno para mantener las requeridas temperaturas y controlar la composición gaseosa dentro
20
30



290000

de las zonas, son suministrados a la zona de reacción gas-
líquido mediante un quemador 22 del extremo de descarga, se
suministran a la zona de reacción gas-sólido-líquido mediante
un quemador 17 y se suministran a intervalos a lo largo de
5 la zona de reacción gas-sólido mediante el quemador 10. Los
gases de expulsión son retirados a través del conjunto de
cabeza 8 del horno a un adecuado conducto de descarga de ga-
ses bajo succión controlada mediante dispositivo convencional
por ejemplo, un ventilador de tiro inducido y lumbreras de
10 control de flujo, no mostrados. Se dispone un orificio de de-
rivación 21 junto al extremo de descarga del reactor para va-
ciar el metal y la escoria de la zona de reacción gas-líquido.

Aunque el reactor puede ser de varias longitudes
y diámetros, se indican sólomente como ejemplo unas longitu-
15 des de 200 a 400 pies y unos diámetros de cápsula de 10 a 16
pies, como adecuadas para una instalación comercial, entendiéndose
que estas dimensiones no constituyen limitaciones. Asimismo,
el diámetro puede variar a lo largo de la longitud del re-
actor; por ejemplo, el diámetro puede variar a lo largo de la
20 longitud del reactor; por ejemplo, el diámetro a lo largo de
la zona de reacción gas-líquido podría ser menor que el diá-
metro de la zona de reacción gas-sólido, disminuyendo así la
cantidad de metal contenida en ella y disminuyendo igualmente
el tiempo de permanencia del metal líquido dentro del reactor.
25 Este puede comprender un cuerpo solidario o estar formado por
el acoplamiento de dos o más secciones separadas que formen
conjuntamente el reactor.

El forro de la cápsula del reactor usado en la
zona de reacción gas-líquido está formado por un material re-
30 fractario que sea conocidamente resistente al metal y a la es

296998



coria líquidos, de acuerdo con la conocida práctica de producción de hierro y acero. Pueden emplearse deflectores o elevadores verticales (no mostrados) fijados dentro de la zona de reacción gas-sólido de acuerdo con la conocida práctica de
5 horno giratorio y secadora giratoria, para incrementar el nivel de transferencia térmica entre los gases y el material de carga sólido dentro del reactor. Tales deflectores puede servir tambien para mantener un mezclado íntimo entre las diversas piezas de material que comprenden la mezcla de carga ó
10 tambien pueden ayudar a las fuerzas de gravedad para hacer avanzar a la mezcla de carga sólida a lo largo de la zona de reacción gas-sólido.

La mezcla de materiales de carga introducida en el extremo de carga del reactor mediante el aparato de alimentación 6, se hace avanzar continuamente por gravedad y el
15 movimiento giratorio del reactor a través de la zona de reacción gas-sólido, donde es calentada y reaccionada en estado sólido. El movimiento giratorio de las paredes del reactor proporciona una continua agitación y un movimiento mezclador entre
20 las piezas de material dentro de la capa de mezcla de carga, reduciendose así al mínimo toda tendencia de las piezas a adherirse entre sí y a aglomerarse, favoreciendo tambien la uniformidad de la transferencia de calor y de las reacciones químicas entre los gases y la mezcla de carga. Se introducen en el reactor a intervalos a lo largo de la zona de reacción gas-sólido,
25 por medio de los quemadores 10, unas cantidades controladas de un gas que contenga oxígeno, generalmente aire precalentado, y combustible fluido cuando se requiera.

La fig. 3 muestra un tipo adecuado de quemador montado en la cápsula para introducir combustible y gas que con-
30

200998



tenga oxígeno, es decir aire, en el reactor.

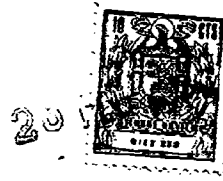
El aire se suministra al quemador a través de una tubería de aire 23 y el combustible gaseoso se suministra al quemador a través de una tubería de combustible 24, poseyendo las tuberías de aire y combustible individuales válvulas de control (no mostradas). La tubería de aire 23 y la tubería de combustible 24 están conectadas a una cámara quemadora 33 que está montada al exterior de la cápsula del reactor, teniendo la cámara quemadora un extremo rebordeado 25 mediante el cual se asegura al reactor por pernos para su rotación con él.

El quemador comprende una tubería de aire 27 y una tubería de combustible interior 32 dispuestas dentro y paralelamente a la tubería de aire. Las dos tuberías se muestran dispuestas concéntricamente entre sí, pero no necesitan estar de esta manera.

Los extremos internos de las dos tuberías 27 y 32 están vueltos de manera que se extiendan en dirección axial y coincidan sustancialmente con el eje del reactor, formando las porciones vueltas, respectivamente, una sección de tobera 31 de la tubería de aire y una sección de tobera 30 de la tubería de combustible. Cada una de las dos secciones de tobera terminan en dos toberas 29 dirigidas en sentidos axiales opuestos, como se muestra, de manera que el quemador funciona simultáneamente en opuestas direcciones.

La tubería 27 del quemador externo, consistente en material aleado resistente al calor, se proyecta a través de una abertura 26 del metal y cápsula refractaria del reactor y está asegurada a este por los mismos pernos que se emplean para montar la cámara quemadora 23 sobre el reactor.

Para permitir que el quemador pueda retirarse fácil-



296998

mente para su sustitución o reparación, la sección de tobera 31 de la tubería de aire está fijada a la tubería 27 del quemador exterior mediante los rebordes 34 y pernos o tornillos (no mostrados).

5 La tubería de combustible 32 del quemador está centrada dentro de la tubería 27 del quemador externo por medio de un anillo 28 centrador de tubería, y la tobera 30 de la tubería de combustible está centrada dentro de la sección de tobera de la tubería de aire mediante anillos 36 centradores de tuberías.

10

Esta disposición de las toberas quemadoras sustancialmente coincidente con el eje del reactor y axialmente extendida, evita el atascamiento de tales toberas con material de carga, asegura una uniforme distribución de la llama alrededor de la periferia del reactor y evita toda incidencia directa de la llama sobre las paredes del reactor. La disposición de funcionamiento bidireccional de las toberas quemadoras, en la que el quemador funciona simultáneamente en direcciones opuestas, es decir a contracorriente y cocom corriente del flujo general de gases dentro del reactor, ofrece ventajas en el sentido de que hay una inferior velocidad de la llama que reduce la posibilidad de una directa incidencia de la misma sobre las paredes del reactor, incrementando la turbulencia de los gases dentro del reactor, con un resultante ritmo incrementado de reacciones gas-sólido.

15

20

25

Un tipo variante de quemador con una disposición de tobera unidireccional solamente, aparece mostrado en la fig. 4. Este quemador es similar en todos los demás aspectos al quemador mostrado en la fig. 3, siendo una característica del quemador mostrado en la fig. 4 la de que puede apuntarse

30

296998



en una u otra dirección axial, de manera que funcione en la mis
ma dirección que el flujo de material a través del reactor o con
tra dicho flujo. Las disposiciones del quemador serían similares
para su empleo con combustible líquido, con la excepción de que
5 se emplearía una tobera atomizadora de combustible de acuerdo
con la conocida práctica de los quemadores de petróleo.

Un estrecho control de la temperatura es un impor-
tante aspecto del reactor. Las temperaturas se miden por medio
de pares termoeléctricos que se proyectan a través de aberturas
10 al interior del reactor y que están conectados a registradores
de temperatura a través de anillos colectores giratorios en con
tacto con escobillas estacionarias. Como esta parte de la estruc-
tura es bien conocida, no se ha ilustrado. Las individuales vál
vulas de control de flujo de combustible y aire al quemador, no
15 ilustradas, se regulan de acuerdo con las lecturas de tempera-
tura obtenidas según la práctica normal.

Con referencia ahora a la fig. 7, se suministra com-
bustible fluido, por ejemplo gas natural, desde una fuente ex-
terna a través de un conducto estacionario flexible 37, pasándo
20 al interior y a través de una cabeza distribuidora anular que
es concéntrica con el eje del reactor, y a las tuberías 24 de
suministro de combustible al quemador, de las cuales sólomente
se muestra una en la fig. 7, y que están montadas sobre el re-
actor para girar con él.

25 La cabeza distribuidora anular comprende una sec-
ción estacionaria 38 que está fijada a una envoltura externa 41
del conjunto de cabeza estacionaria del horno, cuya sección es-
tacionaria 38 contiene un conducto 45 sale del conducto flexi-
ble 37, un conducto distribuidor anular 46 que es concéntrico
30 con el eje del reactor y está contenido dentro de una sección



296998

giratoria 39 asegurada al reactor, y conexiones giratorias 40
formadas sobre la sección 39 para conectar dicha sección 30 a las
tuberías de combustible 24. Se efectúa un cierre hermético o se-
llado entre las caras relativamente móviles de la sección esta-
cionaria 38 y la sección giratoria 39, para evitar fuga de com-
bustible fluido de la cabeza distribuidora, mediante dos super-
ficies selladoras concéntricas que comprende una superficie se-
lladora interna 42 y una superficie selladora exterior 43, es-
tando ambas ranuradas y continuamente suministradas con grasa
selladora.

Se mantiene una presión uniforme entre las citadas
superficies selladoras por medio del cable 4 fijado al conjunto
de cabeza 8 del horno y a unos contrapesos (no mostrados) por
medio de un sistema de poleas (no mostrado). Estas caras sella-
doras engrasadas se enfrían mediante agua refrigerante conteni-
da en una camisa de agua 44 situada dentro de la sección esta-
cionaria 38.

El gas que contiene oxígeno, por ejemplo aire, se
precalienta preferiblemente pasándolo a través de un cambiador
de calor, en virtud de lo cual hasta un 75 % del calor conteni-
do en los gases de expulsión del reactor es transferido al aire
entrante. Se suministra aire precalentado a través de un conduc-
to estacionario flexible 47 a una sección estacionaria 48, al in-
terior y a través de una sección giratoria 49, cuya última sec-
ción está conectada a una tubería giratoria y axialmente extendi-
da 50, que pasa a través, pero sin formar contacto, de la pared
de una abertura 55 del conjunto de cabeza 8 del horno del reac-
tor. La tubería 50 está conectada a un colector distribuidor de
aire 68, giratorio, que está montado en el exterior de la cáps-
ula del reactor y gira con él, teniendo dicho colector 68 conec-



296978

tadas al mismo las tuberías de aire 23 giratoriamente montadas.

5 Se efectúa un cierre hermético o sellado entre las secciones estacionaria y giratoria 48 y 49, respectivamente, mediante superficies ranuradas y lubricadas 51 que se enfrían por medio de agua refrigerante contenida en una camisa de agua 52 ó cualquier otro medio sellador equivalente conocido.

10 Para mantener la requerida presión de contacto uniforme entre estas superficies selladoras, la sección estacionaria 48 del dispositivo de suministro de gas puede ser suspendida por un sistema de cables y contrapesos (no mostrados) de manera similar a la empleada para el conjunto de cabeza S del horno, o bien puede montarse el reactor sobre rodillos que ruedan sobre vías paralelas al eje del reactor, proporcionándose las necesarias presiones a las caras selladoras mediante poleas y contrapesos, ó
15 mediante resortes.

La tubería 50 axialmente extendida se mantiene en su posición central dentro del reactor por medio de una barra de sustentación 53 y se sostiene exteriormente a la cabeza del reactor mediante rodillos 54 ajustablemente colocados.

20 A fin de evitar fuga de gas o aire a través de la abertura 55 en el conjunto de cabeza del horno del reactor, se dispone en 56 una cortina selladora de aire u otro gas a elevada velocidad. Esta cortina de gas se emite desde una tubería colectora anular 57 suministrada con aire u otro gas a presión, a través de
25 una tubería de suministro 72 de gas a presión. La tubería colectora anular 57 rodea a la tubería 50 axialmente extendida y está provista de una abertura 58 en forma de ranura continua de anchura ajustable, ó como variante una serie de toberas estrechamente espaciadas y dirigidas hacia adentro para incidir sobre la superficie externa de la tubería axial 50. Como el gas expulsado den-
30



290038

tro del conjunto 8 de cabeza de horno del reactor tiene una sustancial velocidad en una dirección para hacer que fluya al exterior a través de la abertura 55, cabe esperar que cualquier fuga se produzca hacia afuera. La cortina de gas sellador a elevada
5 velocidad, por consiguiente. además de dirigirse hacia adentro en dirección del eje del reactor, se muestra dirigida formando un ángulo aguado con el eje del reactor hacia el extremo de descarga de este. Además del aire precalentado que se suministra usando el aparato anteriormente descrito, puede ser deseable,
10 bajo ciertas condiciones, suministrar aire por medio de ventiladores (no mostrado) montados sobre la cápsula del reactor y girando con ella.

Puede mantenerse un suave flujo de gas de expulsión desde el reactor a través del conjunto de cabeza del horno por medio de una sección de revestimiento refractario ahusada 59 y anilla de retención 60, que se asegura al extremo de la cápsula del reactor. A fin de evitar una excesiva pérdida de calor del conjunto de cabeza del reactor, se reviste con un material refractario aislante 61. Cuando se emplea aire precalentado, el colector 68 distribuidor de aire y las tuberías de
15 aire 23 a lo largo de la cápsula del reactor deberán estar también aislados. Por medios de un sellado acuoso 63 se efectúa una conexión sellada entre el conjunto 8 de cabeza del horno libremente suspendido y un conducto 62 fijo de gas de expulsión.

25 Cuando se introducen las pastillas en el reactor en condición húmeda ó seca después de la formación de las mismas, sin un endurecimiento intermedio mediante calcinación, son muy sensibles a los golpes e impactos. Cualquier manipulación ruda antes y durante su carga puede tener por resultado la rotura ó debilitamiento de las mismas, haciendo que se
30

130098



desintegren en un tamaño fino durante el paso a través de la zona de reacción gas-sólido y sean desechadas a través del aparato de criba con el exceso de material carbonoso y material absorbente de azufre. Tal desintegración puede reducirse al mínimo limitando la máxima caída de las pastillas en los puntos de transferencia, durante el transporte y alimentación del reactor, preferiblemente hasta un máximo de unas 6 pulgadas y ciertamente inferior a 12 pulgadas.

Se obtiene una suave alimentación del material de carga, incluyendo las pastillas, por medio de una tubería de alimentación giratoria 64. La tubería de alimentación está asegurada dentro de un manguito de apoyo desmontable y deslizable 65, que a su vez es sustentado por los rodillos 66 y está adaptado para girar dentro de ellos. En la versión mostrada, los rodillos están limitados por un alojamiento 69 de apoyo de acuerdo con la conocida práctica de sustentación por rodillos, para evitar sustancialmente el movimiento radial y axial de la tubería de alimentación durante su funcionamiento. El alojamiento de apoyo vá montado sobre un armazón 67 fijado al conjunto de cabeza del horno del reactor. La tubería de alimentación 64 se pone en rotación, preferiblemente a una velocidad ajustable y variable, mediante un conjunto motor de accionamiento 70 a través de un dispositivo 73 de engranaje y piñón. La abertura a través del conjunto de cabeza del horno del reactor para la tubería de alimentación 64 se sella mediante un dispositivo de cortina de gas ó aire 71, que es similar al conjunto sellador de cortina de gas dispuesto y usado como anteriormente se describe con referencia a la abertura 55 para la tubería de suministro. La tubería de alimentación 64 puede suministrarse con materiales de carga por medio de una pendiente abusada (no i-



296998

lustrada) que forma un ángulo algo mayor que el ángulo de fricción o ángulo de reposo del material. A fin de evitar todo desequilibrio del conjunto 8 de cabeza del horno del reactor, con el resultado de unas desiguales presiones alrededor de la circunferencia de las caras selladoras 42 y 43, el centro de gravedad del aparato anteriormente descrito se sitúa preferiblemente en línea, verticalmente, con el eje longitudinal del reactor.

Una característica esencial de este aparato de alimentación es un estrecho control limitador sobre la velocidad de desplazamiento de la mezcla de carga a lo largo de la tubería, evitándose así todo golpe brusco debido a elevada velocidad en el punto de descarga 74 de la tubería de alimentación 64. El ángulo de la tubería de alimentación 64 respecto a la horizontal no debe superar el ángulo de reposo del material o al ángulo de fricción de la tubería con el material, debiendo de formar menos de 30° con la horizontal. La velocidad de alimentación del material puede controlarse entonces dentro de una amplia variedad modificando la velocidad de rotación de la tubería.

Se obtiene un estrecho control limitador de la distancia en que cae el material de carga desde el extremo de descarga de la tubería de alimentación 64 situando adecuadamente el extremo de descarga 74 respecto al reactor y mezcla de carga contenida en él. Con referencia a la figura 8, situando el extremo de descarga 74 de la tubería de fluido 64 cerca de la pared interna del reactor en el lado opuesto del mismo respecto a aquel que contiene la mayor parte del material de carga 125 mientras el reactor gira, y como se muestra en la fig. 8, la caída máxima puede controlarse li-

296998²⁰



mitando la distancia desde el extremo de descarga 74 a la pared del reactor, permitiendo así que el material de carga caiga sólomente en una corta distancia, y golpee la pared descendente del reactor con un ángulo oblicuo, evitándose de esta
5 manera todo golpe brusco de las pastillas. La circunferencia interna de la tubería de alimentación en su extremo de descarga 74 debe disponerse de tal manera respecto a la pared del reactor que su punto más próximo a la pared sea inferior a un pié desde dicha pared, evitándose así caidas grandes.

10 Puede obtenerse una adicional disminución en la distancia de caída girando la tubería de combustible 64 en dirección opuesta al reactor, como indican las flechas 76 y 94 respectivamente, descargándose así el material uniformemente desde el cuadrante de la tubería en la máxima proximidad respecto a la pared del reactor. Empleando el citado aparato, la
15 distancia de caída es controlable e independiente del grado de llenado del reactor con material de carga; se evita todo peligro de obstrucción de la tubería de alimentación con material de carga; y la tubería puede limpiarse, retirarse o sustituirse fácilmente durante el funcionamiento.

20 Con referencia a la fig. 9, se describirá seguidamente un adecuado dispositivo de carga, montado sobre el reactor para su rotación con él. Cuyo dispositivo se emplea como aparato de carga 11 de la fig. 2 para cargar material carbonoso y absorbente de azufre adicional, requerido en la
25 zona de reacción gas-sólido, y tambien para su empleo como el aparato de carga 16 de la fig. 2 para cargar materiales aleadores y fluyentes requeridos en la zona de reacción gas-líquido.

30 Los materiales de alimentación se introducen en

296998



una cuchara y tolva 75 exteriores recogiendo de una pila de material ó de una tolva dispuesta por debajo del reactor mientras éste gira, ó se introducen por gravedad desde una tolva externa de acuerdo con medios conocidos de alimentación de hornos giratorios. Al aproximarse la tolva 75 a la posición más elevada de su desplazamiento en la rotación del reactor, se abre una compuerta selladora articulada 77 hacia abajo mediante una palanca de conexión 79 y un rodillo 80, cuyo rodillo se encuentra situado de manera que se acople a una superficie de leva fija 81, de manera que el material contenido en la tolva pueda fluir por gravedad a través de una tubería de alimentación externa 82 hasta el reactor. Durante la mayor porción de la rotación del reactor, la compuerta selladora 77 se mantiene en posición cerrada mediante una articulación 78 cargada a resorte, evitándose así sustancialmente el intercambio de gases entre el interior del reactor y el aire circundante. La tubería de alimentación interna 82, como se muestra en la fig. 2, se extiende casi hasta el eje central del reactor para evitar que sea cubierta por el material de carga durante cualquier porción de la rotación del reactor.

Antes del paso de la mezcla de carga desde la zona de reacción gas-sólido, se retira el exceso de material carbonosos y de material absorbente de azufre y por medio de un aparato de criba 13, ilustrado con detalle en las figs. 5 y 6. En esta sección de la longitud del reactor, la circunferencia de éste está formada por una serie de segmentos 83 de sustentación de cribas, que pueden fijarse mediante pernos u otros medios de sujetadores desprendibles a los rebordes 84, formados sobre la cápsula del reactor. Los segmentos 83 están cerrados en ambos extremos mediante placas terminales radiales 85, que deberán



296998

evitar el libre paso de gas circunferencialmente entre las cavidades cerradas 90 de los segmentos 83 de sustentación de las cribas, y comunicar al reactor la necesaria rigidez estructural en la sección de cribado entre los rebordes 84 de la cápsula.

5

Los segmentos 86 de la sección de cribado, a través de los cuales se descargan los materiales de tamaño fino situados dentro del reactor, están montados sobre unos rebordes 87 de sustentación de las cribas, dispuestos a lo largo del radio interno de los segmentos 83 de sustentación de las cribas, fijándose mediante sujetadores desprendibles. A lo largo del radio externo van montadas unas placas de cobertura desmontables 88 y unas puertas de descarga 89 que, en la posición cerrada, impiden la libre circulación de gases entre la cavidad interior 90 del segmento de sustentación y las inmediaciones exteriores del reactor. Las puertas de descarga 89 se mantienen en posición cerrada mediante articulaciones 91 cargadas a resorte, de las cuales una extensión de su parte giratoria está fijada a unas palancas de conexión 92 y unos rodillos 93.

10

15

20

Al ponerse en rotación el reactor en la dirección de la flecha 94, los segmentos 86 de la sección de cribado pasan por debajo de la capa de material de carga, y en contacto con ella, contenida por ejemplo hasta el nivel de la línea discontinua 95. El material más fino que las aberturas de la criba se deja pasar a la cavidad interior 90 del segmento 83 de sustentación de aquella. Después de que un segmento completo 86 de la sección de cribado se encuentra en contacto con el material de carga y es cubierta por el su superficie interna, la puerta de descarga es forzada a la posi

25

30

296998



5 ción abierta mediante la acción del rodillo 93, que establece
contacto con la superficie de leva ajustable 96, que puede es-
tar montada a resorte, permitiendo que el material fino des-
cargue a través de la abertura de la puerta a un depósito de
10 agua refrigerante, por ejemplo. Mientras el extremo anterior
97 del segmento 86 de la sección de cribado está todavía cu-
bierto de material de carga, se suelta la puerta y se deja
cerrar mediante la acción de la articulación o charnela 91
cargada a resorte. Así, dejándo que la capa de material de
15 carga impida la libre circulación de gases entre el reactor
y la atmósfera circundante durante esa parte de una revolu-
ción, cuando se están descargando materiales de tamaño fino,
se reduce al mínimo todo peligro de pérdida de gas combusti-
ble, reoxidación de hierro metálico a óxido de hierro o un
deficiente control en la atmósfera del reactor.

Los segmentos 86 de la sección de cribado constan generalmente de un alambre fino sustentado desde abajo mediante largueros de sección más gruesa o placa perforada, lisa en la superficie interna, que presenta unas aberturas
20 con bordes en ángulos agudos, para reducir al mínimo el atascamiento o cegado de las aberturas de la criba. También pueden emplearse, si fuese necesario, aparatos mecánicos de limpieza por cribas, tales como vibradores de criba accionados electromagnética ó neumáticamente, fijados a los segmen-
25 tos de la sección de cribado, o chorros a elevada velocidad de gas dirigido para incidir a intervalos sobre la superficie exterior de la sección. La totalidad del conjunto se constituye preferiblemente con una aleación metálica resistente al calor, por ejemplo acero inoxidable tipo 310, a fin de resistir elevadas temperaturas.
30



290900

Después de que se han descargado los materiales de tamaño fino del reactor, los restantes materiales sólidos de carga, consistentes en pastillas y ordinariamente materiales aleadores y fluyentes, pasan sobre un borde superior 98 de la represa 18 en el lado de descarga de la cual se encuentra, como anteriormente se ha descrito, la zona de reacción gas-sólido-líquido que contiene mezcla de carga parcialmente sólida y parcialmente líquida. A fin de evitar todo reblandecimiento y adherencia de las pastillas durante su paso sobre el borde superior 98 de la represa 18, dicho borde superior 98 se estrecha como aparece ilustrado, proporcionando así un corto período de transferencia del material retenido.

A fin de evitar que los materiales de carga, en cualquier área dentro del reactor en la que la carga se funde sólo en una condición viscosa, se aglomeren y adhieran a las paredes, el ángulo de inclinación del reactor, la altura de la abertura de descarga 19 por encima del fondo del reactor, y la distancia entre la represa 18 y la abertura de descarga 19, se disponen preferiblemente de manera que se mantenga una apreciable profundidad de metal líquido contra el lado de descarga 99 de la represa 18. De esta manera, los materiales sólidos en fusión se sumergen en una masa lubricante de metal líquido, evitándose así toda tendencia a adherirse a las paredes del reactor rellenando este revestimiento de metal líquido y escoria al agitarse la mezcla sólido-líquido por el movimiento giratorio de la pared.

A fin de proporcionar el requerido calor de fusión y controlar la atmósfera gaseosa en las proximidades de la transición entre la zona gas-sólido y la zona gas-sólido-líquido, se dispone un quemador 17 especial diseñado, que seguidamente se



29370

describirá.

5 El quemador puede ser de tipo similar a los otros que
madores montados en la cápsula, pero además está provisto de una
adicional entrada o entradas de combustible para la introducción
de un exceso de combustible por encima del requerido para calen-
tar, a fin de crear una atmósfera no oxidante en las proximi-
dades de la sección de cribado y enfriar, si fuese necesario, el
gas caliente que pasa desde la zona de reacción gas-sólido-lí-
quido a la de gas sólido.

10 Las figs. 5 y 6 ilustran un simple exámen de tal
quemador 17, montado en un punto de la sección de cribado del
reactor y parcialmente dirigido hacia la zona de reacción gas-
sólido-líquido a fin de proporcionar calor adicional para la
fusión.

15 La cámara quemadora externa 33, que constituye una
característica común a todos los quemadores, está fijada por
medio de una placa adaptadora 105 a la circunferencia externa
de uno de los segmentos de sustentación 83 de las cribas, a
los que anteriormente se ha hecho referencia. Una cavidad 106
20 formada entre la superficie interna de los segmentos de susten-
tación de las cribas y la tubería de los quemadores externos,
está llena de material refractario. Se suministra combustible
adicional a través de una conducción de suministro valvular 100
llevándose a través de una tubería de quemadores internos 101
25 y por medio de una tobera 102 contra una placa deflectora cir-
cular 103, que representa una superficie plana ó cóncava ase-
gurada al quemador mediante las barras de conexión 104. El com-
bustible es desviado en dirección aproximadamente radial y se
distribuye casi uniformemente alrededor de la circunferencia
30 del reactor, a fin de interceptar y reaccionar con los gases



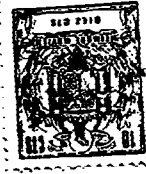
22108

emitidos desde la zona de reacción gas-sólido-líquido a la zona de reacción gas-sólido. De esta manera, los gases muy calientes, casi neutros o débilmente reductores, procedentes de la zona de reacción gas-sólido-líquido, pueden reaccionar formando los gases más fríos y más fuertemente reductores requeridos en la zona de reacción gas-sólido.

Además del calor suministrado a la zona de reacción gas-sólido-líquido por el quemador 17 para facilitar la fusión, la principal fuente de calor en las zonas de reacción gas-líquido y gas-sólido-líquido es el quemador 22 refrigerado con agua (fig. 2) que se dispone en el extremo de descarga del reactor y que se dirige hacia éste a través de la abertura principal de descarga de metal y a través de la parte superior de la superficie de escoria. Este quemador se muestra con detalle en el conjunto terminal de descarga mostrado en las figs. 10 y 11.

Como el metal y la escoria están a elevada temperatura, del orden de 3.000^o F por ejemplo, es necesario, a fin de obtener niveles de transferencia térmica suficientemente elevados y una buena eficacia en la utilización del combustible en la zona de reacción gas-líquido, que la temperatura de la llama de este quemador sea mucho más elevada, preferiblemente superior a 4.000^o F. Para incrementar la temperatura de la llama, el aire de combustión destinado al quemador 22 puede precalentarse usando un equipo separado de cambio de calor, o bien puede enriquecerse con oxígeno. También puede emplearse los métodos que utilizan energía eléctrica, pero debido a su elevado costo, probablemente no serían económicos en muchas localidades.

El combustible es fluido, preferiblemente líquido o gaseoso, por ejemplo gas natural, gas de horno de coque o fueloil ó, como variante, un material carbonoso finamente dividido, arras



trado e inyectado. El aire precalentado o enriquecido en oxígeno y el combustible son suministrados a una cámara quemadora externa 111 mediante una tubería flexible 110 de suministro de aire, y una tubería 115 de suministro de combustible. El combustible y el aire se mantienen separados casi hasta el extremo del quemador, donde tienen lugar la mezcla y combustión en una zona de llama alargada 116 frente a la tobera del quemador.

Al formarse el metal líquido y la escoria y avanzar a través de la zona de reacción gas-líquido, las paredes refractarias giratorias efectúan una continua acción mezcladora, incrementándose así los niveles de transferencia térmica al metal desde los productos gaseosos calientes de combustión, incrementándose los niveles de reacción química entre el metal y la escoria y reduciéndose al mínimo la segregación de elementos constitutivos contenidos dentro del baño de metal y escoria. En el horno del reactor que se describe, que descarga líquido por rebosamiento a través de una abertura restringida, se observará que la escoria tiende a pasar más rápidamente a través de la zona de reacción gas-líquido que el metal, lo cual puede tener por resultado una insuficiente profundidad de la escoria para unas adecuadas reacciones de refinado. Si por ejemplo el nivel de escoria 107 y el nivel de metal 108 son como se muestran en la fig. 10, entonces el nivel de flujo de escoria a la abertura de descarga 19, y por consiguiente la cantidad de escoria en la corriente líquida de descarga 109, son controlables por medio de una barrera de escoria ajustablemente colocada o represa 119, que sirve para restringir el tamaño de un hueco 120 de control de flujo. De esta manera, puede evitarse también todo despilfarrero de materiales fluyentes incrementando el tiempo de retención



296938

media de los constitutivos de la escoria dentro de la zona de reacción gas-líquido.

5 La barrera de escoria o represa 119 puede consistir en una cápsula refractaria o refrigerada con agua de material resistente al calor, siendo preferiblemente ajustable mediante desplazamiento de la totalidad del conjunto quemador.

10 Para efectuar el movimiento de ajuste del conjunto quemador, el quemador 22 está montado, como se muestra sobre un carro 139 provisto de ruedas 141 que se desplazan sobre una vía 138. El ajuste de la posición del quemador en la dirección axial con relación a la abertura de descarga 19 del reactor se efectúa ajustando la distancia entre un rodillo 142 y el carro 139 por desplazamiento de las zapatas de apoyo 143 que se deslizan sobre una vía 144, bajo la acción de un émbolo hidráulico 140 horizontalmente dispuesto y montado sobre el carro 15 139. El contacto entre el rodillo 142 y la pared terminal del reactor puede mantenerse por medio de un aparato desviador (no mostrado) tal como contrapesos fijados mediante cable al conjunto del carro a través de poleas.

20 El ajuste de la posición del quemador en dirección vertical respecto a la abertura de descarga 19 del reactor se efectúa montando articuladamente el quemador 22 sobre un soporte articulable 129 horizontalmente dispuesto, sostenido en el extremo inferior de un montaje 127 de sustentación suspendido del carro 139. El quemador 22 se articula alrededor del soporte 128 mediante un émbolo hidráulico 140 verticalmente dispuesto, que se conecta entre el extremo posterior del quemador 25 22 y el carro 139.

30 Tal disposición permite una fácil retirada del quemador del reactor para su reparación o para dar acceso al inte-

296998



rrior del reactor a través de la abertura de descarga 19.

5 A fin de evitar una libre transferencia de gases a través de la abertura restringida del reactor, se usa preferiblemente una cortina selladora de aire o gas, similar en principio al conjunto gas-cortina 56, 57, 58 y 72 situado en el otro extremo del reactor. Así, se monta una tubería colectora anular 122, suministrada con un gas o aire a presión desde una tubería de suministro 126, sobre el quemador 122, como se muestra en la fig. 10, cuya tubería colectora anular 122
10 presenta una rendija anular 121 para la emisión de la cortina gaseosa selladora.

15 Como la zona de reacción gas-líquido funciona normalmente a una ligera presión negativa respecto a la presión atmosférica, se muestra la rendija anular 121 dirigida con un ángulo agudo hacia las paredes internas de la abertura de descarga, incidiendo en una dirección opuesta al flujo anticipado de la atmósfera en el reactor.

20 Puede aplicarse calor a las paredes internas de la abertura de descarga 19, si fuese necesario para evitar toda tendencia de la escoria o el metal a solidificarse y adherirse al refractario, dirigiendo quemadores que incidan sobre la superficie interna de la abertura de descarga. El método se emplea más efectivamente cuando los quemadores están situados de manera que apliquen calor a un segmento de la abertura de descarga 19 adyacente de la corriente metálica de descarga, de modo que se caliente la superficie del refractario inmediatamente antes de su contacto con el metal líquido. Como variante, la superficie de la abertura de descarga puede calentarse mediante elementos de resistencias eléctricas em-
25 potrados en el refractario. El tungsteno, molibdeno o carburo
30



296998

de silicio son ejemplos de materiales adecuados para elementos calentadores, y la magnesia o la alúmina de elevada pureza para el material marginal del refractario que encaja a los elementos. Puede suministrarse energía eléctrica a los elementos de modo conocido mediante escobillas estacionarias en contacto con anillas colectoras fijadas a la cápsula del reactor y en rotación con la misma.

Puede ser también deseable inyectar materiales aleadores finamente divididos y materiales fluyentes también finamente divididos, tales como carbono, aluminio, carburo cálcico y ferrosilicio, ya sea sobre la parte superior de la escoria ó bien inyectándose en el baño de metal a fin de ajustar la composición metálica líquida. Preferiblemente se disponen para este fin uno o más saetines inyectoros de construcción conocida y ordinariamente refrigerados con agua. En una versión del aparato que se describe, mostrada en la fig. 10, tal saetín de inyección se indica en 124. El material a inyectar es arrastrado e inyectado bajo presión usando medios conocidos, a través del saetín inyector 124 a una tobera 125 de saetines, que puede dirigirse de manera que descargue sobre la escoria o extenderse descendentemente a través de esta hasta el baño. También pueden efectuarse las adiciones por inyección en el metal líquido después de la descarga y antes de la fusión.

En La fig. 11 se muestra una adecuada construcción interna del quemador, cuya figura es una vista en sección transversal del quemador 22 a través del plano central de la barrera anular o represa 119 de la escoria. El combustible fluído se suministra al extremo del quemador a través de una tubería interna 112 y se suministra gas conteniendo oxígeno, es decir aire, a través de un anillo 113 delimitado por la tubería de

296998



aire 114. Para uso con aire caliente, se dispone un espacio
anular aislante 117 para reducir al mínimo la pérdida de ca-
lor al agua refrigerante del quemador, que circula en un ani-
llo de agua 118. En la versión mostrada, el agua entrante se
5 conduce al extremo de la tobera del quemador por 4 tuberías
de circulación de agua 123 y se devuelve por medio del ani-
llo de agua refrigerante 118. La barrera o represa 119 de la
escoria está montada en la envoltura del quemador por medio
de soportes de sustentación 129 y se refrigera mediante agua
10 suministrada a través de una tubera 132 a una entrada de agua
137, circulando alrededor de una camisa de agua 131 hasta una
salida 136 de dicho líquido. La abertura 130 situada entre la
barrera o represa de la escoria y el quemador proporciona una
conveniente abertura para la inserción del saetín inyector 124.
15 Dicho saetín inyector se enfría mediante agua confinada en el
anillo situado entre una camisa exterior 133 y una tubería in-
terna de inyección 134, conduciéndose el agua refrigerante al
extremo del saetín a través de una tubería de circulación 135.

El metal y la escoria líquidos pueden descargar-
20 se conjuntamente por rebosamiento a través de la abertura de
descarga 119, separándose después de la descarga mediante un
dispositivo 20 separador de escoria (fig. 2) de cuyo separa-
dor existe una serie de variaciones conocidas. Como variante,
el metal puede retirarse por sifón del reactor mediante un tu-
25 bo refractario insertado en el baño metálico por medio de la
abertura 130 situada en el conjunto quemado. En este caso, pue
de ser deseable descargar intermitentemente la escoria, en lu-
gar de continuamente. El metal sería descargado por succión a
un recipiente cerrado bajo presión negativa controlada. o lle
30 varse por sifón a un receptáculo que contenga metal a un nivel



inferior al del nivel 108 del baño.

N O T A

5 Descrita suficientemente la naturaleza del invento,
así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse
constar que las disposiciones anteriormente indicadas son sus-
ceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren
su principio fundamental. También se hace constar que el inven-
10 to corresponde a una solicitud de patente presentada en EE.UU.
de América con fecha 1 de marzo de 1963 bajo nº 262.078 y pre-
sentada en Canada con fecha 4 de diciembre de 1963 bajo nº 890.438
acogiéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los con-
venios internacionales en vigor y siendo lo que constituye la es-
15 sencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de
Invención, por 20 años en España: " Procedimiento y aparato pa-
ra la producción de metal ferroso"; caracterizándose por lo si-
guiente:

1ª.- Procedimiento para la producción de metal fe-
20 rroso líquido de composición controlada directamente a partir
de minerales o concentrados minerales de hierro, caracterizado
por las sucesivas operaciones de (a) introducir materiales de
carga que comprenden pastillas formadas conteniendo óxido de
hierro y sustancialmente de un tamaño no inferior a un tamaño
25 mínimo seleccionado, y piezas sólidas de material carbonoso sus-
tancialmente de un tamaño no superior a un tamaño máximo selec-
cionado, en una zona de reacción gas-sólido que contiene una mez-
cla de carga de sólidos en contacto con gases calientes; (b) el
avance de dicha mezcla de carga a través de la citada zona gas-
30 sólido para su reacción a una elevada temperatura hasta que una



296998

porción principal del hierro contenido en las pastillas se ha-
ya reducido a un reducido estado metálico; (c) la retirada de
la zona de reacción gas-sólido de materiales de fino tamaño que
incluyen sustancialmente todo el material carbonoso sin consu-
5 mir, junto con cualesquiera fragmentos de pastilla de fino ta-
maño obtenidos de una desintegración de las pastillas; (d) el
avance de la mezcla de carga retenida de materiales de tamaño
basto, que incluyen a las pastillas, a una zona de reacción
gas-sólido-líquido, y a través de ella, cuya zona contiene mez-
10 cla de carga parcialmente fundida en contacto con gases calien-
tes, incrementándose la temperatura en la citada zona de reac-
ción gas-sólido-líquido hasta que los materiales de tamaño bas-
to se fundan a un estado líquido, con lo cual se forman dos fa-
ses líquidas consistentes en escoria y metal en estrecho con-
15 tacto; (e) la introducción de las dos fases líquidas citadas
en una zona de reacción gas-líquido que contiene una mezcla
de carga líquida en contacto con gases calientes; (f) el su-
ministro de calor a la zona de reacción gas-líquido, gas-sólido
do-líquido y gas-sólido, en la medida requerida, para mantener
20 las deseadas temperaturas de reacción; (g) la continuación de
las reacciones gas-líquido y del calentamiento en la zona de
reacción gas-líquido hasta que se obtenga metal ferroso líqui-
do que posea una composición y temperatura deseadas; y (h) la
descarga del metal ferroso líquido y de la escoria de la zona
25 de reacción gas-líquido.

2ª.- Procedimiento, según la reivindicación 1, ca-
racterizado porque se añade material absorbente de azufre a
los materiales de carga introducidos en la citada zona de re-
acción gas-sólido en la operación (a) y se retira material ab-
30 sorbente de azufre, sin consumir. con el material carbonoso,



29330

sin consumir, en la operación (c).

5 3ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque los materiales fluyentes y los materiales aleadores se añaden por lo menos a una de las citadas zonas de reacción.

4ª.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque dichos materiales fluyentes y materiales aleadores se añaden a la mezcla de carga introducida en la zona de reacción gas-sólido en la operación (a).

10 5ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 3 ó 4, caracterizado porque los citados materiales fluyentes y aleadores, presentan la forma de piezas de un tamaño mayor que el citado tamaño mínimo seleccionado de dichas pastillas.

15 6ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el citado tamaño máximo seleccionado de las piezas sólidas de material carbonoso no es superior al tamaño mínimo seleccionado de las pastillas.

20 7ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el tamaño mínimo seleccionado de las pastillas es de 3 a 5 mm.

8ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el tamaño de las pastillas es del orden de 3 25 mm.

25 9ª.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque el tamaño de las pastillas es del orden de 5 a 15 mm.

30 10ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque las pastillas se forman por aglomeración de materiales finamente divididos, que incluyen partículas de material de mineral de hierro, en el tamaño



290000

deseado de la pastilla.

5 11^a.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque se halla presente en el mineral o concentrado mineral un contenido de hierro del 65 % por lo menos, en peso, antes de la aglomeración.

12^a.- Procedimiento según las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado porque dichos materiales finamente divididos incluyen adiciones de cantidades controladas de partículas finas de materiales fluyentes y aleadores.

10 13^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque el tamaño de las piezas de material carbonoso está comprendido entre 1 mm. y el tamaño mínimo seleccionado de las pastillas.

15 14^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13, caracterizado porque el material absorbente de azufre presenta la forma de piezas cuyo tamaño está comprendido entre 0,5 y 2 mm.

20 15^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, caracterizado por la operación adicional de recircular partículas, obtenidas por desmenuzamiento de dichos fragmentos de pastillas de tamaño fino retirados de la zona de reacción gas-sólido, introduciendo cantidades controladas de dichas partículas fragmentarias de pastillas en los citados materiales finamente divididos, antes de la aglomeración de dichos materiales en pastillas.

25 16^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque la operación adicional de recircular una parte principal del material carbonoso sin consumir retirado de la zona de reacción gas-sólido en la operación
30 (c) de nuevo a la mezcla de carga contenida dentro de la zona de

299



reacción gas-sólido.

5 17^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque fluyen gases calientes en contacto con la mezcla de carga y a contracorriente con el movimiento general de dicha mezcla a través de las zonas de reacción, cuyos gases calientes fluyen en secuencia a través de la zona de reacción gas-líquido, al interior y a través de la zona de reacción gas-sólido-líquido, y al interior y a lo largo de la zona de reacción gas-sólido, desde cuya última zona se expulsan ulteriormente los gases.

10 18^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque la citada mezcla de carga es avanzada a través de la zona de reacción gas-sólido en la operación (b) de manera que se establezca un movimiento relativo continuo entre las pastillas y las piezas de material carbonoso, y cualesquiera piezas de material absorbente de azufre, si se hallan presentes, del material de carga.

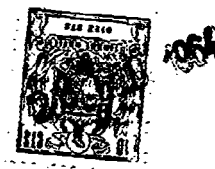
15 19^a.- Procedimiento según la reivindicación 18, caracterizado porque la citada mezcla de carga es sometida a una agitación y mezclado continuo.

20 20^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado porque se suministra gas que contiene oxígeno a la zona de reacción gas-sólido, que es de forma alargada y el citado gas es introducido en la zona de reacción a intervalos en toda la longitud de dicha zona, en la dirección de avance de la mencionada mezcla de carga a través de tal zona.

25 21^a.- Procedimiento según la reivindicación 20, caracterizada porque se suministra calor adicional, en la medida requerida, a la zona de reacción gas-sólido mediante introduc-

30

290000



ción de combustible y gas que contenga oxígeno para la combustión de dicho combustible, en la zona de reacción gas-sólido a intervalos, a todo lo largo de dicha zona.

5 22ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado porque dicha reacción de la mezcla de carga en la zona de reacción gas-sólido en la operación (b) se continua hasta que por lo menos un 95 % en peso del mineral de hierro contenido en las pastillas de la mezcla de carga se encuentra en estado metálico antes de avanzarse la ci
10 tada mezcla de carga hasta la operación (c).

15 23ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, caracterizado porque la mezcla de carga en la zona de reacción gas-sólido-líquido de la operación (d), cu
ya zona es de forma alargada, se somete a una agitación y mezclado continuos.

24ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, caracterizado porque las dos fases líquidas que se producen en la operación (d) comprenden una capa superior de escoria y una capa inferior de metal líquido.

20 25ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, caracterizado por la operación adicional de introducir materiales fluyentes y aleadores directamente en la zona de reacción gas-líquido.

25 26ª.- Procedimiento según la reivindicación 25, caracterizado porque los citados materiales fluyentes y aleadores son arrastrados en un medio fluido y fluyen a una presión superior a la atmosférica, y son dirigidos por lo menos a una de las fases de la zona gas-líquido, consistente en fase metálica, fase de escoria y fase gaseosa.

30 27ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivin-



220028

dicaciones 1 a 26, caracterizado porque el metal líquido y la escoria de la zona de reacción gas-líquido son sometidos a una agitación y mezclados continuos.

5 28^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, caracterizado porque se introducen combustible y gas que contenga oxígeno, para la combustión de dicho combustible, en la zona de reacción gas-líquido por el extremo de descarga de dicha zona.

10 29^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 28, caracterizado por la operación adicional de controlar el nivel de descarga de escoria por medio de una restricción ajustable del flujo de la escoria desde la zona de reacción gas-líquido.

15 30^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29, caracterizado por la operación adicional de precalentar una porción principal de dicho gas que contiene oxígeno introducido en las tres zonas de reacción, que comprenden las de gas-sólido, gas-sólido-líquido y gas-líquido, por lo menos en parte por medio de calor transferido desde los citados gases calientes expulsados de la zona de reacción gas-sólido.

20 31^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 30, caracterizado porque la agitación y el mezclado de la mezcla de carga en las zonas de reacción gas-sólido, gas-sólido-líquido y gas-líquido se efectúa mediante contacto con las paredes internas giratorias de un horno de reactor del tipo de horno giratorio.

25 32^a.- Aparato para la aplicación práctica del procedimiento antes descrito, que se caracteriza por comprender la combinación de un reactor giratorio y alargado de tipo horno provisto de un extremo de carga y un extremo de descarga; me -

30



5 dios alimentadores para cargar materiales sólidos en el reactor; medios separadores dispuestos dentro del reactor entre los citados extremos de carga y descarga del mismo para producir la separación de materiales de tamaño fino contenidos en los materiales de carga respecto a los materiales de tamaño basto y para retirar a los materiales de tamaño fino del reactor; medios suministradores de gas para introducir un gas que contenga oxígeno libre en el reactor a intervalos a lo largo del mismo; medios calentadores para suministrar e introducir calor en el reactor a intervalos a lo largo del mismo, a fin de mantener las deseadas temperaturas de reacción en su interior y para causar la fusión, en un lugar situado entre los citados medios separadores y el referido extremo de descarga del reactor, de dichos materiales de tamaño basto a un estado líquido, en virtud de lo cual se forman dos fases líquidas consistentes en metal y escoria, y también para proporcionar un adicional calentamiento del metal y escoria líquidos citados, en la medida requerida, para obtener metal ferroso de la composición y temperatura deseadas; y medios de descarga para la retirada de metal ferroso líquido y escoria del reactor.

10

15

20

33ª.- Aparato según la reivindicación 32ª, caracterizado porque dichos medios alimentadores destinados a cargar materiales sólidos en el reactor comprenden una tubería de alimentación cilíndrica y giratoria dirigida al extremo de carga del reactor, cuya tubería de alimentación está inclinada descendentemente en la dirección de alimentación de material a través de la misma, disponiéndose su extremo de descarga cerca de la pared interna del reactor, a fin de reducir la longitud de caída del material de carga desde dicho extremo de descarga.

25

30



1954

29338

carga y la posibilidad de fractura del citado material de carga.

34^a.- Aparato según la reivindicación 33, caracterizado porque la tubería de alimentación está descendentemente inclinada formando un ángulo inferior a 30^o respecto a la horizontal.

5

35^a.- Aparato según las reivindicaciones 33 ó 34, caracterizado porque dicha tubería de alimentación es giratoria en una dirección opuesta a la del reactor.

10

36^a.- Aparato según las reivindicaciones 32, 33, 34 ó 35, caracterizado porque el citado dispositivo de alimentación comprende también por lo menos una abertura a través de la pared longitudinal circunferencial del reactor en la longitud del mismo, con medios para introducir material de carga sólido a través de dicha abertura en la mezcla de carga contenida dentro del reactor.

15

37^a.- Aparato según la reivindicación 36, caracterizado porque se disponen medios selladores en la citada abertura para evitar el libre cambio de gases entre la atmósfera exterior y el interior del reactor, comprendiendo dichos medios selladores una compuerta cuya abertura se produce solamente durante una pequeña proporción de cada revolución del reactor para permitir el paso de materiales de carga sólidos a través de dicha abertura al interior del reactor.

20

38^a.- Aparato según la reivindicación 37, caracterizado porque la citada compuerta selladora sostiene una palanca adaptada para entrar en contacto y ser desplazada/cada una vez revolución del reactor por una superficie de leva estacionaria separadamente montada, para producir el accionamiento de dicha compuerta.

25

30

39^a.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones



5 ciones 32 a 38, caracterizado porque los citados medios separadores comprenden una sección de criba que forma una porción de la pared del reactor y está provista de aberturas de cribado de un tamaño que permita el paso de materiales de tamaño fino a través de dicha sección de criba, mientras se retienen los materiales de tamaño basto en el interior del reactor para su ulterior elaboración.

10 40ª.- Aparato según la reivindicación 39, caracterizado porque el dispositivo de restricción de los gases se dispone para limitar el libre paso de gases entre la atmósfera exterior y el interior del reactor por medio de dichas aberturas de cribado, incluyendo el citado dispositivo de restricción de los gases por lo menos una compuerta para la descarga a través de ella de los citados materiales de tamaño fino del reactor.

15 41ª.- Aparato según la reivindicación 40, caracterizado porque la citada sección de criba comprende una serie de segmentos de criba adyacentes, cada uno de cuyos segmentos presenta una serie de aberturas de cribado de un tamaño
20 ño que permita el paso de materiales de tamaño fino a través de ella, una cavidad encerrada en el lado exterior de cada uno de dichos segmentos de criba para recibir materiales de tamaño fino, con paredes de cierre que separan cada una de dichas cavidades de las cavidades adyacentes y de la atmósfera exterior,
25 aberturas de descarga con compuertas controlables dispuestas en la pared encerrada de cada una de dichas cavidades, y medios accionadores para abrir las citadas compuertas para la descarga periódica de materiales de tamaño fino del interior de dichas cavidades encerradas a intervalos seleccionados durante la rotación del reactor.

30

2903382



42^a.- Aparato según la reivindicación 41, caracterizado porque cada una de dicha serie de segmentos de cri-
bas adyacentes se dispone de manera que forme contacto con
la mezcla de carga contenida dentro del reactor, y sea sus-
tancialmente cubierta por ella, durante una porción de cada
5 revolución del reactor, siendo accionable cada compuerta pa-
ra producir la descarga de materiales de tamaño fino sólamen-
te en el momento en que la totalidad del segmento de criba
de dicha cavidad está sustancialmente cubierto por la mez-
cla de carga contenido en el reactor y en contacto con ella,
10 evitándo dicha mezcla de carga el libre paso de gases entre
el interior y el exterior del reactor, por medio de las ci-
tadas cavidades encerradas, durante la porción de una revo-
lución del reactor ditada, cuando dichas compuertas de des-
carga se abren para la retirada de materiales de tamaño fino
15 del interior de dichas cavidades cerradas.

43^a.- Aparato según cualquiera de las reivin-
dicaciones 32 a 42, caracterizado porque el citado disposi-
tivo de suministro de gas para introducir un gas que conten-
ga oxígeno libre en el reactor comprende una serie de tube-
rias, cada una de las cuales se proyecta a través de la pa-
red longitudinal circunferencial del reactor al interior del
mismo, terminando por lo menos en una tobera , axialmente di-
rigida y sustancialmente dispuesta sobre el eje longitudinal
25 del reactor.

44^a.- Aparato según la reivindicación 43, carac-
terizado porque cada una de dichas tuberías termina en dos
toberas dirigidas en direcciones axiales sustancialmente o-
puestas.

30 45^a.- Aparato según cualquiera de las reivindica-

296338



5 ciones 32 a 42, caracterizado porque el citado dispositivo calentador para suministrar e introducir calor en el reactor comprende una serie de tuberías de combustible, cada una de las cuales se proyecta a través de la pared del reactor al interior de este, terminando por lo menos en una tobera axialmente dirigida y sustancialmente dispuesta sobre el eje longitudinal del reactor.

10 46ª.- Aparato según la reivindicación 45, caracterizado porque cada una de la citada tubería de combustible termina en dos toberas dirigidas en direcciones axiales sustancialmente opuestas.

15 47ª.- Aparato según las reivindicaciones 43 ó 44, y reivindicaciones 45 ó 46, caracterizado porque dichas tuberías de suministro de gas conteniendo oxígeno libre y las citadas tuberías de combustible están combinadas formando una serie de quemadores dispuestos a intervalos a lo largo del reactor, comprendiendo cada quemador una tubería exterior de gas que contiene oxígeno y por lo menos una tubería interna de combustible dispuesta dentro y sustancialmente paralela a la citada tubería exterior de gas, terminando cada una de dichas tuberías exteriores e interiores en toberas axialmente dirigidas.

20 48ª.- Aparato según las reivindicaciones 45, 46 ó 47, caracterizado por la provisión de una placa sustancialmente circular situada sustancialmente en ángulo con el eje longitudinal del reactor y dispuesta frente a una por lo menos de las toberas de las tuberías de combustible, de manera que se haga incidir al combustible que sale de la tobera sobre dicha placa y se dirija hacia el exterior, y por consiguiente hacia la pared del reactor.

296998



49^a.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 32 a 48, caracterizado porque el citado dispositivo de descarga para la retirada de material ferroso líquido y escoria líquida del reactor incluye una abertura axial restringida en el extremo de descarga del reactor para permitir la continua descarga de metal ferroso y escoria líquidos mediante rebosamiento a través de dicha abertura.

50^a.- Aparato según la reivindicación 49, caracterizado por un dispositivo de regulación para controlar el ritmo de descarga de escoria del reactor.

51^a.- Aparato según la reivindicación 50, caracterizado porque el dispositivo regulador de descarga de la escoria comprende una barrera ajustable para la escoria que penetra en la capa de esta y restringe el tamaño efectivo de la abertura axial situada en el extremo del reactor.

52^a.- Aparato según la reivindicación 51, caracterizado porque la citada barrera para la escoria está formada por una cápsula de material resistente al calor y refrigerada con agua.

53^a.- Aparato según la reivindicación 51, caracterizado porque la citada barrera para la escoria está fijada a un quemador axialmente dispuesto que se proyecta a través de dicha abertura de descarga axial situada en el extremo del reactor, con dispositivo de transporte móvil que sustenta a dicho quemador y a la barrera para la escoria, cuyo dispositivo de transporte es desplazable con relación al citado reactor para ajustar la posición del quemador, y de la barrera para la escoria fijada al mismo, en relación con la citada abertura de descarga, según requieran las condiciones de funcionamiento.

296998



54^a.- Aparato según la reivindicación 53, caracterizado porque el citado quemador es también ajustable respecto al dispositivo de transporte para efectuar un movimiento vertical controlado de dicha barrera para la escoria fijada al mismo, en relación con dicho dispositivo de transporte y a la citada abertura de descarga, como requieren las condiciones de funcionamiento.

55^a.- Aparato según las reivindicaciones 53 ó 54 caracterizado porque el citado quemador axialmente dispuesto en el extremo de descarga del reactor es refrigerado con agua.

56^a.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 49 a 55, caracterizado porque dicha abertura axial del extremo de descarga del reactor está provista de medios selladores para restringir el paso de gases desde el reactor a la atmósfera exterior, al tiempo que permite una continua descarga de metal y escoria líquidos, comprendiendo dicho dispositivo sellador una cortina de gas que fluye a sustancial velocidad y se dirige de manera que incida sobre la superficie interna de dicha abertura axial.

57^a.- Aparato según la reivindicación 56, caracterizado porque dicha cortina de gas es proporcionada por un tubo anular hueco situado en la mencionada abertura axial y provisto por lo menos de una rendija longitudinal para la emisión de gas a presión.

58^a.- Aparato según las reivindicaciones 56 ó 57, caracterizado porque dicho tubo anular hueco del dispositivo sellador en forma de cortina de gas es refrigerado con agua.

59^a.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 32 a 58, caracterizado por la provisión de medios

296998



de restricción para dividir y confinar zonas que contienen líquido dentro del reactor de zonas del mismo que contienen sólo materiales de carga sin fundir y gases.

5 60^a.- Aparato según la reivindicación 59, caracterizado porque dicho dispositivo de restricción comprende una pared anular proyectada radialmente hacia adentro en una distancia seleccionada desde la pared interna longitudinal circunferencial del reactor y que constituye una represa en la dirección de desplazamiento del material
10 a través del reactor desde el extremo de carga al extremo de descarga del mismo, estando situada dicha represa en una posición intermedia a lo largo del reactor entre el citado dispositivo separador y el extremo de descarga del reactor.

15 61^a.- Aparato según la reivindicación 60, caracterizado porque dicha represa se dispone para mantener una profundidad apreciable de metal líquido que contiene materiales de carga parcialmente fundidos, contra el lado de descarga de dicha represa.

20 62^a.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 32 a 61, caracterizado por dispositivos de inyección de materiales sólidos establecidos en el extremo de
25 descarga del reactor para producir la introducción de los sólidos arrastrados en medios fluídos a velocidad sustancial en la mezcla de carga líquida situada dentro del reactor.

30 63^a.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 32 a 62, caracterizado porque una disposición en la que los gases calientan, pasan a través del reactor desde el extremo de descarga al extremo de carga del mismo

296998



en un flujo a contracorriente con la dirección de desplazamiento del material desde el reactor, siendo expulsados del extremo de carga del reactor.

5

64ª.- Aparato según la reivindicación 63, caracterizado por medios calentadores para poner el citado gas que contiene oxígeno a una temperatura considerablemente superior a la ambiente, por lo menos en parte, mediante transferencia de calor desde los citados gases calientes expulsados del extremo de carga del reactor.

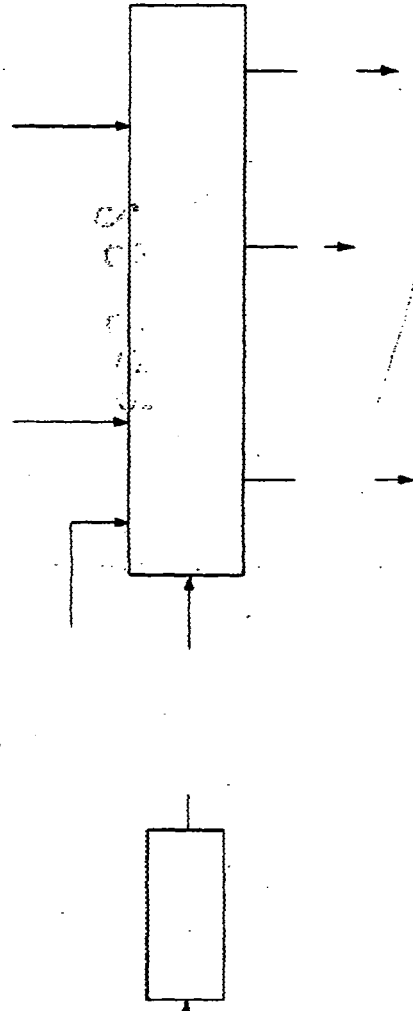
10

65ª.- Procedimiento y aparato para la producción de metal ferroso; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta MEMORIA consta de SESENTA Y CUATRO hojas, escritas a máquina por una sólo cara e ilustrada en los dibujos adjuntos.

20/10/1964
Madrid,
WILLIAM LYON SHERWOOD
J. GOMEZ ACEBO Y MODET
P. E.

FIG. 1.



ESCALA VARIABLE

296998

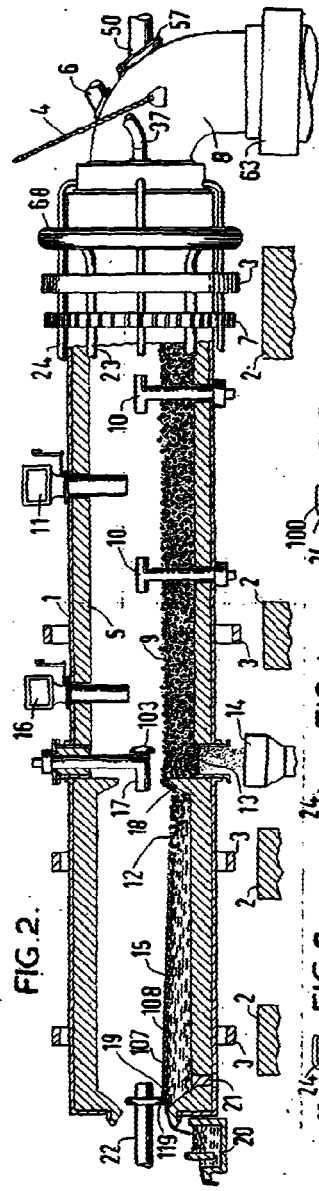


FIG. 2.

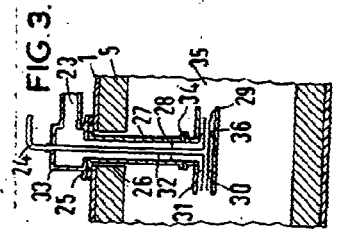


FIG. 3.

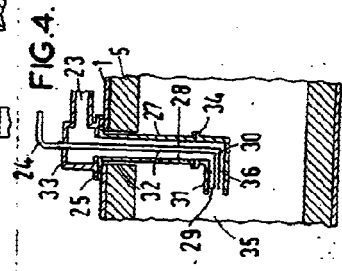


FIG. 4.

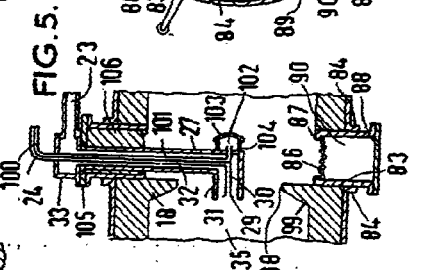


FIG. 5.

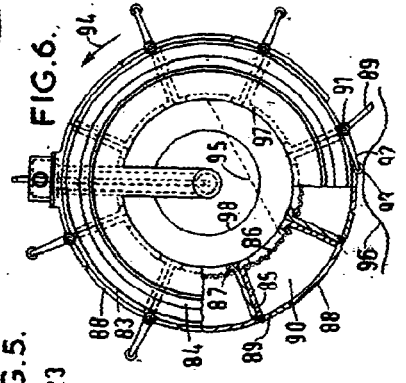


FIG. 6.

Madrid, 1904
 J. GARCIA Y CA
 P. B.

