

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 127**

51 Int. Cl.:

C21B 7/10 (2006.01)
C21B 13/10 (2006.01)
C21C 5/42 (2006.01)
F27D 9/00 (2006.01)
F27D 1/12 (2006.01)
F27B 1/24 (2006.01)
F27B 3/24 (2006.01)
B22D 11/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2014 PCT/AU2014/001146**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15089563**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2014 E 14871825 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 3084012**

54 Título: **Procedimiento y aparato de fundición**

30 Prioridad:

20.12.2013 AU 2013904992

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.05.2019

73 Titular/es:

**TATA STEEL LIMITED (100.0%)
Bombay House, 24 Homi Mody Street, Fort
Mumbai 400 001, IN**

72 Inventor/es:

**DRY, RODNEY JAMES;
PILOTE, JACQUES y
MEIJER, HENDRIKUS KOENRAAD ALBERTUS**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 712 127 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de fundición

5 Campo de la técnica

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato para fundir un material metálico.

En particular, aunque no de manera exclusiva, la presente invención se refiere a un procedimiento de fundición y a un aparato para fundir un material que contiene hierro, tal como un mineral de hierro, y para producir hierro.

Antecedentes

Un procedimiento conocido de fundición en baño fundido se denomina en lo sucesivo procedimiento "Hlsarna".

El término "fundición" se entiende en el presente documento como procesamiento térmico en el que tienen lugar reacciones químicas que reducen los óxidos metálicos para producir metal fundido.

El procedimiento y el aparato de Hlsarna se describen en la solicitud internacional PCT/AU99/00884 (WO 00/022176) en nombre del solicitante y en el documento WO 2013/082658 A1.

El procedimiento Hlsarna está asociado particularmente con la producción de hierro fundido a partir de mineral de hierro u otro material que contenga hierro.

El procedimiento Hlsarna se lleva a cabo en un aparato de fundición que incluye (a) un recipiente de fundición que define una cámara de fundición e incluye lanzas para inyectar materiales de alimentación sólidos y gas que contiene oxígeno en la cámara de fundición y está adaptado para contener un baño de metal fundido y escoria y (b) un ciclón de fundición para el tratamiento previo de un material de alimentación metálico que define una cámara de ciclón e incluye toberas para inyectar materiales de alimentación sólidos y gas que contiene oxígeno en la cámara de ciclón y se coloca arriba y se comunica directamente con el recipiente de fundición.

La expresión "ciclón de fundición" se entiende en el presente documento como un recipiente que normalmente define una cámara cilíndrica vertical e incluye toberas para inyectar materiales sólidos de alimentación y gas que contiene oxígeno en la cámara y está construido de manera que los materiales de alimentación suministrados a la cámara se mueven en una trayectoria alrededor de un eje central vertical de la cámara y puede soportar altas temperaturas de funcionamiento suficientes para fundir, al menos parcialmente, materiales de alimentación metálicos.

El recipiente de fundición incluye secciones revestidas refractarias en un hogar inferior y paneles refrigerados por agua en una pared lateral y un techo del recipiente, y el agua circula continuamente a través de los paneles en un circuito continuo.

El recipiente de fundición también incluye un hogar frontal conectado a la cámara de fundición a través de una conexión delantera que permite la salida continua de productos metálicos del recipiente. Un hogar frontal funciona como un sello de sifón relleno de metal fundido, que de forma natural "derrama" el exceso de metal fundido del recipiente de fundición a medida que se produce. Esto permite conocer y controlar el nivel de metal fundido en la cámara de fundición del recipiente de fundición dentro de una pequeña tolerancia, esto es esencial para la seguridad de la planta.

En una forma del procedimiento Hlsarna, el material de alimentación carbonoso (normalmente carbón) y opcionalmente el flujo (normalmente piedra caliza calcinada) se inyecta en un baño fundido en la cámara de fundición del recipiente de fundición. El material carbonoso se proporciona como fuente de agente reductor y una fuente de energía. El material de alimentación metálico, tal como mineral de hierro, opcionalmente mezclado con flujo, se inyecta y se calienta y se funde parcialmente y se reduce parcialmente en el ciclón de fundición. Este material metálico fundido, parcialmente reducido, fluye hacia abajo desde el ciclón de fundición al baño de fundición en el recipiente de fundición y se funde hasta un metal fundido en el baño.

El gas de la reacción caliente (normalmente CO, CO₂, H₂, H₂O) producido en el baño de fundición se quema parcialmente mediante gas que contiene oxígeno (normalmente oxígeno de calidad técnica) en la parte superior de la cámara de fundición. El calor generado por la poscombustión se transfiere a las gotitas fundidas en la sección superior que caen nuevamente dentro del baño fundido para mantener la temperatura del baño.

El gas de reacción caliente, parcialmente quemado, fluye hacia arriba desde la cámara de fundición y entra en la parte inferior del ciclón de fundición. El gas que contiene oxígeno (normalmente oxígeno de calidad técnica) se inyecta en el ciclón de fundición a través de toberas que están dispuestas de tal manera que generan un patrón de remolino ciclónico en un plano horizontal, es decir, alrededor de un eje central vertical de la cámara del ciclón de

fundición. Esta inyección de gas que contiene oxígeno conduce a una mayor combustión de los gases de los recipientes de fundición, lo que da como resultado llamas (ciclónicas) muy calientes. El material de alimentación metalífero entrante al ciclón de fundición, normalmente en forma de materiales finos, se inyecta neumáticamente en estas llamas a través de las toberas en el ciclón de fundición, lo que produce un calentamiento rápido y una fundición parcial acompañada de una reducción parcial (aproximadamente un 10-20 % de reducción). La reducción se debe tanto a la descomposición térmica de la hematita como a la acción reductora de CO/H₂ en los gases de reacción de la cámara de fundición. El material de alimentación metalífero parcialmente fundido y caliente se lanza hacia el exterior sobre las paredes del ciclón de fundición por acción del remolino ciclónico y, como se ha descrito anteriormente, fluye hacia abajo en el recipiente de fundición para fundirlo en la cámara de fundición de ese recipiente.

El gas residual resultante de la postcombustión adicional de los gases de reacción en el ciclón de fundición se retira de una región superior del ciclón de fundición a través de un conducto de salida de gas.

El efecto neto de la forma descrita anteriormente del procedimiento Hlsarna es un procedimiento de contracorriente de dos pasos. El material de alimentación metalífero se calienta y se reduce parcialmente en el ciclón de fundición por los gases de reacción salientes del recipiente de fundición (con adición de gas que contiene oxígeno) y fluye hacia abajo desde el ciclón de fundición al recipiente de fundición y se funde hasta obtener hierro fundido en la cámara de fundición del recipiente de fundición. En un sentido general, esta disposición a contracorriente aumenta la productividad y la eficiencia energética.

Sumario de la divulgación

La presente invención se basa en la constatación de que los eventos de formación de espuma de escoria indeseables en una cámara de fundición de un recipiente de fundición de un aparato de fundición Hlsarna pueden estar causados por grandes acumulaciones ricas en óxido de hierro sólidas o casi sólidas (en adelante denominadas "acumulaciones") fuera de un conducto de gases de escape por encima de un ciclón de fundición del aparato y que caen en el baño fundido en el recipiente de fundición, donde pueden causar una rápida ebullición del carbón y una formación de espuma muy rápida que es extremadamente difícil de contener. El solicitante cree que estos grumos sólidos que caen más o menos regularmente causan eventos indeseables de "mini ebullición de carbón", cada uno de los cuales aumenta el CO liberado por el baño fundido durante un período de tiempo corto.

En términos generales, la presente invención proporciona un aparato de fundición que incluye (a) un recipiente de fundición que define una cámara de fundición y está adaptado para contener un baño de metal fundido y escoria y (b) un ciclón de fundición para el tratamiento previo de un material de alimentación metalífero que define una cámara de ciclón y se coloca arriba y se comunica directamente con el recipiente de fundición y (c) un conducto de gases de escape que se extiende desde el ciclón de fundición para descargar un gases de escape del ciclón de fundición, teniendo el conducto de gases de escape una sección de entrada que se extiende hacia arriba desde el ciclón de fundición y se forma para hacer que los gases de escape experimenten un cambio sustancial de dirección a medida que fluyen a través de la sección de entrada del conducto de gases de escape.

La sección de entrada incluye (a) una extensión hacia arriba, normalmente vertical, de la cámara del ciclón que define un tramo aguas arriba de la sección de entrada y (b) un tramo aguas abajo de la sección de entrada, extendiéndose el tramo aguas abajo en un ángulo hacia el tramo aguas arriba para que el gas de escape experimente un cambio sustancial en la dirección a medida que se mueve a través de una curva que interconecta los tramos aguas arriba y aguas abajo. La finalidad del cambio sustancial en la dirección en la sección de entrada es alejar rápidamente los gases de escape la extensión hacia arriba, normalmente vertical, de la cámara del ciclón. Esto hace que (a) el material líquido salga de la sección de alta temperatura del conducto de los gases de escape que se encuentra aguas abajo y se desplace lateralmente desde la extensión hacia arriba (en la dirección del flujo de los gases de escape) y regrese continuamente al baño fundido en la cámara de fundición y (b) las acumulaciones formadas en las paredes en una parte superior del conducto de gases de escape que se encuentra aguas abajo de la sección aguas abajo de alta temperatura caen en la sección aguas abajo de alta temperatura y se funden allí, cayendo el líquido resultante directamente en el baño fundido en la cámara de fundición.

Se observa que las acumulaciones pueden deberse a (a) material fundido arrastrado en el gas de escape que se solidifica en las paredes que forman el conducto de gases de escape y (b) material sólido arrastrado en el gas de escape que se deposita en las paredes que forman el conducto de gas de escape.

El tramo aguas arriba de la sección de entrada de la sección de entrada puede extenderse verticalmente hacia arriba desde el ciclón de fundición.

La curva de la sección de entrada puede tener la forma de una curva en forma de giro brusco que define un ángulo incluido de al menos 90°, por lo general 90-120°, entre el tramo aguas arriba (en la dirección del flujo de los gases de escape) de la sección de entrada y el tramo aguas abajo de la sección de entrada. Durante el uso, la curva hace que los gases de escape experimenten un cambio sustancial de dirección, siendo el cambio del ángulo del gas un

ángulo de al menos 60°, normalmente 60-90°, a medida que fluye a través de la sección de entrada hacia las secciones aguas abajo del conducto de los gases de escape.

5 La curva de la sección de entrada se puede enfriar y construir de tal manera que se evite el crecimiento de grandes acumulaciones sólidas en esta ubicación.

La curva de la sección de entrada puede incluir elementos de refrigeración, tales como duelas refrigeradas por agua.

10 Los elementos de refrigeración pueden ser cualquier elemento adecuado.

Como se ha descrito anteriormente, el conducto de gases de escape puede incluir una sección aguas abajo (en la dirección del flujo de los gases de escape) que es una sección de alta temperatura, es decir, a una temperatura que está por encima del rango de temperatura de solidificación de la escoria.

15 La sección aguas abajo puede formarse de modo que haga que los gases de escape experimenten otro cambio sustancial de dirección a medida que fluye a través de la sección aguas abajo. Al igual que con el primer cambio de dirección descrito anteriormente, este segundo cambio de dirección facilita la separación del material sólido y líquido del gas de escape. Además, como se ha descrito anteriormente, la sección aguas abajo también es un área de recolección para acumulaciones que se forman en las paredes del conducto de gases de escape aguas abajo de la sección aguas abajo y, posteriormente, se funden o se caen de las paredes. Con el tiempo, estas acumulaciones se funden y el material fundido fluye de regreso a la cámara de fundición.

25 La sección aguas abajo puede incluir una curva, normalmente una curva en forma de giro brusco, que define un ángulo incluido de menos de 90°, normalmente 60-90°, entre un tramo aguas arriba en la dirección del flujo de gas de escape y un tramo aguas abajo de la sección aguas abajo, de modo que la curva hace que los gases de escape experimenten un cambio sustancial de dirección a través del ángulo a medida que fluye a través de la sección aguas abajo.

30 El ciclón de fundición puede incluir toberas para inyectar materiales de alimentación sólidos y gas que contiene oxígeno en la cámara del ciclón.

El recipiente de fundición puede incluir lanzas para inyectar materiales de alimentación sólidos y gas que contiene oxígeno en la cámara de fundición.

35 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento para fundir un material de alimentación metalífero que incluye fundir el material de alimentación metalífero en el baño fundido del recipiente de fundición en el aparato de fundición descrito anteriormente.

40 El procedimiento puede incluir (a) reducir al menos parcialmente y fundir parcialmente el material de alimentación metalífero en el ciclón de fundición en el aparato de fundición descrito anteriormente y (b) fundir completamente el material al menos parcialmente reducido / fundido en el baño fundido del recipiente de fundición del aparato.

45 El procedimiento puede incluir mantener un potencial de oxígeno en el ciclón de fundición que sea suficiente para que el gas de escape del ciclón de fundición tenga un grado de post-combustión de al menos el 80 %.

El material de alimentación metalífero puede ser cualquier material que contenga óxidos metálicos.

50 El material de alimentación metalífero puede ser minerales, minerales parcialmente reducidos y corrientes de residuos que contienen metal.

El material de alimentación metalífero puede ser un material de alimentación que contiene hierro, tal como un mineral de hierro. En ese caso, el procedimiento puede caracterizarse manteniendo una temperatura de al menos 1100 °C, normalmente al menos 1200 °C en el ciclón de fundición.

55 El material de alimentación metalífero puede ser una escoria de titanio.

El material de alimentación metalífero puede ser cualquier otro material adecuado.

60 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describe adicionalmente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

65 la figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra una realización de una planta para fundir material de alimentación metalífero que contiene hierro a hierro fundido de acuerdo con el procedimiento de fundición HIsarna en el aparato de fundición HIsarna;

la figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra una realización de un conducto de gases de escape de un aparato de fundición Hlsarna de acuerdo con la presente invención; y
 la figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra otra realización, aunque no la única, de un conducto de gases de escape del aparato de fundición Hlsarna de acuerdo con la presente invención.

5

Descripción de las realizaciones

El procedimiento y el aparato que se muestran en la figura 1 son una realización del procedimiento y el aparato Hlsarna.

10

El procedimiento y el aparato de la invención no se limitan al procedimiento y aparato Hlsarna y también se extienden a cualquier otro procedimiento y aparato de fundición a base de baño fundido.

15

El procedimiento y el aparato que se muestra en la figura 1 se basan en el uso de un aparato que incluye un ciclón de fundición 2 y un recipiente de fundición 4 a base de baño fundido ubicado directamente debajo del ciclón de fundición 2, con comunicación directa entre las cámaras del ciclón de fundición 2 y el recipiente de fundición 4.

20

Con referencia a la figura 1, una mezcla de material de alimentación metalífero en forma de mineral a base de magnetita (u otro mineral de hierro) con un tamaño superior de 6 mm y caliza 1 se alimenta, a través de un secador de minerales, al ciclón de fundición 2 usando un gas de transporte neumático 1a. La piedra caliza representa aproximadamente el 8-10 % en peso de la corriente combinada de mineral y piedra caliza. El carbón 3 se alimenta, a través de un secador separado, al recipiente de fundición 4 donde se inyecta en un baño de metal fundido y escoria utilizando gas transportador 2a. El oxígeno 7 se inyecta en el recipiente de fundición 4 al gas post-combustión, normalmente CO y H₂, se genera y libera del baño fundido y proporciona el calor necesario para el procedimiento de fundición en el baño antes de que los gases fluyan hacia arriba desde el recipiente de fundición 4 al ciclón de fundición 2. Se inyecta oxígeno 8 en el ciclón fundido 2 para precalentar y fundir parcialmente el mineral. Específicamente, el oxígeno 8 quema después el gas, normalmente CO y H₂, generado y liberado del baño fundido, lo que produce llamas muy calientes (ciclónicas) en el ciclón de fundición 2. Por lo general, el oxígeno 7 y 8 es oxígeno de calidad técnica.

30

El efecto neto de la forma descrita anteriormente del procedimiento Hlsarna es un procedimiento de contracorriente de dos pasos. El material de alimentación metalífero se calienta y se reduce parcialmente en el ciclón de fundición 2 por los gases de reacción salientes del recipiente de fundición 4 y fluye hacia abajo en el recipiente de fundición 4 y se funde a hierro fundido.

35

El hierro fundido 5 se descarga del recipiente de fundición 4 a través de un hogar frontal.

40

La escoria fundida 6 producida en el procedimiento se descarga del recipiente de fundición 4 a través de un orificio de toma de escoria.

45

Las condiciones de operación, incluidas, entre otras, las velocidades de alimentación de carbón y mineral, las velocidades de alimentación de oxígeno al recipiente de fundición directo 4 y el ciclón de fundición 2 y las pérdidas de calor del recipiente de fundición 4 se seleccionan de manera que los gases de escape salgan del ciclón de fundición 2 a través de un conducto de salida de gases de escape 9 tiene un grado de post-combustión que normalmente es de al menos el 90 %.

50

El gas de escape del ciclón de fundición 2 pasa a través de un conducto de gases de escape 9 a un incinerador de gases de escape 10, donde se inyecta oxígeno adicional 11 para quemar el CO / H₂ residual y proporcionar un grado de oxígeno libre (normalmente 1-2 %) en el gas de combustión completamente quemado.

55

El gas completamente quemado luego pasa a través de una sección de recuperación de calor residual 12 donde el gas se enfría y se genera vapor. El gas de combustión luego pasa a través de un lavador húmedo 13 donde se logra la refrigeración y la eliminación del polvo. El lodo resultante 14 está disponible para su reciclaje en la fundición a través de la corriente de alimentación de minerales 1.

60

El gas de combustión frío que sale del lavador 13 se alimenta a una unidad de desulfuración de gas de combustión 15.

El gas de combustión limpio se ventila a través de una pila 16. Este gas consiste principalmente en CO₂ y, si corresponde, se puede comprimir y geo-secuestrar (con la eliminación adecuada de las especies de gases no condensables residuales).

65

El recipiente de fundición 4 es del tipo descrito en la publicación internacional WO 00/01854 en nombre del solicitante y comprende un hogar formado por material refractario y paredes laterales que se extienden hacia arriba desde los lados del hogar, incluyendo la pared lateral paneles enfriados con agua. La divulgación en la publicación internacional se incorpora en el presente documento por referencia.

El aparato descrito anteriormente puede funcionar como se describe en la sección de Antecedentes de la memoria descriptiva anterior para producir metal fundido.

Como se ha indicado anteriormente:

- 5
- (a) la escoria indeseable que forma espuma en la cámara de fundición del recipiente de fundición 4 puede estar causada por grandes acumulaciones ricas en óxido de hierro sólidas (o casi sólidas) que se desprenden del conducto de gases de escape por encima del ciclón de fundición y caen en el baño fundido en el recipiente de fundición, donde pueden producir una rápida ebullición del carbón y formación de espuma en la escala de tiempo de aproximadamente un minuto;
- 10
- (b) las pruebas en plantas piloto indican que el "producto" que cae en el recipiente de fundición del ciclón de fundición comprende en gran medida gotas de líquido o lodo y de vez en cuando también comprende las acumulaciones sólidas; y
- 15
- (c) el solicitante cree que estas acumulaciones sólidas más o menos regulares causan eventos de "mini ebullición de carbón" no deseados, cada uno de los cuales incrementa el CO durante un período corto de tiempo.

La figura 2 y la figura 3 muestran cada una una realización del conducto de gases de escape 9 de acuerdo con la presente invención.

- 20
- Con referencia a las Figuras 2 y 3, la presente invención aborda los eventos de formación de espuma de escoria indeseables descritos anteriormente causados por acumulaciones en el conducto de gases de escape 9 que entran en el baño fundido en el recipiente de fundición proporcionando una sección de entrada 18 (véanse las partes rodeadas por un círculo de las Figuras 2 y 3) del conducto de gases de escape 9 que se extiende hacia arriba (verticalmente en las realizaciones mostradas en las Figuras 2 y 3) desde un techo del ciclón de fundición 2 y se
- 25
- forma para hacer que los gases de escape experimenten un cambio sustancial de dirección a medida que fluyen a través de la sección de entrada. El cambio sustancial en la dirección en la sección de entrada aleja rápidamente el gas de escape de la extensión hacia arriba (en estas realizaciones verticales) de la cámara de fundición y la cámara del ciclón, de modo que cualquier acumulación que se forme en el conducto 9 tenga más probabilidades de formarse aguas abajo (en la dirección del movimiento de los gases de escape) y se desplazan lateralmente de la sección de
- 30
- entrada y, por lo tanto, no pueden caer directamente en el baño fundido en la cámara de fundición.

- Con referencia a la Figura 2, la sección de entrada 18 del conducto de gases de escape 9 incluye una curva, normalmente una curva en forma de giro brusco, que define un ángulo incluido α de aproximadamente 100-115° entre un tramo 21 aguas arriba (en la dirección del flujo de los gases de escape) que se extiende verticalmente de la
- 35
- sección de entrada 18 y un tramo aguas abajo 22 de la sección de entrada 18. En otras palabras, la sección de entrada incluye el tramo aguas arriba 21 y el tramo aguas abajo 22, extendiéndose el tramo aguas abajo 22 al ángulo α desde el tramo aguas arriba 21 y definiendo la curva de la sección de entrada 18. La sección de entrada 18 está colocada de manera que el tramo aguas arriba 21 se extiende verticalmente hacia arriba desde un techo del ciclón de fundición 2. La sección de entrada 18 está colocada centralmente en el techo de el ciclón de fundición 2.
- 40
- Esta disposición canaliza los gases de escape que fluyen hacia arriba desde el ciclón de fundición 2 hacia la sección de entrada 18. Casi inmediatamente, se hace que el gas de escape fluya alrededor de la curva, es decir, con un cambio sustancial de dirección a través del ángulo de la curva de 100-115° entre los tramos 21, 22 de la sección de entrada 18, y se aleja de un camino vertical en relación con el ciclón de fundición 2 y el recipiente de fundición 4. El cambio del ángulo del gas a través de la curva es de 65-80°. Esta disposición minimiza el área de superficie de la pared del conducto de gases de escape 9 en el que pueden formarse acumulaciones sólidas y posteriormente se separa del ducto 9 y caen directamente al baño fundido en el recipiente de fundición 4 y causan eventos de formación de espuma de escoria. El tramo aguas arriba 21 y el tramo aguas abajo 22 pueden tener cualquier longitud adecuada. Normalmente, los tramos 21 se seleccionan para que sean lo más cortos posible de modo que la
- 45
- sección de entrada 18 sea una zona de alta temperatura.
- 50

- Con el fin de minimizar el crecimiento de la acumulación, la sección de entrada 18 se enfría mediante elementos de refrigeración en forma de láminas de cobre 19 refrigeradas con agua en las secciones de las paredes de la sección de entrada 18 que son las principales superficies de contacto para el flujo de gases de escape a través de la sección de entrada 18, tal como en la superficie superior de la curva entre el tramo aguas arriba 21 y el tramo aguas abajo
- 55
- 22 de la sección de entrada 18.

- El conducto de los gases de escape 9 incluye además una sección recta 23 que es una extensión del tramo aguas abajo 22 que se extiende hacia arriba alejándose de la sección de entrada 18 en un ángulo de 10-15° con respecto a la horizontal. La sección recta 23 puede estar en cualquier ángulo adecuado a la horizontal y puede tener cualquier longitud adecuada. La sección recta 23 termina en una sección descendente 24 en forma de una curva ascendente en forma de giro brusco que define un ángulo β incluido de al menos 75° y normalmente de 75-80°, entre la sección recta 23 y un tramo aguas abajo 25 que se extiende verticalmente de la sección aguas abajo 24. La curva hace que los gases de escape experimenten otro cambio sustancial de dirección (a través de un cambio de ángulo del gas de 75-80°) a medida que fluye a través de la sección aguas abajo 24. Este segundo cambio de dirección facilita la separación de las acumulaciones del gas de escape. La sección aguas abajo es también un área de recolección para acumulaciones que se forman en las paredes del conducto de gases de escape aguas abajo de la sección
- 60
- 65

aguas abajo 24 y posteriormente se funden o caen de las paredes. Con el tiempo, estas acumulaciones se funden y el material fundido fluye de regreso al ciclón de fundición 2 y al recipiente de fundición 4.

Con referencia a la Figura 3, la sección de entrada 18 de la realización del conducto de gases de escape 9 que se muestra en esta Figura se forma como una curva, normalmente una curva en forma de giro brusco, que define un ángulo incluido α de aproximadamente 90° entre un tramo aguas arriba 21 (en la dirección de flujo de los gases de escape) que se extiende verticalmente de la sección de entrada 18 y un tramo aguas abajo 22 de la sección de entrada 18. Como se describe en relación con la realización de la Figura 2, el tramo aguas abajo 22 se extiende en el ángulo α desde el tramo aguas arriba 21 y define la curva de la sección de entrada 18. La sección de entrada 18 está colocada de manera que el tramo aguas arriba 21 se extiende verticalmente hacia arriba desde un techo del ciclón de fundición 2. La sección de entrada 18 está colocada centralmente en el techo de el ciclón de fundición 2. Esta disposición canaliza los gases de escape que fluyen hacia arriba desde el ciclón de fundición 2 hacia la sección de entrada 18. Casi inmediatamente, se hace que el gas de escape fluya alrededor de la curva, es decir, con un cambio sustancial de dirección, es decir, un cambio del ángulo del gas de 90° y se aleja de un camino vertical en relación con el ciclón de fundición 2 y el recipiente de fundición 4. Esta disposición minimiza el área de la superficie de la pared del conducto de gases de escape 9 en el que pueden formarse acumulaciones sólidas y, posteriormente, separarse del conducto y caer directamente en el baño fundido en el recipiente de fundición 4 y provocar eventos de formación de espuma de escoria. Con el fin de minimizar el crecimiento de la acumulación, la sección de entrada 18 se enfría mediante elementos de refrigeración en forma de láminas de cobre 19 refrigeradas con agua en las secciones de las paredes de la sección de entrada 18 que son las principales superficies de contacto para el flujo de gases de escape a través de la sección de entrada 18, tal como en la superficie superior de la curva entre el tramo aguas arriba 21 y el tramo aguas abajo 22 de la sección de entrada 18.

El conducto de gases de escape 9 que se muestra en la Figura 3 también incluye una sección aguas abajo 24 en forma de una curva en forma de giro brusco, que define un ángulo incluido β de $70-75^\circ$ entre el tramo aguas abajo 22 de la sección de entrada 18 y un tramo aguas abajo 23 que se extiende hacia arriba de la sección 24 aguas abajo. La sección aguas abajo 24 está inmediatamente después de la sección de entrada 18. La curva hace que los gases de escape experimenten otro cambio sustancial de dirección (a través de un cambio de ángulo del gas de $105-110^\circ$) a medida que fluye a través de la sección aguas abajo 24. Este segundo cambio de dirección facilita la separación de las acumulaciones del gas de escape. La sección aguas abajo es también un área de recolección para acumulaciones que se forman en las paredes del conducto de gases de escape 9 aguas abajo de la sección aguas abajo 24 y posteriormente se funden o caen de las paredes. Con el tiempo, estas acumulaciones se funden y el material fundido fluye de regreso al ciclón de fundición 2 y al recipiente de fundición 4. El tramo aguas abajo 23 es una sección recta que se extiende hacia arriba en un ángulo de $60-70^\circ$ con respecto a la horizontal.

Las realizaciones del conducto de gases de escape 9 de la presente invención mostradas en las Figuras 2 y 3 son opciones eficaces para minimizar las acumulaciones en el conducto de gases de escape 9 que caen directamente al baño fundido en el recipiente de fundición 4 y provocan eventos de formación de espuma de escoria.

Pueden hacerse muchas modificaciones a las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente sin apartarse del espíritu y alcance de la invención.

A modo de ejemplo, si bien cada realización incluye dos curvas en forma de giro brusco en la sección de entrada 18 y la sección aguas abajo 24, la presente invención no está tan limitada y las realizaciones más amplias de la invención incluyen una sola curva en forma de giro brusco en la sección de entrada 18. La invención también se extiende a disposiciones en las que hay más de dos curvas.

Además, la presente invención no se limita a las dimensiones relativas particulares de los tramos y otras partes de los conductos de gases de escape 9 en las realizaciones mostradas en las Figuras 2 y 3.

Además, mientras que los tramos 21 de las secciones de entrada 18 de los conductos de gases de escape 9 de las realizaciones mostradas en las Figuras 2 y 3 son tramos verticales 21, la presente invención no está tan limitada e incluye disposiciones en las que los tramos 21 se extienden hacia arriba pero no necesariamente verticalmente. La selección del ángulo para los tramos 21 se rige por el objetivo de minimizar la posibilidad de que se formen acumulaciones en los tramos 21.

Además, aunque la curva en la sección de entrada 18 está definida por tramos rectos 21, 22, la invención no se limita a esta disposición y se extiende a disposiciones en las que uno o ambos tramos 21, 22 son curvas u otro perfil.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de fundición, que incluye:

5 un recipiente de fundición (4), que incluye una cámara de fundición adaptada para contener un baño de metal fundido y escoria, y
 un ciclón de fundición (2) para el tratamiento previo de un material de alimentación metalífero, que se coloca arriba y se comunica directamente con el recipiente de fundición (4), y
 10 un conducto de gases de escape (9) que se extiende desde el ciclón de fundición para descargar un gas de escape, estando el ciclón de fundición (2), caracterizado por que el conducto de gases de escape (9) que tiene una sección de entrada (18) que se extiende hacia arriba desde el ciclón de fundición (2), en el que la sección de entrada incluye

15 una extensión hacia arriba de la cámara del ciclón que define un tramo aguas arriba (21) de la sección de entrada (18), y
 un tramo aguas abajo (22) de la sección de entrada (18), extendiéndose el tramo aguas abajo (22) en ángulo respecto al tramo aguas arriba (21) de modo que el gas de escape experimenta un cambio sustancial en la dirección a medida que se mueve a través de una curva que interconecta los tramos aguas arriba y aguas abajo (21, 22),

20 en el que la sección de entrada (18) tiene la forma de una curva en forma de giro brusco que define un ángulo incluido de al menos 90°, normalmente 90-120°, entre el tramo aguas arriba (21) de la sección de entrada (18) y el tramo aguas abajo (22) de la sección de entrada (18), causando la curva que los gases de escape sufran un cambio sustancial de dirección a través del ángulo a medida que fluyen a través de la sección de entrada al conducto de gases de escape (9).

2. El aparato definido en la reivindicación 1, en el que la curva de la sección de entrada está configurada para ser enfriada, para evitar el crecimiento de grandes acumulaciones sólidas en la curva.

30 3. El aparato definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el conducto de gases de escape incluye una sección aguas abajo que se forma para hacer que los gases de escape experimenten otro cambio sustancial de dirección a medida que fluyen a través de la sección aguas abajo.

35 4. El aparato definido en la reivindicación 3, en el que la sección aguas abajo incluye una curva en forma de giro brusco que define un ángulo incluido de menos de 90°, normalmente de 60-90°, entre un tramo aguas arriba, que está dispuesto en la dirección del flujo de los gases de escape y un tramo aguas abajo de la sección aguas abajo, haciendo la curva que los gases de escape sufran un cambio sustancial de dirección a través del ángulo a medida que fluyen a través de la sección aguas abajo.

40 5. El aparato definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el ciclón de fundición incluye toberas para inyectar materiales de alimentación sólidos y gas que contiene oxígeno en la cámara del ciclón.

45 6. El aparato definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el recipiente de fundición incluye lanzas para inyectar materiales de alimentación sólidos y gas que contiene oxígeno en la cámara de fundición.

50 7. Un procedimiento para fundir un material de alimentación metalífero que incluye fundir el material de alimentación metalífero en el baño fundido en el recipiente de fundición (4) del aparato definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

55 8. El procedimiento definido en la reivindicación 7 incluye reducir al menos parcialmente y fundir parcialmente el material de alimentación metalífero en el ciclón de fusión del aparato definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; y fundir completamente el material al menos parcialmente reducido / fundido en el baño fundido en el recipiente de fundición del aparato reivindicado.

9. El procedimiento definido en la reivindicación 7 o la reivindicación 8 incluye mantener un potencial de oxígeno en el ciclón de fundición que es suficiente para que el gas de escape del ciclón de fundición tenga un grado de poscombustión de al menos el 80 %.

60 10. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el material de alimentación metalífero contiene óxidos metálicos.

65 11. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que el material de alimentación metalífero incluye minerales, minerales parcialmente reducidos y corrientes de residuos que contienen metal.

12. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el material de alimentación metálfero incluye material de alimentación que contiene hierro, tal como un mineral de hierro.

5 13. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, en el que el material de alimentación metálfero incluye una escoria de titania.

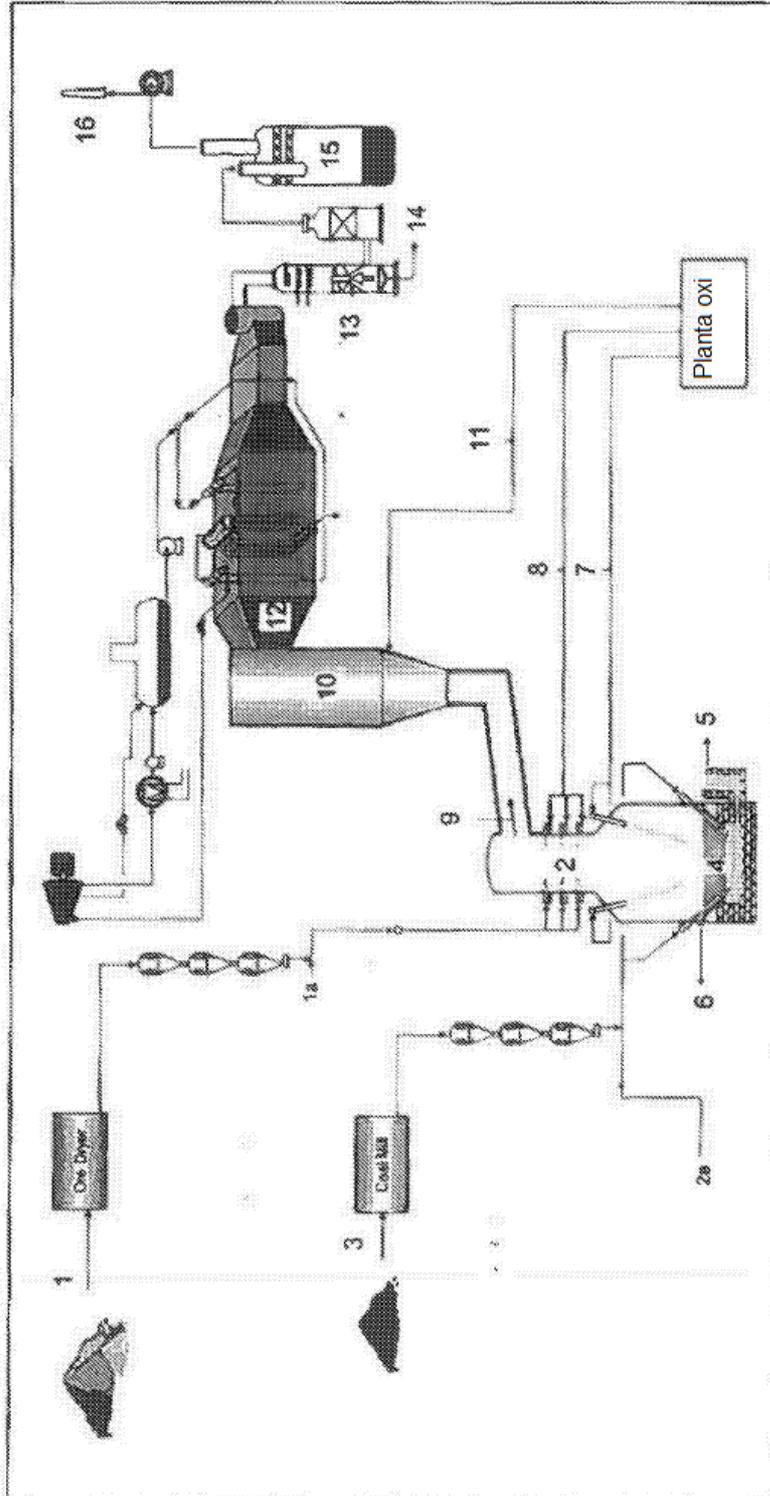


FIGURA 1

