

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 007**

51 Int. Cl.:

C21C 5/46 (2006.01)
C21B 13/00 (2006.01)
C21B 5/00 (2006.01)
C21B 13/02 (2006.01)
C21C 5/00 (2006.01)
C21C 5/04 (2006.01)
C22B 5/10 (2006.01)
C22B 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2012 PCT/AU2012/001481**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **13.06.2013 WO13082653**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2012 E 12856182 (6)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 2788515**

54 Título: **Comenzar un proceso de fundición**

30 Prioridad:

06.12.2011 AU 2011905072

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

04.06.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 671 007 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

Comenzar un proceso de fundición

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un método para iniciar un proceso para fundir un material metalífero.

10 El término "material metalífero" se entiende aquí que incluye material de alimentación sólido y material de alimentación fundido. El término también incluye dentro de su alcance material metalífero parcialmente reducido.

TÉCNICA ANTERIOR

15 La presente invención se refiere particularmente, aunque no de manera exclusiva, a un método para iniciar un proceso de fundición basado en baño fundido para producir metal fundido a partir de un material metalífero en un recipiente de fundición que tiene una fuente fuerte de baño/escoria generada por evolución del gas en el baño fundido, siendo la evolución del gas al menos en parte el resultado de la desvolatilización del material carbonáceo en el baño fundido.

20 En particular, aunque de ninguna manera exclusivamente, la presente invención se refiere a un método para iniciar un proceso para fundir un material que contiene hierro, tal como un mineral de hierro, y producir hierro.

25 La presente invención se refiere particularmente, aunque de ninguna manera exclusivamente, a un método para iniciar un proceso de fundición en un recipiente de fundición que incluye una cámara principal para fundir material metalífero.

30 Un conocido proceso de fundición a base de un baño fundido, generalmente denominado proceso Hlsmelt, se describe en un número considerable de patentes y solicitudes de patentes a nombre del solicitante. El documento WO2006/119575 describe un método de arranque en frío para un proceso de fundición directa.

Otro procedimiento de fundición basado en baño fundido, denominado en lo sucesivo proceso "Hlsarna", se describe en la solicitud internacional PCT/AU99/00884 (WO 00/022176) a nombre del solicitante.

35 El proceso Hlsmelt y el proceso Hlsarna están asociados particularmente a la producción de hierro fundido a partir de mineral de hierro u otro material que contiene hierro.

40 El proceso Hlsarna se lleva a cabo en un aparato de fundición que incluye (a) un recipiente de fundición que incluye una cámara de fundición principal y lanzas para inyectar materiales de alimentación sólidos y gas que contiene oxígeno en la cámara principal y está adaptado para contener un baño de metal fundido y escoria y (b) un ciclón fundido para pretratar un material de alimentación metalífero que se coloca arriba y se comunica directamente con el recipiente de fundición.

45 El término "ciclón fundido" se entiende aquí que significa un recipiente que típicamente define una cámara cilíndrica vertical y está construido de manera que los materiales de alimentación suministrados a la cámara se mueven en un recorrido alrededor de un eje central vertical de la cámara y pueden soportar altas temperaturas de funcionamiento suficientes para fundir al menos parcialmente materiales de alimentación metalíferos.

50 En una forma del proceso Hlsarna, el material de alimentación carbonoso (típicamente carbón) y opcionalmente el flujo (típicamente caliza calcinada) se inyectan en un baño fundido en la cámara principal del recipiente de fundición. El material carbonáceo se proporciona como una fuente de un reductor y una fuente de energía. El material de alimentación metalífero, tal como el mineral de hierro, opcionalmente mezclado con fundente, se inyecta y se calienta y se funde parcialmente y se reduce parcialmente en el ciclón fundido. Este material metalífero fundido, parcialmente reducido, fluye hacia abajo desde el ciclón fundido al baño fundido en el recipiente de fundición y se funde en metal fundido en el baño. Los gases de reacción calientes (típicamente CO, CO₂, H₂ y H₂O) producidos en el baño fundido se queman parcialmente con gas que contiene oxígeno (típicamente oxígeno de grado técnico) en la parte superior de la cámara principal. El calor generado por la post-combustión se transfiere a gotas fundidas en la sección superior que vuelven a caer en el baño fundido para mantener la temperatura del baño. Los gases de reacción calientes parcialmente combustiónados fluyen hacia arriba desde la cámara principal y entran en el fondo del ciclón fundido. El gas que contiene oxígeno (típicamente oxígeno de grado técnico) se inyecta en el ciclón fundido a través de toberas que están dispuestas de forma tal que generan un patrón de remolino ciclónico en un plano horizontal, es decir, alrededor de un eje central vertical de la cámara del fundido ciclón. Esta inyección de gas que contiene oxígeno conduce a una combustión adicional de los gases del recipiente de fundición, dando como resultado llamas muy calientes (ciclónicas). El material de alimentación metalífero entrante finamente dividido se inyecta neumáticamente en estas llamas mediante toberas en el ciclón fundido, dando como resultado un calentamiento rápido y una fusión parcial acompañada de una reducción parcial (aproximadamente del 10-20% de reducción). La reducción se debe tanto a la descomposición térmica de hematita como a la acción reductora de

CO/H₂ en los gases de reacción de la cámara principal. El material de alimentación metalífero caliente, parcialmente fundido se lanza hacia afuera sobre las paredes del ciclón fundido por acción ciclónica de remolino y, como se describió anteriormente, fluye hacia abajo en el recipiente de fundición a continuación para fundir en la cámara principal de ese recipiente.

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

La descripción anterior no debe tomarse como una admisión del conocimiento general común en Australia o en otro lugar.

15 El solicitante ha propuesto que el proceso Hlsarna y una versión de oxígeno soplado del proceso Hlsmelt se inicien en un recipiente de fundición alimentando el metal caliente (desde una fuente externa) a la cámara principal del recipiente a través de la noria del recipiente, comenzando a suministrar gas que contiene oxígeno (típicamente oxígeno de grado técnico) y material carbonáceo sólido (típicamente carbón) y generar calor en la cámara principal. Este método de arranque en caliente genera calor a través de la ignición espontánea de material combustible en la
20 cámara principal. El solicitante ha propuesto que este paso inicial en el método de arranque en caliente sea seguido por la adición de agentes formadores de escoria y, más tarde, mediante la adición de material de alimentación metalífero (tal como material ferruginoso tal como mineral de hierro) a la cámara principal. El método de inicio en caliente se describe en una solicitud internacional complementaria titulada "Iniciando un Proceso de Fundición" presentada a nombre del solicitante el mismo día que la solicitud internacional objeto para la presente invención.

25 En ensayos de planta piloto del proceso Hlsarna que se basaron en oxígeno de calidad técnica como gas que contiene oxígeno, carbón como material carbonáceo sólido y finos de mineral de hierro como material metalífero, se probó el método de arranque en caliente anterior. El solicitante descubrió que hay una ventana de tiempo finita después de verter metal caliente en la cámara principal del recipiente de fundición dentro de la cual es posible comenzar a suministrar oxígeno y carbón frío a la cámara principal y tener ignición espontánea de material combustible y generar calor en la cámara principal que es necesario para iniciar el proceso. Se encontró que esta ventana de tiempo típicamente tiene una duración de alrededor de 1-2 horas bajo las condiciones de la planta piloto. Se encontró que la ventana de tiempo era variable dependiendo de (entre otros factores) la geometría del recipiente de fundición, la temperatura del metal de carga y la química del metal de carga. También se descubrió que, si las
30 etapas para comenzar a suministrar oxígeno y carbón a la cámara principal no se implementaban dentro del intervalo de tiempo requerido, era imposible garantizar la ignición espontánea del carbón y el oxígeno frío dentro de la cámara principal. Esto dio como resultado una mezcla de carbón no quemado y oxígeno que abandonaba la cámara principal, con la posibilidad de una explosión de polvo de carbón (y daños asociados) en los equipos corriente abajo.

40 El solicitante ha descubierto que el mecanismo asociado con este intervalo de tiempo está relacionado con la formación de una capa de escoria sobre el metal fundido. Una vez que esta capa de escoria está suficientemente bien establecida, se enfría mediante radiación al recipiente de fundición, por ejemplo, para paneles de agua en un espacio superior de la cámara principal, y se convierte en costra, creando de manera efectiva una manta sobre el metal fundido. La manta actúa como un aislante térmico que restringe la transferencia de calor del metal fundido debajo de la manta al espacio superior de la cámara principal sobre la manta, con el resultado de que las condiciones térmicas en el espacio superior son demasiado frías para soportar la ignición espontánea de combustible material en el espacio superior. Aunque no desea estar obligado por el siguiente comentario, el solicitante cree que esta escoria se formó durante las pruebas de la planta piloto principalmente de (i) revestimientos
45 residuales de escoria que quedaron de operaciones anteriores y (ii) reacción de oxígeno con constituyentes en metal fundido (silicio en particular, que reacciona para formar dióxido de silicio).

50 El solicitante también encontró en las pruebas de la planta piloto que esencialmente el mismo problema ocurrió si la planta estaba funcionando normalmente y luego se detuvo (incluyendo detener el suministro de materiales de alimentación sólidos a la cámara principal) durante un período de tiempo significativo (por ejemplo, para realizar reparaciones mecánicas fuera del recipiente de fundición). Bajo estas condiciones, la capa de escoria es generalmente significativamente más gruesa en comparación con la capa de escoria al inicio del proceso. El metal caliente está significativamente más abajo de la superficie de la escoria y, por lo tanto, es menos capaz de mantener la superficie superior de la escoria caliente por conducción. El calor de la escoria superficial se perdió en el
55 recipiente de fundición, por ejemplo, en paneles enfriados con agua en el espacio superior de la cámara principal, por radiación, y se formó una capa fría y costrosa en el baño fundido más rápidamente que antes. Cuando el recipiente de fundición estuvo inactivo durante más de 15-30 minutos, la ignición espontánea del carbón y el oxígeno frío y, por lo tanto, la generación de calor necesaria para apoyar el inicio del proceso en la cámara principal del recipiente de fundición, una vez más, fue imposible de garantizar.

65

5 Durante el transcurso de las pruebas de la planta piloto, el solicitante desarrolló un método seguro y práctico para iniciar el proceso HIsarna en estas condiciones. Una base importante del método es reconocer la necesidad (antes de que se pueda introducir oxígeno frío y carbón u otro gas apropiado que contenga oxígeno y material carbonáceo sólido) para establecer una "zona caliente" suficientemente grande y estable para la ignición de oxígeno y carbón en la cámara principal del recipiente de fundición por medios independientes, es decir, independientemente de y antes de suministrar oxígeno frío y carbón a la cámara principal.

10 El método de comenzar un proceso de fundición de la presente invención es aplicable al inicio (término que incluye "reiniciar") cualquier proceso de fundición a base de baño fundido cuando las condiciones térmicas (temperaturas) dentro de un espacio superior de la cámara principal del recipiente de fundición son demasiado frías para permitir la ignición segura y espontánea de cualquier gas frío que contenga oxígeno recién suministrado y material carbonáceo sólido en la cámara principal. Como se describió anteriormente, tales condiciones se encuentran típicamente cuando una capa de escoria congelada y crujiente está presente en la superficie superior del baño fundido en la cámara principal.

15 RESUMEN DE LA DIVULGACIÓN

20 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para iniciar un proceso basado en un baño fundido para fundir un material de alimentación metalífero para formar un metal fundido en un aparato de fundición, el aparato incluye un recipiente de fundición que incluye una cámara principal que contiene un baño de metal fundido y no hay inyección de materiales de alimentación sólidos en el aparato de fundición en el momento de comenzar el método, y con el método que incluye las etapas de:

25 (a) insertar una fuente de ignición externa en la cámara principal del recipiente de fundición para formar una zona caliente en la cámara principal,

(b) comenzar a suministrar un gas frío que contiene oxígeno en la cámara principal y encender material combustible en la cámara principal,

30 (c) comenzar a suministrar un material carbonáceo a la cámara principal y la temperatura en la cámara principal y la fusión de materiales congelados en la cámara principal, y

(d) comenzar a suministrar un material metalífero en la cámara principal y fundir el material metalífero y producir metal fundido en la cámara principal.

35 El término "frío" en el contexto de gas que contiene oxígeno se entiende aquí que significa frío en el sentido de que el gas está a una temperatura inferior a la requerida para la ignición espontánea del material carbonáceo y la mezcla de gases que contiene oxígeno (es decir, por debajo de aproximadamente 700-800°C en el caso de una mezcla de carbón-oxígeno).

40 El término "materiales congelados" referido en la etapa (c) anterior incluye a modo de ejemplo una capa de escoria, tal como la capa crujiente de escoria encontrada en las pruebas de la planta piloto.

45 El método puede incluir el suministro de un material combustible a la cámara principal antes de la etapa (a) anterior. A modo de ejemplo, el método puede incluir suministrar un material combustible sólido (tal como madera, carbón u otro material sólido adecuado) a la cámara principal insertando manualmente el material combustible a través de una abertura (tal como la muesca de escoria) en la cámara principal. A modo de ejemplo adicional, el método puede incluir el suministro de un material combustible gaseoso o un material combustible líquido en la cámara principal. El material combustible gaseoso puede ser gas natural. El material combustible líquido puede ser petróleo.

50 Esta etapa opcional de alimentar el material combustible a la cámara principal antes de la etapa (a) puede no ser necesaria en situaciones en las que la capa de costra es delgada y/o no está completamente formada y puede haber suficiente material combustible ya en la cámara principal para soportar la combustión a través de la fuente de ignición cuando se inicia el suministro de gas que contiene oxígeno en la etapa (b). En algunas situaciones, por ejemplo, cuando el método se usa después de una breve interrupción de una campaña de fundición, la capa de costra puede no estar completamente establecida y puede haber suficiente material combustible residual en el recipiente para soportar la ignición cuando se inicia el suministro de gas que contiene oxígeno en la etapa (b). En otras situaciones, el método puede incluir el suministro de un material combustible a la cámara principal después de la etapa (a) de insertar la fuente de ignición externa en la cámara principal y antes de la etapa (b) de comenzar a suministrar el gas frío que contiene oxígeno a la cámara principal y encender el material combustible en la cámara principal. El material combustible puede ser un sólido o un material gaseoso o un material combustible líquido como se describió anteriormente.

65 En general, las opciones anteriores de suministrar un material combustible al recipiente antes o después de insertar la fuente de ignición externa en la cámara principal pueden usarse en momentos diferentes. Si la parada de la planta es relativamente corta (pero demasiado larga para simplemente comenzar a suministrar carbón y oxígeno u otro

material carbonáceo adecuado y gas que contenga oxígeno sin proporcionar una fuente de ignición), entonces la adición de material combustible a la cámara principal) puede no ser necesario. Para paradas más largas, las otras opciones que involucran el suministro de material combustible a la cámara principal antes o después de la etapa (a) pueden ser necesarias.

5 El método puede incluir (bajo condiciones de puesta en marcha o cuando un inventario de escoria en la cámara principal es bajo) comenzar el suministro de escoria o materiales formadores de escoria a la cámara principal para formar una escoria sobre el metal fundido después de la etapa (c) y antes de la etapa (d) anterior.

10 La fuente de ignición para la etapa (a) de inserción de la fuente de ignición externa en la cámara principal puede adaptarse para funcionar durante un tiempo de al menos 3 minutos, típicamente al menos 5 minutos.

La fuente de ignición para la etapa (a) se puede seleccionar sobre la base de que no requiere oxígeno gaseoso en la cámara principal para permanecer iluminado.

15 La fuente de ignición para la etapa (a) puede llevar su propio oxígeno "a bordo" (por ejemplo, en forma de óxido de hierro) de forma que se queme independientemente de si está en aire, oxígeno o nitrógeno. Con respecto a la referencia al nitrógeno, se observa que generalmente se usarán purgas de inyección de nitrógeno (u otro gas inerte) y, en este punto del método, puede haber poco o ningún oxígeno gaseoso disponible en el interior de la cámara principal.

La fuente de ignición para la etapa (a) puede ser una llamarada basada en magnesio.

25 El método puede incluir verificar que la fuente de ignición externa está encendida en la cámara principal después de insertar la fuente de ignición externa en la cámara principal en la etapa (a).

La etapa de verificar que la fuente de ignición está encendida en la cámara principal puede ser mediante observación directa o mediante una cámara montada dentro de una abertura adecuada tal como una muesca de escoria en el recipiente de fundición.

30 La etapa (b) de comenzar a suministrar el gas que contiene oxígeno frío y encender material combustible en la cámara principal puede incluir comenzar a suministrar oxígeno a la cámara principal y encender material combustible en la cámara principal.

35 La etapa (b) de comenzar a suministrar el gas que contiene oxígeno frío y encender material combustible en la cámara principal puede incluir comenzar a suministrar oxígeno de calidad técnica a una temperatura de alimentación inferior a 800°C en la cámara principal y encender material combustible en la cámara principal.

40 La etapa (b) de comenzar a suministrar el gas que contiene oxígeno frío y encender material combustible en la cámara principal puede incluir comenzar a suministrar una pequeña cantidad de oxígeno frío (típicamente 10-30% del flujo de oxígeno normal para el proceso) a la cámara principal. En tal situación, el material combustible presente en la cámara principal (tal como material carbonáceo residual de una operación anterior y/o madera como el material combustible opcional suministrado a la cámara principal antes de la etapa (a)) debe encenderse y arder.

45 El método puede incluir verificar la ignición de material combustible después de la etapa (b) de encender material combustible en la cámara principal.

50 La etapa de verificar la ignición puede ser mediante observación directa o mediante una cámara adecuada que el material se está quemando en la cámara principal. El uso de madera como el material combustible opcional suministrado a la cámara principal antes de la etapa (a) es particularmente ventajoso, ya que se quemará durante varios minutos con una llama brillante y fácil de reconocer.

55 La etapa (c) de comenzar a suministrar el material carbonáceo en la cámara principal puede incluir el suministro del material carbonáceo a una temperatura de alimentación por debajo de 150°C. El material carbonáceo puede ser un material sólido (como el carbón) o un material gaseoso (como el gas natural) o un material líquido (como el petróleo).

La etapa (c) puede incluir verificar que la generación de dióxido de carbono en la cámara principal está en curso a través de un sistema de análisis de gas en línea.

60 La etapa (d) puede incluir el suministro gradual del gas que contiene oxígeno y el material carbonáceo suministrado en etapas anteriores del método o el suministro de cantidades crecientes de otro gas que contiene oxígeno y material carbonáceo a la cámara principal. A modo de ejemplo, puede ser preferible usar material carbonáceo gaseoso en la etapa (c) del método y pasar a suministrar un material carbonáceo sólido cuando el material metálico se suministra a la cámara principal en la etapa (d).

65

La etapa (d) puede incluir el suministro progresivo de suministro del material metálico a la cámara principal.

El aparato puede incluir (i) el recipiente de fundición descrito anteriormente que está adaptado para contener un baño de metal fundido y (ii) un ciclón fundido que está situado encima y se comunica con el recipiente de fundición. En ese caso, la etapa (d) puede incluir comenzar el suministro del material de alimentación metálico y el gas que contiene oxígeno en el ciclón fundido y generar un flujo de material que gira horizontalmente en el ciclón y quemar gas combustible que fluye hacia arriba en el ciclón desde el recipiente y reducir y fundir parcialmente el material de alimentación metálico en el ciclón, por lo que el material de alimentación metálico fundido parcialmente reducido fluye hacia abajo desde el ciclón al baño fundido de metal y escoria en la cámara principal del recipiente de fundición y se funde en metal fundido en el baño.

El método de la presente invención es aplicable a un aparato de fundición basado en un baño fundido que incluye (a) un recipiente de fundición que tiene una cámara principal que está adaptada para contener el baño de metal fundido y escoria, (b) lanzas u otros medios adecuados para suministrar el material carbonáceo al baño, (c) lanzas u otros medios adecuados para suministrar el gas que contiene oxígeno a las lanzas del baño (d) lanzas u otros medios adecuados para suministrar el material metálico al baño, ya sea directamente o a través de un ciclón fundido, (e) un medio tal como una noria para eliminar metal y escoria de la cámara principal, y (f) al menos 40%, típicamente al menos 50%, de la región de la pared del recipiente de fundición sobre el baño cubierto por paneles refrigerados por agua con capas de escoria congeladas.

En condiciones normales de funcionamiento, el proceso de fundición a base de baño fundido incluye las etapas de:

(a) suministrar el material carbonáceo y el material metálico (que puede ser sólido o fundido) al baño fundido y generar gas de reacción y fundir material metálico y producir metal fundido en el baño,

(b) suministrar el gas que contiene oxígeno a la cámara principal para la combustión por encima del baño de gas combustible liberado del baño y generar calor para las reacciones de fundición en el baño, siendo típicamente el gas que contiene oxígeno de grado técnico que es "frío" en el sentido de que está a una temperatura significativamente inferior a la requerida para la ignición segura de una mezcla de carbón y oxígeno (es decir, por debajo de aproximadamente 700-800°C); y

(c) producir un movimiento ascendente significativo de material fundido desde el baño por afluencia de gas para crear gotas portadoras de calor y salpicaduras de material fundido que se calientan cuando se proyectan en la región de combustión en el espacio superior de la cámara principal y después caen de vuelta al baño, mediante el cual las gotas y las salpicaduras llevan el calor hacia abajo al baño donde se usa para fundir el material metálico.

El gas que contiene oxígeno puede ser aire, oxígeno o aire enriquecido con oxígeno.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Una realización de un método para comenzar un proceso de fundición en un recipiente de fundición de acuerdo con la presente invención se describe con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

La Figura 1 es una vista esquemática de un aparato Hlsarna para fundir un material metálico y producir metal fundido de acuerdo con una realización del proceso Hlsarna;

La figura 2 es una vista en sección transversal ampliada del recipiente de fundición mostrada en la figura 1 que ilustra el estado del recipiente de fundición cuando el recipiente ha estado "inactivo" durante más de 15-30 minutos, ya sea durante la puesta en marcha del proceso o durante un reinicio del proceso después de una interrupción en el proceso de más de 15-30 minutos, y hay una capa crujiente en las capas de metal fundido y escoria fundida en el recipiente.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

El proceso Hlsarna funde material de alimentación metálico y produce salidas de proceso de metal fundido, escoria fundida y un gas residual. La siguiente descripción del proceso Hlsarna se encuentra en el contexto de la fundición de material metálico en forma de mineral de hierro. La presente invención no está limitada a este tipo de material metálico.

El aparato Hlsarna mostrado en la Figura 1 incluye un ciclón 2 fundido y un recipiente 4 de fundición basado en un baño fundido que tiene una cámara 19 principal situada directamente debajo del ciclón 2 fundido, con comunicación directa entre las cámaras del ciclón 2 fundido y el recipiente 4 de fundición.

Con referencia a la figura 1, durante la operación en estado estacionario de una campaña de fundición, se alimenta una mezcla de mineral basado en magnetita (u otro mineral de hierro) con un tamaño superior de 6 mm y flujo tal como caliza 1, a través de un secador de mineral, y con un gas 1a transportador neumático, en el ciclón 2 fundido.

- La piedra caliza representa aproximadamente el 8-10% en peso de la corriente combinada de mineral y piedra caliza. Se inyecta Oxígeno 8 en el ciclón 2 fundido a través de toberas para precalentar y parcialmente derretir y reducir parcialmente el mineral. El oxígeno 8 también quema el gas combustible que fluye hacia arriba en el ciclón 2 fundido del recipiente 4 de fundición. El mineral parcialmente fundido y parcialmente reducido fluye hacia abajo desde el ciclón 2 fundido a un baño 25 fundido de metal y escoria en la cámara 19 principal en el recipiente 4 de fundición. El mineral parcialmente fundido y parcialmente reducido se funde para formar hierro fundido en el baño 25 fundido. El carbón 3 se alimenta, a través de un secador separado, a la cámara 19 principal del recipiente 4 de fundición. El carbón 3 y un transporte el gas 2a se inyecta a través de las lanzas 35 en el baño 25 fundido de metal y escoria en la cámara 19 principal. El carbón proporciona una fuente de un reductor y una fuente de energía. Las Figuras 1 y 2 muestran que el baño 25 fundido comprende dos capas, de las cuales la capa 25a es una capa de metal fundido y la capa 25b es una capa de escoria fundida. Las Figuras ilustran las capas como de profundidad uniforme. Esto es sólo para fines ilustrativos y no es una representación precisa de lo que sería un baño muy agitado y bien mezclado en la operación del proceso de Hlsarna. La mezcla del baño 25 fundido se debe a la desvolatilización del carbón en el baño, que genera gas, como CO y H₂, y da como resultado un movimiento ascendente de gas y material arrastrado desde el baño fundido a un espacio superior de la cámara 19 principal que está encima del baño 25 fundido. El oxígeno 7 se inyecta en la cámara 19 principal a través de lanzas 37 para postcombustir algunos de estos gases, típicamente CO y H₂, generados en y liberados del baño 25 fundido en el espacio superior de la cámara 19 principal y proporcionar el calor necesario para el proceso de fundición en el baño.
- El funcionamiento normal del proceso Hlsarna durante una campaña de fundición implica (a) inyección de carbón a través de lanzas 35 e inyección de oxígeno frío mediante lanzas 37 en la cámara 19 principal del recipiente 4 de fundición y (b) inyección de mineral 7 e inyección de oxígeno 8 adicional en el ciclón 2 fundido.
- Las condiciones de operación, que incluyen, pero no se limitan a, tasas de alimentación de carbón y oxígeno en la cámara 19 principal del recipiente 4 de fundición y minerales y velocidades de alimentación de oxígeno en el ciclón 2 fundido y pérdidas de calor desde la cámara 19 principal, son seleccionadas de modo que el gas residual que sale del ciclón 2 fundido a través de un conducto de salida de gas 9 tiene un grado de postcombustión de al menos 90%.
- El gas residual del ciclón 2 fundido pasa a través de un conducto 9 de gas residual a un incinerador 10 de gas residual, donde se inyecta oxígeno 11 adicional para quemar CO/H₂ residual y proporciona un grado de oxígeno libre (típicamente 1-2%) en el gas de combustión completamente quemado.
- El gas de escape completamente quemado pasa a continuación a través de una sección 12 de recuperación de calor residual, donde el gas se enfría y se genera vapor. El gas de combustión luego pasa a través de un depurador 13 húmedo donde se logra el enfriamiento y la eliminación de polvo. El lodo 14 resultante está disponible para su reciclado a la fundición a través de la corriente 1 de alimentación de mineral.
- El gas de combustión frío que sale del depurador 13 se alimenta a una unidad 15 de desulfurización de gases de combustión.
- El gas de combustión limpio se ventila luego a través de un apilamiento 16. Este gas consiste principalmente en CO₂ y, si es apropiado, puede comprimirse y geoasegurarse (con eliminación apropiada de especies residuales de gas no condensables).
- Con referencia particular a la vista transversal ampliada del recipiente 4 de fundición mostrada en la figura 2, el recipiente 4 incluye una noria 33 revestida de refractario y paredes 41 laterales definidas predominantemente por paneles refrigerados por agua que definen la cámara 19 principal. El recipiente 4 de fundición también incluye una noria 21 que está conectado a la cámara 19 principal a través de una conexión 23 de noria. Durante el curso de una campaña de fundición del proceso de Hlsarna, el metal fundido producido en la cámara 19 principal descarga de la cámara 19 principal a través de la conexión de noria 23 y de noria 21.
- Con referencia adicional a la figura 2, cuando el proceso Hlsarna se interrumpe por cualquier motivo y el proceso no ha estado funcionando durante más de 15-30 minutos (es decir, no ha habido inyección de materiales de alimentación sólidos en el ciclón 2 fundido y el recipiente 4 de fundición durante este periodo de tiempo), basándose en los ensayos de planta piloto mencionados anteriormente, se forma una capa 29 crujiente sobre la superficie de escoria en la cámara 19 principal. La formación de la capa 29 crujiente indica que no es posible garantizar la ignición segura y espontánea del carbón y del oxígeno frío suministrado a la cámara principal para iniciar el proceso Hlsarna y, además, suministrar carbón y oxígeno frío a la cámara principal en estas condiciones puede dar lugar a una mezcla de carbón y oxígeno sin combustión que abandona la cámara, con la posibilidad de una explosión de polvo de carbón (y daños asociados) en el equipo aguas abajo.
- De acuerdo con una realización del método de la presente invención, para iniciar de forma segura el proceso Hlsarna en este estado "inactivo", se realizan las siguientes etapas:
1. Se abre la muesca 6 de escoria y se abre material combustible en la forma de 10-20 tablones finos y largos de madera (cada uno alrededor de un tercio a la mitad del diámetro de la cámara 19 principal del recipiente 4 de

fundición de longitud y tamaño para ajustarse fácilmente a través de la muesca de escoria 6) se empujan manualmente en la cámara 19 principal.

5 2. Una llamarada del tipo rutinariamente en la fabricación de acero BOF (por ejemplo, Beko Vuurwerk BV, artículo Hoogoven Fakkel No. 4490) se vierte en la cámara 19 principal a través de la muesca de escoria 6, y la observación visual directa se utiliza para confirmar que la llamarada se quema dentro de la cámara 19 principal. La llamarada forma una zona caliente en la cámara 19 principal.

10 3. Se suministra oxígeno frío a la cámara 19 principal mediante lanzas 37 a un índice de fluidez de aproximadamente 10-30% del flujo de proceso normal, es decir flujo de proceso normal cuando el proceso Hlsarna está funcionando en la producción de metal clasificado para el proceso en el aparato de fundición.

15 4. Una vez que se ha verificado (por ejemplo, por observación directa) que hay una llama basada en oxígeno dentro de la cámara 19 principal debido a la ignición por la zona caliente, se suministra carbón a la cámara 19 principal mediante lanzas 35 a una velocidad de aproximadamente 5-20% del flujo de proceso normal.

20 5. Una vez que se ha verificado la ignición del carbón, por ejemplo, mediante observación directa, la muesca 6 de escoria se cierra y la composición de descarga de la cámara 19 principal se monitoriza a través de un sistema normal de análisis de gases en línea para asegurar la generación continua de dióxido de carbono.

25 6. El carbón y el oxígeno se intensifican según la práctica normal de puesta en marcha, y se ejecuta una carrera de calentamiento (alimentación de carbón y oxígeno únicamente) durante un período para volver a fundir la escoria en la cámara principal y establecer las condiciones adecuadas para la alimentación del mineral. La duración de la carrera de calentamiento variará de acuerdo con el tiempo que la planta ha estado fuera de línea, y normalmente estará en el rango de 0,5 a 2 horas.

30 7. Una vez que se completa el ciclo de calentamiento, se suministran mineral y oxígeno al interior del ciclón 2 fundido y el mineral se funde y se reduce parcialmente y fluye hacia abajo en la cámara 19 principal y comienza la producción de hierro en la cámara principal, como se describe anteriormente en relación con la Figura 1.

35 La descripción anterior se centra en iniciar el proceso Hlsarna después de que haya habido una interrupción del proceso de al menos 15-30 minutos durante el cual se forma una capa de escoria crujiente 29 en el baño fundido en la cámara 19 principal. El mismo método pasos 1 7 para iniciar el proceso Hlsarna establecido anteriormente se puede utilizar durante un proceso inicial de puesta en marcha para el proceso Hlsarna en una situación en la que se forma una capa crujiente 29 durante el curso de ese proceso de puesta en marcha.

Se pueden realizar muchas modificaciones a la realización del proceso de la presente invención descrita anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

40 A modo de ejemplo, la etapa 1 no se limita al uso de material combustible sólido, y también se pueden usar materiales combustibles líquidos o gaseosos.

45 A modo de ejemplo adicional, la presente invención no se limita a la adición de material combustible antes de insertar la fuente de ignición en el recipiente 4 de fundición. Específicamente, puede haber situaciones en las que es preferible agregar material combustible después de insertar la fuente de ignición en el recipiente y antes de comenzar el suministro de oxígeno frío (u otro gas adecuado que contenga oxígeno). En algunas situaciones, la adición de material combustible puede no requerirse en absoluto y la ignición puede lograrse sobre la base de material combustible residual en el recipiente 4 de fundición.

50 A modo de ejemplo adicional, la observación visual (u otra) de que la fuente de ignición está encendida puede no ser necesaria en la etapa 2 en situaciones en las que la fuente de ignición tiene su propia fuente de oxígeno.

55 A modo de ejemplo adicional, la presente invención no se limita al tiempo de duración de al menos 15-30 minutos durante el cual no hay suministro de materiales de alimentación sólidos en el ciclón 2 fundido y el recipiente 4 de fundición. El período de tiempo puede variar dependiendo de un rango de factores que incluyen el tipo de material metálico y las características del recipiente de fundición, como la tasa de pérdida de calor de la escoria al recipiente. En cualquier situación dada, el período de tiempo es el tiempo requerido para que se forme escoria en el baño fundido en una medida que es problemático comenzar la inyección de oxígeno y carbón fríos a la cámara 19 principal del recipiente 4 de fundición.

60 La descripción anterior se centra en el carbón como el material carbonáceo y el oxígeno de grado técnico para el gas que contiene oxígeno. La presente invención no está tan limitada y se extiende a cualquier gas adecuado que contenga oxígeno y cualquier material carbonáceo sólido adecuado.

65

5 La realización descrita anteriormente se centra en el proceso Hlsarna. La presente invención no se limita al proceso Hlsarna y se extiende a cualquier proceso basado en baño fundido en un recipiente de fundición. A modo de ejemplo, la presente invención se extiende a la versión de soplado con oxígeno del proceso Hlsmelt. Como se indicó anteriormente, el proceso Hlsmelt se describe en un número considerable de patentes y solicitudes de patentes a nombre del solicitante. A modo de ejemplo, el proceso Hlsmelt se describe en la solicitud internacional PCT/AU96/00197 a nombre del solicitante. La divulgación en la memoria descriptiva de la patente presentada en la solicitud internacional se incorpora aquí mediante referencia cruzada.

REIVINDICACIONES

1. Un método para iniciar un proceso basado en baño fundido para fundir un material de alimentación metalífero para formar un metal fundido en un aparato de fundición, el aparato incluye un recipiente (4) de fundición que incluye una cámara (19) principal que contiene un baño de metal fundido, y con el método que incluye las etapas de:
- 5 (a) insertar una fuente de ignición externa en la cámara principal del recipiente de fundición para formar una zona caliente en la cámara (19) principal;
- 10 (b) comenzar a suministrar un gas (8) frío que contiene oxígeno a la cámara (19) principal y encender material combustible en la cámara (19) principal,
- 15 (c) comenzar a suministrar un material carbonáceo a la cámara (19) principal y aumentar la temperatura en la cámara (19) principal y la fusión de materiales congelados en la cámara (19) principal, y
- (d) comenzar a suministrar material metalífero a la cámara (19) principal y fundir el material metalífero y producir metal fundido en la cámara (19) principal.
2. El método definido en la reivindicación 1 incluye suministrar un material (3) combustible a la cámara (19) principal antes de la etapa (a) de insertar la fuente de ignición externa en la cámara (19) principal.
- 20 3. El método definido en la reivindicación 2 incluye el suministro del material de (3) combustible en la cámara (19) principal insertando manualmente el material de (3) combustible a través de una abertura en la cámara principal.
- 25 4. El método definido en la reivindicación 1 incluye suministrar un material (3) combustible a la cámara (19) principal después de la etapa (a) de insertar la fuente de ignición externa en la cámara (19) principal y antes de la etapa (b) de comenzar a suministrar el gas que contiene oxígeno (8) frío a la cámara (19) principal y encender el material combustible en la cámara (19) principal.
- 30 5. El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes incluye verificar que la fuente de ignición externa está encendida en la cámara (19) principal después de insertar la fuente de ignición externa en la cámara (19) principal en la etapa (a).
- 35 6. El método definido en la reivindicación 5 donde la etapa de verificar que la fuente de ignición se enciende en la cámara (19) principal es por observación directa o mediante una cámara montada dentro de una abertura en el recipiente (4) de fundición.
- 40 7. El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la etapa (b) de comenzar a suministrar el gas (8) que contiene oxígeno frío y encender material (3) de combustible en la cámara (19) principal incluye comenzar a suministrar oxígeno a la cámara (19) principal y encender material combustible en la cámara (19) principal.
- 45 8. El método definido en la reivindicación 7 donde la etapa (b) de comenzar a suministrar el gas que contiene oxígeno (8) frío y encender material de (3) combustible en la cámara (19) principal incluye comenzar a suministrar oxígeno de grado técnico a una temperatura de alimentación inferior 800°C a la cámara (19) principal y encender material combustible en la cámara (19) principal.
- 50 9. El método definido en la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el que la cantidad de gas (8) que contiene oxígeno frío es 10-30% del flujo de oxígeno normal para el proceso de fundición a base de baño fundido.
10. El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes incluye verificar la ignición de material de (3) combustible después de la etapa (b) de encender material de (3) combustible en la cámara (19) principal.
- 55 11. El método definido en la reivindicación 10, en el que la etapa de verificar el encendido es mediante observación directa o mediante una cámara adecuada, que el material se quema en la cámara (19) principal.
- 60 12. El método definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la etapa (c) de comenzar a suministrar el material carbonáceo incluye suministrar el material carbonáceo a la cámara (19) principal a una temperatura de alimentación por debajo de 150°C.
- 65 13. El método definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa (c) incluye verificar que la generación de dióxido de carbono en la cámara (19) principal está en curso a través de un sistema de análisis de gases en línea.
14. El método definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la etapa (d) incluye el suministro gradual del gas que contiene oxígeno (8) y el material carbonáceo suministrado en las etapas anteriores del método

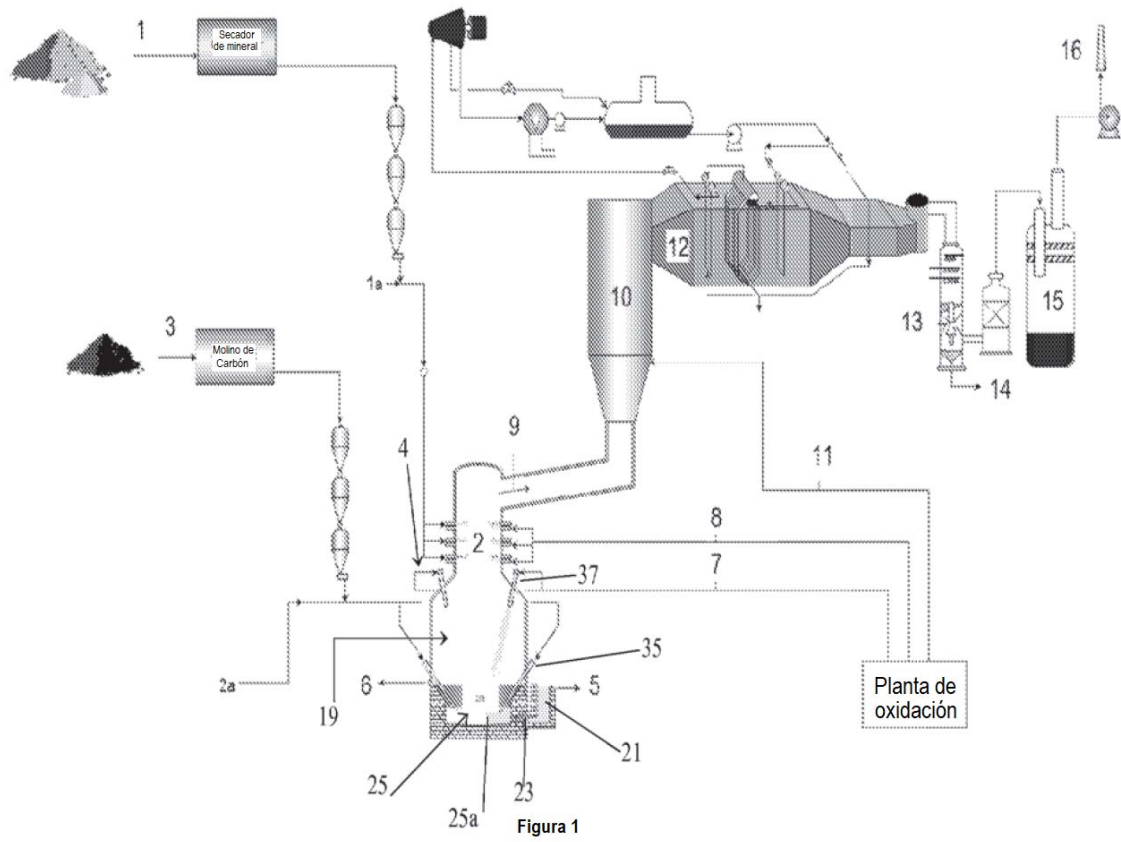
o el suministro de cantidades crecientes de otros gases que contienen oxígeno y materiales carbonáceos en la cámara (19) principal.

5 15. El método definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde el proceso de fundición basado en baño fundido incluye las etapas de:

(a) suministrar el material carbonáceo sólido y el material metálico (que puede ser sólido o fundido) al baño (25) fundido y generar gas de reacción y fundir material metálico y producir metal (25) fundido en el baño;

10 (b) suministrar el gas que contiene oxígeno a la cámara (19) principal para la combustión por encima del baño del gas de reacción con el fin de generar calor para las reacciones de fundición en el baño; y

15 (c) producir un movimiento ascendente significativo de material fundido desde el baño (25) mediante subida de gas con el fin de crear gotas portadoras de calor y salpicaduras de material fundido que se calientan cuando se proyectan en la región de combustión en el espacio superior de la cámara (19) principal y luego caen de nuevo al baño, por lo que las gotitas y las salpicaduras llevan calor hacia abajo al baño (25) donde se usa para fundir el material metálico.



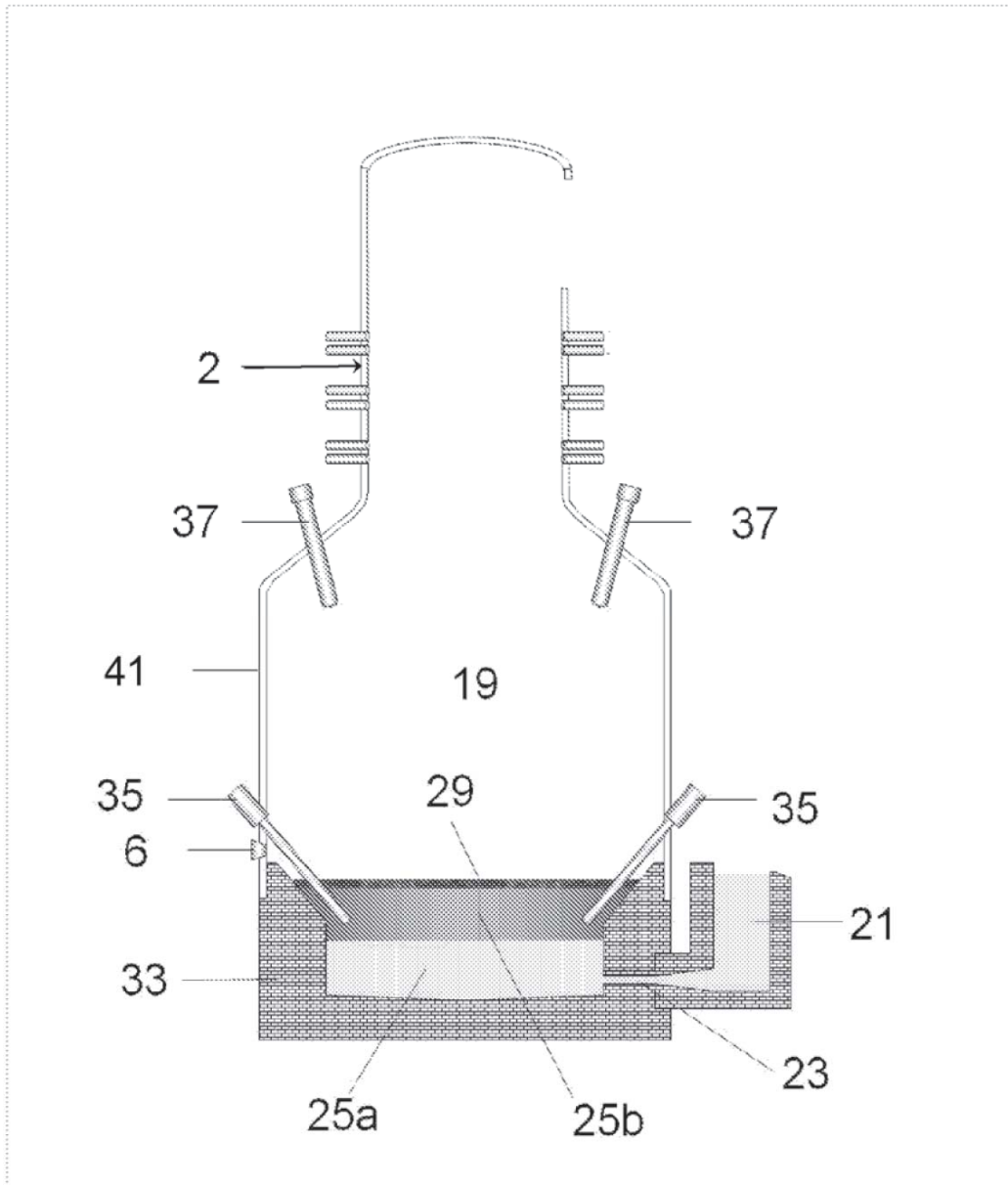


Figura 2