(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 787 451**

(51) Int. Cl.:
C21B 11/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2017 PCT/CN2017/082308**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2018 WO18058951**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2017 E 17854409 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 3476952**

(54) Título: **Método de mezcla de vórtice para reducción de hierro por fundición**

(30) Prioridad:

27.09.2016 CN 201610854514

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2020

(73) Titular/es:

NORTHEASTERN UNIVERSITY (100.0%)
No.11, Lane 3 Wenhua Road Heping District
Shenyang, Liaoning 110819, CN

(72) Inventor/es:

ZHANG, TINGAN;
LIU, YAN;
DOU, ZHIHE;
ZHANG, ZIMU y
LV, GUOZHI

(74) Agente/Representante:

INGENIAS CREACIONES, SIGNOS E INVENCIONES, SLP

ES 2 787 451 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

Método de mezcla de vórtice para reducción de hierro por fundición

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo de la tecnología metalúrgica y se refiere, en particular, a un método para la fabricación de hierro mediante reducción por fundición en un vórtice generado por agitación.

2. Las técnicas anteriores

La industria del acero de China ha crecido rápidamente durante años de desarrollo a alta velocidad, representando el 40 % o más de la capacidad de la producción mundial de acero. Sin embargo, la reducción de costes y la mejora del entorno de trabajo se han convertido en las principales prioridades ante la sobrecapacidad del acero y los requisitos medioambientales cada vez más estrictos. Como base de la fabricación de acero, un proceso de fabricación de hierro es perfecto. En China, la fabricación de hierro se refiere principalmente a la fabricación de hierro en alto horno. La fabricación de hierro en alto horno es principalmente un proceso de reducción de hierro, esto es, el hierro en la mena para la fabricación de hierro se reduce de óxidos a arrabio fundido a altas temperaturas mediante el uso de coque como combustible y agentes reductores.

En situaciones económicas difíciles, la herrería toma diversas medidas para continuar reduciendo el coste de procesamiento del arrabio. Los requisitos para los indicadores operativos del alto horno se centran principalmente en elevar la temperatura del aire del alto horno, aumentando la tasa de utilización de gas, reduciendo la relación de combustible y prolongando la vida útil del alto horno. Como el proceso maduro de fabricación de hierro en alto horno ha hecho que el coste de fabricación de hierro sea estable, las mejoras en las condiciones locales solo pueden cambiar el coste del arrabio en pequeña medida, produciendo un pequeño margen de beneficio.

En el proceso de producción de alto horno, la tasa de utilización del agente reductor tiene un gran efecto sobre el coste de la producción, la duración del ciclo de producción es un factor importante que influye en el precio del hierro fundido, la tasa de utilización del agente reductor puede aumentarse eficazmente, el ciclo de producción puede acortarse, el coste del arrabio puede reducirse, y además se ve afectado todo el coste de fabricación del acero. La fabricación tradicional de hierro en alto horno adopta principalmente polvo de antracita como agente reductor, en donde el polvo de antracita se pulveriza y sopla desde la tobera hacia el alto horno. La baja densidad del carbón pulverizado permite que una gran cantidad de carbón pulverizado flote sobre la superficie en el proceso de reacción, de modo que el carbón pulverizado no puede reaccionar bien con los óxidos de hierro y la tasa de utilización del carbón pulverizado es baja; y existe mucho polvo sin reaccionar en los gases de combustión producidos, de modo que las materias primas se desperdician, y la atmósfera y el medio ambiente en el sitio también pueden verse gravemente influenciados.

Por lo tanto, es absolutamente esencial encontrar una nueva forma de adición para aumentar la tasa de utilización del agente reductor, acortar el ciclo de reacción y mejorar el medio ambiente en el sitio. El método de agitación KR se usa principalmente para mezclar un desulfurador con hierro fundido para promover la desulfuración en la etapa de pretratamiento del hierro fundido del proceso de fabricación de acero. La paleta agitadora KR se utiliza para agitar el carbón pulverizado extraído en el proceso de fabricación de hierro, de modo que la tasa de utilización del agente reductor puede reducirse considerablemente.

La solicitud de patente china N.º 201210104356.0 proporciona un novedoso método de agitación de desulfuración KR, y se refiere a la desulfuración fuera de un horno de hierro fundido delante de un convertidor. A través de la agitación rotatoria de un agitador, el desulfurador sobre la superficie del hierro fundido se introduce en el hierro fundido para la desulfuración mixta. Sin embargo, la invención no se refiere al campo de la fabricación de hierro. La solicitud de patente china N.º 201110185831.7 proporciona un método de reciclaje de hierro de escoria de la desulfuración KR, El hierro de escoria después de la desulfuración de KR se recicla para la fabricación de acero. Sin embargo, la invención no se refiere al campo de la fabricación de hierro. La solicitud de patente china N.º 201410040360.4 proporciona un sistema mejorado de fabricación de hierro de alto horno. Bajo la condición de que se garantice que la temperatura de transporte de aire caliente de la fabricación de hierro en alto horno se elevará eficazmente, la escala de configuración de un horno de calentamiento de aire disminuye, se ahorra el área ocupada, la inversión se reduce y el consumo de energía unitario y el coste de la fabricación de hierro se reducen. Sin embargo, la invención no se refiere a un sistema de fabricación de hierro por agitación. En el documento EP 0 743 368 A1 se describe un método de reducción por fundición, en el que el gas de agitación, principalmente nitrógeno, se sopla dentro del alto horno a través de toberas inferiores.

Sumario de la invención

De conformidad con los defectos de una forma de adición y una baja tasa de utilización de un agente reductor en un alto horno, la presente invención proporciona un método para la fabricación de hierro mediante reducción por fundición

en un vórtice generado por agitación. El método de acuerdo con la presente invención adopta un horno de inducción con una paleta agitadora, y se usa una agitación central para agitar rotativamente la masa fundida para formar un vórtice. Después de ser añadida a un centro del vórtice, la materia prima que contiene hierro pulverizado, el agente reductor y el agente formador de escoria se introducen inmediatamente en una piscina de fundición para mezclarlos completamente y que reaccionen, de modo que los óxidos que contienen hierro se reducen rápidamente.

Para realizar el propósito anterior, la presente invención aplica la siguiente solución técnica:

El método para la fabricación de hierro mediante reducción por fundición en un vórtice generado por agitación comprende las siguientes etapas:

(1) Poner un arrabio en un horno de inducción, calentar el arrabio hasta un estado fundido para formar un hierro fundido, y mantener una temperatura del hierro fundido que sea mayor o igual a 1.450 ºC, en donde una cantidad de arrabio es 5-20 % en volumen del cuerpo de un horno de inducción;
(2) Agitar el hierro fundido para formar un vórtice con una relación altura-diámetro de 0,5-2,5, y realizar agitación continuamente;
(3) Pulverizar y soplar una mezcla de un mineral que contiene hierro, un agente reductor y un agente formador de escoria en el centro del vórtice para provocar una reacción de reducción, y dejar de agitar después de obtener hierro fundido y escorias fundidas y producir un gas residual, en donde una relación en masa del mineral que contiene hierro, el agente reductor y el agente formador de escoria es 1: (0,1-0,15): (0,25-0,4); y
(4) Descargar el hierro fundido y las escorias fundidas, respectivamente, y evacuar un gas residual tratado.

En la etapa (1), el hierro fundido se usa para proporcionar un entorno de calentamiento.

En la etapa (1), el método de mantener la temperatura del hierro fundido para que sea mayor o igual a 1.450 ºC se realiza mediante autocalentamiento del horno de inducción.

En la etapa (1), el horno de inducción comprende una abertura de descarga de escoria y una abertura de descarga de hierro fundido; la abertura de descarga de hierro fundido está formada en una parte inferior en un lado del horno de inducción, y la abertura de descarga de escoria está formada en una parte superior en el otro lado del horno de inducción;

El horno de inducción está provisto de una paleta agitadora, un sistema de elevación de la paleta agitadora, un dispositivo de pulverización de polvo, una campana de aire, un sistema de purificación de gases de combustión, un sistema de recuperación de calor residual y una torre de lavado, en donde la paleta agitadora está dispuesta en el horno de inducción, el sistema de elevación de la paleta agitadora está conectado con la paleta agitadora, el dispositivo de pulverización de polvo está dispuesto en la parte superior a un lado del horno de inducción, la campana de aire está dispuesta sobre el horno de inducción, una entrada del sistema de purificación de gases de combustión está conectada con la campana de aire a través de una tubería, una entrada del sistema de recuperación de calor residual está conectada con una salida del sistema de purificación de gases de combustión a través de una tubería, una entrada de la torre de lavado está conectada con una salida del sistema de recuperación de calor residual a través de una tubería, una salida de la torre de lavado se comunica con la atmósfera, y el sistema de elevación de la paleta agitadora se usa para reemplazar la paleta agitadora.

La paleta agitadora está hecha de un material de carbono.

La paleta agitadora es una paleta agitadora de grafito.

En la etapa (2), la paleta agitadora se inserta a 1/3-1/2 de un nivel líquido del hierro fundido para una agitación central a una velocidad de agitación central de 50-200 rpm.

En la etapa (3), el mineral que contiene hierro, el agente reductor y el agente formador de escoria se mezclan, se muelen, y después se pulverizan y soplan al centro del vórtice a través de un dispositivo de pulverización de polvo.

En la etapa (3), el mineral que contiene hierro es mena de hierro.

En la etapa (3), el agente reductor es carbón pulverizado.

En la etapa (3), el agente formador de escoria es óxido de calcio.

En la etapa (3), una tasa de reducción del mineral que contiene hierro es mayor o igual al 95,5 %, y el contenido de hierro en las escorias fundidas es menor o igual al 0,35 % en masa.

En la etapa (3), las escorias fundidas comprenden los siguientes componentes de CaO, SiO_2 y Al_2O_3.

En la etapa (4), las escorias fundidas se ponen en una capa superior y el hierro fundido se pone en una capa inferior

en el horno de inducción, en donde las escorias fundidas se descargan desde la abertura de descarga de escoria y el hierro fundido se descarga desde la abertura de descarga de hierro fundido.

En la etapa (4), el gas residual se transporta al sistema de purificación de gases de combustión a través de la campana de aire para su purificación, después se recupera el calor residual a través del sistema de recuperación de calor residual, un gas nocivo en el gas residual se absorbe a través de la torre de lavado, y el gas resultante se descarga a la atmósfera una vez que se cumplen los requisitos de emisión pertinentes.

Las principales reacciones en el proceso de reducción de la fabricación de hierro son las siguientes:

$$Fe_xO_y + yC = yCO + xFe$$

$$Fe_xO_y + yCO = yCO_2 + xFe$$

$$Fe_xO_y + y/2C = y/2CO_2 + xFe$$

El método tiene los efectos beneficiosos de que:

(1) Después de añadirlo directamente al centro del vórtice generado por agitación sobre la superficie de la masa fundida, los materiales de reacción, en concreto, el mineral que contiene hierro, el agente reductor y el agente formador de escoria, son inmediatamente arrastrados a la piscina de fundición. Los materiales de reacción arrastrados pueden lograr un contacto total después de ser agitados, la reacción se acelera y el período de fabricación de hierro se acorta.
(2) La paleta agitadora mecánica está hecha de un material de carbono. Después de romperse debido a la agitación, la paleta agitadora se puede quebrar para reutilizarla como agente reductor.
(3) El método es simple en proceso, bajo en inversión, ahorra energía, respetuoso con el medio ambiente y de bajo coste, y tiene un alto valor económico. La tasa de utilización del agente reductor aumenta considerablemente, y el método es una tecnología eficiente de fabricación de hierro sin alto horno.
(4) De acuerdo con el método, la tasa de reducción del mineral que contiene hierro es mayor o igual al 95,5 %, y el contenido de hierro en las escorias fundidas es menor o igual al 0,35 %.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama estructural esquemático del sistema de horno e inducción de la presente invención, en donde: 1 indica la abertura de descarga de escoria, 2 indica la abertura de descarga de hierro fundido, 3 indica la paleta agitadora de grafito, 4 indica el sistema de elevación de la paleta agitadora, 5 indica el dispositivo de pulverización de polvo, 6 indica la campana de aire, 7 indica el sistema de purificación de los gases de combustión, 8 indica el sistema de recuperación de calor residual, 9 indica la torre de lavado.

Descripción detallada de la realización preferida

La presente invención se detallará adicionalmente a continuación en combinación con algunas realizaciones.

Realización 1

El diagrama estructural del sistema de horno de inducción de la realización se refiere a la Figura 1.

El método para la fabricación de hierro mediante reducción por fundición en un vórtice generado por agitación comprende las siguientes etapas:

(1) Poner un arrabio en un horno de inducción, calentar el arrabio hasta un estado fundido para formar un hierro fundido, y mantener una temperatura del hierro fundido que sea mayor o igual a 1.450 ºC para proporcionar un entorno de calentamiento, en donde una cantidad de arrabio es 5 % en volumen del cuerpo de un horno de inducción;
(2) Insertar una paleta agitadora de grafito de 3 a 1/3 de un nivel líquido del hierro fundido para una agitación central a una velocidad de agitación de 50 rpm, de modo que se forma un vórtice con una relación altura-diámetro de 0,5 y se continúa la agitación;
Reemplazar la paleta agitadora 3 a través de un sistema de elevación 4 de la paleta agitadora de acuerdo con un grado de desgaste de la paleta agitadora de grafito 3, y quebrar la paleta agitadora de grafito 3 desgastada para reutilizarla como agente reductor;
(3) Realizar la mezcla y molienda sobre una mena de hierro, un carbón pulverizado y un óxido de calcio, siendo una relación en masa de la mena de hierro al carbón pulverizado al óxido de calcio de 1:0,1:0,25 para obtener una mezcla en polvo, pulverizar y soplar la mezcla de polvo a un centro del vórtice, realizar una reacción de reducción y detener la agitación después de obtener el hierro fundido y las escorias fundidas, en donde se produce un gas residual;
(4) En el horno de inducción, poner el hierro fundido en una capa inferior y las escorias fundidas en una capa

superior, en donde las escorias fundidas comprenden principalmente CaO, SiO_2 y Al_2O_3; descargar el hierro fundido de la capa inferior a través de una abertura de descarga de hierro fundido 2, y descargar las escorias fundidas de la capa superior a través de una abertura de descarga de escoria 1, en donde una tasa de reducción de la mena de hierro es 96,5 %, y las escorias fundidas contienen 0,3 % de hierro; transportar el gas residual producido durante la reacción a un sistema de purificación de gases de combustión 7 a través de una campana de aire 6 para su purificación, recuperar después el calor residual a través de un sistema de recuperación de calor residual 8, absorber el gas nocivo en el gas residual a través de una torre de lavado 9 y descargar un gas resultante a la atmósfera una vez que se cumplen los requisitos de emisión pertinentes.

Realización 2

El diagrama estructural del sistema de horno de inducción de la realización se refiere a la Figura 1.

El método para la fabricación de hierro mediante reducción por fundición en un vórtice generado por agitación comprende las siguientes etapas:

(1) Poner un arrabio en un horno de inducción, calentar el arrabio hasta un estado fundido para formar un hierro fundido, y mantener una temperatura del hierro fundido que sea mayor o igual a 1.550 ºC para proporcionar un entorno de calentamiento, en donde una cantidad de arrabio es 15 % en volumen del cuerpo de un horno de inducción;
(2) Insertar una paleta agitadora de grafito de 3 a 1/2 de un nivel líquido del hierro fundido para una agitación central a una velocidad de agitación de 200 rpm, de modo que se forma un vórtice con una relación altura-diámetro de 2,5 y se continúa la agitación;
Sustituir la paleta agitadora 3 a través de un sistema de elevación 4 de la paleta agitadora de acuerdo con un grado de desgaste de la paleta agitadora de grafito 3;
(3) Realizar la mezcla y molienda sobre una mena de hierro, un carbón pulverizado y un óxido de calcio, siendo una relación en masa de la mena de hierro al carbón pulverizado al óxido de calcio de 1:0,15:0,4 para obtener una mezcla en polvo, pulverizar y soplar la mezcla de polvo a un centro del vórtice, realizar una reacción de reducción y detener la agitación después de obtener el hierro fundido y las escorias fundidas, en donde se produce un gas residual; y
(4) En el horno de inducción, poner el hierro fundido en una capa inferior y las escorias fundidas en una capa superior, en donde las escorias fundidas comprenden principalmente CaO, SiO_2 y Al_2O_3; descargar el hierro fundido de la capa inferior a través de una abertura de descarga de hierro fundido 2, y descargar las escorias fundidas de la capa superior a través de una abertura de descarga de escoria 1, en donde una tasa de reducción de la mena de hierro es 95,5 %, y las escorias fundidas contienen 0,35 % de hierro; transportar el gas residual producido durante la reacción a un sistema de purificación de gases de combustión 7 a través de una campana de aire 6 para su purificación, recuperar después el calor residual a través de un sistema de recuperación de calor residual 8, absorber el gas nocivo en el gas residual a través de una torre de lavado 9 y descargar un gas resultante a la atmósfera una vez que se cumplen los requisitos de emisión pertinentes.

Realización 3

El diagrama estructural del sistema de horno de inducción de la realización se refiere a la Figura 1.

El método para la fabricación de hierro mediante reducción por fundición en un vórtice generado por agitación comprende las siguientes etapas:

(1) Poner un arrabio en un horno de inducción, calentar el arrabio hasta un estado fundido para formar un hierro fundido, y mantener una temperatura del hierro fundido que sea mayor o igual a 1.500 ºC para proporcionar un entorno de calentamiento, en donde una cantidad de arrabio es 20 % en volumen del cuerpo de un horno de inducción;
(2) Insertar una paleta agitadora de grafito de 3 a 1/2 de un nivel líquido del hierro fundido para una agitación central a una velocidad de agitación de 100 rpm, de modo que se forma un vórtice con una relación altura-diámetro de 1,0 y se continúa la agitación;
Sustituir la paleta agitadora 3 a través de un sistema de elevación 4 de la paleta agitadora de acuerdo con un grado de desgaste de la paleta agitadora de grafito 3;
(3) Realizar la mezcla y molienda sobre una mena de hierro, un carbón pulverizado y un óxido de calcio, siendo una relación en masa de la mena de hierro al carbón pulverizado al óxido de calcio de 1:0,12:0,3 para obtener una mezcla en polvo, pulverizar y soplar la mezcla de polvo a un centro del vórtice, realizar una reacción de reducción y detener la agitación después de obtener el hierro fundido y las escorias fundidas, en donde se produce un gas residual; y
(4) En el horno de inducción, poner el hierro fundido en una capa inferior y las escorias fundidas en una capa superior, en donde las escorias fundidas comprenden principalmente CaO, SiO_2 y Al_2O_3; descargar el hierro fundido de la capa inferior a través de una abertura de descarga de hierro fundido 2, y descargar las escorias fundidas de la capa superior a través de una abertura de descarga de escoria 1, en donde una tasa de reducción de la mena de hierro es 96,2 %, y las escorias fundidas contienen 0,32 % de hierro; transportar el gas residual producido

durante la reacción a un sistema de purificación de gases de combustión 7 a través de una campana de aire 6 para su purificación, recuperar después el calor residual a través de un sistema de recuperación de calor residual 8, absorber el gas nocivo en el gas residual a través de una torre de lavado 9 y descargar un gas resultante a la atmósfera una vez que se cumplen los requisitos de emisión pertinentes.

Realización 4

El diagrama estructural del sistema de horno de inducción de la realización se refiere a la Figura 1.

El método para la fabricación de hierro mediante reducción por fundición en un vórtice generado por agitación comprende las siguientes etapas:

(1) Poner un arrabio en un horno de inducción, calentar el arrabio hasta un estado fundido para formar un hierro fundido, y mantener una temperatura del hierro fundido que sea mayor o igual a 1.480 ºC para proporcionar un entorno de calentamiento, en donde una cantidad de arrabio es 10 % en volumen del cuerpo de un horno de inducción;
(2) Insertar una paleta agitadora de grafito de 3 a 1/3 de un nivel líquido del hierro fundido para una agitación central a una velocidad de agitación de 150 rpm, de modo que se forma un vórtice con una relación altura-diámetro de 1,5 y se continúa la agitación;
Sustituir la paleta agitadora 3 a través de un sistema de elevación 4 de la paleta agitadora de acuerdo con un grado de desgaste de la paleta agitadora de grafito 3;
(3) Realizar la mezcla y molienda sobre una mena de hierro, un carbón pulverizado y un óxido de calcio, siendo una relación en masa de la mena de hierro al carbón pulverizado al óxido de calcio de 1:0,14:0,35 para obtener una mezcla en polvo, pulverizar y soplar la mezcla de polvo a un centro del vórtice, realizar una reacción de reducción y detener la agitación después de obtener el hierro fundido y las escorias fundidas, en donde se produce un gas residual; y
(4) En el horno de inducción, poner el hierro fundido en una capa inferior y las escorias fundidas en una capa superior, en donde las escorias fundidas comprenden principalmente CaO, SiO_2 y Al_2O_3; descargar el hierro fundido de la capa inferior a través de una abertura de descarga de hierro fundido 2, y descargar las escorias fundidas de la capa superior a través de una abertura de descarga de escoria 1, en donde una tasa de reducción de la mena de hierro es 95,8 %, y las escorias fundidas contienen 0,33 % de hierro; transportar el gas residual producido durante la reacción a un sistema de purificación de gases de combustión 7 a través de una campana de aire 6 para su purificación, recuperar después el calor residual a través de un sistema de recuperación de calor residual 8, absorber el gas nocivo en el gas residual a través de una torre de lavado 9 y descargar un gas resultante a la atmósfera una vez que se cumplen los requisitos de emisión pertinentes.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la fabricación de hierro mediante reducción por fundición en un vórtice generado por agitación, que comprende las siguientes etapas:

(1) poner un arrabio en un horno de inducción, calentar el arrabio hasta un estado fundido para formar un hierro fundido, y mantener una temperatura del hierro fundido que sea mayor o igual a 1.450 ºC, en donde una cantidad de arrabio es 5-20 % en volumen del cuerpo de un horno de inducción;
(2) agitar el hierro fundido para formar un vórtice con una relación altura-diámetro de 0,5-2,5, y realizar agitación continuamente;
(3) pulverizar y soplar una mezcla de un mineral que contiene hierro, un agente reductor y un agente formador de escoria en un centro del vórtice para provocar una reacción de reducción, y dejar de agitar después de obtener el hierro fundido y las escorias fundidas y se produce un gas residual, en donde una relación en masa del mineral que contiene hierro, el agente reductor y el agente formador de escoria es 1: (0,1-0,15): (0,25-0,4); y
(4) descargar el hierro fundido y las escorias fundidas, respectivamente, y evacuar un gas residual tratado.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde en la etapa (1), el horno de inducción comprende una abertura de descarga de escoria y una abertura de descarga de hierro fundido; la abertura de descarga de hierro fundido está formada en una parte inferior en un lado del horno de inducción, y la abertura de descarga de escoria está formada en una parte superior en el otro lado del horno de inducción;
el horno de inducción está provisto de una paleta agitadora, un sistema de elevación de la paleta agitadora, un dispositivo de pulverización de polvo, una campana de aire, un sistema de purificación de gases de combustión, un sistema de recuperación de calor residual y una torre de lavado, en donde la paleta agitadora está dispuesta en el horno de inducción, el sistema de elevación de la paleta agitadora está conectado con la paleta agitadora, el dispositivo de pulverización de polvo está dispuesto en la parte superior a un lado del horno de inducción, la campana de aire está dispuesta sobre el horno de inducción, una entrada del sistema de purificación de gases de combustión está conectada con la campana de aire a través de una tubería, una entrada del sistema de recuperación de calor residual está conectada con una salida del sistema de purificación de gases de combustión a través de una tubería, una entrada de la torre de lavado está conectada con una salida del sistema de recuperación de calor residual a través de una tubería, una salida de la torre de lavado se comunica con la atmósfera, y el sistema de elevación de la paleta agitadora se usa para reemplazar la paleta agitadora.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la paleta agitadora es una paleta agitadora de grafito.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde en la etapa (2), la paleta agitadora se inserta a 1/3-1/2 de un nivel líquido del hierro fundido para una agitación central con una velocidad de agitación central de 50-200 rpm.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde en la etapa (3), el mineral que contiene hierro, el agente reductor y el agente formador de escoria se mezclan, se muelen, y después se pulverizan y soplan al centro del vórtice a través de un dispositivo de pulverización de polvo.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde en la etapa (3), el mineral que contiene hierro es mena de hierro, el agente reductor es carbón pulverizado y el agente formador de escoria es óxido de calcio.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde en la etapa (3), una tasa de reducción del mineral que contiene hierro es mayor o igual a 95,5 %, y un contenido de hierro en las escorias fundidas es menor o igual a 0,35 % en masa.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde en la etapa (4), las escorias fundidas se ponen en una capa superior y el hierro fundido se pone en una capa inferior en el horno de inducción, en donde las escorias fundidas se descargan desde la abertura de descarga de escoria y el hierro fundido se descarga desde la abertura de descarga de hierro fundido.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde en la etapa (4), el gas residual se transporta al sistema de purificación de gases de combustión a través de la campana de aire para su purificación, después se recupera el calor residual a través del sistema de recuperación de calor residual, un gas nocivo en el gas residual se absorbe a través de la torre de lavado, y el gas resultante se descarga a la atmósfera una vez que se cumplen los requisitos de emisión pertinentes.

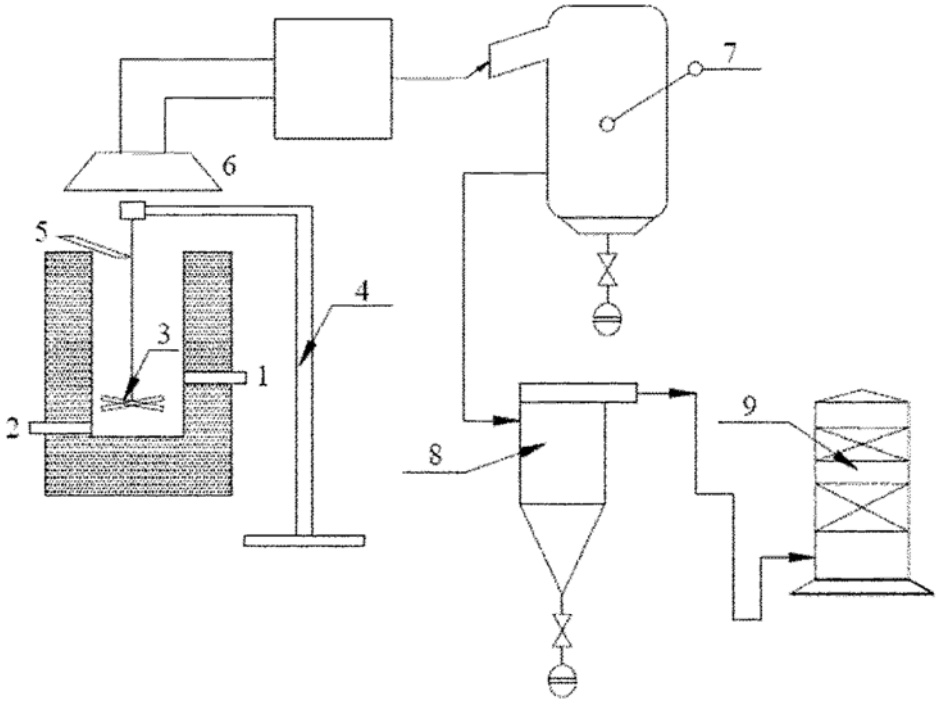

FIG. 1