

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 419**

51 Int. Cl.:

**C22B 1/00** (2006.01)

**C22B 7/00** (2006.01)

**C22B 15/00** (2006.01)

**C22B 21/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2016** **E 16174693 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017** **EP 3106529**

54 Título: **Procedimiento y planta de tratamiento y fusión de metales**

30 Prioridad:

**19.06.2015 IT UB20151558**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**27.02.2018**

73 Titular/es:

**FECS PARTECIPAZIONI S.P.A. (100.0%)**  
**Via Gramsci, 20**  
**24049 Verdellino (BG), IT**

72 Inventor/es:

**FOGLIENI, OLIVO**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 656 419 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 planta de tratamiento y fusión de metales.

### 5 Descripción

La presente invención se refiere a un procedimiento y a una planta de tratamiento y fusión de metales.

10 En particular, la presente invención se puede aplicar al tratamiento y la fusión de metales contaminados por la humedad y/o los desechos y residuos de material orgánico.

Todavía más en particular, la presente invención se puede aplicar en el tratamiento y la fusión de metal derivado de rechazos de mecanizado o de la fracción de metal de residuos sólidos urbanos u otros.

15 Por ejemplo, durante el mecanizado (como, por ejemplo, el fresado) se producen virutas de metal que están contaminadas por líquidos de lubricación y refrigeración que consisten en emulsiones de agua y aceites minerales.

20 Haciendo referencia de nuevo a la fracción de metal procedente de residuos sólidos urbanos, puede comprender piezas de metal estrechamente unidas con materiales como papel o plástico.

25 Cuando el material metálico está contaminado por agua y/o residuos orgánicos, no es aconsejable utilizarlo directamente en el proceso de fusión debido a que dichos residuos podrían causar burbujas o defectos, reducir el rendimiento con respecto al metal no contaminado, así como fenómenos de combustión que pueden resultar muy peligrosos debido a que son incontrolables.

Una de las medidas para evitar los inconvenientes descritos es secar y purificar el metal contaminado por medio de un secador o pirolizador.

30 Para ello, el material de metal contaminado se somete a un flujo de gas caliente con una cantidad controlada de oxígeno, al mismo tiempo que se hace girar. El gas caliente se compone de los humos generados después de una combustión.

35 En detalle, el pirolizador también comprende un tambor giratorio en cuyo interior se coloca y se hace girar el material metálico.

El quemador está situado directamente aguas arriba del tambor.

40 El calentamiento inducido provoca la evaporación del agua y la evaporación y/o sublimación de los residuos orgánicos.

El metal tratado de este modo, seco y sin residuos orgánicos, se envía a un horno de fusión, donde se funde.

45 El gas caliente que sale del pirolizador se transporta hacia un dispositivo de evacuación que comprende un postquemador. De hecho, el gas caliente puede contener sustancias contaminantes y/o tóxicas que se deben destruir, por ejemplo dioxinas, furanos o monóxido de carbono.

50 Estas sustancias se destruyen por la alta temperatura de combustión del gas caliente que fluye fuera del pirolizador.

Los humos que salen de la cámara de post-combustión se envían a un ciclón para la supresión del polvo y, a continuación, se eliminan en la atmósfera mediante una chimenea.

55 De forma alternativa, los humos se pueden recoger aguas arriba del pirolizador para integrar el flujo de gas de secado caliente.

60 Por ejemplo, el documento GB 1 332 974 divulga un horno para refinar virutas metálicas con el fin de eliminar impurezas orgánicas de las virutas y para reducir parcialmente los óxidos de hierro, que comprende un tambor giratorio provisto de un revestimiento refractario y de palas helicoidales internas, una máquina de carga para alimentar virutas metálicas el extremo superior de dicho tambor, una cámara de combustión que acomoda quemadores de gas natural en comunicación con el extremo inferior de dicho tambor y un recuperador acoplado mediante tubos a los quemadores para suministrar aire precalentado a dichos quemadores. La invención se aplica en particular en plantas de construcción de máquinas de gran tamaño, en las que se obtienen grandes cantidades de metal de residuos en forma de virutas de la mecanización de acero y la fusión de piezas de hierro.

65

Se deberá observar que el gas que fluye fuera del pirolizador puede contener una fracción significativa de partículas de metal que, una vez que se ha eliminado la humedad, se vuelven volátiles y se transportan por el flujo de gas caliente.

5 Como consecuencia, el material en partículas se introduce en el postquemador y se quema.

De forma desventajosa, este aspecto provoca dos problemas muy importantes.

10 El primero se debe al hecho de que la combustión de algunos metales es altamente exotérmica, lo cual provoca reacciones que son difíciles o imposibles de controlar en el postquemador.

Este fenómeno se pone de manifiesto particularmente en el caso del aluminio.

15 Esto hace que resulte imposible controlar la temperatura de los gases que fluyen fuera de la cámara de postcombustión y provoca problemas de seguridad considerables, debido a que el postquemador generalmente es pequeño, por lo que presenta una inercia térmica baja.

20 El segundo inconveniente reside en el hecho de que la totalidad o la práctica totalidad del metal en partículas se quema, de modo que no se puede recuperar, y por lo tanto se desperdicia.

En este contexto, el propósito técnico de la presente invención es el de proponer un procedimiento y una planta de tratamiento y fusión de metales, que supere las desventajas de la técnica conocida anterior.

25 En particular, un objetivo de la presente invención es hacer disponible un procedimiento y un sistema para el tratamiento y la fusión de metales que permitan el funcionamiento en condiciones de absoluta seguridad, evitando el desperdicio de material metálico.

30 El propósito técnico indicado y el objetivo especificado se consiguen substancialmente gracias a un procedimiento y una planta de tratamiento y fusión de metales que comprende las características técnicas descritas en una o más de las reivindicaciones adjuntas.

35 Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción indicativa y, por lo tanto, no limitativa, de una forma de realización preferida pero no exclusiva de un procedimiento y un sistema para el tratamiento y la fusión de metales tal como se ilustra en la figura 1 adjunta, que muestra una vista esquemática de un sistema para el tratamiento y la fusión de metales de acuerdo con la presente invención.

40 Haciendo referencia a la figura adjunta, el número 1 indica en general un sistema para el tratamiento y la fusión de metales de acuerdo con la presente invención.

El sistema 1 pone en práctica un procedimiento para el tratamiento y la fusión de metales de acuerdo con la presente invención.

45 El sistema 1 comprende un pirolizador 2 en el que se introduce una cantidad predefinida de metal contaminado en forma de granos, virutas o trozos pequeños.

El metal puede estar contaminado por agua y por residuos orgánicos, como por ejemplo aceites minerales, plásticos, papel, residuos de alimentos y otros.

50 El pirolizador 2, que también se conoce como decapadores o deslacadores, comprende un tambor 3 que gira alrededor de su propio eje longitudinal principal.

55 El material metálico se introduce a través de una sección de entrada 3a y sale a través de una sección de salida 3b, siguiendo un paso "P" durante el giro del tambor 3.

El pirolizador 2 también comprende un dispositivo para el suministro 4 de un gas caliente que sopla dicho gas caliente en el tambor 3.

60 El sistema 1 también comprende un horno de fusión 5 que comprende por lo menos una cámara en la que se introduce y se funde el metal.

En la forma de realización ilustrada, el horno de fusión 5 es del tipo con cámara dual. En detalle, el horno de fusión 5 comprende una cámara de baja temperatura 6 y una cámara de alta temperatura 7 en conexión fluida con dicha cámara de baja temperatura 6.

65

El horno de fusión 5 también comprende un quemador 8 posicionado en la zona de la cámara de baja temperatura 6. Con más detalle, el quemador 8 se sitúa en el interior de la cámara de baja temperatura 6. Dicho quemador 8 está concebido para la regulación de la temperatura en el interior de dicha cámara de baja temperatura 6.

5 Si el metal que se va a fundir es aluminio, la temperatura en el interior de la cámara de baja temperatura 6 puede estar entre 350 °C y 700 °C.

10 Además, el horno de fusión 5 comprende medios de calentamiento (que no se ilustran) asociados con la cámara de alta temperatura 7.

Si el metal que se va a fundir es aluminio, la temperatura dentro de la cámara de alta temperatura 7 puede estar entre 700 °C y 1000 °C.

15 Se deberá observar que, aunque el sistema 1 preferentemente comprende un horno de fusión de doble cámara, la invención también se puede aplicar en el caso de un horno de una única cámara.

De acuerdo con la presente invención, el sistema 1 también comprende un conducto de evacuación 9 conectado directamente entre el pirolizador 2 y el horno de fusión 5.

20 Dicho de otro modo, el conducto de evacuación 9 conecta el pirolizador 2 y el horno de fusión 5 sin la interposición de ningún dispositivo adicional.

25 En detalle, el conducto de evacuación 9 prevé un primer extremo 9a en el tambor 3, en el área de la sección de salida 3b, y un segundo extremo 9b fijado en el área del quemador 8 del horno de fusión 5.

El gas caliente se transporta en el conducto de evacuación 9 y, después de entrar en contacto con el metal contenido en el pirolizador 2, fluye fuera del tambor 3 y contiene material orgánico vaporizado o sublimado.

30 Según la descripción, el conducto de evacuación 9 transporta el flujo de gas caliente que fluye fuera del pirolizador 2 directamente al quemador 8 del horno de fusión 5 para ser mezclado con un combustible (que puede ser metano, por ejemplo) y un agente comburente y ser quemado con el mismo.

35 Se disponen unos medios para el movimiento del flujo de gas (que no se ilustran) a lo largo del conducto de evacuación 9. A título de ejemplo, los medios de movimiento comprenden por lo menos un ventilador.

Se deberá observar que, en este caso, la combustión del flujo de gases calientes tiene lugar dentro de la cámara de baja temperatura 6 del horno de fusión 5.

40 Los gases calientes que fluyen fuera del pirolizador 2 contienen sustancias, que derivan de la sublimación de los residuos orgánicos, que, incluso después de la combustión en la cámara de baja temperatura 6, pueden resultar muy peligrosas para el medio ambiente y la salud y se deben eliminar sometiéndolas a una temperatura elevada durante un período de tiempo predefinido en presencia de una cantidad adecuada de oxígeno.

45 Además, el flujo de gases calientes que salen del pirolizador 2 contiene una porción significativa de partículas de metal volátiles, además de las sustancias ya mencionadas derivadas de la pirolización de los residuos orgánicos. Dicho material en partículas, una vez que ha alcanzado el quemador 8, se quema por lo menos en parte, produciendo energía en forma de calor que se suministra a continuación a la cámara de baja temperatura 6 del horno de fusión 5.

50 Cabe señalar que, si la combustión de la porción de partículas de metal volátiles no es completa, la parte no quemada cae en la cámara de baja temperatura 6.

55 Dicho de otro modo, la totalidad de la porción de metal en partículas volátiles se recupera en forma de energía o de material.

Ventajosamente, el dispositivo de suministro 4 del flujo de gases calientes comprende un conducto de recuperación 10 conectado directamente entre el horno de fusión 5 y el pirolizador 2.

60 En detalle, el conducto de recuperación 10 prevé un primer extremo 10a conectado al horno de fusión 5. Con mayor detalle, el primer extremo 10a del conducto de recuperación 10 preferentemente está conectado a la cámara de baja temperatura 6 del horno de fusión 5.

65 Asimismo, el conducto de recuperación 10 prevé un segundo extremo 10b conectado al tambor 3 del pirolizador y, en particular, en el área de la sección de entrada 3a de dicho tambor 3.

El conducto de recuperación 10 transporta por lo menos en parte los humos generados en el horno 5 al pirolizador 2. En este caso, los humos generados en el horno 5 constituyen el flujo de entrada de gases calientes en el tambor 3 del pirolizador 2.

- 5 En particular, el conducto de recuperación 10 puede transportar por lo menos parcialmente los humos generados en la cámara de baja temperatura 6 y/o en la cámara de alta temperatura 7 del horno de fusión 5.

10 Unos medios para el movimiento del flujo de gas (que no se ilustran) permiten que el gas fluya a lo largo del conducto de recuperación 10. A título de ejemplo, los medios de movimiento comprenden por lo menos un ventilador.

15 El horno de fusión 5 también comprende una bomba (que no se ilustra) situada entre la cámara de baja temperatura 6 y la cámara de alta temperatura 7 para transferir por lo menos una parte del metal fundido de la cámara de alta temperatura 7 a la cámara de baja temperatura 6.

Los humos en la cámara de alta temperatura 7, sometidos a las temperaturas de funcionamiento presentes en dicha cámara, se oxidan, de manera que se destruyen los residuos tóxicos, como por ejemplo dioxinas, furanos o monóxido de carbono.

- 20 Se conecta una chimenea 11 a la cámara de alta temperatura 7, con el fin de que emita los humos tratados a la atmósfera.

25 El sistema 1 también comprende un combustor 12 dispuesto aguas arriba del pirolizador 2 y en línea con el dispositivo de suministro 4. Puede generar, si resulta necesario, una parte del flujo de gases calientes para incrementar la temperatura de los humos procedentes del horno 5.

El sistema 1 también puede comprender un intercambiador de calor (que no se ilustra) para reducir la temperatura de los humos procedentes del horno 5, si dicha temperatura es excesiva.

- 30 Tal como se ha mencionado, la invención también se refiere al tratamiento de metal y al procedimiento de fusión.

El procedimiento comprende la etapa de proporcionar la cantidad predefinida de metal contaminado en forma de granos, virutas o trozos.

- 35 Se deberá observar que el metal contaminado proporcionado para el tratamiento y la fusión puede consistir en piezas que son muy diferentes entre sí en términos de forma y dimensiones.

Únicamente a título de ejemplo, el procedimiento de la presente invención ventajosamente se puede aplicar también en el caso de piezas muy pequeñas que midan menos de un milímetro.

- 40 El metal contaminado se somete a un tratamiento de pirolización para provocar la evaporación del agua y la sublimación de la totalidad de los residuos orgánicos.

Para dicho propósito, el metal contaminado se coloca en el pirolizador 2.

- 45 A continuación, se sopla un flujo de gas caliente en el pirolizador 2, de manera que se eleve la temperatura del metal para determinar la pirolización y purificar el metal.

50 Preferente, pero no exclusivamente, el metal presente en el tambor 3 se mueve durante la etapa de soplado de gas caliente. En detalle, el tambor 3 se hace girar durante la etapa de soplado.

Después de la etapa de soplado de gas caliente y, por lo tanto, después de la etapa de pirolización del metal contaminado, se vierte el metal purificado en el horno de fusión 5.

- 55 De acuerdo con la forma de realización preferida, el metal purificado se vierte en la cámara de baja temperatura 6 del horno de fusión 5.

De acuerdo con la invención, el procedimiento comprende la etapa de transporte del gas caliente que, después de la etapa de soplado, fluye fuera del pirolizador 2 directamente hacia el quemador 8 del horno de fusión 5.

- 60 La temperatura del flujo de gas caliente que sale del pirolizador 2 puede estar entre 350 °C y 550 °C.

Dicho de otro modo, durante el trayecto desde el pirolizador 2 al quemador 8 del horno de fusión 5, el gas caliente no se somete a ningún tratamiento adicional.

65

Después de llegar al quemador 8, el flujo de gas caliente se mezcla con un combustible y un agente comburente para ser quemado dentro de la cámara de baja temperatura 6, generando energía.

Tal como ya se ha mencionado con anterioridad, la etapa de quemado del gas caliente procedente del pirolizador 2 es necesaria para la correcta evacuación de dicho gas, destruyendo las sustancias nocivas.

Además, se debe reiterar que las partículas de metal volátil generadas en la etapa de pirolización también se transportan directamente al interior de la cámara de baja temperatura del horno de fusión 5 y se queman parcialmente en la misma, mientras que la parte no quemada cae de nuevo en el metal que se está fundiendo en la cámara de baja temperatura 6.

Ventajosamente, el procedimiento también comprende la etapa de transporte, por lo menos en parte, de los humos generados en el horno de fusión 5 hacia el pirolizador 2. Por lo tanto, en la práctica, los humos generados en la cámara de baja temperatura 6 del horno de fusión 5 constituyen el gas caliente suministrado y soplado en el pirolizador 2.

El procedimiento también comprende la etapa de introducción de un flujo adicional de gas caliente en el pirolizador 2 para integrar, en caso necesario, la temperatura del flujo de gas caliente procedente de la cámara de baja temperatura de 6 a través del conducto de recuperación 10.

Esta etapa se lleva a cabo por medio del combustor 12 que, mediante la quema de un combustible (que puede ser metano, por ejemplo) genera el flujo adicional de gas caliente.

Conviene precisar aquí que, si el metal que se va a tratar y a fundir es aluminio, la temperatura del gas caliente que fluye en el pirolizador 2 puede estar entre 350 °C y 550 °C.

Por lo tanto, en este caso, el valor de la temperatura de referencia es de 350 °C.

Parte de los humos producidos por combustión del quemador 8 en la cámara de baja temperatura 6 se transfieren a la cámara de alta temperatura 7 donde, debido a las altas temperaturas mencionadas anteriormente presentes en dicho entorno, se someten a un tratamiento de oxidación que, en presencia de las altas temperaturas de funcionamiento aquí presentes, además de una cantidad adecuada de oxígeno (que, a título de ejemplo, preferentemente debe presentar una concentración de por lo menos el 1 %), destruye completamente las sustancias tóxicas, como dioxinas, furanos y monóxido de carbono. Los humos tratados de este modo se descargan después en el entorno exterior por la chimenea 11.

La cantidad de oxígeno presente en el horno de fusión 5 se puede controlar.

A este respecto, el procedimiento implica la etapa de medición de la temperatura del flujo de gas caliente procedente de la cámara de baja temperatura 6. Por lo tanto, el valor de temperatura detectado se compara con un valor de referencia de temperatura.

Cuando el valor de temperatura medido es inferior al valor de temperatura de referencia, se pone en marcha la etapa de generación y de entrada del flujo adicional de gas caliente, poniendo en marcha el quemador.

Preferentemente, pero no exclusivamente, el metal tratado y fundido con el procedimiento y el sistema objeto de la presente invención es aluminio. Cabe subrayar, que el procedimiento y el sistema descritos en el presente documento se pueden utilizar con cualquier metal. Sin embargo, en este caso, las temperaturas indicadas serán diferentes y, naturalmente, dependerán del metal en cuestión.

La invención descrita alcanza el propósito propuesto y ofrece ventajas importantes.

De acuerdo con lo anterior, el gas caliente que contiene los residuos orgánicos pirolizados que salen del pirolizador se dispone directamente en el interior del horno de fusión.

Por lo tanto, cuando se queman las partículas de metal finas y los residuos orgánicos pirolizados contenidos en dicho gas, la reacción de combustión altamente exotérmica tiene lugar en el interior del horno de fusión, que presenta una inercia térmica significativa.

Esto evita la combustión de las partículas de metal volátiles que provoca fenómenos incontrolables que pueden poner en peligro la seguridad del sistema y de los operarios. Dicho de otro modo, mediante la evacuación de los gases que contienen las partículas de metal en el horno, ya no se producen saltos incontrolables en la temperatura de combustión.

Esto también significa que el procedimiento y el sistema descritos según la presente invención pueden tratar metales en la forma de virutas o granos con granulometría de incluso menos de 1 mm.

5 Además, tal como se ha indicado anteriormente, mediante la evacuación de los gases que contienen las partículas de metal directamente en el horno de fusión, se pueden recuperar por completo las partículas de metal en forma de energía, en la medida en que dicho metal se queme, o como un material, en la medida en que dicho metal no se queme.

10 De forma más general, el procedimiento y la planta objeto de la presente invención, tal como se ha descrito con anterioridad, permiten la recuperación completa de la energía contenida en el gas caliente que fluye fuera del pirolizador, tanto en términos de energía térmica como en términos de la energía química que se derivan de los residuos orgánicos pirolizados y de las partículas de metal.

Dado que el sistema descrito no presenta un dispositivo específico para la evacuación del gas que fluye fuera del pirolizador, el sistema en su conjunto es más sencillo en términos de construcción, uso y mantenimiento.

15 Además, gracias a la recuperación directa de la energía térmica de los humos generados en el horno de fusión para su uso en el pirolizador, se incrementa significativamente la eficiencia energética del procedimiento y del sistema descritos. Obviamente, dicho incremento se traduce en un considerable ahorro en términos de energía y de dinero.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento y fusión de metales, que comprende las etapas siguientes:

- proporcionar una cantidad predefinida de metal contaminado en granos, virutas o trozos;
- colocar dicho metal contaminado en un pirolizador (2);
- soplar a través de dicho metal contaminado un flujo de gas caliente en el pirolizador (2) para evaporar y/o sublimar agua y/o residuos orgánicos y purificar dicho metal;
- transferir el metal purificado, después de la etapa de soplado, en un horno de fusión (5);
- transportar dicho gas caliente, después de la etapa de soplado, directamente hacia un quemador (8) de dicho horno de fusión (5) para quemarlo.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la etapa de transferencia del metal purificado en el horno de fusión (5) comprende la etapa de transferencia del metal purificado en una cámara de baja temperatura (6) del horno de fusión; estando dicho quemador (8) posicionado en la zona de la cámara de baja temperatura (6).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que además comprende la etapa de transporte, por lo menos en parte, de los humos generados en el horno de fusión (5) hacia el pirolizador (2), consistiendo el flujo de gas caliente en dichos humos.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que además comprende la etapa de transferencia de por lo menos una parte de los humos generados en la cámara de baja temperatura (6) del horno de fusión (5) a una cámara de alta temperatura (7) del horno de fusión (5) para someter dichos humos a una oxidación.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que además comprende la etapa de desplazamiento del metal contaminado durante la etapa de soplado.

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que además comprende la etapa de introducción de un flujo adicional de gas caliente en el pirolizador (2) durante la etapa de soplado.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que comprende la etapa de generación de dicho flujo adicional de gas caliente; siendo dicha etapa llevada a cabo por medio de un combustor (12) posicionado en la zona del pirolizador (2).

8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que además comprende la etapa de medición de la temperatura del flujo de gas caliente y de comparación del valor de la temperatura medida con un valor de referencia de temperatura.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que la etapa de generación del flujo adicional de gas caliente se lleva a cabo cuando la temperatura medida del flujo de gas caliente está por debajo del valor de referencia de la temperatura.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho metal es aluminio.

11. Sistema para el tratamiento y la fusión de metales, que comprende:

- un pirolizador (2) para la evaporación y/o la sublimación de agua y/o residuos orgánicos de una cantidad predefinida de metal contaminado en granos, virutas o trozos; comprendiendo el pirolizador (2) un dispositivo de suministro (4) para suministrar un flujo de gas caliente en el pirolizador (2);
- un horno de fusión (5) para fundir el metal purificado; comprendiendo dicho horno de fusión (5) un quemador (8);
- un conducto de evacuación (9) para la evacuación del flujo de gas caliente procedente del pirolizador (2) al horno de fusión (5) conectado directamente entre el pirolizador (2), aguas abajo de este último, y el quemador (8) del horno de fusión (5).



12. Sistema según la reivindicación 11, caracterizado por que el dispositivo de suministro (4) del flujo de gas caliente comprende un conducto de recuperación (10) conectado directamente entre el horno de fusión (5) y el pirolizador (2) aguas arriba de este último.

