

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 939 690**

51 Int. Cl.:

F27D 3/16 (2006.01)
C21C 5/46 (2006.01)
C21C 5/52 (2006.01)
C21C 7/00 (2006.01)
F27D 3/18 (2006.01)
F27D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2019 PCT/EP2019/077970**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2020 WO20108841**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2019 E 19789940 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2022 EP 3887740**

54 Título: **Dispositivo inyector y procedimiento para insuflar materiales sólidos en una unidad metalúrgica**

30 Prioridad:

26.11.2018 DE 102018220217

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.04.2023

73 Titular/es:

**SMS GROUP GMBH (100.0%)
Eduard-Schloemann-Str. 4
40237 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**NIEKAMP, MARK;
MELLINGHOFF, BEN y
STARKE, PETER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 939 690 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

Dispositivo inyector y procedimiento para insuflar materiales sólidos en una unidad metalúrgica

Área técnica

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo inyector y a un procedimiento para introducir un material sólido, preferentemente en forma de un material en polvo, en una unidad metalúrgica, por ejemplo en un recipiente de fusión de un horno de arco eléctrico o de un horno de reducción.

Antecedentes de la invención

10 Son conocidos los inyectores para insuflar gases ricos en oxígeno en una unidad metalúrgica, como por ejemplo un recipiente de fusión de un horno de arco eléctrico. El insuflado de gases se utiliza para el tratamiento pirometalúrgico de metales, masas fundidas de metal y/o escorias en una unidad de esa clase. Para ello, el inyector produce un chorro a alta velocidad, formado por una mezcla de oxígeno y un chorro inflamable de una mezcla de gas de combustión y aire, por ejemplo con el objetivo de descarburar la masa fundida de metal y, al mismo tiempo, conformar una capa de escoria espumosa de protección, que puede reaccionar, sobre la masa fundida de metal.

15 Además, los inyectores de esa clase también se utilizan para fundir la chatarra que se encuentra presente inicialmente en el recipiente de fusión mediante la introducción dirigida de energía química, en forma de gases combustibles,

Los inyectores de esa clase están descritos por ejemplo en las solicitudes WO 2015/004182 A1 y WO 2015/051966 A1.

20 Junto con el insuflado de gases ricos en oxígeno igualmente es conocido el hecho de introducir materiales sólidos, como por ejemplo materiales en polvo, mediante inyectores correspondientes, en una masa fundida de metal. Por ejemplo, carbono en forma de partículas puede inyectarse en un horno para regular el tratamiento térmico de los metales que deben fundirse. Los materiales sólidos habitualmente se insuflan en el recipiente metalúrgico mediante un gas portador.

25 Un inyector para insuflar partículas de material sólido en una masa fundida se describe por ejemplo en la solicitud DE 603 01 347 T2.

En los inyectores para material sólido puede suceder que se obstruya el tubo que transporta los materiales sólidos. En particular en un horno de acero inoxidable es muy difícil mantener libre la abertura del inyector de modo fiable. Además, debido a los materiales sólidos abrasivos, el tubo está expuesto a un desgaste elevado.

Presentación de la invención

30 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo inyector mejorado y un procedimiento mejorado para introducir un material sólido en una unidad metalúrgica.

35 Dicho objeto se soluciona con un dispositivo inyector con las características de la reivindicación 1, así como con un procedimiento con las características de la reivindicación 8. Resultan perfeccionamientos ventajosos de las reivindicaciones dependientes, de la siguiente presentación de la invención, así como de la descripción de ejemplos de ejecución preferentes.

40 El dispositivo inyector según la invención está diseñado para introducir un material sólido, en forma de un material en polvo, en una unidad metalúrgica. Como material sólido se consideran por ejemplo partículas de cal, de carbono, de FeSi o de aluminio. Aun cuando para simplificar se habla mayormente de un "material sólido" o de material en polvo" en singular, naturalmente están comprendidas las mezclas de distintos materiales sólidos. La unidad metalúrgica preferentemente presenta un recipiente de fusión y por ejemplo está realizada como un horno de arco eléctrico o un horno de reducción.

45 El dispositivo inyector según la invención presenta una boquilla para material sólido, que está diseñada para producir un chorro formado por el material sólido y un medio de transporte. El medio de transporte preferentemente es un gas portador para insuflar el material sólido, por ejemplo un gas que se encuentra bajo presión, por ejemplo aire comprimido o nitrógeno. El chorro formado por material sólido y medio de transporte se descarga por una abertura de salida de la boquilla para material sólido y, de ese modo, se introduce o insufla en la unidad metalúrgica. El dispositivo inyector presenta además un canal para gas envolvente que rodea la boquilla para material sólido al menos parcialmente, preferentemente de forma concéntrica, para producir un chorro de un gas envolvente inflamable y descargarlo desde una abertura de salida anular del canal para gas envolvente, de manera que el

mismo envuelve al menos parcialmente el chorro formado por el material sólido y el medio de transporte después de la salida desde la boquilla para material sólido. El gas envolvente por ejemplo es una mezcla de gas natural y aire.

Según la invención, el dispositivo inyector presenta un dispositivo de ignición que está diseñado para encender el gas envolvente en el canal para gas envolvente, es decir, en el interior del dispositivo inyector.

- 5 El gas envolvente, de forma sinérgica, de este modo, combina a) una función soporte y de convergencia del material sólido insuflado y b) una función para mantener libre la abertura de salida de la boquilla para material sólido del dispositivo inyector. La expresión "función soporte y de convergencia" significa que el gas envolvente contrarresta una divergencia no controlada del chorro de material sólido y medio de transporte, debido a lo cual el material sólido insuflado puede llevarse al lugar previsto de forma más controlada y más efectiva. Las dos contribuciones técnicas a) y b) se logran además mediante la ignición temprana del gas envolvente en el interior del dispositivo inyector mediante un consumo de medios mínimo, de forma eficiente en cuanto a la energía y a los recursos.

- 15 Preferentemente, el dispositivo de ignición presenta una bujía de encendido y/o un electrodo de encendido y/o un encendedor piezoeléctrico, debido a lo cual el gas envolvente puede encenderse de un modo compacto en cuanto a la construcción y fiable. La sección del dispositivo de ignición que proporciona la chispa preferentemente se encuentra en una cámara de ignición que presenta una sección transversal ampliada en comparación con las áreas circundantes del canal para gas envolvente.

- 20 Preferentemente, el dispositivo inyector presenta al menos dos conexiones de gas envolvente, por ejemplo para el suministro de distintos componentes del gas envolvente hacia el canal para gas envolvente. El hecho de proporcionar varias conexiones de gas envolvente permite el suministro y el mezclado de varios componentes de gas, directamente en el canal para gas envolvente. Con ello, los componentes críticos del gas pueden juntarse lo más tarde posible, gracias a lo cual se mejora la seguridad de funcionamiento del dispositivo inyector. Por ejemplo, en el caso de una mezcla de gas natural y aire, el gas natural y el aire se suministran y dosifican por separado mediante una respectiva conexión de gas envolvente.

- 25 Según la invención, la boquilla para material sólido presenta una sección tubular que presenta un área convergente y un área divergente que se une a la misma en la dirección de flujo, debido a lo cual la boquilla para material sólido está diseñada como una boquilla de Laval. De ese modo, el medio de transporte gaseoso puede acelerarse a la velocidad supersónica, debido a lo cual puede realizarse una introducción especialmente dirigida y profunda de los materiales sólidos en la masa fundida de metal.

- 30 Puesto que la boquilla para material sólido, debido al transporte de los materiales sólidos, está expuesta a fuerzas abrasivas elevadas, la misma preferentemente, al menos en algunas secciones, se compone de un material resistente al desgaste y/o está revestida en el interior con un material resistente al desgaste, es decir, sobre las superficies que entran en contacto con el material sólido. De manera alternativa o adicional, la boquilla para material sólido puede estar diseñada de modo que pueda cambiarse.

- 35 Preferentemente, la abertura de salida del canal para gas envolvente y la abertura de salida de la boquilla para material sólido, en la dirección longitudinal del dispositivo inyector, se encuentran esencialmente en la misma posición. De este modo, en la salida del canal para gas envolvente, con ello, en el área de la abertura de salida de la boquilla para material sólido, se produce una llama que, con una temperatura elevada de modo correspondiente y un impulso elevado, contrarresta efectivamente una obstrucción de la boquilla para material sólido.

- 40 Preferentemente, el canal para gas envolvente, entre el dispositivo de ignición y la abertura de salida, presenta una sección convergente, que puede estar realizada como sección de Laval, gracias a lo cual también el consumo de gas se reduce a un mínimo.

- 45 Preferentemente, el dispositivo inyector presenta medios de refrigeración con uno o una pluralidad de canales de refrigeración que se encuentran al menos parcialmente en la pared entre la boquilla para material sólido y el canal para gas envolvente, y que están diseñados para transportar un refrigerante. Como refrigerante, de manera preferente, se utilizan agua o una mezcla de refrigerante a base de agua. Para lograr una circulación del refrigerante por los canales de refrigeración, los medios de refrigeración pueden presentar conexiones de refrigerante, mediante las cuales pueden realizarse una entrada de refrigerante y una salida de refrigerante. Con los medios de refrigeración se refrigeran áreas que presentan en particular una carga térmica, gracias a lo cual se reduce aún más el desgaste del dispositivo inyector, en particular de la boquilla para material sólido.

- 50 El objeto anterior, además, se soluciona mediante un procedimiento para introducir un material sólido en una unidad metalúrgica, mediante un dispositivo inyector,

5 donde el procedimiento presenta: la producción de un chorro formado por el material sólido y un medio de transporte en una boquilla para material sólido del dispositivo inyector; la descarga del chorro formado por el material sólido y un medio de transporte a través de una abertura de salida de la boquilla para material sólido, hacia la unidad metalúrgica; la producción de un chorro de un gas envolvente inflamable en un canal para gas envolvente, que rodea al menos parcialmente la boquilla para material sólido, preferentemente de forma concéntrica, donde el chorro de gas envolvente, después de la descarga desde una abertura de salida anular del canal para gas envolvente, envuelve al menos parcialmente el chorro formado por el material sólido y el medio de transporte, después de la salida desde la boquilla para material sólido; y la ignición del gas envolvente en el canal para gas envolvente mediante un dispositivo de ignición.

10 Cabe señalar que el orden indicado de las etapas del procedimiento no implica ningún orden en el tiempo. En particular, la producción del chorro de material sólido y medio de transporte y la producción y la ignición del chorro de gas envolvente, de manera preferente, tienen lugar esencialmente de forma paralela, de manera que el chorro de material sólido y medio de transporte y el chorro de gas envolvente se descargan al mismo tiempo desde el dispositivo inyector.

15 Preferentemente, el dispositivo inyector presenta una estructura según una de las formas de ejecución antes presentadas.

20 El material sólido, según el procedimiento, comprende uno o varios materiales en polvo, preferentemente partículas de cal y/o de carbono y/o de FeSi, y/o de aluminio. Además, el medio de transporte preferentemente es un gas que se encuentra bajo presión, por ejemplo aire comprimido o nitrógeno. El gas envolvente preferentemente es una mezcla de gas natural y aire.

Otras ventajas y características de la presente invención pueden apreciarse en base a la siguiente descripción de ejemplos de ejecución preferentes. Las características descritas pueden realizarse de forma individual o combinadas con una o con varias de las características antes expuestas, en tanto las características no sean contradictorias. La siguiente descripción de ejemplos de ejecución preferentes tiene lugar con respecto a los dibujos que se adjuntan.

25 Breve descripción de las figuras

La figura 1 muestra una sección longitudinal de un dispositivo inyector para inyectar un material sólido en una unidad metalúrgica.

La figura 2 muestra una vista tridimensional del dispositivo inyector según la figura 1.

Descripción detallada de ejemplos de ejecución preferentes

30 A continuación, mediante las figuras se describen ejemplos de ejecución preferentes. De este modo, los elementos idénticos, similares o que cumplen la misma función, están provistos de símbolos de referencia idénticos, y se prescinde parcialmente de una descripción repetida de esos elementos, para evitar redundancias.

35 La figura 1 muestra una sección longitudinal de un dispositivo inyector 1 para inyectar un material sólido en una unidad metalúrgica, que no está representada en las figuras. La figura 2 muestra una vista tridimensional del dispositivo inyector 1 según la figura 1.

40 El dispositivo inyector 1 presenta una boquilla para material sólido 10 que tiene una sección tubular 10a y una abertura de salida 10b. La boquilla para material sólido 10 preferentemente forma una sección central del dispositivo inyector 1 y define una extensión longitudinal o dirección longitudinal del mismo. Los materiales sólidos, mediante una conexión de sólidos 11, que puede formar parte del inyector 1 o que puede ser un componente separado, son suministrados a la sección tubular 10a. Los materiales sólidos son insuflados mediante un medio de transporte, que por ejemplo se suministra igualmente por medio de la conexión de sólidos 11, o que se mezcla en los mismos. El medio de transporte normalmente es un gas portador que se encuentra bajo presión, como por ejemplo aire comprimido o nitrógeno. Los materiales sólidos en particular comprenden materiales en polvo, como por ejemplo partículas de cal, de carbono, de FeSi, de aluminio y similares.

45 La mezcla de material sólido y medio de transporte circula por la sección tubular 10a, sale desde la abertura de salida 10b y de ese modo se insufla en la unidad metalúrgica. La unidad metalúrgica preferentemente se utiliza para la fundición de materiales metálicos, como chatarra, aglomerados de metal, esponja de hierro, componentes de aleación y similares. La unidad metalúrgica, con ese objetivo, habitualmente presenta un recipiente de fusión y por ejemplo está realizada como un horno de arco eléctrico o un horno de reducción. El dispositivo inyector 1 preferentemente está diseñado de manera que los materiales sólidos se insuflan directamente en los materiales que deben fundirse y/o en los materiales fundidos en el recipiente de fusión.

La boquilla para materiales sólidos 10 puede estar realizada como una boquilla de Laval. En ese caso, la boquilla para materiales sólidos 10 presenta un área convergente y un área divergente que se une a la misma en la dirección de flujo, que aquí está denominada como sección de Laval 10c. De ese modo, el medio de transporte gaseoso puede acelerarse a la velocidad supersónica.

5 El dispositivo inyector 1 presenta además un canal para gas envolvente 13 anular que rodea la boquilla para material sólido 10 al menos parcialmente, esencialmente de forma concéntrica. En una sección del canal para gas envolvente 13, que aquí está denominada como cámara de ignición 13a, está instalado un dispositivo de ignición 13b. El dispositivo de ignición 13b puede ser una bujía de encendido, un electrodo de encendido, un encendedor piezoeléctrico o similares, y está diseñado para encender el gas envolvente que se encuentra en el canal para gas
10 envolvente 13. Con ese objetivo, el gas envolvente se introduce en el canal para gas envolvente 13 mediante una o varias conexiones de gas envolvente 13c, 13d, en el presente ejemplo de ejecución dos. El hecho de proporcionar varias conexiones de gas envolvente 13c, 13d permite el suministro y el mezclado de varios componentes de gas, directamente en el canal para gas envolvente 13. Con ello, los componentes críticos del gas envolvente pueden juntarse lo más tarde posible, gracias a lo cual se mejora la seguridad de funcionamiento del dispositivo inyector 1.
15 El gas envolvente por ejemplo es una mezcla de gas natural y aire.

Después de que el gas envolvente fue suministrado mediante las conexiones para gas envolvente 13c, 13d, el mismo se enciende en la cámara de ignición 13a mediante el dispositivo de ignición 13b. A diferencia de los inyectores de materiales sólidos convencionales, el gas envolvente, en el caso de un gas envolvente inflamable, de este modo, no se enciende durante la salida desde el inyector, debido al calor, sino ya internamente, es decir, en el interior del dispositivo inyector 1. Debido a esto, en el área de la abertura de salida 13a del canal para gas
20 envolvente 13 se produce una llama que abandona la abertura de salida 13e con una temperatura elevada de modo correspondiente y un impulso elevado. Una contribución técnica importante de esa ignición temprana reside en que la llama del gas envolvente mantiene libre la abertura de salida 10b, de manera que se contrarresta una obstrucción de la boquilla para materiales sólidos 10 debido a los materiales sólidos.

25 El canal para gas envolvente 13 presenta la abertura de salida 13e anular antes mencionada, que se encuentra en la dirección longitudinal del dispositivo inyector, preferentemente en la posición de la abertura de salida 10b de la boquilla para materiales sólidos 10. De este modo, la mezcla de material sólido y medio de transporte, y el gas envolvente encendido que envuelve la misma al menos esencialmente de forma coaxial, salen desde una abertura de salida 14 en común del dispositivo inyector 1.

30 El gas envolvente, de forma sinérgica, combina a) una función soporte y de convergencia de los materiales sólidos insuflados y b) una función para mantener libre la abertura de salida 10b de la boquilla para material sólido 10. La expresión "función soporte y de convergencia" significa que el gas envolvente contrarresta una divergencia no controlada del chorro de material sólido y medio de transporte, debido a lo cual los materiales sólidos insuflados pueden llevarse al lugar previsto de forma más controlada y más efectiva. Las dos contribuciones técnicas a) y b) se
35 logran mediante la ignición temprana del gas envolvente mediante un consumo de medios mínimo, de forma eficiente en cuanto a la energía y a los recursos.

Para optimizar los efectos técnicos anteriores, el canal para gas envolvente 13 puede estar conformado de manera especial. De este modo, en el ejemplo de ejecución de la figura 1, a la cámara de ignición 13a, en la dirección de flujo, se une una sección convergente 13f que puede estar realizada como una sección de Laval. De este modo, el
40 consumo de gas puede reducirse a un mínimo.

La boquilla para material sólido 10, debido al transporte de los materiales sólidos, está expuesta a fuerzas abrasivas elevadas. La boquilla para material sólido 10, por esa razón, preferentemente por completo o al menos en algunas secciones, se compone de un material resistente al desgaste y/o en el interior está revestida con un material resistente al desgaste. Además, la boquilla para material sólido 10, de manera preferente, está diseñada de modo
45 que puede ser cambiada.

Para reducir aún más el desgaste del dispositivo inyector 1, en particular de la boquilla para material sólido 10, las áreas con carga térmica preferentemente están equipadas con medios de refrigeración 15. Los mismos pueden comprender canales de refrigeración 15a en la pared entre la boquilla para material sólido 10 y el canal para gas
50 envolvente 13. Como refrigerante, de manera preferente, se utilizan agua o una mezcla de refrigerante a base de agua. Para lograr una circulación del refrigerante por los canales de refrigeración 15a, los medios de refrigeración 15 presentan además conexiones de refrigerante 15b, mediante las cuales pueden realizarse una entrada de refrigerante y una salida de refrigerante.

En tanto puedan aplicarse, todas las características individuales que están presentadas en los ejemplos de ejecución pueden combinarse unas con otras y/o intercambiarse, sin abandonar el área de la invención, tal como
55 está definida mediante las reivindicaciones que se adjuntan.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Dispositivo inyector
- 10 Boquilla para material sólido
- 10a Sección tubular
- 5 10b Abertura de salida de la boquilla para material sólido
- 10c Sección de Laval de la boquilla para material sólido
- 11 Conexión de sólidos
- 13 Canal para gas envolvente
- 13a Cámara de ignición
- 10 13b Dispositivo de ignición
- 13c Conexión de gas envolvente
- 13d Conexión de gas envolvente
- 13e Abertura de salida del canal para gas envolvente
- 13f Sección convergente
- 15 14 Abertura de salida en común
- 15 Medios de refrigeración
- 15a Canal de refrigeración
- 15b Conexión de refrigerante

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo inyector (1) para introducir un material sólido en forma de un material en polvo en una unidad metalúrgica, el cual presenta:

5 una boquilla para material sólido (10) que está diseñada para producir un chorro formado por el material sólido y un medio de transporte, y para descargarlo a través de una abertura de salida (10b) de la boquilla para material sólido (10) y, con ello, para introducirlo en la unidad metalúrgica;

10 un canal para gas envolvente (13) que rodea la boquilla para material sólido (10) al menos parcialmente, preferentemente de forma concéntrica, para producir un chorro de un gas envolvente inflamable y descargarlo desde una abertura de salida (13e) anular del canal para gas envolvente (13), de manera que el mismo envuelve al menos parcialmente el chorro formado por el material sólido y el medio de transporte después de la salida desde la boquilla para material sólido (10); y

un dispositivo de ignición (13b) que está configurado para encender el gas envolvente en el canal para gas envolvente (1);

15 caracterizado porque la boquilla para material sólido (10) presenta una sección tubular (10a) que presenta un área convergente y un área divergente que se une a la misma en la dirección de flujo, debido a lo cual la boquilla para material sólido (10) está diseñada como una boquilla de Laval.

2. Dispositivo inyector (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de ignición (13b) presenta una bujía de encendido y/o un electrodo de encendido y/o un encendedor piezoeléctrico.

20 3. Dispositivo inyector (1) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el mismo, además, presenta al menos dos conexiones de gas envolvente (13c, 13d), preferentemente para el suministro de distintos componentes del gas envolvente, hacia el canal para gas envolvente (13).

4. Dispositivo inyector (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la boquilla para material sólido (10), al menos en algunas secciones, se compone de un material resistente al desgaste y/o en el interior está revestida con un material resistente al desgaste.

25 5. Dispositivo inyector (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la abertura de salida (13e) del canal para gas envolvente (13) y la abertura de salida (10b) de la boquilla para material sólido (10), en la dirección longitudinal del dispositivo inyector (1), se encuentran esencialmente en la misma posición.

30 6. Dispositivo inyector (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el canal para gas envolvente (13) presenta una sección convergente (13f) entre el dispositivo de ignición (13b) y la abertura de salida (13e).

7. Dispositivo inyector (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el mismo presenta medios de refrigeración (15) con uno o una pluralidad de canales de refrigeración (15a) que se encuentran al menos parcialmente en la pared entre la boquilla para material sólido (10) y el canal para gas envolvente (13), y que están diseñados para transportar un refrigerante.

35 8. Procedimiento para introducir un material sólido en forma de un material en polvo en una unidad metalúrgica mediante un dispositivo inyector (1), el cual presenta:

la producción de un chorro formado por el material sólido y un medio de transporte en una boquilla para material sólido (10) del dispositivo inyector (1);

40 la descarga del chorro formado por el material sólido y un medio de transporte a través de una abertura de salida (10b) de la boquilla para material sólido (10), hacia la unidad metalúrgica;

45 la producción de un chorro de un gas envolvente inflamable en un canal para gas envolvente (13), que rodea al menos parcialmente la boquilla para material sólido (10), preferentemente de forma concéntrica, donde el chorro de gas envolvente, después de la descarga desde una abertura de salida (13e) anular del canal para gas envolvente (13) envuelve al menos parcialmente el chorro formado por el material sólido y el medio de transporte, después de la salida desde la boquilla para material sólido (10); y

la ignición del gas envolvente en el canal para gas envolvente (13) mediante un dispositivo de ignición (13b),

caracterizado porque la boquilla para material sólido (10) presenta una sección tubular (10a) que presenta un área convergente y un área divergente que se une a la misma en la dirección de flujo, debido a lo cual la boquilla para material sólido (10) está diseñada como una boquilla de Laval.

- 5 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque el dispositivo inyector presenta una estructura según una de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado porque el material sólido comprende partículas de cal y/o de carbón y/o de FeSi y/o de aluminio.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque el medio de transporte es un gas que se encuentra bajo presión, preferentemente aire comprimido o nitrógeno.
- 10 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque el gas envolvente es una mezcla de gas natural y aire.



