

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 099**

51 Int. Cl.:

F27B 7/36 (2006.01)
F23G 5/20 (2006.01)
F23L 7/00 (2006.01)
F23L 9/00 (2006.01)
F23C 6/02 (2006.01)
F23G 5/14 (2006.01)
F23G 5/44 (2006.01)
F23G 7/12 (2006.01)
F27D 99/00 (2010.01)
F23G 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2012 E 12717061 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2015 EP 2691721**

54 Título: **Método y aparato para hacer funcionar un horno**

30 Prioridad:

28.03.2011 DE 102011015317

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

17.06.2015

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75 quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

RHEKER, FRANK

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 538 099 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 y aparato para hacer funcionar un horno

La presente invención está relacionada con un método para hacer funcionar un proceso de combustión en un horno y con un aparato y un horno para ello. La presente invención está relacionada en particular con los métodos y los hornos en los que combustibles primarios y combustibles secundarios se queman con unos oxidantes primarios y secundarios.

Los hornos de combustión se usan ampliamente. En dichos hornos, se genera calor por la combustión de uno o más combustibles con un oxidante apropiado.

Tales hornos de combustión generalmente funcionan con aire como oxidante. En los hornos de combustión también se conoce el uso de oxígeno o aire enriquecido con oxígeno como oxidante.

El documento US-A-5587283 describe un proceso de combustión que utiliza oxígeno como oxidante. Según dicho proceso, se inyecta un solo gas combustible, tal como el gas natural, y oxígeno a través de un quemador, del 15 al 35% del oxígeno total se inyecta como un chorro constante en fase líquida. Se dice que el proceso es adecuado para el uso en hornos de fusión de metal, hornos de esmalte y hornos de vidrio. Al inyectar el oxígeno licuado como un chorro constante a alta velocidad, dicho oxígeno pasa a través de la región a alta temperatura para la combustión aguas abajo del resto del combustible gaseoso. Se obtiene una elongación de la llama que es ajustable en función de la proporción del gas licuado inyectado.

Un proceso adicional de combustión, en el que se utiliza oxígeno líquido, se describe en la patente europea EP-A-0866295. La patente europea EP-A-0866295 describe más específicamente un método en el que se carga material mineral precalentado de alimentación en un horno, y se procesa térmicamente mediante una llama producida por la combustión de un único combustible sin identificar, y por el que se inyecta por lo menos un chorro de oxígeno líquido en el horno, en particular debajo de la llama, de modo que el oxígeno impacta en el material mineral de alimentación en forma líquida. El oxígeno líquido acompaña entonces al material de carga a medida que se revuelca bajando dentro del horno rotatorio hacia la llama.

Los hornos de combustión funcionan preferiblemente de manera general con combustibles sumamente inflamables, tales como el gas natural y el aceite combustible, pero algunos procesos hacen uso o necesitan la combustión de combustibles o carburantes de grado bajo con baja inflamabilidad, incluidos los productos de desecho.

Por ejemplo, para la producción de cemento en un horno tubular rotatorio, se sabe cómo generar una llama con un combustible convencional de alto poder calorífico. La temperatura de dicha llama puede aumentarse con el suministro de un oxidante adicional, por ejemplo aire enriquecido con oxígeno, en la parte superior del aire refrigerante caliente procedente del enfriador de clínker.

Con el fin de mantener bajos los costes del combustible, ha llegado a ser una práctica establecida la adición de un combustible secundario barato al combustible primario. El poder calorífico del combustible secundario es menor que el poder calorífico del combustible primario y el combustible secundario se quema en la llama del combustible primario. En particular, como combustible secundario a veces se hace uso de desechos plásticos. Estos desechos plásticos se inyectan en el horno tubular rotatorio como partículas trituradas, de tal manera que se queman tanto como sea posible en la llama del combustible primario. El combustible secundario comprende además constituyentes que no todos tienen la misma geometría. Se ha descubierto que no todos los constituyentes del combustible secundario se queman completamente. En cambio, los constituyentes del combustible secundario que no se queman completamente generan partículas de hollín, y perjudican a la calidad del cemento que se va a producir. Además, una combustión incompleta puede llevar a la formación de monóxido de carbono, que en la medida de lo posible no debe pasar al ambiente.

La patente europea EP-B-1065 461 describe un proceso de calcinación adaptado para permitir la combustión de tal combustible secundario de bajo poder calorífico. En dicho proceso, el material mineral a calcinar se calienta por medio de una llama que comprende una zona de combustión primaria y una zona de combustión secundaria aguas abajo. La zona de combustión primaria está creada por la combustión de un combustible primario con un primer oxidante y se encuentra cerca de los puntos de inyección del primer oxidante y el combustible primario. La llama comprende además una zona de combustión secundaria ubicada aguas abajo de la zona primaria y creada por la combustión de un combustible secundario con un oxidante secundario, el combustible secundario se precalienta por el flujo a través de la zona primaria de la llama antes de entrar a la zona de combustión secundaria. El combustible secundario típicamente tiene un bajo poder calorífico de 15×10^6 J/kg o menos. El primer oxidante tiene un contenido de oxígeno de más del 21% y hasta sustancialmente el 100%. El oxidante primario puede tener una temperatura de aproximadamente 100 °C. El oxidante secundario es preferiblemente aire y en particular aire procedente del enfriador de clínker y que tiene una temperatura de entre 500 °C y 1000 °C. Ambos oxidantes se utilizan por lo tanto en forma gaseosa.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método optimizado para hacer funcionar un horno de combustión con un combustible primario y uno secundario, por el que dicho combustible secundario puede ser un combustible de grado bajo. Una meta adicional de la presente invención es aliviar por lo menos alguna de las desventajas conocidas en la técnica anterior por el calentamiento de tal horno de combustión y en particular tal como un horno tubular rotatorio. En particular, un objeto de la presente invención es proporcionar un mejor método que permita la combustión completa del combustible secundario.

Estos objetos se consiguen con un método según la reivindicación 1 y un horno según la reivindicación 11. Por otra parte, en la reivindicación 8 se define un aparato adecuado para inyectar oxígeno líquido en un horno, en particular para llevar a cabo el método según la invención. Unas configuraciones ventajosas adicionales del método, el aparato y el horno se indican en las reivindicaciones dependientes. Las características que se dan individualmente en las reivindicaciones pueden combinarse entre sí de cualquier manera deseada con significado tecnológico, y pueden ser suplementadas con información explicativa de la descripción y los dibujos, presentando unas realizaciones adicionales de la invención.

La presente invención está relacionada con un método para hacer funcionar un proceso de combustión en un horno, por el que se quema un combustible primario y un combustible secundario. El método de la invención comprende por lo menos las siguientes etapas:

- el combustible primario y el oxidante primario se inyectan en el horno para crear una zona de combustión primaria en la que el combustible primario se quema con el oxidante primario, y
- se inyecta oxígeno líquido como oxidante secundario de tal manera que la combustión del combustible secundario con el oxidante secundario crea una zona de combustión secundaria distinta de la zona de combustión primaria.

En el presente contexto, dos zonas de combustión se consideran distintas cuando no ocupan el mismo espacio dentro del horno.

Según una realización, el combustible secundario también se inyecta en el horno. En ese caso, el combustible secundario se inyecta preferiblemente en el horno de modo que el combustible secundario entra en la zona de combustión primaria antes de entrar en la zona de combustión secundaria.

Según una realización alternativa, el combustible secundario se alimenta en el horno junto con una carga a calentar por el proceso de combustión, por ejemplo con el fin de fundir o calcinar la carga o con el fin de eliminar materia combustible de la carga.

En ciertos casos, el combustible secundario ya puede estar presente en el horno antes del proceso de combustión, por ejemplo en forma de depósitos en la estructura interna del horno (tal como las paredes del horno). Esto es más particularmente el caso cuando la finalidad del proceso de combustión es eliminar dicho combustible secundario/depósitos por la combustión desde la estructura interna del horno, en particular para el mantenimiento o la renovación del horno.

El horno es ventajosamente un horno rotatorio, tal como un horno rotatorio para producir cemento.

Generalmente hablando, si el horno contiene una carga que se va a calentar, preferiblemente no hay impacto del oxidante secundario en forma líquida sobre dicha carga.

Como combustible primario, es preferible utilizar un combustible de grado alto, y en particular una mezcla de gas combustible, p. ej. gas natural, gas líquido, biogás, acetileno y/o propano, mezclas líquidas combustibles y/o combustibles sólidos, p. ej. hulla y/o lignito.

Cuando el combustible secundario se alimenta en el horno, tal como por inyección o con la carga, como combustible secundario es beneficioso utilizar sustancias combustibles que tengan un poder calorífico que sea menor que el poder calorífico de los combustibles primarios y que, en particular, estén disponibles más fácilmente y/o de manera más rentable. Particularmente, como combustible secundario es preferible utilizar productos de desecho, en particular basura plástica.

Como oxidante primario, se puede utilizar aire, aire enriquecido con oxígeno o un gas que tenga un contenido en oxígeno de más del 98% en volumen. Para la selección del oxidante primario, típicamente se tienen en cuenta factores tales como coste, disponibilidad y limitaciones ambientales. Cuando se hace funcionar la invención en un horno preexistente equipado para un oxidante gaseoso dado, puede ser aconsejable continuar utilizando dicho oxidante como oxidante primario según la invención.

Dentro del contexto de la presente invención, se entiende que "zona de combustión primaria" significa la zona en la que el combustible primario experimenta una reacción exotérmica con el oxidante primario durante el funcionamiento. Por lo tanto, la zona de combustión primaria puede ser determinada en particular solo por la

inyección del combustible primario y el oxidante primario (y no el oxidante secundario) en el horno, y la determinación de la zona de reacción exotérmica, es decir en particular en un estado en el que no se inyecta combustible secundario ni oxidante secundario en el horno. La zona de combustión primaria aproximadamente también puede ser determinada en presencia del combustible primario y el secundario (como es el caso durante el funcionamiento del proceso), mediante la inyección únicamente del oxidante primario (pero no el oxidante secundario) y la determinación de la zona de la reacción exotérmica generada por el oxidante primario (en ausencia del oxidante secundario). Este planteamiento es particularmente más útil cuando no es posible hacer funcionar el horno sin el combustible secundario sin modificar substancialmente la ubicación o el volumen de la zona de combustión primaria, por ejemplo cuando, durante el funcionamiento del proceso, el combustible primario y el combustible secundario se inyectan en el horno como una sola mezcla de combustible de grado alto y grado bajo.

Según la invención, el combustible secundario se transporta ventajosamente al horno de tal manera que se ubique por lo menos temporalmente en o junto a la zona de combustión primaria, es decir en la zona en la que el combustible primario experimenta una reacción exotérmica con el oxidante primario. De esta manera, el combustible secundario se calienta antes de entrar a la zona de combustión secundaria y tiene la combustión con el oxidante secundario. Si el combustible secundario se ubica temporalmente en la zona de combustión primaria, el combustible secundario también puede reaccionar parcialmente con el oxidante primario si se alcanza una temperatura suficientemente alta y si el oxidante primario está presente en cantidad suficiente para ello.

Teniendo en cuenta los momentos que se pueden establecer del combustible primario y el oxidante primario, la zona de combustión primaria usualmente tiene la forma de una llama substancialmente horizontal, mientras, cuando el combustible secundario se inyecta en el horno, el momento de descarga que se puede establecer y los coeficientes de arrastre significan generalmente que la zona secundaria describe una trayectoria substancialmente balística.

Con el fin de transportar el combustible secundario adentro y a través de la zona de combustión primaria, el combustible secundario se inyecta preferiblemente en el horno en una dirección paralela al combustible primario o al oxidante primario. En este contexto, es particularmente preferible que el combustible secundario esté rodeado por el combustible primario a medida que se inyecta en el horno. Como alternativa, el combustible secundario puede inyectarse en el horno por encima del combustible primario, de tal manera que el combustible secundario pase a través de la zona de combustión primaria teniendo en cuenta la fuerza de la gravedad. Según una realización preferible adicional, el combustible secundario se inyecta en el horno por debajo del combustible primario, pero con una componente de velocidad dirigida verticalmente hacia arriba, de tal manera que el combustible secundario entra en la zona de combustión primaria desde abajo. En ese caso, el combustible secundario puede dejar entonces la zona de combustión primaria desplazándose todavía hacia arriba y después desplazándose de nuevo hacia abajo a través de la zona de combustión primaria antes de llegar a la zona de combustión secundaria. Típicamente, para combustibles de grado bajo, las condiciones (naturaleza del combustible, temperatura, tiempo de residencia, concentración de oxígeno, etc.) son de tal manera que no es posible la combustión completa del combustible secundario en la zona de combustión primaria.

Si el combustible secundario no viaja a través de la zona de combustión primaria o, cuando el combustible secundario viaja a través de la zona de combustión primaria y no todos los constituyentes del combustible secundario sufren combustión en la zona de combustión primaria, la presente invención permite que el oxígeno líquido sea inyectado en el horno como oxidante secundario para permitir la combustión o una combustión adicional del combustible secundario. En particular, se permite que el oxígeno líquido, a menudo abreviado como LOX, sea inyectado a través (de la llama) de la zona de combustión primaria. Según la invención, el objeto es que el oxígeno líquido sea inyectado en el horno de tal manera que el oxígeno esté disponible para la reacción con el combustible secundario fuera de la zona de combustión primaria. Más específicamente, el oxígeno gaseoso producido por evaporación del oxígeno líquido inyectado está disponible para dicha reacción.

Dentro del contexto de la presente invención, se entiende por lo tanto que "zona de combustión secundaria" significa la zona fuera de la zona de combustión primaria en la que el combustible secundario experimenta una reacción exotérmica con el oxidante secundario. Al inyectar oxígeno líquido en el horno según la invención, la zona en la que el combustible secundario experimenta una reacción exotérmica se genera o aumenta por lo tanto, como resultado de lo cual tiene lugar la combustión o una combustión más completa del combustible secundario y se evita la formación de partículas de hollín.

Particularmente es preferible que el oxígeno líquido sea inyectado en el horno como un chorro continuo. Particularmente en el caso de condiciones espaciales confinadas, se puede suministrar mucho más oxígeno (en términos de masa o moléculas) en el horno en forma líquida que en estado gaseoso.

Es preferible que el combustible secundario sea inyectado en el horno en la parte del horno en la que también se inyecta el combustible primario y el oxidante primario, y opcionalmente también el combustible secundario. Como consecuencia, el oxígeno líquido también entra a la zona de combustión primaria, y esto a su vez tiene el efecto de que por lo menos parte del oxígeno líquido se evapora y experimenta una reacción exotérmica con el combustible primario y/o el combustible secundario. En la zona de combustión primaria, es por lo tanto posible que la parte

5 evaporada del oxígeno líquido experimente una reacción exotérmica con el combustible primario y opcionalmente con el combustible secundario. En una realización específica de la invención, el combustible secundario se inyecta en el horno en las inmediaciones del oxígeno líquido de tal manera que en cualquier momento del tiempo, el oxígeno líquido o el oxígeno líquido evaporado esté en las inmediaciones del combustible secundario y de este modo promueva la reacción exotérmica del combustible secundario, incluso en la zona de combustión primaria cuando el oxígeno líquido y el combustible secundario se desplazan a través de la zona de combustión primaria. El combustible primario, el combustible secundario, el oxidante primario y el oxidante secundario se inyectan entonces preferiblemente en el horno juntos desde una parte común del horno en un lado exterior del horno y contrario a la dirección en la que el material de alimentador es transportado a través del horno.

10 La parte no evaporada del oxígeno líquido o la parte evaporada del oxígeno líquido que no ha experimentado una reacción exotérmica con el combustible primario o el combustible secundario en la zona de combustión primaria está por lo tanto disponible fuera de la zona de combustión primaria como socio de reacción para la combustión del combustible secundario. Si el combustible secundario se ha desplazado a través de la zona de combustión primaria, dicha parte del oxígeno líquido está disponible como un socio de reacción para la combustión de la parte del combustible secundario que se ha calentado en la zona de combustión primaria, pero no se ha quemado en la misma.

20 Es particularmente preferible que el combustible secundario y el oxidante secundario fluyan de una manera substancialmente paralela a través de la zona de combustión primaria, en cuyo caso fluyen preferiblemente a través de la zona de combustión primaria a una pequeña distancia de como mucho 50 cm [centímetros], o incluso como mucho 20 cm entre sí. Esto hace posible que el oxígeno esté disponible para el combustible secundario como socio de oxidación en cualquier momento del tiempo en el recorrido a través del horno.

25 Como alternativa, puede ser ventajoso que el oxidante secundario sea inyectado en una dirección contraria a la dirección de desplazamiento del combustible secundario. Esto significa que el oxígeno líquido se inyecta desde el lateral del horno que se encuentra opuesto al punto en el que se inyecta el combustible secundario en el horno, de tal manera que el oxidante secundario queda disponible para la combustión del combustible secundario fuera de la zona de combustión primaria.

30 Por otra parte, es preferible que la zona de combustión secundaria sea colindante con la zona de combustión primaria. Esto significa que la zona de combustión secundaria está directamente adyacente a la zona de combustión primaria, como resultado de lo cual la oxidación del combustible secundario, que se inicia en la zona de combustión primaria, continúa en la zona de combustión secundaria. La zona de combustión primaria y secundaria forman entonces una zona de combustión total consistente. Como resultado se consigue una combustión particularmente eficaz del combustible secundario.

35 El combustible secundario comprende rentablemente constituyentes de plástico y/u otros sólidos combustibles, en particular constituyentes con diferentes geometrías. Particularmente en el caso de geometrías enormemente variables de los combustibles secundarios a quemar, no todos los constituyentes del combustible secundario pueden quemarse en la zona de combustión primaria. Según la invención, en el horno también se queman los constituyentes particularmente grandes o que se queman con particular dificultad.

40 También es preferible que el combustible secundario tenga un poder calorífico menor o igual a 15×10^6 J/kg [Julios por kilogramo], en particular menos de 10×10^6 J/kg o incluso menos de 5×10^6 J/kg. El método según la invención lleva a una combustión eficaz incluso en el caso de combustibles que tienen un poder calorífico muy bajo.

45 El combustible secundario puede comprender en particular constituyentes sólidos, cuya mayor dimensión es de 0,5 cm a 20 cm, tal como desechos plásticos planos. Se entiende que desechos plásticos planos significa en particular películas plásticas trituradas o recipientes de plástico, tales como botellas de plástico. En el caso de este tipo de desechos de plástico, el tamaño de los diversos constituyentes de los desechos varían en gran medida. Los últimos pueden quemarse de manera particularmente fácil y completa mediante el método según la invención. Unos combustibles alternativos que comprenden diferentes constituyentes, en particular sustancias de desecho, a menudo se denominan pelusa, pueden mezclarse de ese modo más fácilmente y utilizarse mejor y en mayor medida, por ejemplo en orden de magnitud de 1 a 10 t/h (toneladas por hora).

50 Según un aspecto adicional de la invención, se propone un aparato para inyectar oxígeno líquido en el horno. El aparato comprende una lanza y una línea para guiar el oxígeno líquido a la lanza. La lanza tiene (1) un alimentador central, que tiene una primera abertura de entrada, y (2) una guía de refrigerante, que rodea el alimentador y tiene una segunda abertura de entrada, la línea para guiar el oxígeno líquido está conectada a la primera abertura de entrada y a la segunda abertura de entrada.

55 Por lo tanto la línea se conecta a un depósito de almacenamiento o a otra fuente de oxígeno líquido y a la lanza. El alimentador guía el oxígeno líquido desde la abertura de entrada a una abertura de salida, que emite dentro del horno cuando el aparato está instalado. La guía de refrigerante rodea el alimentador y por lo tanto forma una holgura

entre la superficie exterior del alimentador y la superficie interior de la guía de refrigerante, en dicha holgura es posible guiar oxígeno líquido y/u oxígeno gaseoso.

5 Es preferible utilizar una válvula para guiar parte del oxígeno líquido guiado en la línea a la primera abertura de entrada y el resto del oxígeno líquido a la segunda abertura de entrada. La proporción de oxígeno líquido que se suministra a la guía de refrigerante sirve para refrigerar el alimentador, en cuyo transcurso esta proporción puede calentarse y puede estar presente en forma gaseosa. La guía de refrigerante y el oxígeno líquido u oxígeno gaseoso ubicados en la misma sirven por lo tanto para aislar y refrigerar el alimentador en la que el oxígeno líquido es guiado al horno. Por lo tanto es posible utilizar solo una línea para suministrar oxígeno líquido a la lanza y para refrigerar el oxígeno líquido en la lanza o mantenerlo fresco.

10 En un desarrollo ventajoso del aparato, la guía de refrigerante tiene una abertura de salida, que se dispone radialmente en la guía de refrigerante (alejada de la salida de alimentador). Esto tiene el efecto de que el oxígeno líquido y/o el oxígeno líquido ya evaporado entran a la guía de refrigerante a través de la segunda abertura de entrada, en la que enfría el alimentador o la mantiene fresca, y sale por la abertura de salida como oxígeno evaporado, es decir en forma gaseosa, desde donde puede ser conducido a aplicaciones adicionales.

15 Como alternativa, se propone que el alimentador de refrigerante pueda tener una abertura de descarga, que rodea el alimentador de oxidante. En esta realización, el oxígeno líquido o evaporado entra a la guía de refrigerante a través de la segunda abertura de entrada, en la que enfría el alimentador y si es apropiado se evapora aún más. Entonces, el oxígeno evaporado sale por la guía de refrigerante, y de ese modo forma una funda de cerramiento para el oxígeno líquido que deja el alimentador (a través de la salida de alimentador). Como resultado se forma un chorro de oxígeno líquido que está rodeado por oxígeno gaseoso. Todo el oxígeno suministrado a la lanza está disponible por lo tanto para el proceso de combustión en el horno.

20 Según incluso otro aspecto de la invención, se propone un horno, que comprende el aparato según la invención. Dicho horno comprende un alimentador de combustible primario, un alimentador de oxidante primario y opcionalmente también un alimentador de combustible secundario (cuando el combustible secundario se inyecta por separado en el horno). El horno se diseña preferiblemente para llevar a cabo el método según la invención. El horno en particular puede ser un horno tubular rotatorio para producir cemento.

25 Un desarrollo del horno se caracteriza por que la lanza del aparato y el alimentador de combustible secundario se orientan paralelos entre sí. El oxígeno líquido y el combustible secundario se inyectan entonces en paralelo en el horno, como resultado de lo cual el oxígeno está disponible para la reacción exotérmica del combustible secundario por todo su recorrido a través del horno.

30 Según un desarrollo adicional, la lanza se dispone encima del alimentador de combustible primario, como resultado de lo cual, durante el funcionamiento, el oxígeno líquido entra al horno por encima de la zona de combustión primaria y fluye a través de dicho horno hacia abajo, es decir de arriba abajo, preferentemente en las inmediaciones del combustible secundario.

35 Según una realización conveniente del horno, la lanza y el alimentador de combustible primario incluyen un ángulo de 5° a 20°. Si la lanza se dispone encima del alimentador de combustible primario, el oxígeno líquido se inyecta en la zona de combustión con una componente de velocidad hacia abajo, mientras que si la lanza se dispone debajo del alimentador de combustible primario, el oxígeno líquido se inyecta en la zona de combustión primaria con una componente de velocidad hacia arriba. Esto hace posible que el oxígeno líquido y, opcionalmente, también el combustible secundario, entren a la zona de combustión primaria desde abajo, y por lo tanto residan en la misma durante un tiempo particularmente largo.

40 La presente invención también está relacionada con el uso del aparato o del horno como se describe en esta memoria en el método de la invención.

45 Los detalles y las ventajas que se describen para el método según la invención pueden transferirse y aplicarse al aparato y al horno según la invención, y viceversa.

La invención y el campo técnico se explicarán más adelante con mayor detalle sobre la base de los dibujos. Los dibujos muestran unos ejemplos de realizaciones particularmente preferidos, a los que sin embargo no está restringida la invención. Cabe puntualizar en particular que las figuras, y en particular las relaciones dimensionales ilustradas, son meramente esquemáticas. Esquemáticamente:

50 Figura 1: muestra un aparato según la invención para inyectar oxígeno líquido,

Figura 2: muestra una realización adicional del aparato según la invención,

Figura 3: muestra un horno para producir cemento.

La Figura 1 muestra esquemáticamente una realización de un aparato 4 según la invención para inyectar oxígeno líquido (LOX) en un horno 1. El aparato 4 comprende una lanza 5 que tiene un alimentador 8 y una guía de refrigerante 10 que rodea el alimentador 8. El alimentador 8 tiene una primera abertura de entrada 7. La guía de refrigerante 10 tiene una segunda abertura de entrada 9 y una abertura de salida 11. El aparato 4 comprende además una línea 6 para guiar el oxígeno líquido a la lanza 5. La línea 6 se conecta a la primera abertura de entrada 7 y a la segunda abertura de entrada 9.

Durante el funcionamiento, el oxígeno líquido (LOX) se inyecta por lo tanto en el alimentador 8 y en un lado de salida del alimentador 8, aquí en el lado derecho del alimentador, deja el alimentador 8 como un chorro de oxígeno líquido (LOX). Durante el funcionamiento, una cantidad de oxígeno líquido que se ramifica de la línea 6 es guiada a la guía de refrigerante 10, el oxígeno se evapora en el camino allí o en la guía de refrigerante 10. El oxígeno guiado a la guía de refrigerante 10 sirve para refrigerar el alimentador 8 y por lo tanto para mantener el oxígeno líquido en el alimentador 8 en estado líquido. Con la refrigeración del alimentador 8, el oxígeno líquido se evapora. El oxígeno gaseoso deja la guía de refrigerante 10 a través de la abertura de salida 11 y puede utilizarse en procesos adicionales o en otra ubicación en el horno 1.

La Figura 2 muestra una realización adicional del aparato 4, el siguiente texto explica las diferencias con respecto a la realización de la Figura 1. A diferencia de la Figura 1, la guía de refrigerante 10 no tiene abertura de salida 11, sino en cambio una abertura de descarga 12 que rodea el alimentador 8. El oxígeno que se ha evaporado de este modo con la refrigeración del alimentador 8 deja la lanza 5 en el mismo lado que el oxígeno líquido (LOX), y forma una capa de oxígeno que protege el chorro de oxígeno líquido (LOX).

La Figura 3 muestra esquemáticamente un horno 1 para producir cemento, en el que el material a calentar es guiado desde un lado de entrada 16 a un lado de salida 17 en un horno rotatorio. El material a calentar forma una capa de material 15.

El horno 1 comprende un alimentador 13 de combustible primario y un alimentador 14 de combustible secundario y también una lanza 5, como se describe en las Figuras 1 y 2. Junto con el combustible primario, en el horno 1 también se inyecta un oxidante primario a través del alimentador 13 de combustible primario. Una reacción exotérmica entre el combustible primario y el oxidante primario forma una zona de combustión primaria 2. El combustible secundario se inyecta en el horno 1 a través del alimentador 14 de combustible secundario de tal manera que el combustible secundario pasa a través de la zona de combustión primaria, el recorrido del combustible secundario es indicado aquí por una línea de puntos. La lanza 5 proporciona un chorro de oxígeno líquido (indicado por la línea continua) y pasa a través de la zona de combustión primaria 2 paralelo al combustible secundario. Fuera de la zona de combustión primaria 2, el combustible secundario se oxida con el oxidante secundario y de este modo forma una zona de combustión secundaria 3.

La presente invención hace posible en el horno un combustible secundario que tiene un poder calorífico significativamente menor que el primer combustible, de tal manera que si se produce un producto en el horno, tal como cemento, tiene mejor calidad.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Horno
 - 2 Zona de combustión primaria
 - 3 Zona de combustión secundaria
 - 4 Aparato
 - 5 Lanza
 - 6 Línea
 - 7 Primera abertura de entrada
 - 8 Alimentación
 - 9 Segunda abertura de entrada
 - 10 Guía de refrigerante
 - 11 Abertura de salida
 - 12 Abertura de descarga
 - 13 Alimentador de combustible primario
 - 14 Alimentador de combustible secundario
 - 15 Capa de material
 - 16 Lado de entrada
 - 17 Lado de salida
- LOX Oxígeno líquido

REIVINDICACIONES

1. Método para hacer funcionar un proceso de combustión en un horno (1), por el que se quema un combustible primario y un combustible secundario, el método comprende por lo menos las siguientes etapas:
 - 5 - inyectar el combustible primario y el oxidante primario en el horno (1) para crear una zona de combustión primaria (2) en la que el combustible primario se quema con el oxidante primario,
 - inyectar oxígeno líquido (LOX) en el horno como oxidante secundario de tal manera que el oxidante secundario junto con el combustible secundario crean una zona de combustión secundaria (3) que es distinta de la zona de combustión primaria (2).
- 10 2. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de inyectar el combustible secundario en el horno (1), por el que dicho combustible secundario se inyecta preferiblemente en el horno (1) de modo que el combustible secundario entre en la zona de combustión primaria (2).
3. Método según la reivindicación 2, en donde el combustible secundario y el oxidante secundario (LOX) fluyen substancialmente paralelos a través de la zona de combustión primaria (2).
- 15 4. Método según la reivindicación 2 o 3, en donde el oxidante secundario (LOX) se inyecta en una dirección contraria al combustible secundario.
5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la zona de combustión secundaria (3) colinda con la zona de combustión primaria (2).
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el combustible secundario tiene un poder calorífico menor o igual a 15×10^6 J/kg.
- 20 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el combustible secundario comprende constituyentes sólidos, la mayor dimensión de los cuales es de 0,5 cm a 20 cm, en particular desecho plástico plano.
8. Aparato (4) para inyectar oxígeno líquido (LOX) en un horno (1), que comprende una lanza (5) y una línea (6) para guiar el oxígeno líquido a la lanza (5), en donde la lanza (5) tiene un alimentador central (8), que tiene una primera abertura de entrada (7) y una guía de refrigerante (10), que rodea el alimentador (8) y tiene una segunda abertura de entrada (9), en donde la línea (6) se conecta a la primera abertura de entrada (7) y a la segunda abertura de entrada (9).
 - 25 9. Aparato (4) según la reivindicación 8, en donde la guía de refrigerante (10) tiene una abertura de salida (11), que se dispone radialmente sobre la guía de refrigerante (10).
 - 30 10. Aparato (4) según la reivindicación 8, en donde la guía de refrigerante (10) tiene una abertura de descarga (12), que rodea el alimentador (8).
 11. Horno (1), que comprende un aparato (4) según una de las reivindicaciones 8 a 10, un alimentador de oxidante primario, un alimentador (13) de combustible primario y opcionalmente un alimentador (14) de combustible secundario.
 - 35 12. Horno (1) según la reivindicación 11, en donde la lanza (5) y el alimentador (14) de combustible secundario se orientan paralelos entre sí.
 13. Horno (1) según la reivindicación 11 o 12, en donde la lanza (5) se dispone encima del alimentador (13) de combustible primario.
 - 40 14. Horno (1) según una de las reivindicaciones 12 a 13, en donde la lanza (5) y el alimentador (13) de combustible primario incluyen un ángulo de 5° a 20° .
 15. Uso del aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 o un horno según una de las reivindicaciones 11 a 14 en el método según una de las reivindicaciones 1 a 7.

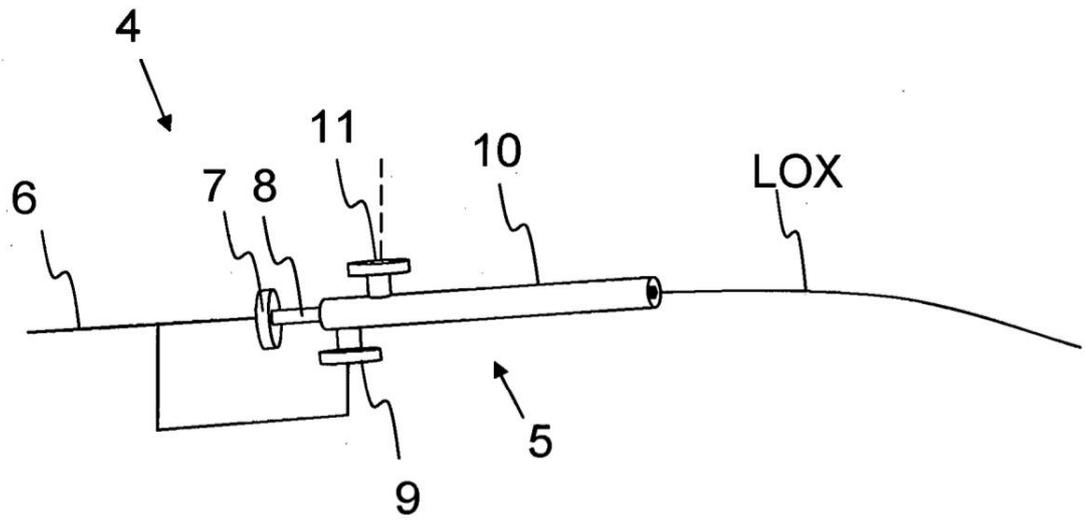


Figura 1

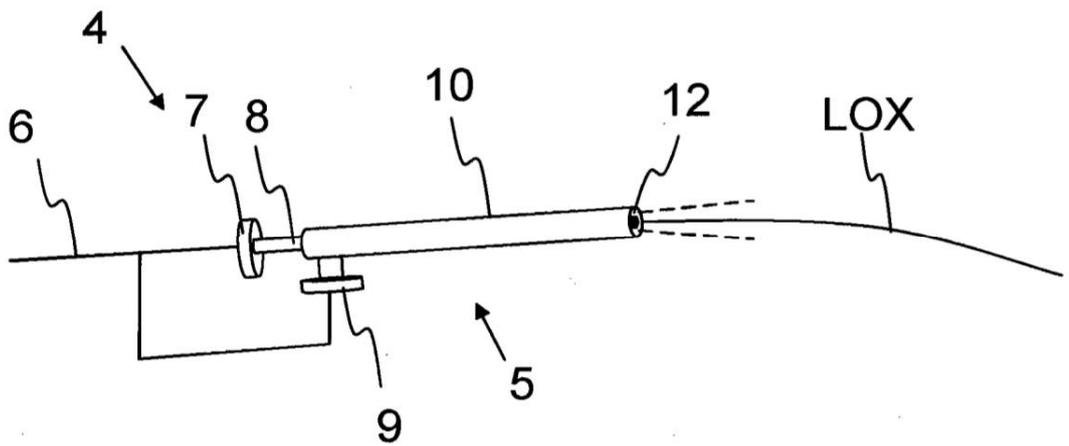


Figura 2

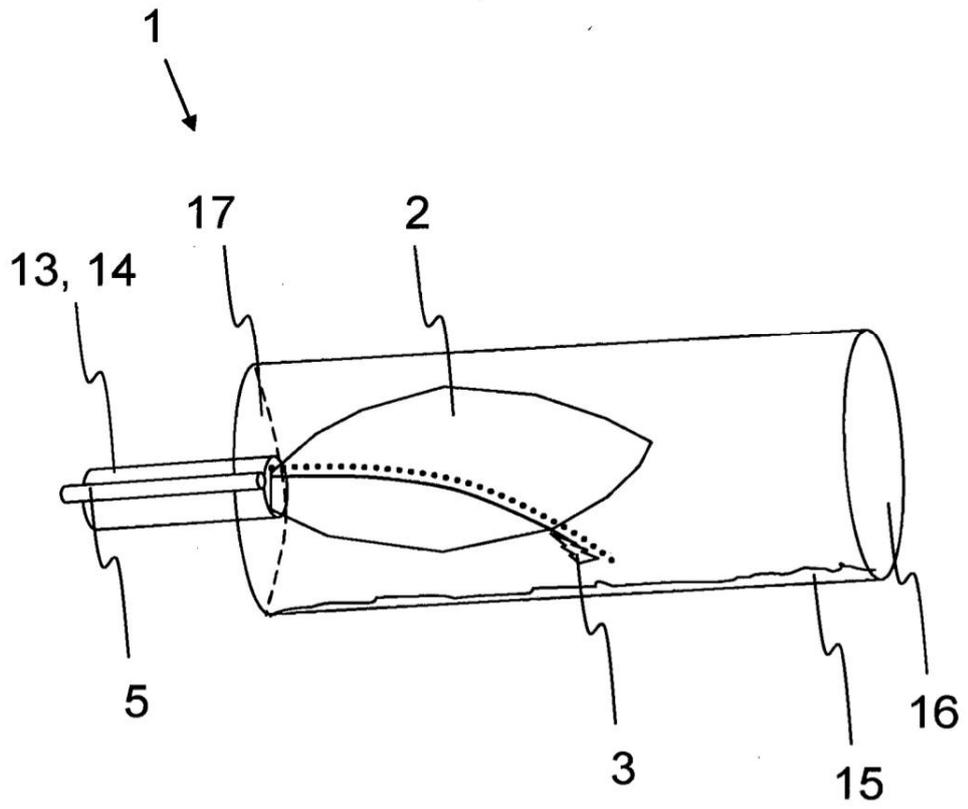


Figura 3