

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 249**

51 Int. Cl.:

B05B 1/20 (2006.01)

B01J 4/00 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

F23D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2019** **PCT/EP2019/066538**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.01.2020** **WO20002163**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2019** **E 19731314 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2022** **EP 3813992**

54 Título: **Enriquecimiento en oxígeno y combustión de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador**

30 Prioridad:

26.06.2018 EP 18179848

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.03.2023

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

FERNANDES, SERGIO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 936 249 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

Enriquecimiento en oxígeno y combustión de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador

La presente invención se refiere a la combustión de combustibles en forma de partículas sólidas.

Los combustibles en forma de partículas sólidas, como por ejemplo el carbón, el coque de petróleo, los lodos de petróleo secos y los residuos de trituración de desechos, están disponibles en grandes cantidades y, a menudo, a precios bajos. Por lo tanto, la combustión de un combustible sólido puede resultar ser el procedimiento de combustión más económico.

En algunos casos, la combustión en una instalación industrial de desechos sólidos puede resultar el procedimiento de tratamiento más ecológico de dichos desechos proporcionando al mismo tiempo la energía térmica útil.

Por las razones antes mencionadas, es común quemar tales combustibles sólidos en hornos industriales, solos o en combinación con combustibles líquidos y/o gaseosos.

Ahora bien, la combustión de combustibles sólidos también tiene una serie de inconvenientes.

Así, a diferencia de los combustibles gaseosos y líquidos, los combustibles sólidos como tales no pueden ser transportados hacia la zona de combustión y ser inyectados en la zona de combustión a caudales regulados por simple flujo. Por ello, los combustibles en forma de partículas sólidas son transportados e inyectados en forma de suspensión de partículas sólidas en un gas, denominado gas portador, o en un líquido.

Por naturaleza, los combustibles sólidos son más lentos o más difíciles de encender que los combustibles líquidos y, más aún, los combustibles gaseosos de poder calorífico análogo.

Otros problemas que se plantean a menudo durante la combustión de combustibles sólidos, en particular, pero no únicamente, durante la combustión de combustibles sólidos a base de desechos (industriales o no) y/o a base de harinas animales y/o a base de biomasa, y que pueden también retrasar o limitar el encendido del combustible son:

- una granulometría no homogénea y/o variable,
- una humedad alta y/o variable, y
- un poder calorífico inferior (PCI) bajo, no homogéneo y/o variable.

Los combustibles a base de desechos (neumáticos, papeles, cartones, aceites usados, plásticos, tejidos textiles, biomasa, desechos industriales y municipales, etc.) suelen denominarse con la expresión "combustible alternativo" o con la abreviatura inglesa RDF (Refuses Derived Fuel). Sin embargo, cabe señalar que la biomasa utilizada en el combustible no es necesariamente un desecho.

El encendido tardío o incompleto de la nube de partículas de combustible puede conducir a una combustión incompleta del combustible y, por lo tanto, a una menor eficiencia energética del procedimiento, así como a la presencia de no quemados en los humos (en particular monóxido de carbono), en las cenizas (por ejemplo, carbón) o, cuando la combustión del combustible tiene lugar en un horno para tratar una carga (por ejemplo, para la fusión el (re)calentamiento, la clinkerización, la cocción, la sinterización, etc. de una carga), en o sobre la carga tratada en la zona de combustión.

La presente invención se refiere a la combustión de combustibles en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador.

El gas portador es tradicionalmente aire, pero también puede consistir en otros gases o comprender otros gases.

Para acelerar y mejorar el encendido y la oxidación de partículas en el interior de la zona de combustión de un combustible sólido en forma de partículas arrastradas por un gas portador, se conoce enriquecer el combustible sólido en oxígeno, o más correctamente formulado, enriquecer su gas portador en oxígeno, en el punto de inyección del combustible y/o ligeramente aguas arriba del punto de inyección del combustible, para asegurar un contacto más intenso entre las partículas sólidas y las moléculas de oxígeno durante la inyección del combustible en la zona de combustión.

Tales tecnologías se describen en particular en los documentos WO-A-2006/032961, WO-A-2011/051463 y WO-A-2011/051464.

Sin embargo, por razones obvias de seguridad, es importante evitar el encendido del combustible en el interior de su conducto de flujo aguas arriba de la zona de combustión y para esto evitar concentraciones de oxígeno, y en particular concentraciones locales de oxígeno, demasiado elevadas en el combustible sólido aguas arriba de su inyección.

- 5 Por lo tanto, conviene optimizar el grado y la o las posiciones de enriquecimiento en oxígeno del gas portador.

Con las tecnologías conocidas mencionadas anteriormente es posible responder estas dos necesidades. Sin embargo, según estas tecnologías conocidas, para modificar la posición del o de los puntos de enriquecimiento en oxígeno en el conducto de flujo de combustible, por ejemplo para responder a un cambio en las propiedades del combustible sólido, es necesario retirar el dispositivo de enriquecimiento del conducto de flujo y reemplazar o modificar este dispositivo antes de reintroducirlo en el conducto, interrumpiendo así el enriquecimiento en oxígeno y normalmente también la inyección de combustible a través del conducto de flujo durante este procedimiento, en particular para evitar una fuga de combustible sólido a través de la abertura por la cual el dispositivo de enriquecimiento se retira o se vuelve a introducir en el conducto de flujo y/o a fin de evitar la presencia de una cantidad importante de materia sin quemar en los humos, en las cenizas y/o en o sobre la carga.

La presente invención tiene como objetivo remediar al menos parcialmente estos inconvenientes y proporcionar medios y procedimientos más flexibles para el enriquecimiento en oxígeno de un combustible sólido.

- 20 La presente invención tiene más particularmente como objetivo proporcionar medios y procedimientos para el enriquecimiento en oxígeno de un combustible sólido que permiten un cambio de la o las zonas de enriquecimiento sin interrumpir el enriquecimiento.

25 La presente invención propone así el uso de una lanza para el enriquecimiento en oxígeno de un flujo de combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador antes y/o durante la inyección de dicho combustible.

La lanza tiene un tubo exterior y un segundo tubo dentro del tubo exterior.

- 30 El tubo exterior de la lanza se extiende según un eje longitudinal y sobre una longitud L entre un extremo aguas arriba y un extremo aguas abajo. El tubo exterior tiene una pared lateral, denominada "primera pared lateral", que es estanca al gas a excepción de una o más secciones longitudinales, denominadas "secciones permeables", que son permeables al gas. Por "sección longitudinal" se entiende en el presente contexto una sección que se extiende sobre una parte de la longitud del tubo.

- 35 El segundo tubo también tiene una pared lateral, denominada "segunda pared lateral", que es estanca al gas a excepción de una o más secciones longitudinales, denominadas "secciones perforadas", que tienen perforaciones distribuidas sobre la circunferencia del segundo tubo.

- 40 El segundo tubo también se extiende según el eje longitudinal y está montado de manera deslizante dentro del tubo exterior a través del extremo aguas arriba del tubo exterior. El montaje deslizante del segundo tubo en el interior del tubo exterior permite realizar una o varias secciones, denominadas "secciones de recubrimiento", en las que se superpone una sección perforada del segundo tubo y una sección permeable del tubo exterior y esto en posiciones variables a lo largo de la longitud L.

- 45 La variación de una posición de una o más secciones de recubrimiento puede corresponder a un desplazamiento a lo largo del eje longitudinal del inicio de al menos una sección recubrimiento, del final de al menos una sección recubrimiento o del inicio y final de al menos una sección recubrimiento y/o de un cambio en el número de secciones de recubrimiento.

- 50 Cuando se introduce un gas en el segundo tubo de la lanza desde el lado aguas arriba del tubo exterior, dicha sección de recubrimiento permite al gas escaparse del segundo tubo a través de las perforaciones en la sección de recubrimiento y atravesar la pared lateral del tubo exterior a través de una sección permeable del tubo exterior en esta sección de recubrimiento.

- 55 Así, cuando tal lanza se monta en un flujo de combustible sólido en forma de partículas arrastradas por un gas portador y se introduce un gas de enriquecimiento en oxígeno en el segundo tubo en el lado aguas arriba del tubo exterior, el gas de enriquecimiento puede inyectarse en el combustible sólido a través de la o las secciones de recubrimiento y esto en posiciones variables a lo largo de la longitud L del tubo exterior.

- 60 El tubo exterior de la lanza tiene ventajosamente una sección permeable cerca de su extremo aguas abajo, preferiblemente adyacente al extremo aguas abajo del tubo exterior.

- 65 Según una forma de realización sencilla, el tubo exterior de la lanza tiene una única sección permeable que puede, en particular, estar situada cerca del extremo aguas abajo del tubo exterior, o incluso adyacente a este extremo aguas abajo.

El segundo tubo puede tener un extremo aguas abajo estanco al gas, estando situado el extremo aguas abajo del segundo tubo en el lado del extremo aguas abajo del tubo exterior de la lanza.

5 Cuando el extremo aguas abajo del segundo tubo es estanco al gas, sólo las perforaciones en la segunda pared permiten que un gas introducido en el segundo tubo en el lado del extremo aguas arriba del tubo exterior escape del segundo tubo.

10 Según una realización alternativa, el segundo tubo tiene un extremo aguas abajo que tiene una abertura de inyección de gas, preferiblemente una boquilla sónica o supersónica. Cuando tal segundo tubo está montado en el interior de un tubo exterior, cuyo extremo aguas abajo también tiene una abertura de inyección de gas, es posible inyectar el gas de enriquecimiento no solo a través de una o más secciones de recubrimiento, sino también a través de la abertura de inyección aguas abajo del segundo tubo seguido por la abertura de inyección aguas abajo del tubo exterior.

15 En esta configuración, el flujo de oxígeno se comparte entre la abertura de inyección aguas abajo y la sección de recubrimiento. El dimensionamiento de la abertura de inyección aguas abajo del tubo exterior en comparación con el tamaño de los poros en la pared del tubo exterior, en combinación con la superficie de la o las zonas de recubrimiento, permiten controlar la distribución del flujo de oxígeno inyectado a través de la abertura de inyección aguas abajo, respectivamente a través de la o las zonas de recubrimiento.

20 Una realización ventajosa de la abertura aguas abajo del segundo y/o del primer tubo exterior puede ser concebida de manera a crear un chorro de oxígeno sónico (velocidad = Mach 1 ~ 360 m/s) o supersónico (velocidad superior a Mach 1, preferiblemente hasta Mach 10) dirigido hacia la zona de combustión. En este caso, esta abertura de inyección aguas abajo es ventajosamente una tobera sónica o supersónica. Las perforaciones en la pared lateral del segundo tubo pueden tener diversas formas y orientaciones, tales como, por ejemplo, formas circulares, rectangulares, alargadas, etc., paralelas al eje longitudinal, perpendiculares al eje longitudinal, etc.

25 En general, es deseable que la o las secciones permeables sean permeables al gas gracias a poros en la pared lateral del tubo exterior en dichas secciones permeables. El tamaño de los poros del tubo exterior de la lanza se escoge ventajosamente de manera a limitar, o incluso evitar, que partículas del combustible sólido puedan incrustarse en ellos y bloquearlos. Por lo tanto, el diámetro de los poros en la pared lateral del tubo exterior es ventajosamente menor que el diámetro medio de las partículas.

30 Combinando tales poros en la pared longitudinal del tubo exterior con perforaciones en la pared longitudinal del segundo tubo cuyo tamaño (sección de flujo) es mayor que el tamaño de los poros, la pérdida de carga sufrida por el gas de enriquecimiento durante su inyección a través de la o de las secciones de recubrimiento está reducida.

Los materiales del tubo exterior y del segundo tubo se escogen ventajosamente en función de los fluidos con los que entran en contacto.

40 Así, el tubo exterior está realizado ventajosamente en un material altamente resistente a la erosión por partículas de combustible sólido.

45 El segundo tubo, y preferiblemente también el tubo exterior, está hecho de materiales que resisten la oxidación por el gas de enriquecimiento. Así, ventajosamente, el segundo tubo y/o el tubo exterior se llevan a cabo ventajosamente de acero inoxidable.

50 Para el enriquecimiento en oxígeno de un combustible sólido, el segundo tubo está conectado a una fuente de un oxidante, utilizado como gas de enriquecimiento, teniendo el oxidante un contenido de oxígeno mayor que el contenido de oxígeno del gas portador del combustible sólido a enriquecer. Así, cuando el gas portador es aire, el oxidante utilizado como gas de enriquecimiento tiene un contenido de oxígeno superior al del aire. El segundo tubo, que se encuentra en el interior del tubo exterior de la lanza del quemador, está ventajosamente conectado por el lado del extremo aguas arriba del tubo exterior a una fuente de un oxidante que tiene un contenido de oxígeno en estado gaseoso de 50% en volumen a 100% en volumen, preferiblemente de 80% en volumen a 100% en volumen y más preferiblemente de 90,0% en volumen a 99,5% en volumen.

55 Cuando el caudal de oxidante necesario para el enriquecimiento del combustible sólido es relativamente bajo, la fuente de oxidante puede ser, por ejemplo, un depósito de un oxidante licuado que tiene un contenido de oxígeno en estado gaseoso de al menos 90% en volumen.

60 Otras posibles fuentes de oxidante son oleoductos para transportar tal oxidante licuado, así como las unidades de separación de los gases del aire.

65 La presente invención también se refiere a un quemador para la combustión de un combustible sólido en forma de partículas arrastradas por un gas portador.

El quemador según la invención comprende un paso para el flujo de combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador. Este paso desemboca en una tobera de inyección para inyectar dicho combustible en una zona de combustión aguas abajo del quemador. Una lanza según una de las realizaciones descritas anteriormente está montada en el interior del paso con el eje longitudinal sustancialmente en la dirección de flujo del combustible, es decir sustancialmente en la dirección del eje longitudinal del paso del quemador, a fin de permitir el enriquecimiento en oxígeno del combustible sólido que fluye en el paso.

Para el funcionamiento del quemador, el paso está conectado a una fuente de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador. Tales fuentes son conocidas, en particular en el campo de las fábricas de cemento en las que el uso de combustibles en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador es habitual en los hornos rotatorios. Un ejemplo de tal fuente/tal sistema se describe con más detalle en "The Cement Plant Operations Handbook" de Philip A Alsop, sexta edición, páginas 51 a 54.

Como ya se ha indicado anteriormente, para el enriquecimiento en oxígeno del combustible sólido, el segundo tubo está conectado a una fuente de un oxidante, utilizado como gas de enriquecimiento, teniendo dicho oxidante un contenido de oxígeno superior al contenido de oxígeno del gas portador del combustible sólido a enriquecer.

Las partículas del combustible sólido pueden ser carbón pulverulento, coque de petróleo pulverulento, coque pulverulento, desechos sólidos triturados, harinas animales, biomasa. El combustible sólido también puede comprender una mezcla de partículas de diferentes tipos y en particular una mezcla de al menos dos de estas categorías de partículas combustibles.

Como ya se ha indicado anteriormente, el gas portador es típicamente aire. Sin embargo, también se pueden considerar otros gases portadores. Así, el gas portador puede consistir en, o comprender, humos de combustión (reciclados), por ejemplo en mezcla con aire.

El extremo aguas abajo del tubo exterior puede estar situado aguas arriba de la tobera de inyección del paso del quemador, a nivel de esta tobera de inyección, o incluso aguas abajo de esta tobera de inyección.

Cuando el extremo aguas abajo del tubo exterior se encuentra aguas arriba de la tobera de inyección, el enriquecimiento en oxígeno del combustible por medio de la lanza se produce completamente en el interior del paso de flujo del quemador y por lo tanto aguas arriba de la inyección de combustible en la zona de combustión. Con una lanza cuyo extremo aguas abajo está situado a nivel de la tobera de inyección, es posible enriquecer el combustible al mismo tiempo aguas arriba de la zona de combustión y a nivel de la inyección del combustible en la zona de combustión. Finalmente, un quemador cuya lanza se extiende más allá de la tobera de inyección del quemador permite el enriquecimiento en oxígeno al mismo tiempo aguas arriba como aguas abajo y, si es necesario, también a nivel de la inyección de combustible en la zona de combustión. Esto requiere evidentemente posiciones correspondientes de la o las secciones permeables de la primera pared del tubo exterior, de la o las secciones perforadas de la segunda pared del segundo tubo y, llegado el caso, de las aberturas de inyecciones en los extremos aguas abajo del segundo tubo y del tubo exterior.

La presente invención también se refiere a una instalación de combustión que tiene una zona de combustión y que comprende al menos un quemador según una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, cuya tobera de inyección está dirigida hacia esta zona de combustión.

La invención es particularmente útil en el caso de una instalación que comprende un horno rotatorio. Tal horno rotatorio tiene un eje de rotación, estando la zona de combustión en el interior del horno rotatorio. Tal horno rotatorio comprende generalmente una envoltura sustancialmente cilíndrica alrededor de esta zona de combustión, extendiéndose dicha envoltura entre dos extremos del horno a lo largo del eje de rotación.

El eje de rotación de tal horno es típicamente horizontal o forma un ángulo de entre 1 y 10 grados, preferiblemente entre 2 y 5 grados, con la horizontal, en particular cuando una carga debe fluir por gravedad desde un extremo del horno (extremo superior) al otro extremo del horno (extremo inferior).

En este caso, se monta ventajosamente al menos un quemador según la invención en un extremo del horno rotatorio.

En los hornos rotatorios en los que una carga fluye por gravedad desde el extremo superior del horno hasta el extremo inferior del horno, se instala típicamente un quemador en el extremo inferior del horno de manera que los gases de combustión generados evolucionen en contracorriente con la carga.

Ejemplos de tales hornos rotatorios para los que la invención es beneficiosa son los hornos rotatorios para la producción de clínker, arcilla expandida, cal o yeso, y para la incineración de desechos.

Un aspecto de la presente invención es el uso de una lanza según una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente para el enriquecimiento en oxígeno de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador.

Para ello, el segundo tubo de la lanza está conectado fluidicamente por el lado del extremo aguas arriba del tubo a una fuente del oxidante, teniendo el oxidante un contenido de oxígeno superior al contenido de oxígeno del gas portador.

Otro aspecto de la presente invención es el uso de un quemador según una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente para el enriquecimiento en oxígeno y la combustión de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador.

Para ello, el paso del quemador está conectado fluidicamente a una fuente del combustible y el segundo tubo de la lanza está conectado fluidicamente por el lado del extremo aguas arriba del tubo a una fuente del oxidante, teniendo el oxidante un contenido de oxígeno superior a el contenido de oxígeno del gas portador.

La invención se refiere así también a un procedimiento de enriquecimiento en oxígeno de un flujo de combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador, llevándose a cabo este enriquecimiento mediante una lanza según una cualquiera de las realizaciones descritas.

Según este método, el combustible fluye en el interior de un paso según una dirección de flujo. Un oxidante que tiene un contenido de oxígeno superior al contenido de oxígeno del gas portador se introduce en el segundo tubo de la lanza desde el lado aguas arriba del tubo exterior, estando situada la lanza en el interior del paso en sustancia según la dirección de flujo del combustible. Al menos una parte, y típicamente la totalidad, de dicho oxidante se introduce en el flujo de combustible a través de al menos una sección de recubrimiento de la lanza.

De manera análoga, la invención también se refiere a un procedimiento para la combustión de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador mediante un quemador según una cualquiera de las realizaciones descritas, o también mediante una instalación según una de las realizaciones descritas.

Según este procedimiento, el combustible fluye en el interior del paso del quemador según una dirección de flujo. Un oxidante que tiene un contenido de oxígeno superior al contenido de oxígeno del gas portador se introduce en el segundo tubo de la lanza desde el lado aguas arriba del tubo exterior, estando situada la lanza en el interior del paso sustancialmente según la dirección de flujo del combustible. Al menos una parte, y típicamente la totalidad de dicho oxidante se introduce en el flujo del combustible a través de al menos una sección de recubrimiento de la lanza.

El paso del quemador termina preferentemente en una tobera de inyección para inyectar combustible en una zona de combustión situada aguas abajo del quemador. La zona de combustión puede estar en un horno, tal como un horno rotatorio, preferentemente seleccionado entre los hornos rotatorios para la producción de clínker, los hornos rotatorios para la producción de yeso o de cal, los hornos para la producción de arcilla expandida, los hornos rotatorios de incineración, etc.

Como ya se ha indicado anteriormente, el gas portador se puede escoger de aire, CO₂, humos (reciclados) o mezclas de al menos dos de dichos gases, siendo el aire el gas portador más habitual debido a su disponibilidad.

El oxidante tiene ventajosamente un contenido de oxígeno de 50% en volumen a 100% en volumen, preferiblemente de 80% en volumen a 100% en volumen, y aún más preferiblemente de 90,0% en volumen a 99,5% en volumen.

Puede proporcionarse mediante un depósito de oxidante licuado, de un oleoducto de oxidante licuado o de una unidad de separación de los gases del aire.

Los medios anteriores son particularmente útiles cuando las partículas sólidas se escogen entre el carbón pulverulento, el coque de petróleo pulverulento, el coque pulverulento, los desechos sólidos triturados y las mezclas que comprenden una o más de dichas categorías de partículas combustibles.

Los procedimientos según la invención permiten hacer variar la posición de la al menos una sección de recubrimiento a lo largo de la longitud L del tubo exterior por deslizamiento del segundo tubo en el interior de dicho tubo exterior. Para ello no es necesario detener/interrumpir el flujo de combustible ni detener/interrumpir su enriquecimiento en oxígeno por medio de la lanza o retirar la lanza del quemador/horno.

La invención y sus ventajas se ilustran en los ejemplos siguientes, haciendo referencia a las Figuras 1 a 8 en las que:

- la Figura 1 es una representación esquemática de una realización de un tubo exterior de una lanza que se puede usar según la invención,
- la Figura 2 es una representación esquemática de una realización de un segundo tubo (tubo interior) de una lanza que se puede usar según la invención,

- la Figura 3 es una representación esquemática, con una sección parcial, de una lanza que se puede usar según la invención y que comprende los tubos de las Figuras 1 y 2;
 - 5 • las Figuras 4 y 5 son representaciones esquemáticas, con una sección parcial, de la lanza de la Figura 2 con diferentes posiciones del segundo tubo;
 - la Figura 6 es una representación esquemática, con una sección parcial, de otra realización de una lanza que se puede usar según la invención;
 - 10 • la Figura 7 es una representación esquemática de un quemador según la invención que comprende la lanza según la Figura 6, pero con una posición diferente del segundo tubo, y
 - la Figura 8 es una representación esquemática de un horno rotatorio equipado con tal quemador.
- 15 La Figura 1 muestra un tubo exterior 10 que se extiende sobre una longitud L según un eje longitudinal X-X entre un extremo aguas arriba 11 y un extremo aguas abajo 12. La pared lateral del tubo exterior 10 es estanca al gas, con la excepción de una zona permeable 15 en el extremo aguas abajo 12. En esta zona permeable 15, la pared lateral del tubo 10 tiene poros permeables a los gases. El tamaño de los poros se ha seleccionado de manera que, cuando una
- 20 lanza que comprende el tubo exterior 15 se encuentra dentro de un flujo de combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador, estas partículas son generalmente demasiado grandes para penetrar en los poros.
- La Figura 2 muestra un segundo tubo 20 apto para deslizarse dentro del tubo exterior 10 de la Figura 1. Este segundo tubo también se extiende según el eje X-X. Su pared lateral es estanca al gas, excepto con la excepción de una zona perforada 25 en el extremo aguas abajo 22 del segundo tubo 20. En la realización ilustrada, las perforaciones 26 tienen
- 25 una forma circular.
- La Figura 3 muestra una lanza 30 que tiene el segundo tubo 20 insertado de manera deslizante en el tubo exterior 10 desde el extremo aguas arriba 11 de dicho tubo exterior 10. En la Figura 3, el segundo tubo 20 se inserta hasta el extremo aguas abajo 12 del tubo exterior, y se crea una sección de recubrimiento 31 en el extremo aguas abajo de la
- 30 lanza 30. Cuando se introduce un gas oxidante en el segundo tubo 20 en el lado del extremo aguas arriba 11 del tubo exterior, este gas oxidante fluye, en el interior del segundo tubo 20 hasta la zona perforada 25 en la que el gas sale del segundo tubo 20 a través de las perforaciones 25 para después salir del tubo exterior 10 a través de los poros de la zona permeable 15 en la sección de recubrimiento 31.
- 35 Cuando la lanza está situada en un flujo de combustible en forma de partículas arrastradas por un gas portador, es posible enriquecer el combustible, o mejor dicho su gas portador, por medio del gas oxidante inyectado en el flujo de combustible a través de la sección de recubrimiento 31 de la lanza 30.
- En la Figura 4, el segundo tubo 20 se coloca un poco más atrás en el tubo exterior 10, de manera que la sección de recubrimiento 31 ahora está colocada un poco más aguas arriba en la lanza 30. Así, cuando la lanza 30 se usa para el enriquecimiento en oxígeno de un flujo de combustible, la zona de enriquecimiento también se ubicará un poco más
- 40 aguas arriba.
- En la Figura 5, el segundo tubo 20 se coloca aún más atrás en el tubo exterior 10, de manera que una parte de la zona perforada 25 del segundo tubo 10 se encuentra aguas arriba de la zona permeable 15 del tubo exterior 10. El resultado es una sección de recubrimiento 31 situada aún más aguas arriba y más corta.
- 45 En la Figura 6 muestra una realización alternativa de la lanza, en la que el tubo exterior 10 tiene 8 zonas permeables 15 y en la que el segundo tubo 20 tiene dos zonas perforadas 25 con perforaciones rectangulares 25 que se extienden en la dirección del eje X-X. Se crean así cuatro secciones de recubrimiento 31.
- 50 La Figura 7 muestra un quemador 60 según la invención que comprende un paso 40 para el transporte del combustible sólido hacia la zona de combustión aguas abajo 70. La lanza 30 es la de la Figura 6 pero con el segundo tubo 20 situado un poco más atrás en el tubo exterior 10. El paso 40 del quemador 60 termina en una tobera de inyección 41 a través de la cual se inyecta el combustible sólido en la zona de combustión 70. Cuando se introduce oxígeno en el
- 55 segundo tubo 20 del lado del extremo aguas arriba 11 del tubo exterior 10, el oxígeno atraviesa el tubo interior 20 (segundo tubo) para ser inyectado, simbolizado por las flechas 50, en el flujo de combustible a través de las cuatro secciones de recubrimiento 31.
- La Figura 8 muestra un ejemplo de un horno rotatorio 80 equipado con un quemador 60 según la invención. El horno tiene un eje de rotación Y-Y ligeramente inclinado con respecto a la horizontal. Así, una carga 90 a tratar (por ejemplo para cocer o fundir) introducida en el horno 80 por el extremo 81 es transportada por gravedad a través de la zona de combustión 70 hacia el otro extremo 82 en el que es evacuada del horno. Un quemador 60 según la invención está montado en el extremo 82 del horno 80 y los gases de combustión 91 generados por la combustión del combustible
- 60 sólido evolucionan en contracorriente con la carga 90 y son evacuados del horno 80 por el extremo 81.
- 65

La presente invención y sus ventajas se comprenderán mejor a la luz del siguiente ejemplo que ilustra un caso particular de realización de la presente invención.

- 5 Un horno rotatorio para la fabricación de clínker en una fábrica de cemento está provisto, en su extremo inferior, de un quemador multicomcombustibles. Dicho quemador comprende un paso para el flujo de combustibles a base de desechos en forma de partículas sólidas.
- 10 Dichas partículas son llevadas al quemador, arrastradas a través del paso e inyectadas en la zona de combustión aguas abajo del horno rotatorio a través de la abertura de inyección de dicho paso impulsadas por un flujo de aire.
- Los combustibles a base de desechos tienen composiciones y porcentajes de humedad variables, y una granulometría no uniforme, pudiendo alcanzar el diámetro de determinadas partículas hasta 20, 30 o 40 mm, o incluso hasta 100 mm.
- 15 En consecuencia, las propiedades de encendido y combustión de dichos combustibles varían considerablemente en el tiempo.
- 20 A fin de garantizar un encendido rápido y una combustión más eficaz con total seguridad de estos combustibles después de su inyección en el horno, se instala una lanza según la invención en el paso del quemador. El eje longitudinal de la lanza coincide con el eje longitudinal del paso para dejar una zona libre anular suficiente en el paso alrededor de la lanza para el flujo del combustible sólido.
- 25 El segundo tubo (tubo interior) de la lanza está conectado a una fuente de oxígeno cuya pureza puede llegar hasta 100%. En la práctica, la fuente de oxígeno proporcionará, por ejemplo, oxígeno denominado "oxígeno industrial", con una pureza del 98,5%. El flujo de oxígeno proporcionado al segundo tubo se regula por medio de un caudalímetro y de una válvula automática.
- 30 A fin de mantener un encendido rápido y una combustión completa del combustible a base de desechos durante un cambio en la composición/humedad/granulometría del combustible, la posición del segundo tubo en el tubo exterior de la lanza se ajusta de manera a modificar las posiciones de las zonas de recubrimiento de la lanza y así hacer variar las posiciones de las zonas de enriquecimiento en oxígeno del aire que arrastra el combustible en el paso del quemador, o incluso, como se ha explicado anteriormente, en el punto de inyección de combustible en la zona de combustión o también ligeramente aguas abajo de dicho punto de inyección.
- 35 El análisis de los humos evacuados del horno en su extremo superior y la inspección del clínker evacuado del horno rotatorio en su extremo inferior muestran que era posible asegurar una combustión esencialmente completa del combustible con un contenido de oxígeno residual casi constante en los humos, a pesar de las variaciones en el combustible a base de desechos.
- 40 La presente invención permite así, por un lado, enriquecer un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador de oxígeno y así asegurar un encendido y una combustión eficientes del combustible en el interior de la zona de combustión. Además, la invención permite realizar tal enriquecimiento en oxígeno sin riesgo de encendido prematuro del combustible, es decir sin riesgo de encendido del combustible aguas arriba de su inyección
- 45 en la zona de combustión. La invención también permite ajustar este enriquecimiento en oxígeno del combustible, por ejemplo en respuesta a un cambio en las propiedades del combustible (composición, humedad, granulometría, etc.) sin interrumpir la combustión y sin interrumpir el enriquecimiento en oxígeno del combustible.

REIVINDICACIONES

1. Uso para el enriquecimiento en oxígeno de un flujo de combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador, de una lanza (30) que tiene:

- un tubo exterior (10) que se extiende según un eje longitudinal sobre una longitud L entre un extremo aguas arriba (11) y un extremo aguas abajo (12), y
- un segundo tubo (20) que también se extiende según este eje longitudinal,

teniendo el tubo exterior (10) una primera pared lateral estanca al gas excepto una o más secciones longitudinales permeables al gas, denominadas secciones permeables (15), teniendo el segundo tubo (20) una segunda pared lateral estanca al gas excepto una o más secciones longitudinales, denominadas secciones de perforación (25), que tienen perforaciones (26) distribuidas sobre la circunferencia del segundo tubo (20),

estando montado el segundo tubo de manera deslizante en el interior del tubo exterior (10) a través del extremo aguas arriba (11) del tubo exterior (10) de manera a permitir llevar a cabo en posiciones variables a lo largo de la longitud L, de una o más secciones de recubrimiento (31) en las que existe un recubrimiento entre una sección perforada (25) del segundo tubo (20) y una sección permeable (15) del tubo exterior (10).

2. Uso según la reivindicación 1, en el que el extremo aguas abajo (12) del tubo exterior (10) es estanco al gas.

3. Uso según la reivindicación 1, en el que el extremo aguas abajo (12) del tubo exterior (10) tiene una abertura de inyección de gas, preferiblemente una boquilla sónica o supersónica.

4. Uso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo tubo (20) está conectado por el lado del extremo aguas arriba (11) del tubo exterior (10) a una fuente de un oxidante que tiene un contenido de oxígeno en estado gaseoso de 50% en volumen a 100% en volumen, preferiblemente de 80% en volumen a 100% en volumen, e incluso más preferiblemente de 90,0% en volumen a 99,5% en volumen.

5. Quemador (60) que tiene un paso (40) para el flujo de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador, terminando dicho paso en una tobera de inyección (41) para la inyección de dicho combustible en una zona de combustión aguas abajo (70) del quemador (60), siendo dicho quemador (60) caracterizado por que una lanza (31) tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores está montada en el interior de dicho paso (40) sustancialmente en la dirección de flujo del combustible.

6. Quemador (60) según la reivindicación 5, en el que el paso (40) está conectado a una fuente de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador.

7. Quemador (60) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en el que el extremo aguas abajo (12) del tubo exterior (10) está situado aguas arriba de la tobera de inyección (41), a nivel de la tobera de inyección (41) o aguas abajo de la tobera de inyección (41) del paso (40).

8. Instalación de combustión que tiene una zona de combustión (70) y que tiene al menos un quemador (60) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, cuya tobera de inyección (41) está dirigida hacia dicha zona de combustión (70).

9. Instalación según la reivindicación 8, que comprende un horno rotatorio (80) que tiene un eje de rotación y en el interior del cual se encuentra la zona de combustión (70).

10. Procedimiento para enriquecer en oxígeno un flujo de combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador, mediante el uso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, procedimiento en el que:

- el combustible fluye en el interior de un paso (40) según una dirección de flujo,
- se introduce un oxidante que tiene un contenido en oxígeno superior al contenido de oxígeno del gas portador en el segundo tubo (20) de la lanza (31) por el lado del extremo aguas arriba (11) del tubo exterior (10), estando posicionada la lanza (31) en el interior del paso (40) sustancialmente en la dirección de flujo del combustible, introduciéndose al menos una parte de dicho oxidante en el flujo del combustible a través de al menos una sección de recubrimiento (31) de la lanza (31).

11. Procedimiento de combustión de un combustible en forma de partículas sólidas arrastradas por un gas portador mediante un quemador (60) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7 o mediante una instalación según una de las reivindicaciones 8 y 9, procedimiento en el que:

- el combustible fluye en el interior del paso (40) del quemador (60) en una dirección de flujo,

- se introduce un oxidante que tiene un contenido en oxígeno superior al contenido de oxígeno del gas portador en el segundo tubo (20) de la lanza (31) por el lado del extremo aguas arriba (11) del tubo exterior (10), estando colocada la lanza (31) dentro del paso (40) sustancialmente en la dirección del flujo del combustible,

5 introduciéndose al menos una parte de dicho oxidante en el flujo del combustible a través de al menos una sección de recubrimiento (31) de la lanza (31).

10 12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, en el que el gas portador se escoge entre aire, CO₂, humos reciclados o mezclas de al menos dos de dichos gases.

15 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el oxidante tiene un contenido en oxígeno del 50% en volumen al 100% en volumen, preferentemente del 80% en volumen al 100% en volumen, e incluso más preferentemente del 90,0% en volumen al 99,5% en volumen.

14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que las partículas sólidas se escogen entre carbón pulverulento, coque de petróleo pulverulento, coque pulverulento, desechos sólidos triturados, y mezclas que incluyen una o más de dichas categorías de partículas.

20 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que se hace variar la posición de la al menos una sección de recubrimiento (31) a lo largo de la longitud L por deslizamiento del segundo tubo (20) en el interior del tubo exterior (10).



