

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 539**

51 Int. Cl.:

**F23D 1/02** (2006.01)

**F27B 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2009 E 09165089 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **13.01.2010 EP 2143998**

54 Título: **Unidad de quemador para combustible sólido en forma de polvo**

30 Prioridad:

**11.07.2008 DE 102008032589**

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

**01.02.2013**

73 Titular/es:

**RHEINKALK GMBH (100.0%)  
AM KALKSTEIN 1  
42489 WÜLFRAETH, DE**

72 Inventor/es:

**WASNER, PER**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 394 539 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

Unidad de quemador para combustible sólido en forma de polvo

5 La invención se refiere a una unidad de quemador para combustible sólido en forma de polvo con un primer tubo para el transporte del combustible sólido en una primera dirección de transporte, estando dispuesto como prolongación del primer tubo un cuerpo de desviación para la desviación de chorro de combustible sólido que sale del primer tubo. Además, la invención se refiere a una disposición de quemador para un horno, particularmente para un horno de cuba anular para quemar piedra caliza.

10 Las unidades de quemador del tipo que se han mencionado al principio se conocen por el estado de la técnica. Se utilizan preferentemente en instalaciones de horno de cuba, por ejemplo, en hornos de cuba anular para quemar piedra caliza. En este caso, el particular desafío en cuanto a la técnica del procedimiento consiste en conseguir una prolongación lo más completa posible del combustible en forma de polvo –en este caso puede tratarse, por ejemplo, de polvo de coque de petróleo– en gases calientes para poder utilizar lo más completamente posible el contenido energético del combustible sólido en forma de polvo.

20 Por el estado de la técnica se conoce además cómo desviar el combustible sólido en forma de polvo transportado de forma neumática, es decir, en una corriente de aire, a través del primer tubo mediante un cuerpo de desviación dispuesto como prolongación del tubo en una dirección esencialmente opuesta hacia la entrada del quemador. Entonces, la corriente de combustible desviada se mezcla con una corriente de aire que viene de frente adicional, de tal manera que se asegura un entremezclado prácticamente completo de combustible sólido en forma de polvo y aire de combustión y, con ello, una combustión completa del combustible. Uno de este tipo con un cuerpo de desviación como prolongación del tubo de transporte para la mezcla de combustible-aire se conoce, por ejemplo, por los documentos DE 10 2006 035 174 A1 y FR 2 842 584 A1. En los quemadores descritos en este caso se desvía una mezcla de polvo de coque de petróleo y aire primario después de la salida de la lanza del quemador en un desviador del flujo con forma de C en el corte transversal y se mezcla con aire secundario insuflado tangencialmente en el espacio del quemador, transportándose la mezcla que se ajusta a este respecto de aire secundario arremolinado debido a insuflación tangencial, polvo de coque de petróleo y aire primario en dirección de la salida del espacio de combustión, convirtiéndose completamente en gases calientes.

30 Por la práctica se conoce una construcción de quemador adicional, en la que el primer tubo para el transporte del combustible sólido está rodeado por un segundo tubo dispuesto de forma coaxial, a través del cual se transporta aire secundario de forma paralela al combustible, que al encontrarse con el chorro de combustible sólido desviado por el cuerpo de desviación se mezcla de forma intensiva con el mismo. Particularmente en esta construcción de quemador en la práctica se ha mostrado que el chorro de combustible sólido desviado de vuelta por el cuerpo de desviación rebota reiteradamente en el tubo rodeado y conduce en ese lugar a deposiciones, que llevan a largo plazo a una obturación de este tubo.

40 Por tanto, la presente invención se basa en el objetivo de proporcionar una unidad de quemador para combustible sólido en forma de polvo del tipo que se ha mencionado al principio, que asegure la conversión completa del combustible en forma de polvo en gases calientes. Además, la unidad de quemador debe poderse hacer funcionar con costes de mantenimiento reducidos, evitándose constructivamente, por ejemplo, el problema conocido por el estado de la técnica de la formación de depósitos del combustible en forma de polvo desviado de vuelta.

45 El planteamiento de objetivos se resuelve con una unidad de quemador para combustible sólido en forma de polvo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, presentando el primer tubo un cuerpo de choque que rodea al primer tubo, que vuelve a desviar el chorro de combustible sólido desviado por el cuerpo de desviación esencialmente en la primera dirección de transporte.

50 La ventaja particular de la unidad de quemador de acuerdo con la invención consiste en que, por un lado, se puede mantener el principio de la desviación del chorro de combustible, que se ha visto que es extremadamente eficaz con respecto a una mezcla intensiva del combustible en forma de polvo con el aire de combustión. Por otro lado, mediante el uso del cuerpo de choque que rodea al primer tubo queda asegurado que el chorro de combustible experimenta la nueva modificación deseada de la dirección, sin embargo, sin que exista el riesgo de que partes del chorro de combustible reboten a la unidad del quemador y se depositen en ese lugar, lo que está asociado al problema conocido.

60 El cuerpo de choque puede adoptar todas las formas geométricas que garanticen que el chorro de combustible sólido desviado en primer lugar por el cuerpo de desviación se vuelva a desviar a la primera dirección de transporte, sin que a este respecto se modifique en su totalidad significativamente la aerodinámica de la construcción particularmente durante la instalación en una carcasa de quemador correspondiente.

65 Particularmente con el uso de un primer tubo con corte transversal circular, el cuerpo de choque está configurado preferentemente de manera anular.

De acuerdo con una configuración ventajosa adicional de la invención, el primer tubo está rodeado coaxialmente por al menos un segundo tubo con configuración de un canal anular para el transporte de aire de combustión, estando desplazado hacia atrás axialmente el extremo libre del segundo tubo con respecto al extremo libre del primer tubo, estando dispuesto el cuerpo de choque en la sección de tubo del primer tubo que sobresale con respecto al extremo libre del segundo tubo. Mediante esta disposición se crea un cono de aire de combustión que rodea el chorro de combustible que sale del primer tubo, que posibilita, por un lado, en primer lugar una separación en el espacio del chorro de combustible sólido de la mampostería que rodea a la cámara de combustión en la que está dispuesta la unidad de quemador, realizándose en el transcurso posterior un entremezclado intensivo del aire de combustión que sale del segundo tubo con el chorro de combustible sólido, que es una condición para una conversión completa del combustible sólido en forma de polvo en gases calientes.

Por el hecho de que el extremo libre del segundo tubo está desplazado hacia atrás axialmente con respecto al extremo libre del primer tubo y el cuerpo de choque está dispuesto en la sección de tubo del primer tubo que sobresale con respecto al extremo libre del segundo tubo, se evita de forma eficaz particularmente el rebote del combustible sólido que sale del primer tubo al segundo tubo, lo que conduciría a la formación conocida de depósitos.

El aire de combustión puede introducirse, por ejemplo, a través de una conducción de entrada esencialmente radial en el segundo tubo.

De acuerdo con una configuración ventajosa adicional de la invención, en la dirección de flujo delante del segundo tubo está prevista una cámara de combustión, en la que está dispuesto un quemador piloto que se hace funcionar con gas. Mediante este quemador piloto, durante el arranque del horno calentado con la unidad de quemador puede proporcionarse energía térmica adicional, que se requiere para posibilitar un encendido del combustible sólido en forma de polvo que entra en el espacio de combustión. A la cámara de combustión, en la que está dispuesto el quemador piloto, puede suministrarse para esto aire de combustión primario, a través de una conducción que desemboca en la cámara de combustión, estando dispuesta en la conducción una chapaleta de regulación para poder controlar de forma precisa la combustión del gas también suministrado, por ejemplo, propano y, con ello, indirectamente, la temperatura del combustible sólido en forma de polvo.

Si se ha formado una llama de quemador estable, en la que el combustible sólido en forma de polvo se convierte completamente en gases calientes, entonces se puede desconectar el quemador piloto, ya que tanto la propia llama como la radiación de calor de la mampostería refractaria del horno suministran suficiente energía térmica para un funcionamiento estable del quemador.

Los gases de escape del quemador piloto se evacuan preferentemente a través del segundo tubo que rodea al primer tubo de la cámara de combustión. De forma correspondiente, la cámara de combustión de acuerdo con una configuración adicional de la invención está unida con el segundo tubo, de tal manera que los gases del quemador se pueden introducir en el segundo tubo y salen del mismo junto con el aire de combustión a un espacio de combustión.

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a una disposición de quemador para un horno, particularmente para un horno de cuba anular para quemar piedra caliza, con una carcasa de quemador que define un espacio de combustión y una unidad de quemador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7.

Para las ventajas de una disposición de quemador de este tipo se cumple correspondientemente lo que se ha dicho anteriormente. Particularmente se pone a disposición una disposición de quemador potente y que trabaja de forma eficaz, que asegura un funcionamiento continuo sin alteraciones en un horno, particularmente en un horno de cuba anular para quemar piedra caliza.

El espacio de combustión de la disposición de quemador puede adoptar las más diversas geometrías. Sin embargo, preferentemente está configurado esencialmente de forma cilíndrica, estando dispuesta la unidad de quemador de forma esencialmente coaxial en el espacio de combustión.

De acuerdo con una configuración adicional de la invención, la carcasa del quemador comprende una carcasa de tornillo sin fin en la que desemboca tangencialmente una conducción de aire de combustión. Esta carcasa de tornillo sin fin dispuesta en dirección de flujo del combustible sólido en forma de polvo y el aire de combustión preferentemente delante del espacio de combustión da lugar a que se arremoline el aire de combustión introducido en la misma y de esta forma entre en el espacio de combustión, donde, debido a su arremolinado, se mezcla de forma intensiva con el combustible sólido en forma de polvo y otro aire de combustión posiblemente presente. En este contexto también puede estar previsto que la carcasa de tornillo sin fin esté dispuesta desplazada hacia atrás en dirección de expansión de la llama del quemador con respecto al extremo libre del primer tubo de la unidad de quemador.

A continuación se explica con más detalle la invención mediante un ejemplo de realización. Se muestra:

En la Figura 1, una disposición de quemador conocida por el estado de la técnica,

En la Figura 2, una disposición de quemador para un horno de cuba anular para quemar piedra caliza y

En la Figura 3, un horno de cuba anular para quemar piedra caliza con disposiciones de quemador de acuerdo con la Figura 2.

5 En la Figura 1 está representada una disposición de quemador conocida por el estado de la técnica. La disposición de quemador comprende una carcasa de quemador 100 con un espacio de combustión 200 con simetría de rotación, que se ensancha en primer lugar de forma cónica en dirección de transporte del combustible o en dirección de expansión de la llama, y se vuelve a estrechar de forma cónica en forma de boquilla a continuación hasta la salida del quemador. A través de un tubo central 300 dispuesto de forma coaxial con el espacio de combustión 200 se transporta neumáticamente combustible sólido en forma de polvo y sale por el extremo libre 300a del tubo central 300 del mismo. Después, el combustible sólido en forma de polvo se encuentra con un desviador del flujo 400, mediante el cual se desvía el chorro de combustible esencialmente 180° desde su dirección de flujo original.

15 El aire de combustión secundario insuflado a través de un suministro 500 dispuesto tangencialmente con respecto al espacio de combustión 200 al interior del espacio de combustión 200 por su extremo cerrado se arremolina en el espacio de combustión 200, como se indica mediante la línea en espiral S. El aire de combustión secundario arremolinado se mezcla entonces con el chorro de combustible devuelto, realizándose un entremezclado dirigido, de tal manera que una cantidad de polvo muy enriquecida con aire fluye a través del espacio de quemador 200 en dirección a su salida y se transforma en la llama de quemador B. Adicionalmente al aire de combustión secundario se introduce además a través de varias boquillas 600 dispuestas tangencialmente aire de combustión terciario de forma escalonada en el espacio de combustión 200 para reforzar el flujo arremolinado en el espacio de combustión 200.

25 En esta construcción conocida por el estado de la técnica ocurre una y otra vez que el chorro de combustible desviado mediante el desviador de flujo 400 no es captado completamente por la corriente arremolinada de aire secundario y es conducido de nuevo en dirección a la salida del quemador, sino que conduce a deposiciones en el espacio de combustión 200, lo que requiere trabajos de limpieza regulares.

30 En la Figura 2 está representada una disposición de quemador X mejorada con respecto a esto, que se puede utilizar, por ejemplo, en un horno de cuba anular para quemar piedra caliza. La disposición de quemador X, a su vez, comprende una carcasa 1 que rodea un espacio de combustión 2 cilíndrico en el presente documento. En el interior del espacio de combustión 2 cilíndrico se introduce de forma esencialmente coaxial un primer tubo 3 para el transporte de un combustible sólido en forma de polvo, en el presente documento, polvo de coque de petróleo. Como prolongación del primer tubo 3 está dispuesto un cuerpo de desviación 4 para la desviación del chorro de combustible sólido que sale del primer tubo 3, que en el presente documento presenta aproximadamente la forma de una "E" reflejada. Se pueden concebir también otras formas geométricas del cuerpo de desviación, por ejemplo, la de una "C" reflejada o similares.

40 El primer tubo 3 en la disposición de quemador de la Figura 2 a lo largo de una cierta longitud está rodeado coaxialmente por un segundo tubo 6. A través del canal anular 6a que se configura en este caso puede conducirse aire de combustión, el denominado aire secundario, que se suministra al tubo a través de una conducción de entrada 6b radial.

45 Como se puede observar en la Figura 2, el extremo libre del segundo tubo 6 está desplazado hacia atrás con respecto al extremo libre del primer tubo 3. En la sección que sobresale correspondientemente del primer tubo 3 está dispuesto en proximidad relativa del cuerpo de desviación 4 un cuerpo de choque 7 anular en el presente documento, cuya función se explica más adelante con mayor detalle.

50 La disposición de quemador X de la Figura 2 comprende además una cámara de combustión 8 dispuesta en dirección del flujo del combustible delante de la carcasa de quemador, en la que está dispuesto un quemador piloto 8a para combustible gaseoso, por ejemplo, gas de propano. De forma correspondiente están previstas conducciones de entrada 8b para el abastecimiento con combustible gaseoso al igual que una conducción de entrada de aire de combustión 8c, en la que se puede ajustar la corriente volumétrica mediante una chapaleta de regulación 8c\*.

55 La cámara de combustión 8 está unida de tal modo en el lado frontal con el segundo tubo 6, que los gases de escape del quemador piloto 8a pueden fluir directamente al canal anular del segundo tubo y de este modo fluyen al espacio de combustión 2 con el aire de combustión introducido en el segundo tubo a través de la conducción de entrada 6b.

60 En el extremo posterior de la carcasa del quemador 1 visto en dirección de transporte del combustible sólido en forma de polvo está dispuesta una carcasa de tornillo sin fin 5, mediante la cual se puede introducir tangencialmente una mezcla de aire de combustión y gas de escape que recircula con una corriente volumétrica muy elevada.

65 El funcionamiento de la disposición de quemador X de acuerdo con la Figura 2 es el siguiente:

En el primer tubo 3 se introduce a través de su extremo posterior una mezcla del combustible sólido en forma de polvo y una corriente de aire de transporte y se transporta a través del primer tubo 3 al espacio de combustión 2. El combustible sólido en forma de polvo entonces sale por el extremo libre del tubo 3 y choca contra el cuerpo de desviación 4, por lo que se desvía aproximadamente 180° en la dirección opuesta. El chorro de combustible desviado de este modo se vuelve a desviar ahora en el cuerpo de choque 7, que está dispuesto en la sección de tubo del primer tubo 3 que sobresale con respecto al segundo tubo 6, de tal manera que fluye esencialmente de nuevo en la dirección de transporte original, sin embargo, a este respecto presenta un perfil de flujo muy divergente.

La corriente de aire de combustión introducida a través de la conducción de entrada 6 radial en el canal anular 6a del segundo tubo 6 entra en el espacio de combustión 2 en un flujo divergente de forma cónica que incluye en primer lugar el chorro de combustible sólido doblemente desviado. En el funcionamiento de puesta en marcha del horno se hace funcionar adicionalmente el quemador piloto de gas 8a dispuesto en la cámara de combustión 8 para proporcionar la energía térmica necesaria para el encendido del combustible sólido. Entonces, los gases calientes del quemador piloto 8a fluyen junto con el aire de combustión al espacio de combustión 2. Durante el funcionamiento estacionario de la disposición de combustión X se puede volver a desconectar el quemador piloto 8a.

La corriente volumétrica del aire de combustión que sale del segundo tubo asciende solo a una fracción del aire de inyección que fluye tangencialmente a través de la carcasa de tornillo sin fin 5, que está compuesto de una mezcla de aire de propulsión precalentado y gas de escape de horno que recircula, como se explicará todavía con más detalle en relación con la Figura 3. El aire de inyección, como consecuencia de la configuración geométrica de la carcasa de tornillo sin fin 5, entra de forma muy arremolinada en el espacio de combustión 2, como se indica mediante la línea en espiral D. En el espacio de combustión 2, el aire de inyección arremolinado, el aire de combustión (secundario) que sale del segundo tubo 6 y el combustible sólido en forma de polvo que sale del primer tubo 3 después de su doble desviación hacia el extremo abierto no representado del espacio de combustión 2 se mezclan de forma intensiva, encendiéndose el combustible sólido en forma de polvo y convirtiéndose completamente en gases calientes.

La integración de una disposición de quemador de este tipo en un horno de cuba anular para quemar piedra caliza está representada en la Figura 3. El horno de cuba anular de la Figura 3 está estructurado según el tipo de construcción "Beckenbach" y se describirá a continuación brevemente con el fin de la comprensión fundamental.

El horno presenta una cubierta externa cilíndrica que se divide en una cuba superior 20 y una cuba principal 10. La pared de cuba interna de la cuba principal 10 se forma por un cilindro interno 30 inferior, la de la cuba superior 20, por un cilindro interno 40 superior. En la zona de combustión BZ están dispuestas múltiples disposiciones de quemador X de la forma descrita en relación con la Figura 2 en un plano de quemador inferior, de los cuales es visible una en el presente dibujo del corte.

Durante el funcionamiento del horno de cuba anular, el producto G granulado a quemar se carga en el horno de cuba anular y migra debido a la fuerza de la gravedad en primer lugar a través de la zona de precalentamiento VZ, donde en contracorriente se calienta mediante los gases de escape que ascienden de la zona de combustión BZ. En cuanto el producto de combustión G ha atravesado el cilindro interno 40 superior, entra en la zona de combustión BZ y en ese lugar se quema en primer lugar en contracorriente y por debajo del plano de quemador inferior, en la corriente paralela. A continuación, el producto G\* ahora quemado entra en la zona de refrigeración KZ, donde a su vez se enfría en contracorriente. Finalmente se descarga el producto G\* del horno de cuba anular.

Como se puede observar en la Figura 3, en la zona de precalentamiento VZ de la cuba superior 20 una subcorriente de gas de escape fluye al cilindro interno 40 superior y llega desde ahí a una unidad de recuperador 70, donde calienta una corriente de aire de propulsión. Esta alimenta los denominados inyectores 50 unidos con las disposiciones de quemador X junto con una subcorriente de gas de escape, que a su vez fluye a través del cilindro interno 30 inferior y a los inyectores 50. Por ello se consiguen las elevadas corrientes volumétricas y temperaturas requeridas para la alimentación de las disposiciones de quemador X.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Unidad de quemador para combustible sólido en forma de polvo con un primer tubo (3) para el transporte del combustible sólido en una primera dirección de transporte, estando dispuesto como prolongación del primer tubo (3), un cuerpo de desviación (4) para la desviación del chorro de combustible sólido que sale del primer tubo (3), **caracterizada por que** el primer tubo (3) presenta un cuerpo de choque (7) que rodea al primer tubo, que vuelve a desviar el chorro de combustible sólido desviado por el cuerpo de desviación (4) esencialmente en la primera dirección de transporte.
- 10 2. Unidad de quemador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el cuerpo de choque (7) está configurado de forma anular.
- 15 3. Unidad de quemador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** el primer tubo (3) está rodeado coaxialmente por al menos un segundo tubo (6) con configuración de un canal anular (6a) para el transporte de aire de combustión, estando desplazado hacia atrás axialmente el extremo libre del segundo tubo (6) con respecto al extremo libre del primer tubo (3), estando dispuesto el cuerpo de choque (7) en la sección de tubo del primer tubo (3) que sobresale con respecto al extremo libre del segundo tubo (6).
- 20 4. Unidad de quemador de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada por que** el segundo tubo (6) presenta una conducción de entrada (6b) esencialmente radial para la introducción del aire de combustión en el segundo tubo (6).
- 25 5. Unidad de quemador de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, **caracterizada por que** en dirección de flujo delante del segundo tubo (6) está prevista una cámara de combustión (8), en la que está dispuesto un quemador piloto (8a) que se hace funcionar con gas.
- 30 6. Unidad de quemador de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada por que** una conducción (8c) para aire de combustión para el quemador piloto (8a) desemboca en la cámara de combustión, estando dispuesta en la conducción (8c) una chapaleta de regulación (8c\*).
- 35 7. Unidad de quemador de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, **caracterizada por que** la cámara de combustión (8) está unida con el segundo tubo (6) para la introducción de los gases de escape de quemador en el segundo tubo (6).
- 40 8. Disposición de quemador (X) para un horno, particularmente para un horno de cuba anular para quemar piedra caliza con una carcasa de quemador (1) que define un espacio de combustión (2) y una unidad de quemador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 45 9. Disposición de quemador de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada por que** el espacio de combustión (2) está configurado de forma esencialmente cilíndrica, estando dispuesta la unidad de quemador de forma esencialmente coaxial en el espacio de combustión (2).
10. Disposición de quemador de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, **caracterizada por que** la carcasa de quemador (1) comprende una carcasa de tornillo sin fin (5) en la que desemboca tangencialmente una conducción de aire de combustión.
11. Disposición de quemador de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** la carcasa de tornillo sin fin (5) está dispuesta en dirección de flujo del combustible sólido en forma de polvo delante del espacio de combustión (2).

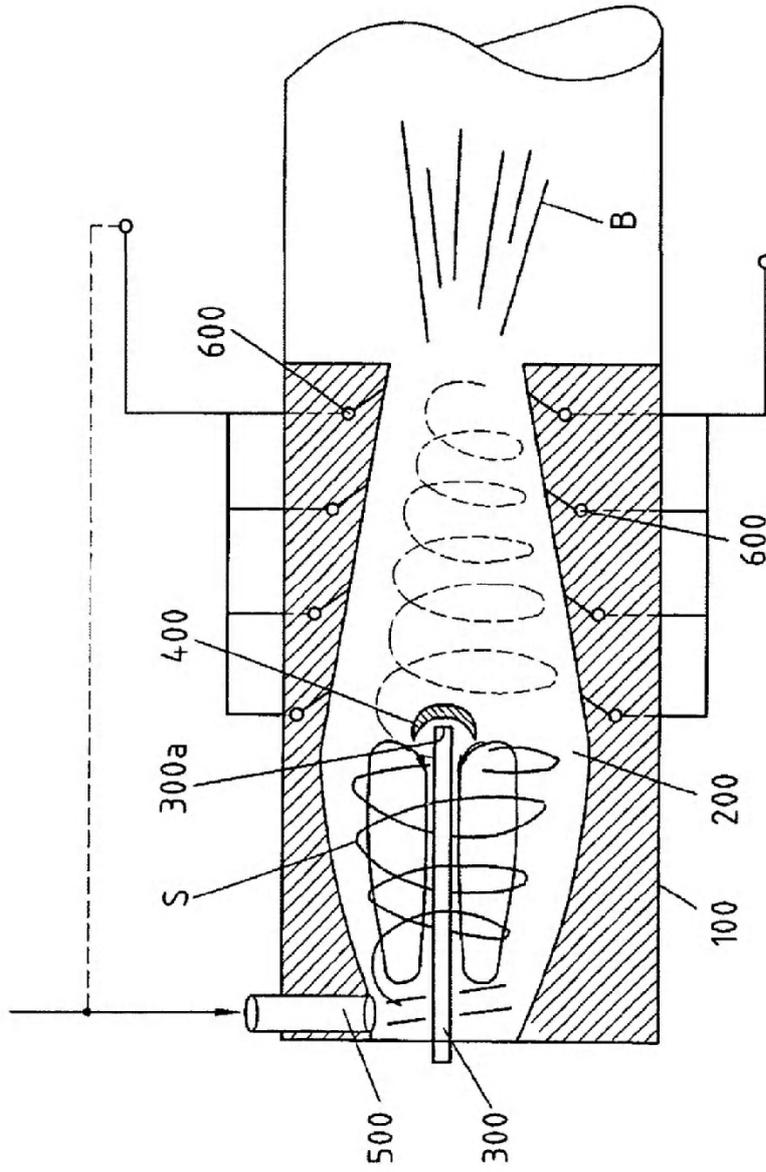


Fig. 1  
(Estado de la técnica)

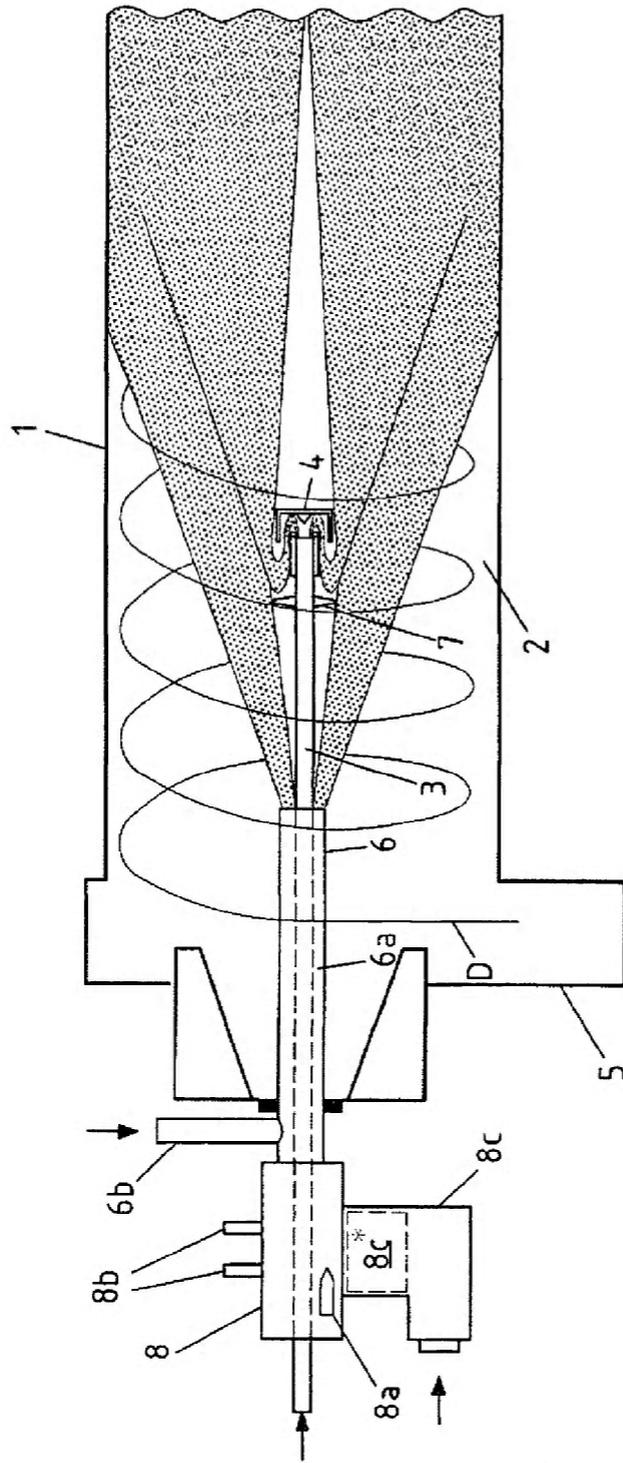


Fig. 2

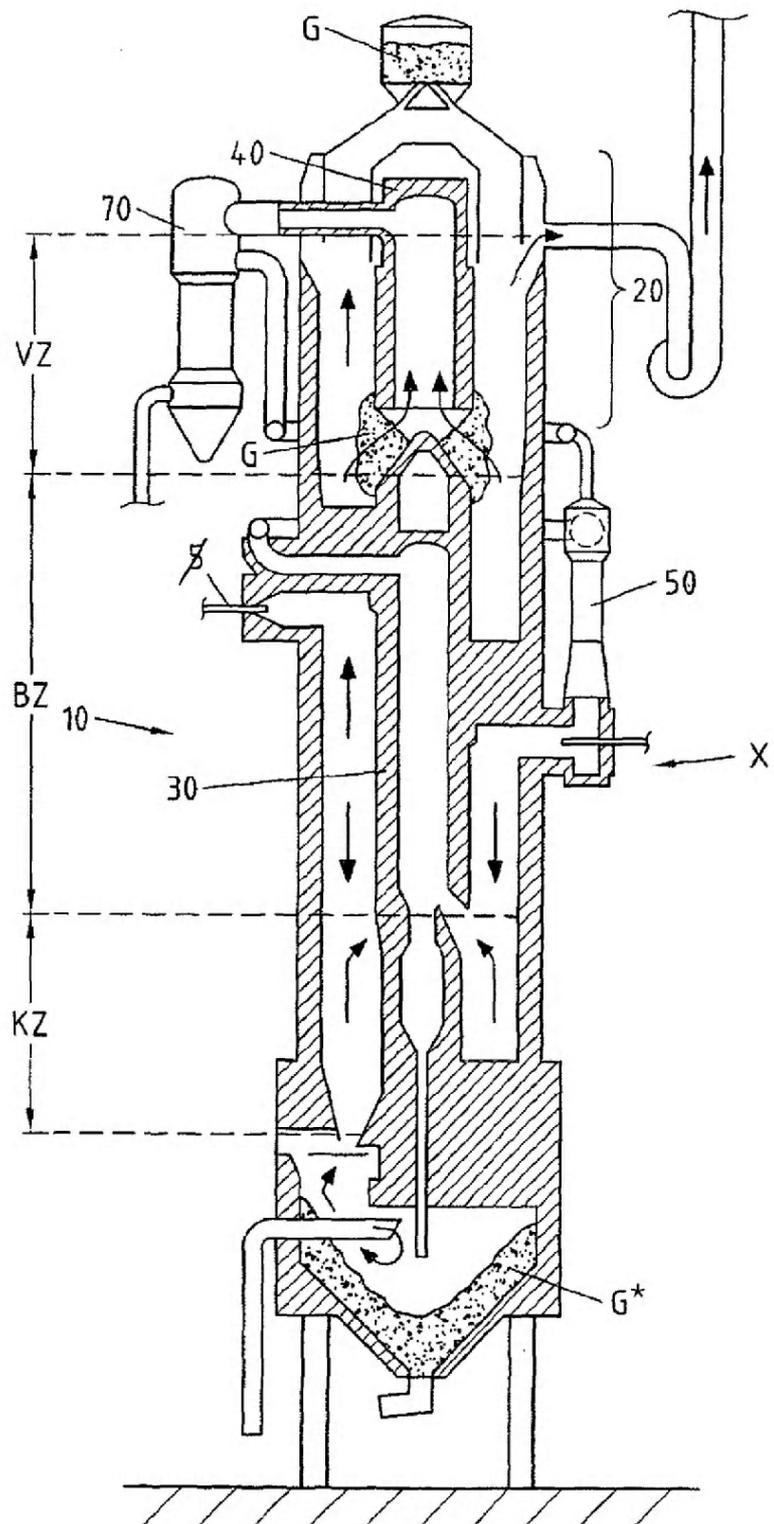


Fig. 3