(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 620 463**

(51) Int. Cl.:

F23G 5/46 (2006.01)
F23J 15/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2011** **E 11158981 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017** **EP 2375152**

(54) Título: **Dispositivo y procedimiento para la generación de gas caliente con caldeamiento integrado de un medio de transferencia térmica**

(30) Prioridad:

09.04.2010 DE 102010014479

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.06.2017

(73) Titular/es:

FRITZ EGGER GMBH & CO. OG (100.0%)
Tiroler Strasse 16
3105 Unterradlberg, AT

(72) Inventor/es:

OBWALLER, GEORG

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 620 463 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para la generación de gas caliente con caldeamiento integrado de un medio de transferencia térmica

La invención se refiere a un dispositivo para la generación de gas caliente con caldeamiento integrado de un medio de transferencia térmica, comprendiendo una cámara de combustión revestida de mampostería para la generación de gas caliente y una caldera dispuesta en dirección de flujo del gas caliente detrás de la cámara de combustión y unida a la cámara de combustión a través de una conducción de gas caliente, para el caldeamiento del medio de transferencia térmica. La invención se refiere además de ello, a un procedimiento para la generación de gas caliente con caldeamiento integrado de un medio de transferencia térmica. La presente invención se refiere finalmente a un dispositivo de secado para el secado de material con contenido de lignocelulosa, en particular de madera y/o de material con contenido de madera reutilizable.

Los dispositivos de secado con funcionamiento mediante gas caliente, que se usan por ejemplo, en la industria del procesamiento de la madera regularmente para el secado de materiales en forma de partículas, por ejemplo, virutas, se conocen del estado de la técnica (DE 20 2007 005 195 U1). El contenido calorífico del gas caliente, en este caso no solo se usa para el secado, sino también para el caldeamiento de un medio de transferencia térmica, por ejemplo, agua, vapor o aceite térmico, el cual por su parte se usa en diferentes procesos de producción, por ejemplo, para el calentamiento de prensas en caliente para el prensado de tableros de virutas de madera.

Un dispositivo conocido de la práctica, para la generación de gas caliente para un secador conectado con caldeamiento de aceite térmico integrado comprende una cámara de combustión completamente revestida de mampostería, en la cual se genera el gas caliente a través de un dispositivo de combustión de reja de avance. El gas caliente se extrae de la cámara de combustión hacia una conducción de gas caliente revestida de mampostería completamente, que se desvía directamente detrás dela cámara de combustión. El flujo principal del gas caliente se introduce entonces en un separador centrífugo de gas caliente, en el cual se separa en su mayor parte la ceniza volante aún presente. Desde el separador centrífugo, el flujo de gas caliente limpiado fluye a una cámara de mezcla para el ajuste de la temperatura de entrada de secador deseada y desde allí al secador.

El flujo parcial de gas caliente desviado detrás de la cámara de combustión, fluye a una caldera de aceite térmico que presenta un intercambiador de calor por radiación y un intercambiador de calor de convección, donde entrega aproximadamente dos tercios de su energía térmica al aceite térmico. A continuación, el flujo parcial enfriado se introduce desde la cámara de mezcla nuevamente en el flujo principal limpiado en el separador centrífugo de gas caliente, y lo enfría.

Es desventajoso en este sistema, que el flujo de gas parcial que entra en la caldera de aceite térmico, conduce en particular al usar combustibles de de baja calidad, como madera vieja o residual, madera impregnada o residuos de producción, a un ensuciamiento constante de la caldera de aceite térmico. Esto es problemático particularmente cuando como consecuencia de un ensuciamiento en aumento, aumenta el nivel de temperatura del gas caliente en la caldera de aceite térmico en la zona del intercambiador de calor por radiación, de manera que las partículas de ceniza que se encuentran en el flujo de gas parcial introducido en la caldera de aceite térmico se condensan debido a su consistencia líquida o pastosa a temperaturas > a aproximadamente 700 °C, en los haces de tubos atravesados por el aceite térmico, del intercambiador de calor de convección. También una retroalimentación parcial del flujo de gas parcial enfriado que sale de la caldera de aceite térmico, a la caldera de aceite térmico para la reducción del nivel de temperatura allí predominante, conlleva desventajas, dado que para ello se requiere una potencia de ventilador más alta y las mayores cantidades de gas caliente conducen a una tendencia a la erosión reforzada en el intercambiador de calor de convección de la caldera de aceite térmico.

En general, las desventajas descritas anteriormente conducen a una disponibilidad de la instalación reducida, dado que periódicamente han de llevarse a cabo trabajos de limpieza en la caldera de aceite térmico.

Otro dispositivo para la generación de gas caliente se conoce del documento US 3 831 535 A1, del cual parte la invención.

Partiendo de ello, la invención se basa en el objetivo de presentar un dispositivo y un procedimiento para la generación de gas caliente con caldeamiento integrado de un medio de transferencia térmica, la cual se caracteriza por una alta disponibilidad de la instalación y un grado de efectividad general mejorado frente a dispositivos conocidos del estado de la técnica. El dispositivo y el procedimiento han de asegurar además de ello, una alta seguridad de funcionamiento y durabilidad de los componentes usados.

El objetivo se consigue según la invención con un dispositivo según la reivindicación 1.

En el caso del dispositivo según la invención, mediante introducción completa del flujo de gas caliente que sale de la cámara de combustión, en el separador centrífugo de gas caliente revestido de mampostería, se libera la totalidad del flujo de gas caliente de la ceniza volante que sale de la cámara de combustión con el gas caliente. En este caso,

el flujo de gas caliente se mezcla de forma adicional fuertemente, debido a lo cual se logra una buena combustión completa. Tal como han dado como resultado ensayos de la solicitante, en el separador centrífugo de gas caliente se da adicionalmente una combustión posterior de monóxido de carbono, de manera que el contenido de energía del combustible calentado en la cámara de combustión puede aprovecharse de una forma aún más eficiente y el gas caliente presenta un contenido de sustancias nocivas reducido.

Tras la salida del flujo de gas caliente limpiado del separador centrífugo de gas caliente, se conduce completa o parcialmente a una caldera para el caldeamiento de un medio de transferencia térmica, por ejemplo, agua, vapor o aceite térmico. Como consecuencia de la separación de partículas eficiente en el separador centrífugo de gas caliente dispuesto previamente en dirección de flujo del gas caliente, existe en la caldera ya solo una tendencia al ensuciamiento reducida, de manera que se reduce una detención de la instalación como consecuencia de una necesidad de limpieza aumentada en la caldera de aceite térmico, y con ello aumenta en general la disponibilidad de la instalación.

Está previsto además de ello, que en dirección de flujo del gas caliente, tras el separador centrífugo de gas caliente, se desvíe una conducción de desvío de la conducción de gas caliente, de manera que el flujo de gas caliente tras la salida del separador centrífugo de gas caliente se divide en un primer y en un segundo flujo parcial, introduciéndose el segundo flujo parcial a través de la conducción de desvío en la caldera para el caldeamiento del medio de transferencia térmica. Mediante esta división del flujo de gas caliente en un primer y en un segundo flujo parcial, es posible suministrar el primer flujo parcial como flujo principal directamente a un correspondiente uso, por ejemplo, introducirlo en un secador, mientras que el segundo flujo parcial se desvía para el caldeamiento del medio de transferencia térmica en la caldera. El correspondiente flujo de volumen del primer y del segundo flujo parcial puede ajustarse de manera conocida en sí mediante el ajuste de un correspondiente tiro de aspiración o mediante compuertas de regulación. Con la ayuda de esta forma de realización particularmente preferida, es posible limpiar con solo un separador centrífugo de gas caliente, la totalidad del flujo de gas caliente, incluso cuando el flujo de gas caliente se divide en el dispositivo, para por un lado caldear un medio de transferencia térmica en la caldera y por otro lado suministrar gas caliente directamente a un uso, por ejemplo, el calentamiento de un dispositivo de secado.

En una forma de realización, la cual no es parte de la invención, pueden proporcionarse un primer y un segundo separador centrífugo de gas caliente. En este caso, se desvía por su parte una conducción de desvío de la conducción de gas caliente, de manera que el flujo de gas caliente se divide en un primer y en un segundo flujo parcial, introduciéndose por su parte el segundo flujo parcial a través de la conducción de desvío en la caldera para el caldeamiento del medio de transferencia térmica. En el caso de esta configuración, el primer separador centrífugo de gas caliente está dispuesto en dirección de flujo del gas caliente tras el desvío de la conducción de desvío en la conducción de gas caliente, mientras que el segundo separador centrífugo de gas caliente está dispuesto en la conducción de desvío en dirección de flujo del gas caliente, delante de la caldera para el caldeamiento del medio de transferencia térmica. Debido a ello se asegura por su parte, que la totalidad del flujo de gas caliente, y en particular el flujo parcial desviado hacia la caldera, se limpie en un separador centrífugo de gas caliente.

Según la invención, la salida de la caldera y la cámara de combustión están unidas entre sí a modo de conducción de gas, de manera que el segundo flujo parcial enfriado que sale de la caldera, puede retroalimentarse al menos parcialmente, en particular completamente, como flujo de gas de refrigeración a la cámara de combustión. Mediante una retroalimentación del segundo flujo parcial enfriado en la caldera, se reduce la temperatura de la cámara de combustión y ha de suministrarse menos aire de refrigeración. Debido a ello se reduce la potencia del ventilador de aire fresco y la instalación trabaja con un excedente de aire menor. Un excedente de aire menor tiene como consecuencia por su parte, que se transporta menos aire fresco al sistema y debido a ello pueden configurarse más pequeños los componentes como ventilador, conducciones de aire, compuertas, etc. Un excedente de aire reducido significa también un contenido de O_2 reducido, y con ello una conversión más favorable en mediciones de emisión a un contenido de referencia de O_2 mayor. Al mismo tiempo, puede suprimirse una reintroducción del segundo flujo parcial enfriado en la caldera en el primer flujo parcial que fluye a través de la conducción de gas caliente, de manera que éste se mantiene a un nivel de temperatura muy alto y de esta forma puede aprovecharse de manera más eficiente para los más diversos usos, por ejemplo, para el secado.

La salida de la caldera está unida además de ello también en modo de conducción de gas a la conducción de gas caliente, de manera que el segundo flujo parcial enfriado que sale de caldera, puede mezclarse al menos temporalmente para la regulación de la temperatura del gas caliente en el primer flujo parcial, con éste.

Para reducir el contenido de sustancias nocivas en el gas caliente, puede estar previsto según otra configuración ventajosa de la invención, que el dispositivo presente medios para la desnitrificación del gas caliente. La desnitrificación puede producirse por ejemplo, mediante reducción no catalítica selectiva (SNCR). Para ello puede proporcionarse en la conducción de gas caliente al menos una boquilla para la introducción de un medio de reducción, en particular urea. De forma preferida, la al menos una boquilla está dispuesta en el canal de entrada de flujo tangencial del separador centrífugo de gas caliente, dado que allí predomina la temperatura requerida para una desnitrificación eficiente del gas caliente. Una desnitrificación eficiente se favorece también mediante la mezcla intensiva del gas caliente en el separador centrífugo, de manera que el consumo de urea y el escape de amoniaco pueden minimizarse.

Según otra configuración ventajosa de la invención, la caldera para el caldeamiento del medio de transferencia térmica presenta un primer nivel de flujo con un intercambiador de calor por radiación y un segundo nivel de flujo con un intercambiador de calor de convección, pudiendo ser atravesado el primer nivel de flujo por el flujo de gas caliente en dirección descendente y pudiendo ser atravesado el segundo nivel de flujo a continuación por el flujo de gas caliente, en dirección ascendente. En el caso de una configuración de este tipo de la caldera, la transmisión de calor al medio de transferencia térmica se produce en un primer tramo de flujo con temperaturas de gas caliente aún muy altas en correspondencia particularmente por radiación de calor, mientras que ya tras refrigeración parcialmente ocurrida, la transmisión de calor en el segundo nivel de flujo se produce en particular por convección.

Para minimizar un ensuciamiento de la caldera mediante restos de partículas aún presentes en el gas caliente, puede estar previsto según otra configuración de la invención, que la caldera presente medios para la inyección de un fluido de limpieza, en particular, de agua. Mediante una inyección de este tipo de un fluido de limpieza, puede producirse una limpieza periódica de la caldera durante el funcionamiento del dispositivo. Si la caldera presenta de la forma descrita anteriormente un primer y un segundo nivel de flujo, entonces los medios para la inyección del fluido de limpieza están configurados preferiblemente como al menos una boquilla dispuesta en el primer nivel de flujo de la caldera. Con la ayuda de esta boquilla, el fluido de limpieza puede introducirse con alta presión en el primer tramo de flujo de la caldera, pudiendo estar configurada la boquilla de tal manera, que lleve a cabo un movimiento pendular, para solicitar de esta manera la totalidad de la superficie de intercambio de calor, en el primer nivel de flujo, con el fluido de limpieza. El fluido de limpieza finamente introducido conduce mediante choque térmico al desprendimiento de depósitos adheridos y en parte duros, debido a lo cual pueden evitarse detenciones de la caldera. Además de ello, puede evitarse debido a ello en el primer tramo de flujo, un aumento de la temperatura no deseado a por encima de 700 °C, de manera que ya no se da una condensación de partículas de ceniza líquidas o pastosas en la caldera.

Según otra configuración de la invención, la cámara de combustión del dispositivo comprende un calentamiento de reja, en particular un dispositivo de combustión de reja movible, quemándose combustible sólido, en forma de gránulos o de fibras, atravesado sobre la reja por una corriente de aire primaria ascendente, a través de la cámara de combustión. El producto de combustión es el gas caliente que atraviesa la cámara de combustión.

La disposición continua del combustible sobre la reja puede producirse en este caso mediante transportador de tornillo y una rampa de descarga en forma de una rampa deslizante, estando configurada la rampa de descarga de manera refrigerable mediante una inyección de agua. De esta manera se asegura que la rampa de descarga se proteja en caso de un reflujo de calor, u atasco o una retrocombustión mediante refrigeración e inertización. Además de ello, el extremo de la rampa de descarga que penetra en la cámara de combustión está preferiblemente revestido de mampostería, de manera que aquí no existe el riesgo de una deformación como consecuencia de una solicitación térmica demasiado elevada.

Además del calentamiento de reja, pueden proporcionarse en la cámara de combustión además de ello, al menos un quemador alineado radialmente o al menos dos dispuestos tangencialmente, para la combustión de gas y combustible en forma de polvo. Debido al rendimiento de un quemador de este tipo, éste puede manejarse para la generación de gas caliente en combinación con un dispositivo de combustión de reja o también solo. Mediante la disposición tangencial de dos o más quemadores, se logra una mejor mezcla de gas en la cámara de combustión, debido a lo cual puede reducirse de manera significativa el contenido de monóxido de carbono en el gas caliente mediante una combustión posterior del mismo.

Otro aspecto de la invención se refiere a un dispositivo de secado para el secado en particular de productos y/o residuos de madera con un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, introduciéndose el gas caliente que sale del separador centrífugo de gas caliente, al menos parcialmente en un secador para el secado en particular, de madera troceada, virutas de serrado, serrín de madera, fibras de madera, pienso para animales y similares. Para la ventaja de este dispositivo de secado tiene validez correspondientemente lo dicho con anterioridad.

El objetivo mencionado inicialmente se logra en lo que al procedimiento se refiere con un procedimiento para la generación de gas caliente con caldeamiento integrado de un medio de transferencia térmica según la reivindicación 14.

El procedimiento según la invención puede llevarse a cabo con esfuerzo técnico de instalación limitado y con una alta seguridad de procedimiento, garantizándose mediante un ensuciamiento reducido como consecuencia de la limpieza de la totalidad del flujo de gas caliente en el separador centrífugo de gas caliente mediante separación de ceniza volante, una durabilidad mayor de los componentes de la instalación. Para las demás ventajas del procedimiento según la invención, se remite una vez más a lo anterior.

El flujo de gas caliente se divide tras la salida del separador centrífugo de gas caliente en un primer y en un segundo flujo parcial, conduciéndose el segundo flujo parcial a través de una conducción de desvío a la caldera, para el caldeamiento del medio de transferencia térmica.

Según una configuración, la cual no es parte de la invención, pueden estar previstos un primer y un segundo separador centrífugo de gas caliente. En este caso se separa el flujo de gas caliente por su parte en un primer y en un segundo flujo parcial, introduciéndose por su parte el segundo flujo parcial a través de la conducción de desvío en la caldera, para el caldeamiento del medio de transferencia térmica. En el caso de esta configuración, el primer flujo parcial se limpia en el primer separador centrífugo de gas caliente dispuesto en dirección de flujo del gas caliente tras la desviación de la conducción de desvío en la conducción de gas caliente, mientras que el segundo flujo parcial se limpia en el segundo separador centrífugo de gas caliente dispuesto en la conducción de desvío en dirección de flujo del gas caliente delante de la caldera para el caldeamiento del medio de transferencia térmica. Debido a ello se asegura por su parte una limpieza completa del flujo de gas caliente, en particular del segundo flujo parcial desviado.

El primer flujo parcial puede introducirse según otra configuración ventajosa del procedimiento, en un dispositivo de secado. El segundo flujo parcial enfriado que sale de la caldera, se retroalimenta en todo caso según la invención al menos parcialmente como flujo de gas de refrigeración a la cámara de combustión.

Para el ajuste de una temperatura de gas caliente determinada en el primer flujo parcial, puede ser necesario además de ello en casos excepcionales, que el segundo flujo parcial enfriado que sale de la caldera, se mezcle al menos temporalmente para la regulación de la temperatura de gas caliente en el primer flujo de gas, con éste.

Según otra configuración del procedimiento, la caldera puede limpiarse durante el funcionamiento al menos de forma periódica mediante la inyección de un fluido de limpieza, en particular agua. Debido a ello puede impedirse la conformación de depósitos mediante ceniza volante aún presente en el flujo de gas caliente, ya eficazmente durante el funcionamiento.

Según otra configuración del procedimiento, la introducción de combustible y el suministro acoplado con éste de aire de combustión, a la cámara de combustión, se regula de tal manera, que en la cámara de combustión existe una presión negativa constante. Esto significa, que el rendimiento de combustión en la cámara de combustión se orienta en la demanda de rendimiento de gas caliente del correspondiente uso posconectado, por ejemplo, de un secador y/o de la caldera para el caldeamiento del medio de transferencia térmica. Si se retira una cantidad de gas caliente grande y existe por lo tanto, una demanda mayor de rendimiento de gas caliente, cae la presión negativa en la cámara de combustión y la regulación de rendimiento traslada más combustible a la cámara de combustión, unido a un flujo de volumen de aire correspondientemente aumentado, debido a lo cual, aumenta en general el rendimiento calorífico del calentamiento de la manera deseada.

La regulación de la introducción de combustible se produce en este caso preferiblemente mediante tornillos sinfín regulados en frecuencia.

En lo sucesivo se explica la invención con mayor detalle mediante un dibujo que representa ejemplos de realización.

Muestran:

La Fig. 1 una primera instalación de secado conocida del estado de la técnica con un dispositivo para la generación de gas caliente con caldera de aceite térmico integrada y secador postconectado en vista fuertemente esquematizada,

La Fig. 2 una segunda instalación de secado con un dispositivo para la generación de gas caliente con caldera de aceite térmico integrada y secador postconectado en vista fuertemente esquematizada y

La Fig. 3 el dispositivo para la generación de gas caliente con caldera de aceite térmico integrada de la instalación según la Fig. 2 en una representación detallada.

En la Fig. 1 se representa una instalación de secado conocida del estado de la técnica con un dispositivo para la generación de gas caliente con caldera de aceite térmico integrada y secador postconectado en vista fuertemente esquematizada. Las instalaciones de secado de este tipo sirven por ejemplo, para el secado de madera troceada, virutas de serrado, serrín de madera, fibras de madera, pienso para animales, cereales, etc. Con el producto secado pueden producirse entonces tableros de virutas de madera, de fibras u OSB, pellets de madera, pellets de piensos concentrados de cereales, etc. El medio de transferencia térmica caldeado mediante el gas caliente, en este caso aceite térmico, se precisa para diferentes procesos, por ejemplo, para prensar tableros de virutas de madera, de fibras u OSB, para el secado de papel impregnado y el prensado de los mismos sobre placas de soporte, para fines de calefacción, etc.

El dispositivo para la generación de gas caliente de la instalación de la Fig. 1 está configurado con una cámara de combustión completamente revestida de mampostería. Ésta comprende por su parte, un dispositivo de combustión de reja de avance 101, puede presentar no obstante como calentamiento primario también un dispositivo de combustión de reja movible, una combustión en lecho fluido, una combustión de pulverización de carbón, gas, aceite, etc. A través de una unidad de entrega 102 se entrega combustible sólido o en forma de granulado, a la reja y se quema mediante el suministro de aire primario 103 por debajo de la reja y de aire secundario 104 por encima de

la reja, desarrollándose las diferentes fases de combustión de secado, calentamiento, gasificación y combustión a lo largo de la dirección de avance de la reja 101a. La ceniza del combustible quemado cae al final de la reja en un dispositivo de separación de escorias lleno de agua 160, el cual transporta la ceniza mojada a un contenedor de cenizas de incineración 161 dispuesto fuera de la carcasa de la caldera.

Para el arranque de la instalación se encuentran ligeramente por encima de la reja 101a uno o varios dispositivos de combustión de insuflación 105 para residuos fibrosos y en forma de polvo, los cuales están dotados de una llama de soporte de gas, y de esta manera llevan a temperatura de encendido la zona de la entrega de combustible. Normalmente, se proporciona otro quemador combinado de gas/polvo 106 más grande en el extremo superior de la cámara de combustión, pudiendo prenderse este entonces, no para el arranque de la instalación, sino solo para la combustión o el aprovechamiento de polvo de madera fino resultante. Los quemadores combinados de gas/polvo 106 pueden funcionar en paralelo con el dispositivo de combustión de reja 101; su rendimiento se orienta en la presencia de polvo disponible.

El gas caliente generado en la cámara de combustión 100 revestida de mampostería, que debido a la alta temperatura de combustión de aproximadamente 940 °C presenta una proporción alta de óxido nítrico (NOx térmico), se introduce a través de una conducción de gas caliente 107 preferiblemente también completamente revestida de mampostería, en un separador centrífugo de gas caliente 108, donde se limpia en gran medida de ensuciamientos en forma de partículas. A continuación, se suministra a una cámara de mezcla 130 externa y finalmente al secador 140.

Una determinada cantidad de los gases calientes fluye a través de un ramal derivación 109 a una caldera de aceite térmico 110 separada. La caldera de aceite térmico 110 comprende en este caso un primer nivel de flujo, en el cual el gas caliente fluye de manera descendente (parte descendente) y entrega una parte de su energía térmica en un intercambiador de calor por radiación 110a en particular a través de radiación, al aceite térmico que fluye a través de los tubos del primer intercambiador de calor 110a. En el segundo nivel de flujo, el gas caliente ya parcialmente enfriado vuelve a fluir de manera ascendente (parte ascendente) y entrega en el caso de bajas temperaturas energía térmica adicional en un intercambiador de calor por convección 110b, en particular por convección, al aceite térmico. En el intercambiador de calor por radiación 110a del primer nivel se enfrían los gases calientes a una temperatura < 700 °C, antes de que fluyan al intercambiador de calor por convección 110b del segundo nivel.

El desvío entre intercambiador de calor por radiación y por convección 110a, 110b está configurado en este caso como un embudo grande común (o alternativamente) como dos separados, donde puede depositarse la proporción de ceniza más grande del gas caliente debido a la fuerza de la gravedad y se evacúa a través de compuerta de péndulo doble, rueda de celdas, tornillo sinfín, etc. (correspondientemente no representado), y se acumula en el contenedor de cenizas 161.

Al atravesar la caldera de aceite térmico 110, el gas caliente se enfría y transmite el calor al medio de transferencia térmica, en este caso, aceite térmico. Éste se calienta en este caso por ejemplo, de 255 °C a 280 °C. El gas caliente enfriado a aproximadamente 350 °C se extrae a través de un tiro de aspiración 113 a una conducción 112 y se reconduce a través una compuerta de regulación 114 y una conducción 115, de vuelta a la corriente principal de gas caliente y la enfría.

El flujo principal de gas caliente por su parte se suministra a una cámara de mezcla 130, en la cual el gas caliente se regula con aire frío o con aire de circulación de secador/aire de salida de secador, a la temperatura de gas caliente necesaria antes de la entrada en el secador 140.

En el caso de la instalación de secado de la Fig. 1 ha podido verse, que con combustibles de bajo valor cualitativo como madera vieja o residual, madera impregnada, residuos de producción, etc., aumenta fuertemente el ensuciamiento del intercambiador de calor por radiación 110a, de lo cual, resulta debido a un paso de calor empeorado, un aumento de la temperatura de salida, debido a lo cual por su parte, el valor de temperatura deseado de aproximadamente 700 °C se supera claramente. Debido a ello, las partículas de ceniza aún no se presentan en grano sólido, sino líquidas o pastosas, lo cual conduce a una condensación en los tubos fríos del intercambiador de calor por convección 110b del segundo nivel y aumenta su ensuciamiento. Tampoco pueden eliminarse ya con llamados sopladores de hollín los ensuciamientos tras un determinado tiempo de funcionamiento, debido a lo cual se da una fuerte limitación del rendimiento de transferencia de calor y en caso extremo el atasco completo de haces de tubo de convección completos. En el caso del uso de sopladores de hollín su intervalo de uso ha de acortarse constantemente. En este caso han de solicitarse con una alta presión de aire, lo cual aumenta además de ello fuertemente la tendencia a la erosión.

Para evitar este efecto negativo está previsto en algunos conceptos de instalación, la retroalimentación de gas caliente enfriado a través de una conducción 115 con una compuerta de regulación 117, para asegurar de esta manera una temperatura de < 700 °C antes del intercambiador de calor de convección 110b. Esto requiere de manera desventajosa no obstante, una potencia de ventilador más alta, produciendo las cantidades de gas de humo aumentadas resultantes de ello, también mayores erosiones en el intercambiador de calor por convección.

Finalmente, la introducción del gas caliente enfriado desde la caldera de aceite térmico 110 al flujo de gas caliente limpiado en el separador centrífugo de gas caliente 108, conduce finalmente a una reducción del nivel de temperatura en el gas caliente y como consecuencia, a una reducción no deseada del grado de efectividad del secador, dado que con la introducción del gas caliente enfriado en el flujo de gas caliente limpiado, viene unida la desventaja, de que puede usarse menos aire de circulación de secador, y con ello resulta más aire de escape, que ha de suministrarse a una instalación de limpieza de aire de escape 170. Más aire de escape significa más calor residual y con ello un grado de efectividad de secador energético peor.

En la Fig. 2 se representa ahora una segunda instalación de secado mejorada frente a la instalación de la Fig. 1, con un dispositivo para la generación de gas caliente con caldera de aceite térmico integrada y secador postconectado en vista fuertemente esquematizada. La instalación comprende por su parte una cámara de combustión 1 que presenta un dispositivo de combustión de reja de avance 2, así como una caldera 6 para el caldeamiento de un medio de transferencia térmica, en el presente caso una vez más, aceite térmico. La instalación de la Fig. 2 se caracteriza porque la totalidad del flujo de gas caliente se introduce detrás de la salida de la cámara de combustión 1 en un separador centrífugo de gas caliente 4 revestido de mampostería, debido a lo cual se libera de forma correspondiente casi completamente de la ceniza volante que fluye con el gas caliente desde la cámara de combustión. En el separador centrífugo de gas caliente 4, se da además de ello, una mezcla intensiva del gas caliente, lo cual conduce a una combustión completa mejorada y en particular a una combustión posterior de monóxido de carbono.

Como puede verse en la Fig. 2, en dirección de flujo del gas caliente se desvía detrás del separador centrífugo de gas caliente 4, una conducción de desvío 10a de la conducción de gas caliente 10, de manera que el flujo de gas caliente se divide detrás de la salida del separador centrífugo de gas caliente 4, en un primer y en un segundo flujo parcial, introduciéndose el segundo flujo parcial a través de la conducción de desvío 10a en una caldera 6 para el caldeamiento del aceite térmico. La caldera 6 está configurada en este caso de forma comparable con la instalación de la Fig. 1 y comprende un primer nivel de flujo con un intercambiador de calor por radiación 6a y un segundo nivel de flujo con un intercambiador de calor por convección 6b. Como puede reconocerse además de ello, la salida de la caldera 6 está unida a la cámara de combustión 1 a través de una conducción de gas caliente 12, de manera que el flujo de gas caliente enfriado que sale de la caldera, puede retroalimentarse como flujo de gas de refrigeración a la cámara de combustión 1. Debido a ello, la temperatura de la cámara de combustión, que en caso de combustión estequiométrica y combustible seco sería en caso de suponerse un proceso de combustión adiabático de más de 2000 °C, puede limitarse de forma efectiva a por ejemplo, < 940 °C, sin que tenga que producirse la combustión con un alto excedente de aire. Para el ajuste de una temperatura de gas caliente deseada, en caso excepcional puede mezclarse el gas caliente enfriado al flujo principal de gas caliente que fluye a través de la conducción de gas caliente 10, a través de la compuerta de regulación 9, antes de entrar en la cámara de mezcla 130. Igualmente puede suministrarse una parte del gas caliente enfriado a través de la compuerta de regulación 13 a la instalación de limpieza de aire de escape.

En la Fig. 3 se representa la instalación de secado de la Fig. 2 en un dibujo esquemático detallado, no representándose debido a motivos de claridad ni la cámara de mezcla, ni el secador ni el sistema de aire de escape/filtro. La instalación de secado está configurada por su parte para la combustión con combustibles en forma sólida, granulada y de polvo. Como componentes de instalación centrales, la instalación de la Fig. 3 presenta correspondientemente por su parte una cámara de combustión 1 con dispositivo de combustión de reja, un separador centrífugo de gas caliente 4 completamente revestido de mampostería, dispuesto directamente detrás de la salida de gas caliente, así como una caldera de aceite térmico 6, en la cual se introduce una parte del gas caliente producido en la cámara de combustión 1 y limpiado en el separador centrífugo de gas caliente 4 a través de una conducción de desvío 10a y se usa allí para el caldeamiento del aceite térmico.

Para la entrega de combustible a la cámara de combustión 1, los combustibles sólidos se suministran mediante bases de tracción 19, separadores (no representados) y transportadores de cadenas de cubetas 19a a través de una compuerta de distribución o – como en el presente caso – a través de un distribuidor de tornillo 21 y dos empujadores de bloqueo 22 dos tolvas dosificadoras/de presentación 23. A través de éstos, el combustible se entrega a través de en total seis tornillos sinfín 24 regulados mediante frecuencia, a través de una rampa de descarga de combustible 29 especial, en forma de una rampa de deslizamiento, de forma dosificada, a una reja de avance dividida en dos mitades de reja. Los tornillos sinfín 24 de funcionamiento continuo, regulados mediante frecuencia, permiten la regulación de la combustión en la cámara de combustión 1, no solo a través de quemadores, sino también a través del dispositivo de entrega de combustible sobre la reja 2. Como puede verse en la Fig. 3, la rampa de descarga de combustible 9 se extiende primeramente de forma vertical y conduce el combustible a continuación por una sección inclinada directamente a la reja 2. En la sección vertical, el combustible cae en caída libre hacia abajo. En esta zona hay dispuestos empujadores 25 neumáticos horizontales. Al interrumpirse la combustión, fallar la caldera o fallar los tornillos sinfín 24, los correspondientes empujadores 25 se cierran de golpe – en caso de una interrupción de la combustión o de fallar la caldera, también los empujadores 22 -. La dosificación de combustible está separada de esta manera de la cámara de combustión 1 y lo mejor sellada posible hacia el exterior.

En la rampa de descarga de combustible 29 se proporciona una boquilla de inyección de agua 26, la cual, al alcanzar una temperatura ajustable previamente (por ejemplo, 100 °C) se activa mediante la apertura de una válvula magnética 26a, de manera que puede inyectarse agua de forma finamente pulverizada a través de una boquilla. Debido a ello se enfría la rampa de descarga 29 y se inertiza. Esto puede ser necesario por ejemplo, en el caso de una retroalimentación de calor de un atasco o de una retrocombustión. El extremo del lado de la cámara combustión, de la rampa de descarga 29 está revestido de mampostería, de manera que no se introducen piezas metálicas, las cuales a la larga podrían deformarse debido a la actuación del calor de radiación, en la cámara de combustión 1. A excepción de este consumo de agua discontinuo mediante la inyección de agua y para la instalación de inyección de agua 35 en la caldera de aceite térmico que se explicará más abajo, la instalación no requiere agua o agua de refrigeración.

Además de combustibles sólidos, pueden quemarse en la reja 2 también combustibles en forma de granulado o de fibra (reciclaje). Éstos, se mezclan durante el funcionamiento de la cámara de combustión desde un silo de almacenamiento 20, a través de un sistema de extracción propio (habitualmente tornillo sinfín de extracción rotativo, marco deslizante, etc.) y un tornillo sinfín de transporte (no representado en detalle) al transportador de cadena de cubetas 19a, y de esta manera se entregan igualmente a través del hueco de entrega a la reja de avance 2. En la Fig. 3 no se representa la posibilidad de suministrar el combustible a una combustión de insuflación.

En la cámara de combustión 1, la ceniza resultante cae en el extremo de la reja de avance 2, a través de un hueco en un dispositivo de separación de escorias lleno de agua 27 y se transporta desde allí a un contenedor de cenizas de incineración 28. En el caso de un dispositivo de combustión de reja movible, la ceniza se retira seca mediante tornillos sinfín y se transporta mediante tornillos sinfín adicionales al contenedor de cenizas de incineración 28.

En el caso de la instalación de la Fig. 3 se suministran combustibles en forma de polvo desde silos de polvo a un recipiente de dosificación de polvo, y se transporta a través de tornillos sinfín de dosificación, rueda de celdas y aire de transporte a al menos dos quemadores 3 dispuestos tangencialmente para combustibles en forma de gas y de polvo. Debido a motivos de claridad, el suministro de combustible no se representa en detalle en la Fig. 3. La disposición tangencial de los quemadores 3 mejora la mezcla y reduce de esta manera muy esencialmente el valor de CO en el gas caliente. Los quemadores 3 multifuncionales están dispuestos por encima de una insuflación de aire secundario 18a, 18b, que se explicará más abajo en detalle.

Los quemadores 3 se arrancan con combustible gaseoso y pueden cambiarse entonces a un funcionamiento con combustible en forma de polvo. La combustión en la cámara de combustión 1 puede funcionar debido a ello exclusivamente con combustible en forma de polvo, sin que deba instalarse un quemador de arranque de combustión mediante gas propio. Puede estar previsto en este caso, que al menos uno de los quemadores 3 pueda funcionar tanto con combustible en forma de polvo de alta calidad (por ejemplo, polvo cribado de la preparación de virutas en seco o polvo de lijado del lijado de tableros de virutas, etc.), como también con combustible en forma de polvo de baja calidad (por ejemplo, de la aspiración de una preparación de reciclaje de madera), de manera que puede renunciarse a la instalación de una combustión de insuflación propia. Mediante el funcionamiento solo con los quemadores 3, puede quemarse una cantidad de polvo máxima, debido a lo cual pueden aprovecharse de esta manera de la mejor forma posible picos de cantidad de polvo resultantes. Además de ello, los quemadores 3 pueden funcionar con carga mínima, para mantener la instalación por ejemplo lista para el uso y caliente.

Preferiblemente se usa polvo de madera de la producción de una empresa de procesamiento de madera como combustible. Otro combustible para el suministro de calor en la instalación de combustión de material sólido son los restos de madera y de producción durante el procesamiento, así como cortezas y maderas residuales del lugar de almacenamiento de la madera. Igualmente se queman maderas no tratadas suministradas externamente.

El flujo de aire fresco necesario para la combustión en la cámara de combustión 1, se suministra a través de un ventilador de aire primario 16 y un ventilador de aire secundario 17 a la cámara de combustión 1. El aire primario se divide en varias zonas (cajas de aire) y fluye a un flujo de aire ascendente en cantidades reguladas a través de la reja 2 y enfría éste. El aire secundario 18 se introduce por encima de la reja 2 a través de varias boquillas anteriores 18a y boquillas posteriores 18b. El aire secundario se usa en este caso al mismo tiempo como aire de combustión para los quemadores 3. Los quemadores 3 por su parte presentan una regulación de aire completamente automática propia, estando dividido el aire suministrado en aire primario, secundario, y parcialmente, terciario.

La presión negativa en la cámara de combustión 1 se garantiza mediante el tiro de aspiración del secador (compárese la Fig. 2) y un tiro de aspiración 8 regulado mediante frecuencia dispuesto detrás dela caldera de aceite térmico 6, que extrae el gas caliente en la cantidad necesaria a través de la conducción de gas caliente 10 revestida de mampostería. La instalación está regulada de tal manera en lo que a la introducción de combustible y aire de combustión se refiere, que en la cámara de combustión 1 resulta una presión negativa constante. La potencia del gas caliente de la cámara de combustión 1 se orienta de esta manera siempre en la demanda de potencia de gas caliente del secador. Si mediante el secador o la caldera de aceite térmico 6 se solicita una potencia de gas caliente mayor (se extrae más cantidad de gas caliente), entonces se reduce la presión negativa en la cámara de combustión 1 y la regulación de potencia transporta más combustible en combinación con aire de combustión adicional a la cámara de combustión 1 y aumenta debido a ello la potencia térmica de combustión.

El gas caliente que sale de la cámara de combustión fluye, como se representa también en la vista esquemática de la Fig. 2, completamente al separador centrífugo de gas caliente 4 revestido de mampostería. En este caso, se somete preferiblemente en una reacción de reducción no catalítica selectiva (SNCR) a una desnitrificación. En detalle, se introduce a través de una pluralidad de boquillas 30 dispuestas en el canal de entrada de flujo tangencial del separador centrífugo 4, un medio de reducción adecuado, en este caso urea, en el gas caliente, dado que aquí predomina la temperatura necesaria para una desnitrificación eficiente del gas caliente. Una desnitrificación eficiente se favorece también mediante una mezcla intensiva del gas caliente en el separador centrífugo 4, de manera que el consumo de urea y el escape de amoniaco pueden minimizarse.

En el separador centrífugo de gas caliente se separa ceniza volante hasta un tamaño de grano determinado (se separa un grano con 50 µm con aproximadamente un 50 % de probabilidad). El gas caliente se mezcla intensivamente en el separador centrífugo 4 mediante flujo ciclónico especial, alcanzándose una buena combustión completa mediante combustión posterior de monóxido de carbono. La cantidad de ceniza volante separada en el separador centrífugo 4 se suministra a través de una compuerta de péndulo doble 14 y a través de un hueco de caída directamente a un contenedor de ceniza volante 15 o al dispositivo se separación de escoria lleno de agua 27 de cenizas de incineración y se evacúa a través de éste al contenedor de ceniza 28 común.

En la espiral de salida del separador centrífugo 4 hay dispuesta una chimenea de emergencia 5, la cual se abre en caso de una desconexión debida emergencia, de la instalación, extrayéndose los gases calientes mediante el tiro natural de la chimenea de la cámara de combustión 1. En el caso de fallos de funcionamiento en la caldera de aceite térmico 6 –por ejemplo, en el caso de una avería en un tubo – puede aspirarse a través de la chimenea de emergencia 5, tras desconectarse la combustión, además aire frío y enfriarse de esta manera efectivamente la caldera de aceite térmico 6.

Como se ha mencionado, una parte del gas caliente fluye tras la salida del separador centrífugo de gas caliente 4 a través de una conducción de desvío 10a a la caldera de aceite térmico 6. Ésta está estructurada de la forma descrita en relación con la Fig. 2 con un primer nivel de flujo atravesado de forma descendente, con un intercambiador de calor por radiación 6a y un segundo nivel de flujo atravesado de forma ascendente, con un intercambiador de calor por convección 6b. La caldera de aceite térmico 6 comprende además de ello, en lugar de un sistema de aire de circulación conocido del estado de la técnica, en el primer nivel de flujo una instalación de pulverización de agua 35, con la cual puede limpiarse el primer nivel de flujo en dependencia del ensuciamiento (aumento de la temperatura) durante el funcionamiento, de los ensuciamientos que se depositan, para mantener de esta manera el coeficiente de transmisión de calor original. La instalación de pulverización de agua 35 comprende en este caso un rollo de tubo flexible con una boquilla de varios agujeros en su extremo libre, que con un movimiento pendular orientado longitudinalmente y giratorio, recorre la superficie de intercambio de calor del primer nivel de flujo, y a través de cuya boquilla, se rocían finos chorros de agua con alta presión sobre las superficies de tubo sucias. Los chorros de agua finos conducen mediante choque térmico al desprendimiento de los depósitos adheridos y parcialmente duros, debido a lo cual, pueden evitarse detenciones de la caldera como consecuencia de trabajos de limpieza necesarios. En el segundo nivel de flujo se proporcionan sopladores de hollín 40 conocidos en sí del estado de la técnica.

Los dos niveles de flujo de la caldera de aceite térmico 6 están unidos en el presente caso, y a diferencia de la Fig. 2, a través de una tolva de ceniza común. A través de ésta, la ceniza puede evacuarse a través de una compuerta de péndulo doble 14 al contenedor de ceniza volante 15 cerrado.

Tras el segundo nivel de flujo convectivo de la caldera de aceite térmico 6, está dispuesto el tiro de aspiración 8 regulado mediante frecuencia, el cual, en dependencia de la demanda de rendimiento del aceite térmico, aspira una cantidad definida de gas caliente a través de la caldera.

El gas caliente enfriado en la caldera de aceite térmico 6 se retroalimenta a través de una compuerta de regulación 11 y un canal de aire de retorno 12 a la cámara de combustión 1 para la reducción de la temperatura de cámara de combustión adiabática, como aire de refrigeración. Solo en caso de excepción y para la regulación de una determinada temperatura de gas caliente, se mezcla el gas caliente enfriado al flujo principal de gas caliente que fluye a través de la conducción de gas caliente 10 revestida de mampostería, a través de la compuerta de regulación 9 en dirección del secador (compárese la Fig. 2).

En lo sucesivo han de representarse brevemente las ventajas de eficiencia de la instalación de secado descrita con anterioridad según las Figs. 2 y 3, frente a la instalación según la Fig. 1 conocida del estado de la técnica.

En el caso de la instalación conocida de la Fig. 1, el rendimiento de combustible en caso de un rendimiento teórico de gas caliente requerido de 20 MW y 16 MV de rendimiento teórico del aceite térmico, es de 38,59 MW. Para el mantenimiento de una determinada temperatura mínima de por ejemplo, 750 °C, pueden conducirse 2,41 MW de gas caliente enfriado al flujo principal de gas caliente, mientras que 5,33 MW han de eliminarse directamente en la instalación de limpieza de aire de escape, por ejemplo un filtro electrostático en húmedo 170. El contenido de oxígeno en el gas caliente es del 13,4 % y el excedente de aire $\lambda = 2,8$. El aire de combustión es en el presente caso un aire de escape de una instalación de secado con 7,5 °C introducido con la cantidad de aire de 1,82 MW a través del aire primario y 0,91 MW a través del aire secundario.

En el caso de la introducción de la totalidad de gas caliente enfriado en la caldera de aceite térmico en el flujo principal de gas caliente, la temperatura de mezcla sería en el caso ideal de ya solo 533 °C (en realidad resultan con las pérdidas térmicas aproximadamente 460 °C). En correspondencia ya no sería posible de forma razonable, mezclar el aire de escape del secador con el gas caliente y manejar el secador de esta manera de forma eficiente en el funcionamiento de aire de circulación.

En el caso de la instalación mostrada en las Figs. 2 y 3, el rendimiento de combustible es por su parte para 20 MW de rendimiento teórico de gas caliente y 6 MW de rendimiento teórico de gas térmico, ya solo 34,41 MW, de lo cual resulta un aumento de la eficiencia de aproximadamente un 12 %. Para el mantenimiento de la temperatura mínima de gas caliente de por su parte 750 °C, pueden conducirse por su parte 2,41 MW de aire caliente enfriado al flujo principal de gas caliente, mientras que 5,33 MW se retroalimentan recuperando calor a la cámara de combustión 1 para el enfriamiento. El contenido de oxígeno en el gas caliente es en este caso ya solo del 9,3 % y el exceso de aire $\lambda = 1,8$.

En el caso de que los 2,41 MW de rendimiento térmico no se introdujesen en el flujo principal de gas caliente, la temperatura de gas caliente se mantendría teóricamente en 920 °C, y de esta manera de forma ideal para el grado de efectividad general del secado. En la realidad resultan pérdidas de temperatura en el gas caliente debido a pérdidas de calor, aire indebido, etc., y la temperatura bajará hasta aproximadamente 100 °C. A partir de ello queda claro, que es razonable retroalimentar la cantidad de gas caliente de la caldera de aceite térmico 6 en la medida de lo posible al 100 % de vuelta a la cámara de combustión.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la generación de gas caliente con caldeamiento integrado de un medio de transferencia térmica, que comprende una cámara de combustión (1) revestida de mampostería para la generación de gas caliente y una caldera (6) dispuesta en dirección de flujo del gas caliente detrás de la cámara de combustión (1) y unida a la cámara de combustión (1) a través de una conducción de gas caliente (10), para el caldeamiento del medio de transferencia térmica, disponiéndose entre la cámara de combustión (1) y la caldera (6) al menos un separador centrífugo de gas caliente (4) revestido de mampostería, integrado en la conducción de gas caliente (10), de manera que el gas caliente que sale de la cámara de combustión (1) es conducido completamente a través del al menos un separador centrífugo de gas caliente (4), **caracterizado por que** en dirección de flujo del gas caliente se desvía, detrás del separador centrífugo de gas caliente (4), una conducción de desvío (10a) de la conducción de gas caliente (10), de manera que el flujo de gas caliente se divide detrás dela salida del separador centrífugo de gas caliente en un primer y en un segundo flujos parciales, introduciéndose el segundo flujo parcial a través de la conducción de desvío (10a) en la caldera (6) para el caldeamiento del medio de transferencia térmica, por que la salida de la caldera (6) está unida a la conducción de gas caliente (10) en modo de conducción de gas, de manera que el segundo flujo parcial enfriado que sale de la caldera (6) puede mezclarse, al menos temporalmente para la regulación de la temperatura del gas caliente, en el primer flujo parcial con éste, y por que la salida de la caldera (6) y la cámara de combustión (1) están unidas entre sí en modo de conducción de gas, de manera que el segundo flujo parcial enfriado que sale de la caldera (6) puede retroalimentarse al menos parcialmente, en particular completamente, como flujo de gas de refrigeración a la cámara de combustión (1).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo presenta medios para la desnitrificación del gas caliente, estando configurados los medios para la desnitrificación como al menos una boquilla (30) para la introducción de un medio de reducción, en particular de urea, en el canal de entrada de flujo tangencial del separador centrífugo de gas caliente.

3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la caldera (6) presenta un primer nivel de flujo con un intercambiador de calor por radiación (6a) y un segundo nivel de flujo con un intercambiador de calor por convección (6b), pudiendo ser atravesado el primer nivel de flujo por el flujo de gas caliente en dirección descendente y pudiendo ser atravesado el segundo nivel de flujo a continuación por el flujo de gas caliente en dirección ascendente.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la caldera (6) presenta medios para la inyección de un fluido de limpieza, en particular de agua.

5. Dispositivo según las reivindicaciones 3 y 4, **caracterizado por que** los medios están configurados como al menos una boquilla (35) dispuesta en el primer nivel de flujo de la caldera (6).

6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la boquilla (35) está configurada de tal forma, que al inyectar el líquido de limpieza lleva a cabo un movimiento pendular.

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la cámara de combustión 1 presenta un dispositivo de combustión de reja, en particular un dispositivo de combustión de reja movible, transportándose a través de la cámara de combustión (1) combustible sólido, en forma de gránulos o de fibras sobre la reja (2) atravesada por un flujo de aire primario ascendente,.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el dispositivo presenta un transportador de tornillo (24) y una rampa de descarga (29) en forma de una rampa de deslizamiento, para la entrega continua del combustible a la reja (2), estando configurada la rampa de descarga (29) de manera refrigerable mediante una inyección de agua (26).

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** en la cámara de combustión (1) están previstos al menos dos quemadores (3) dispuestos tangencialmente, para la combustión de combustible en forma de gas y de polvo.

10. Dispositivo de secado para el secado en particular de productos y/o residuos de madera con un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, introduciéndose el gas caliente que sale del separador centrífugo de gas caliente (4), al menos parcialmente, en un secador (140) para el secado en particular de madera troceada, virutas de serrado, serrín de madera, fibras de madera, pienso para animales, cereales y similares.

11. Procedimiento para la generación de gas caliente con caldeamiento integrado de un medio de transferencia térmica, generándose el gas caliente en una cámara de combustión (1) revestida de mampostería e introduciéndose en una caldera (6) dispuesta en dirección de flujo del gas caliente detrás de la cámara de combustión (1), para el caldeamiento del medio de transferencia térmica, y conduciéndose el flujo de gas caliente que sale de la cámara de combustión (1), antes de la entrada en la caldera, completamente a través de al menos un separador centrífugo de gas caliente (4) revestido de mampostería, **caracterizado por que** el flujo de gas caliente se divide detrás dela

salida del separador centrífugo de gas caliente (4) en un primer y en un segundo flujos parciales, introduciéndose el segundo flujo parcial a través de una conducción de desvío (10a) en la caldera para el caldeamiento del medio de transferencia térmica, y por que el segundo flujo parcial enfriado que sale de la caldera (6) se retroalimenta al menos parcialmente como flujo de gas de refrigeración a la cámara de combustión (1).

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** el primer flujo parcial del flujo de gas caliente se introduce en un dispositivo de secado (140).

13. Procedimiento según las reivindicaciones 11 o 12, **caracterizado por que** el segundo flujo parcial enfriado que sale de la caldera (6) se mezcla, al menos temporalmente para la regulación de la temperatura de gas caliente, en el primer flujo parcial con éste.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado por que** la caldera (6) se limpia durante el funcionamiento al menos temporalmente mediante la inyección de un fluido de limpieza, en particular, agua.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizado por que** la introducción de combustible y el suministro de aire de combustión en la cámara de combustión (1) se regula de tal manera que en la cámara de combustión (1) existe una presión negativa constante.

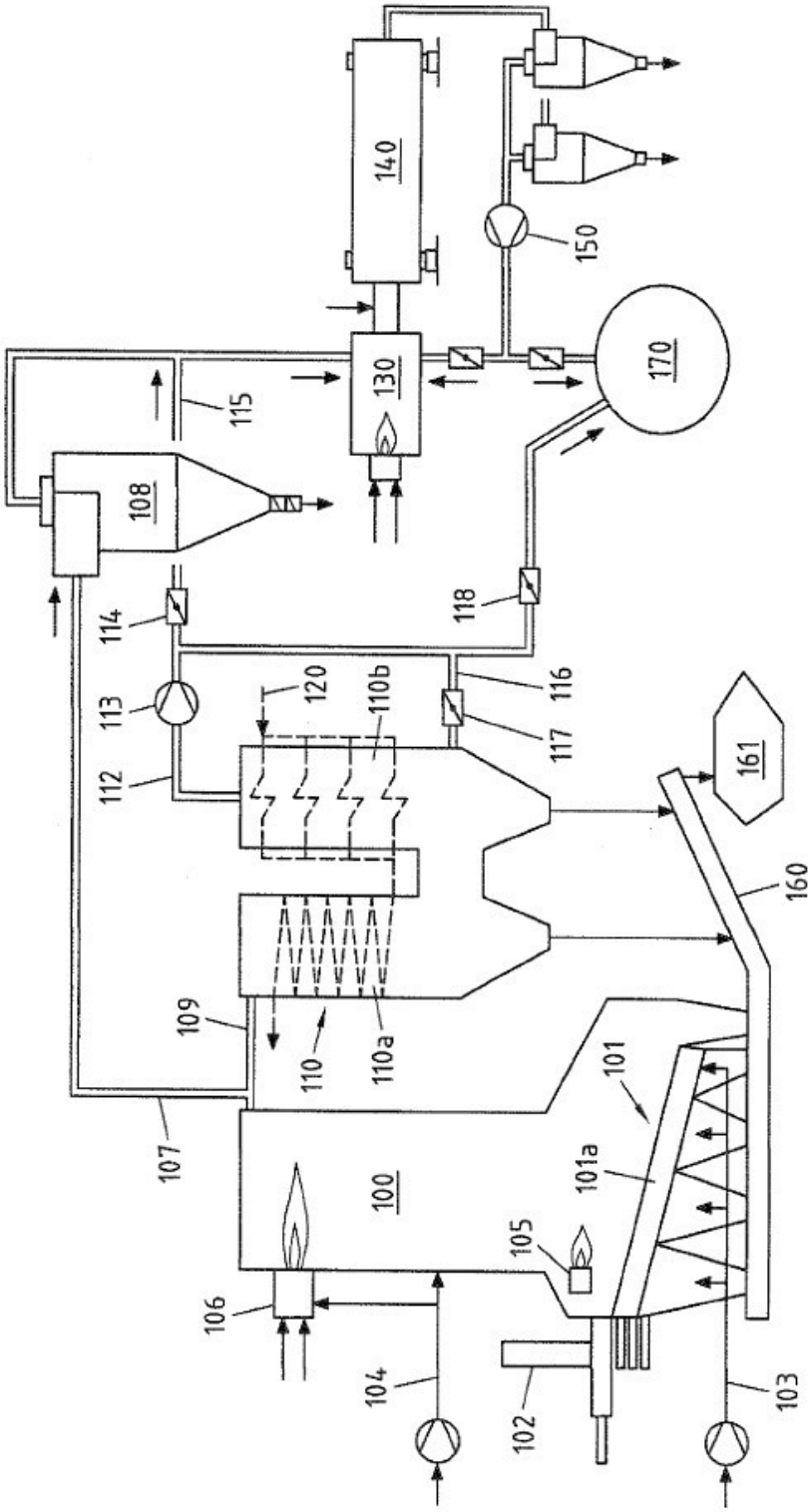

Fig.1 Estado de la técnica

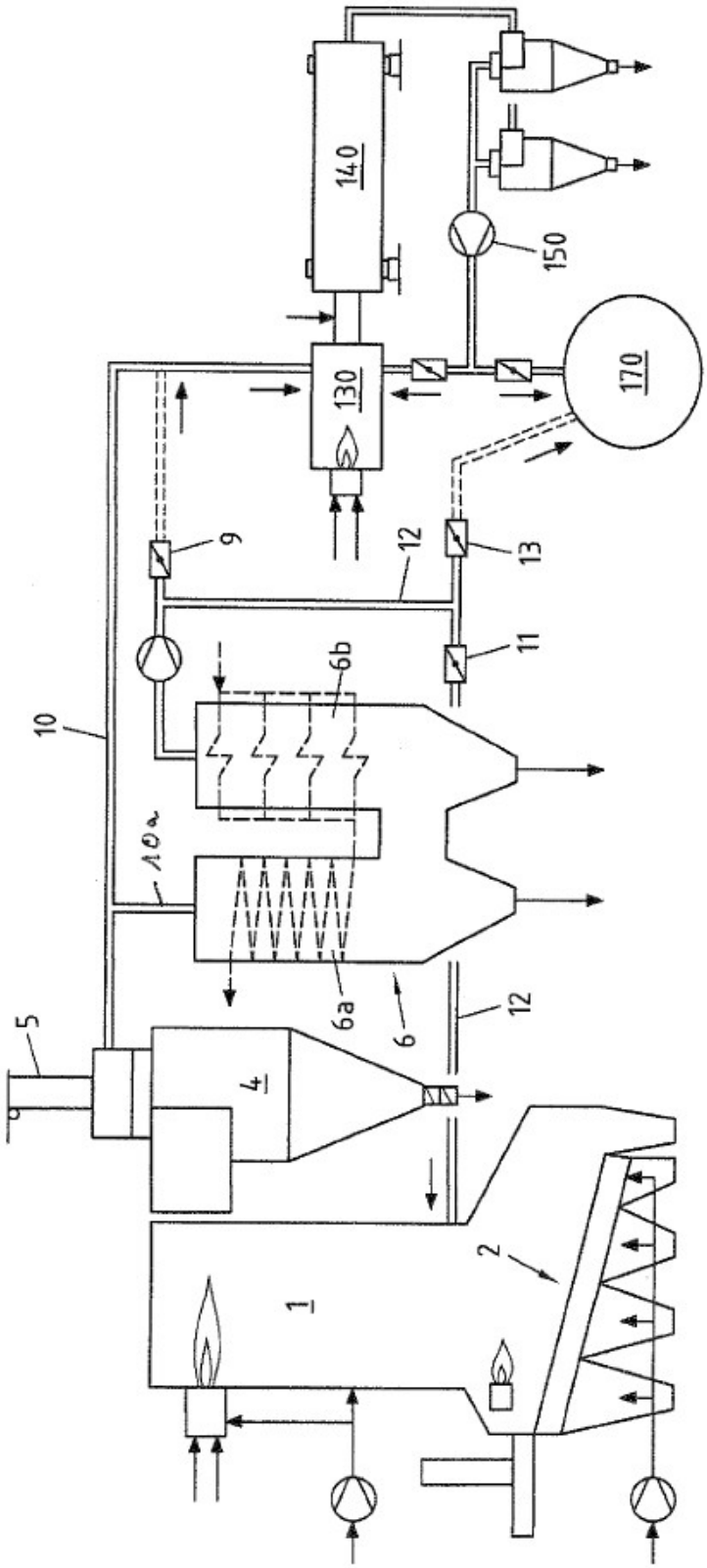

Fig.2

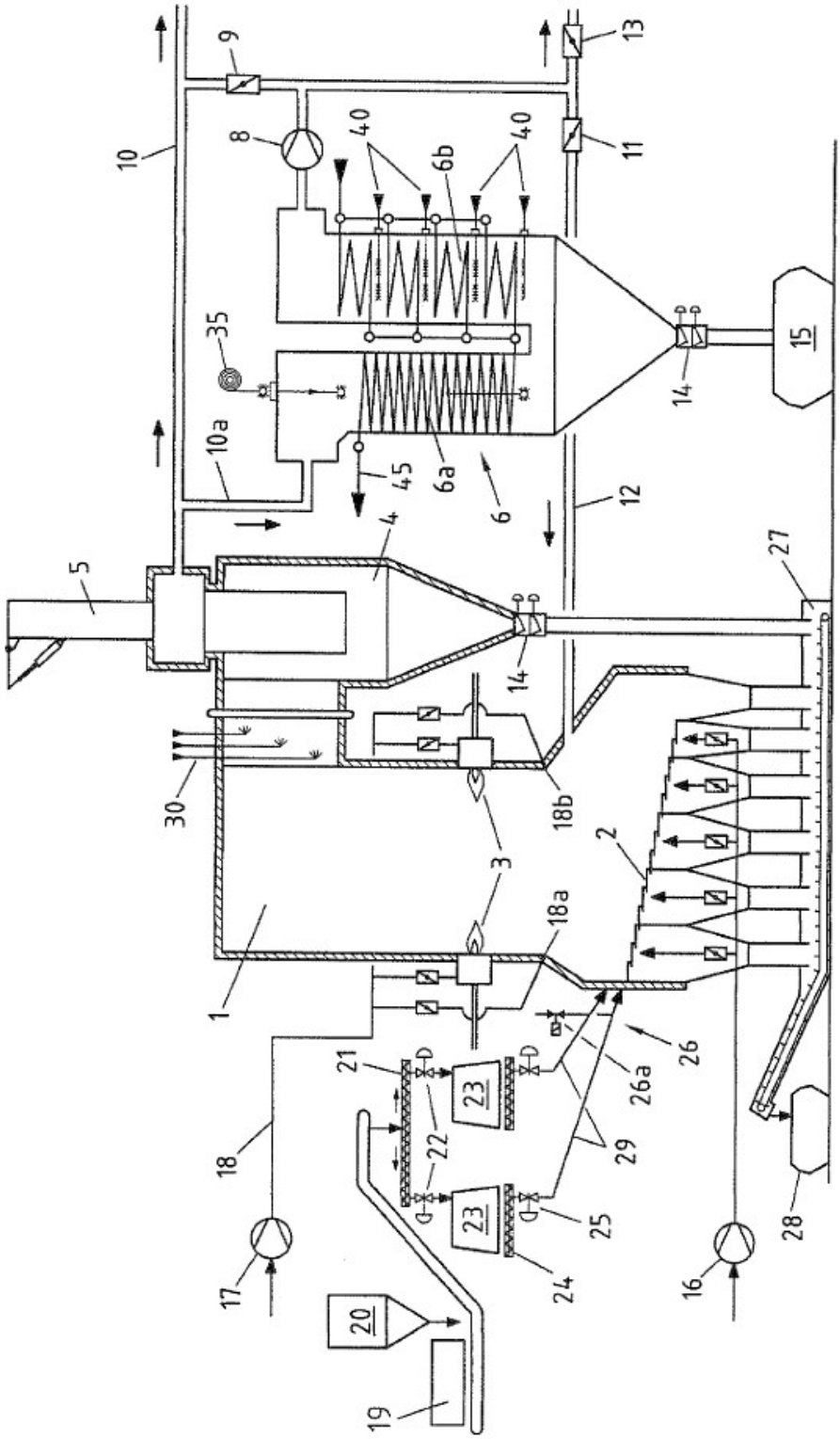
1
2
3
4
5
6
6a
6b
8
9
10
10a
11
12
13
14
15
16
17
18
18a
18b
19
20
21
22
23
24
25
26
26a
27
28
29
30
35
40
45

Fig.3