

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **3 014 937**

(51) Int. Cl.:

F23G 5/00 (2006.01)
F26B 21/02 (2006.01)
F26B 23/00 (2006.01)
F23G 5/04 (2006.01)
F23G 5/46 (2006.01)
F23J 15/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2017 PCT/EP2017/055072**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **07.09.2018 WO18157947**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2017 E 17708523 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025 EP 3589890**

(54) Título: **Aparato y método para el secado continuo de productos a granel, en particular virutas de madera y/o fibras de madera, que comprenden un intercambiador de calor**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.04.2025

(73) Titular/es:

**KRONOPLUS LIMITED (100.00%)
183 Argali House Triq Il-Fortizza, MST 1858
Mosta, MT**

(72) Inventor/es:

**HENSEL, GÜNTER y
SEIFERT, WOLFGANG**

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 014 937 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

Aparato y método para el secado continuo de productos a granel, en particular virutas de madera y/o fibras de madera, que comprenden un intercambiador de calor

5 La presente invención se refiere a un aparato y a un método para secar de forma continua productos a granel, en particular fibras de madera y/o virutas de madera, en una secadora, en donde los vapores de secado se conducen a un circuito de secadora, en donde los vapores de secado se calientan indirectamente a través de un intercambiador de calor y se conducen de nuevo a la secadora.

10 La fabricación de tableros a partir de materiales de madera se basa fundamentalmente en el prensado de piezas de madera cortadas, en particular de fibras de madera y/o virutas de madera. Por ejemplo, un tablero de virutas de madera está formado por pequeñas virutas de madera de diferentes grosorres que se prensan entre sí con un aglutinante y bajo aplicación de alta presión para formar tableros. Los tableros de fibra de madera se fabrican a partir de fibra de madera con o sin un aglutinante adicional.

Antes de prensarlos en tableros, las piezas de madera desbastadas deben secarse.

15 Esto se lleva a cabo normalmente en las denominadas secadoras de tambor, en donde los productos de secado respectivamente los productos a granel se mueven en un tubo rotatorio calentado. Durante el secado, además de vapor de agua, también se liberan contenidos gaseosos de madera que no se deben liberar al entorno, ya que se consideran contaminantes. Los vapores de secado están además contaminados con partículas finas. Por estos motivos, los vapores de secado deben limpiarse antes de poder liberarse al entorno. Esto se consigue normalmente mediante la eliminación de polvo, el filtrado y/o un quemado en el quemador de la secadora. Para reducir los costes 20 de este tratamiento de los gases de secado y, en particular, para reducir el consumo de energía necesario adicional, se sugieren diferentes métodos y aparatos que permiten un proceso más económico al conducir los gases de secado en un circuito y someterlos a un calentamiento indirecto a través de un quemador.

25 La solicitud de patente europea EP 0 459 603 A1 describe, por ejemplo, un secado de fibras de madera en una secadora de tambor, en donde los vapores de secado que salen de la secadora se devuelven en un circuito a la secadora y se calientan indirectamente a través del gas de calentamiento producido por el quemador hasta que alcanzan las temperaturas necesarias para el secado de las virutas de madera. Una parte del vapor de secado se retira de este circuito y se conduce a la cámara de combustión. Los gases de escape de la cámara de combustión, que se utilizan para calentar los gases de secado a través de un intercambiador de calor, se limpian con un filtro, antes de liberarlos al entorno. La presente solicitud divulga el preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 7.

30 La solicitud de patente europea EP 0 457 203 A1 también describe, entre otros, un método de secado de virutas de madera, en donde los gases de secado se calientan indirectamente mediante un intercambiador de calor y en donde el intercambiador de calor se alimenta con los gases de escape de una cámara de combustión. Una parte de los vapores de secado se extrae continuamente de la secadora y se conduce a un condensador en donde se condensa el contenido de agua y en donde los gases no condensables se conducen como aire de combustión a la cámara de combustión.

35 Con estos métodos, las temperaturas en la cámara de combustión deben mantenerse lo suficientemente altas para garantizar la eliminación mediante quemado de los contaminantes. Estas altas temperaturas someten a un gran esfuerzo a los elementos del intercambiador de calor, por lo que su vida útil se reduce. Por este motivo, la solicitud de patente europea EP 0 714 006 sugiere un método de secado, en donde se dispone un segundo intercambiador de calor antes del primer intercambiador de calor para reducir el esfuerzo térmico del material.

40 Durante el proceso de secado en el circuito se generan constantemente nuevos vapores que están contaminados con contaminantes. Por ello, los vapores de secado que circulan deben eliminarse continuamente para lograr un equilibrio de masa. Esto se hace, por ejemplo, eliminando una parte de los vapores de secado aguas abajo o aguas arriba del intercambiador de calor y conduciendo esta parte como aire de combustión a la cámara de combustión. Para el control 45 del caudal, la solicitud de patente europea EP 0 714 006 A1 sugiere por ejemplo una válvula.

La solicitud de patente internacional WO 2009/087108 A1 describe un método y un aparato para el secado continuo de productos a granel, en particular fibras de madera y/o virutas de madera, en una secadora, que se calienta indirectamente por un gas de escape de quemador, en donde los vapores de secado resultantes de la secadora se conducen y calientan en al menos un intercambiador de calor calentado por el gas de escape de quemador. Al menos 50 una parte de los vapores de secado se deriva para ser conducidos al quemador, en donde este flujo parcial hacia el quemador se impulsa mediante al menos un ventilador de vapor que fluye de forma regular.

Un problema de los métodos conocidos es que la eficiencia energética de los métodos conocidos es bastante limitada. Por tanto, se necesita una gran cantidad de combustibles para cubrir las necesidades energéticas del proceso de secado.

Este objeto se consigue mediante un aparato y un método, tal como se describe en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones secundarias se describen realizaciones preferidas del aparato de la invención o del método de la invención.

- 5 La invención se refiere a un aparato para el secado de productos a granel, en particular de fibras de madera y/o virutas de madera, con una secadora, en particular una secadora de tambor, a través de la que se hace pasar una mezcla de vapores y gases (vapores de secado) en un circuito de secado. El aparato comprende además al menos un intercambiador de calor para el calentamiento indirecto de la mezcla de vapores y gases y comprende al menos un generador de gas caliente. El al menos un generador de gas caliente genera gases de escape que pueden utilizarse para el calentamiento indirecto de la mezcla de vapores y gases a través del al menos un intercambiador de calor. Además, al menos un conducto de derivación al al menos un generador de gas caliente se proporciona aguas abajo y/o aguas arriba y/o dentro del al menos un intercambiador de calor para un flujo parcial de los vapores de secado y se proporciona al menos un conducto para la parte restante de los vapores de secado a la secadora.

El aparato de la invención se caracteriza porque está previsto al menos un filtro para la limpieza de los gases de escape producidos por el al menos un generador de gas caliente, en particular un precipitador electrostático, preferiblemente un precipitador electrostático de tipo seco; y aguas abajo de dicho al menos un filtro está previsto al menos un intercambiador de calor, que calienta indirectamente los gases utilizados como aire de alimentación para dicho al menos un generador de gas caliente, en donde dicho al menos un intercambiador de calor es calentado por los gases de escape del al menos un generador de gas caliente. Dicho aire de alimentación puede utilizarse como aire de combustión, aire de enfriamiento, en el caso de un quemador multicombustible aire de enfriamiento de mufla, aire secundario, aire terciario o aire de recirculación dentro de dicho al menos un generador de gas caliente. El aparato según la presente invención se caracteriza además porque está presente al menos un intercambiador de calor adicional, que calienta indirectamente un líquido que dicho al menos otro intercambiador de calor es calentado por dichos gases de escape.

25 En aparatos comparables conocidos del estado de la técnica, los gases de escape que se generan por medio de generadores de gases calientes, como por ejemplo quemadores multicombustible, se expulsan al aire circundante sin intercambio térmico. Por consiguiente, grandes cantidades de energía térmica que todavía se encuentran en los gases de escape no se reciclan y, por lo tanto, no se pueden utilizar para optimizar energéticamente los procesos realizados con los aparatos correspondientes. Por lo tanto, el aparato de la invención mejora eficazmente el rendimiento térmico y energético total del proceso de secado realizado.

30 Debido a que, por ejemplo, el aire de combustión para el al menos un generador de gas caliente se precalienta, se aumenta el grado de eficiencia del al menos un generador de gas caliente. Mediante el uso de aire precalentado en el interior del al menos un generador de gas caliente se consigue también una supresión eficaz de la formación de óxidos nitrosos.

35 Por ejemplo, el aire de combustión completo o una parte del aire de combustión alimentado al al menos un generador de gas caliente se puede precalentar según la invención.

Preferiblemente, el aire de combustión es aire ambiental fresco, gases de procesos de producción como, por ejemplo, gases de escape de prensas, gases de escape de sierras, gases de escape de líneas de lijado y/o gases de escape de una línea de producción de pegamento o aire enriquecido con oxígeno.

40 Por otra parte, el intercambiador de calor está alineado después de o aguas abajo del filtro. Gracias a esta alineación especial del intercambiador de calor, el funcionamiento del filtro no se ve afectado negativamente y, por otra parte, en el interior del intercambiador de calor se utilizan gases de escape ya filtrados previamente. De este modo, se puede evitar la contaminación del intercambiador de calor y el intercambiador de calor puede funcionar sin problemas. Se observan o son necesarios menos desgastes y menos mantenimientos.

45 En una realización preferida, el intercambiador de calor está ajustado de modo que el vapor de agua contenido en los gases de escape no se condense. El funcionamiento por debajo del punto de rocío del vapor se puede controlar automáticamente.

En una realización preferida, un ventilador de gases de escape se coloca aguas abajo del filtro mencionado anteriormente para aspirar los gases de escape producidos por dicho al menos un generador de gas caliente a través de dicho filtro.

50 Estos gases de escape pueden finalmente descargarse al entorno a través de una chimenea.

Según una realización preferida, el aparato de la invención se caracteriza porque entre el al menos un generador de gas caliente y el al menos un intercambiador de calor está previsto al menos un ciclón de gas caliente, de modo que los gases de escape producidos por dicho al menos un generador de gas caliente pasan a través del al menos un ciclón de gas parcial.

Con el ciclón de gas caliente se pueden eliminar eficazmente las partículas sólidas contenidas en los gases de escape. Por consiguiente, se suprime eficazmente una deposición de dichas partículas sólidas contenidas en los gases de escape, es decir, los gases expulsados, en el intercambiador de calor alineado posteriormente. Por lo tanto, se requiere menos desgaste y mantenimiento del aparato. Por consiguiente, el aparato según la invención tiene una vida útil más larga. Además, el grado de eficiencia en el interior del intercambiador de calor puede mantenerse a altos niveles, lo que permite una mejor recuperación global de la energía térmica. Por lo tanto, el aparato según la invención es superior a los conocidos de la técnica anterior, ya que en general se obtiene una mejor eficiencia energética.

En una realización específica, el ciclón de gas caliente funciona a temperaturas inferiores al punto de sinterización de las cenizas. De este modo, la limpieza de los gases de escape de partículas sólidas es más eficaz. Además, se puede suprimir eficazmente la adhesión de partículas sólidas, como por ejemplo hollín o negro de carbono.

El ciclón de gas caliente está equipado preferiblemente con un sistema de descarga de cenizas/hollín de funcionamiento continuo.

Según otra realización preferida, el aparato según la invención se caracteriza porque dicho al menos un generador de gas caliente comprende al menos un generador de gas caliente alimentado con sólidos. Un generador de gas caliente alimentado con sólidos permite la combustión de material orgánico combustible en cualquier forma particular, como por ejemplo productos de madera a granel, productos de madera en partículas o incluso polvos de madera. Como ejemplos de generadores de gas caliente alimentado con sólidos son posibles generadores de gas caliente alimentado con parrilla, generadores de gas caliente de combustión en lecho fluidizado y/o generadores de gas caliente de combustión por fogón, que también pueden estar presentes en combinación. Sin embargo, también son posibles quemadores multicombustible conocidos por el estado de la técnica. Si hay más de un generador de gas caliente en el aparato según la invención, preferiblemente están presentes tanto un generador de gas caliente alimentado con sólidos como un quemador multicombustible. Por consiguiente, el aparato es más flexible en lo que se refiere a los posibles combustibles para cubrir la necesidad energética.

La presencia de un quemador multicombustible permite, por ejemplo, la combustión de combustibles fósiles como gas o fueloil ligero, o de sólidos en forma de polvo como el polvo de madera, que pueden formarse como subproducto en el proceso de secado o en la posterior producción de tableros aglomerados. Los combustibles se pueden utilizar solos o combinados entre sí. Por ejemplo, se puede utilizar una mezcla de polvo de madera y fueloil ligero o una mezcla de polvo de madera y gas.

Un generador de gas caliente alimentado con sólidos según la presente invención permite quemar materiales sólidos que no pueden quemarse en los sistemas de quemadores multicombustible descritos anteriormente. Por lo tanto, es posible un concepto alternativo de suministro de energía del aparato según la presente invención. Con el generador de gas caliente alimentado con sólidos, todos los materiales que no pueden utilizarse en la producción de, por ejemplo, tableros de partículas de madera, pueden reciclarse energéticamente. Ejemplos de tales materiales son, por ejemplo, cortezas, desechos de producción de tableros de partículas, virutas de madera, material de embalaje y/o desechos de madera.

Además, también es posible hacer funcionar de manera conjunta dicho generador de gas caliente alimentado con sólidos en paralelo o de forma independiente con un quemador multicombustible, es decir, el generador de gas caliente alimentado con sólidos puede funcionar simultáneamente o de forma alternativa al quemador multicombustible. Esto permite un ajuste muy flexible del aparato en lo que se refiere al suministro de energía. También en caso de que el aparato demande una cantidad máxima de energía térmica, el quemador multicombustible puede ayudar a suministrar energía térmica adicional y rápidamente disponible además del generador de gas caliente alimentado con sólidos.

Según otra realización preferida, el aparato según la invención se caracteriza porque al menos un generador de gas caliente comprende al menos un quemador multicombustible y al menos un generador de gas caliente alimentado con sólidos que están alineados en paralelo, comprendiendo dicho al menos un quemador multicombustible una cámara de combustión con una mufla en donde se enciende y se quema una mezcla de combustible/aire de combustión y un techo de la cámara de combustión, comprendiendo dicho techo de la cámara de combustión

- al menos una entrada para el aire de combustión en la mufla,
- un anillo de boquilla exterior que forma una entrada para un gas de enfriamiento que rodea la mufla y
- un anillo de boquilla interior que forma una entrada para un gas de enfriamiento dentro de la mufla, proporcionando un flujo laminar de gas de enfriamiento a lo largo de la mufla.

Una característica especial que subyace a la presente invención es que al menos dichos anillos de boquilla interior y exterior se pueden controlar por separado y que dicho anillo de boquilla interior se alimenta con gas expulsado por al menos un generador de gas caliente alimentado con sólidos, con aire ambiente y/o con gas resultante de procesos de producción externos, tales como gases de escape de prensa, gases de escape de sierra, gases de escape de línea de lijado y/o gases de escape de una línea de producción de pegamento.

Según este principio, la mufla, en donde se enciende la mezcla de combustible/aire de combustión, se puede enfriar de forma eficaz. Debido al hecho de que el aire que entra a través del anillo de boquilla interior comprende preferiblemente un contenido de oxígeno considerablemente menor, se puede reducir la formación de óxidos nitrosos.

5 Esta ventaja permite reducir o incluso omitir el tratamiento posterior a la combustión de los gases de escape para reducir el óxido nitroso, como por ejemplo la inyección de urea, etc., y da lugar a aparatos considerablemente menos complejos y más fáciles de manejar.

Además y en una realización preferida, los gases utilizados para alimentar el anillo de boquilla interior del quemador multicombustible como se describió anteriormente también se pueden utilizar para ser alimentados al quemador multicombustible a través del anillo de boquilla exterior.

10 El aparato de la invención se caracteriza porque dicho al menos un generador de gas caliente se alimenta con gases de combustión que se derivan directamente de etapas de proceso externas, tales como gases de escape de prensa, gases de escape de sierra, gases de escape de línea de lijado y/o gases de escape de una línea de producción de pegamento. Estos gases externos pueden usarse como aire de combustión, aire de enfriamiento, aire de enfriamiento de mufla, aire primario, aire secundario, aire terciario y/o aire de recirculación dentro de dicho al menos un generador de gas caliente. Preferiblemente, estos gases se precalientan antes de entrar al al menos un generador de gas caliente, por ejemplo, por medio del intercambiador de calor mencionado anteriormente, para aumentar aún más la eficiencia energética de todo el sistema.

20 Por consiguiente, se puede reducir la emisión total de un aparato que está integrado en una alineación para la producción de tableros de madera. Además, es posible reducir las fuentes de emisión, ya que estas fuentes están dispuestas térmicamente dentro del al menos un generador de gas caliente. De este modo, es posible tanto una reducción del caudal máscio total de emisiones como una reducción del flujo de volumen total de gases de escape. Especialmente ventajoso es el aumento de la eficiencia mediante el uso de aire de combustión precalentado.

25 En otra realización preferida, el aparato según la presente invención se caracteriza porque dicho al menos un generador de gas caliente comprende un generador de gas caliente alimentado con sólidos al que se suministra a través del conducto derivado un flujo parcial de los vapores de secado como gas secundario y/o terciario. Por consiguiente, las mezclas de gases procedentes de la secadora se pueden utilizar como aire primario, secundario y/o terciario en el interior del generador de gas caliente alimentado con sólidos.

La mezcla de vapor/gas de la secadora tiene una concentración reducida de oxígeno.

30 Por consiguiente, se reduce de forma efectiva la tasa de formación de óxido nitroso en el interior del generador de gas caliente alimentado con sólidos. Además, el aire de la secadora tiene temperaturas que son tremadamente más altas que el aire ambiente. Esto afecta además a la probabilidad y la velocidad de reacción de la formación de gases de óxido nitroso. Además, los gases se pueden utilizar como gases de enfriamiento del generador de gas caliente alimentado con sólidos.

35 Además, se puede reducir la tasa de adición de aire fresco, que normalmente se precalienta primero antes de añadirlo al generador de gas caliente alimentado con sólidos. En consecuencia, se puede reducir el consumo de energía total del aparato.

Además, los gases de secado comprenden componentes orgánicos volátiles (VOC) y sustancias olorosas. En las condiciones que se dan en el interior del generador de gas caliente alimentado con sólidos, estos compuestos se descomponen de forma eficaz y, por lo tanto, pueden eliminarse.

40 Preferiblemente, los gases de la secadora se ajustan a temperaturas que oscilan entre 150 y 200 °C cuando se alimentan al generador de gas caliente alimentado con sólidos como gas secundario y/o primario.

El aparato según la presente invención se caracteriza porque está presente al menos un intercambiador de calor adicional, que calienta indirectamente un líquido, calentándose dicho al menos un intercambiador de calor por dichos gases de escape.

45 En aparatos comparables conocidos del estado de la técnica, los gases de escape resultantes del quemador se descargan al aire circundante sin intercambio térmico. Por consiguiente, grandes cantidades de energía térmica que todavía están contenidas en los gases de escape no se reciclan y, por lo tanto, no se pueden utilizar para optimizar energéticamente los procesos realizados con los aparatos correspondientes. Por lo tanto, el aparato de la invención mejora eficazmente el rendimiento térmico y energético total del proceso de secado realizado.

50 Por otra parte, el intercambiador de calor está alineado después o aguas abajo del filtro. Gracias a esta alineación especial del intercambiador de calor, el funcionamiento del filtro no se ve afectado negativamente y, por otra parte, en el interior del intercambiador de calor se utilizan gases de escape ya prefiltrados. De este modo, se puede evitar la contaminación del intercambiador de calor y el intercambiador de calor puede funcionar sin problemas. Se observa y se requiere menos desgaste y mantenimientos.

En una realización preferida, el intercambiador de calor está ajustado de modo que el vapor de agua contenido en los gases de escape no se condense. El funcionamiento por debajo del punto de rocío del vapor se puede controlar automáticamente.

Preferiblemente, el líquido puede ser un aceite térmico o agua.

5 Además, la invención se refiere a un aparato para la fabricación de tableros de madera que comprende al menos un dispositivo de trituración, en particular una fresadora, al menos un dispositivo de prensado y al menos un aparato para secar productos a granel, tal como se ha descrito anteriormente. Con respecto a otras características de este aparato para la fabricación de tableros de madera respectivamente con respecto al dispositivo de secado de este aparato, se hace referencia a la descripción anterior.

10 En el método de la invención para el secado continuo de productos a granel según la reivindicación 7, en particular fibras de madera y/o virutas de madera en una secadora, en particular una secadora de tambor, se alimenta la secadora con los productos a granel y se conduce a su través una mezcla de vapor y gas en un circuito de secado. De este modo, la mezcla de vapor y gas se calienta indirectamente a través de al menos un intercambiador de calor con gases de escape de un generador de gas caliente procedentes de un generador de gas caliente. Después de pasar a través de la secadora, los vapores de secado se conducen al al menos un intercambiador de calor y se calientan de nuevo. Aguas arriba, aguas abajo /o dentro del al menos un intercambiador de calor, se deriva al menos un flujo parcial de los vapores de secado para ser conducidos como aire de enfriamiento y/o como aire de combustión al quemador. El flujo parcial restante se conduce de nuevo a la secadora, después de haber sido calentado en el al menos un intercambiador de calor. Preferiblemente, se utiliza al menos un intercambiador de calor que funciona en contraflujo cruzado.

Opcionalmente, se puede utilizar y hacer funcionar simultáneamente más de un intercambiador de calor, tal como, por ejemplo, dos intercambiadores de calor alineados en paralelo. De forma especialmente ventajosa, una parte de los vapores de secado se deriva dentro del intercambiador de calor, ya que una derivación dentro del intercambiador de calor ofrece ventajas energéticas y de emisiones.

25 En vista del método de secado en sí, el secado por circuito de vapor logra un secado cuidadoso y una atmósfera reducida en oxígeno con una cantidad reducida de compuestos contaminantes y, por lo tanto, una mejora de la calidad de los productos de secado en comparación con otros métodos de secado. Permite aumentar la flexibilidad y la suavidad de las virutas de madera, lo que resulta especialmente ventajoso de cara al procesamiento posterior de las virutas de madera y a la calidad del producto final. Mediante el circuito de vapor para el secado, que se consigue mediante el calentamiento indirecto, esencialmente libre de oxígeno de los gases de secado a través de un intercambiador de calor, se consigue un contenido de gas inerte que, como ventaja adicional, produce un menor desgaste del aparato y una mayor seguridad debido a un menor riesgo de incendio y explosión.

35 El método según la presente invención se caracteriza porque los gases de escape del generador de gas caliente se limpian mediante al menos un filtro, en particular un precipitador electrostático, preferiblemente un precipitador electrostático de alto secado; y aguas abajo de dicho al menos un filtro, los gases de escape del generador de gas caliente se utilizan para calentar indirectamente gases como aire de alimentación para dicho al menos un quemador mediante al menos un intercambiador de calor. Los detalles específicos del intercambiador de calor adicional se han descrito anteriormente con respecto al aparato según la invención y se aplican de la misma manera para el procedimiento de la invención.

40 En una realización preferida, el método de la invención se caracteriza porque dichos gases de escape pasan a través de al menos un ciclón de gas caliente, que está dispuesto entre el al menos un generador de gas caliente y el al menos un intercambiador de calor. Los detalles específicos del ciclón de gas caliente se han descrito anteriormente con respecto al aparato según la invención y se aplican de la misma manera para el método de la invención.

45 El método según la presente invención se caracteriza además preferiblemente porque dicho al menos un quemador comprende un generador de gas caliente alimentado con sólidos que se alimenta con biomasa, en particular biomasa de madera. Sin embargo, también son posibles quemadores multicombustible conocidos en el estado de la técnica.

50 Además, también es posible hacer funcionar conjuntamente dicho generador de gas caliente alimentado con sólidos en paralelo con un quemador multicombustible. El generador de gas caliente alimentado con sólidos puede funcionar simultáneamente o alternativamente al quemador multicombustible. Esto permite un ajuste muy flexible del aparato en lo que se refiere al suministro de energía. También en caso de que el aparato demande una cantidad máxima de energía térmica, el quemador multicombustible puede ayudar a suministrar energía térmica adicional y rápidamente disponible además del generador de gas caliente alimentado con sólidos.

Los detalles específicos del generador de gas caliente alimentado con sólidos se han descrito anteriormente con respecto al aparato según la invención y se aplican de la misma manera para el método de la invención.

En otra realización preferida el método según la presente invención se caracteriza porque el al menos un generador de gas caliente comprende al menos un quemador multicombustible y al menos un generador de gas caliente alimentado con sólidos que son independientes o están en paralelo, comprendiendo dicho al menos un quemador multicombustible una cámara de combustión con una mufla en donde se enciende y se quema una mezcla de combustible/aire de combustión y un techo de cámara de combustión, comprendiendo dicho techo de cámara de combustión

- 5 - al menos una entrada para el aire de combustión en la mufla,
- un anillo de boquilla exterior que forma una entrada para un gas de enfriamiento que rodea la mufla y
- 10 - un anillo de boquilla interior que forma una entrada para un gas de enfriamiento dentro de la mufla, proporcionando un flujo laminar de gas de enfriamiento a lo largo de la mufla,

Controlándose dichos anillos de boquilla interior y exterior por separado y alimentándose dicho anillo de boquilla interior con gas expulsado por al menos un generador de gas caliente alimentado con sólidos, aire ambiente y/o con gas resultante de procesos de producción externos, tales como gases de escape de prensa, gases de escape de sierra, gases de escape de línea de lijado y/o gases de escape de una línea de producción de pegamento.

15 Además, dicho al menos un generador de gas caliente puede ser alimentado con gases de alimentación que se derivan directamente de etapas de proceso externas, tales como gases de escape de prensa, gases de escape de sierra, gases de escape de línea de lijado y/o gases de escape de una línea de producción de pegamento.

20 También se prefiere que dicho al menos un generador de gas caliente comprenda un generador de gas caliente alimentado con sólidos, que se alimenta a través del conducto derivado con el flujo parcial de los vapores de secado como gas terciario.

Según la invención, un líquido, como por ejemplo agua o un aceite térmico, se calienta indirectamente mediante dichos gases de escape por medio de al menos un intercambiador de calor adicional.

25 En una realización preferida, el flujo parcial de los vapores de secado que se eliminan aguas arriba, aguas abajo y/o dentro del intercambiador de calor hacia el generador de gas caliente, es impulsado por un ventilador de vapor parcial regulable.

El ventilador de vapor parcial regulable permite una combustión controlada de contaminantes en el generador de gas caliente de la disposición de secado. Debido al ventilador de vapor parcial regulable, el caudal y la velocidad de flujo del flujo parcial de los vapores de secado hacia el generador de gas caliente se pueden ajustar a las condiciones respectivas del proceso de secado. Por ejemplo, es posible reaccionar a determinadas propiedades de los productos de secado, como por ejemplo el contenido de humedad o el flujo másico, retirando por ejemplo un flujo parcial mayor de los vapores de secado hacia el generador de gas caliente si se detecta un contenido de humedad elevado. De este modo se garantiza un control óptimo del proceso y una eliminación efectiva de contaminantes mediante una combustión en el generador de gas caliente. El ventilador de vapor parcial regulable permite aumentar los flujos másicos o volumétricos y, de este modo, aumentar significativamente el rendimiento del proceso de secado. El contenido de oxígeno en la secadora se puede controlar al mínimo para minimizar la producción de compuestos orgánicos y, de este modo, reducir las emisiones. Además, debido al ventilador de vapor parcial regulable se puede influir en el rendimiento de combustión, así como en la distribución de los vapores en la cámara de combustión, con lo que se pueden reducir aún más las emisiones.

40 Ventajosamente, al regular el ventilador de vapor parcial se tiene en cuenta el equilibrio de masas en el sistema, de modo que, por ejemplo, se puede reducir la entrada de aire de fuga en el sistema. La intrusión incontrolada de aire de fuga en el sistema provoca desventajas energéticas, ya que el aire de fuga debe calentarse en el sistema antes de poder utilizarse en el proceso. Por tanto, el control mantiene la cantidad de aire de fuga en un determinado corredor.

45 En una realización especialmente preferida del aparato o del método de la invención, el control del ventilador de vapor parcial se lleva a cabo teniendo en cuenta el nivel de contaminantes en los gases de escape del generador de gas caliente. El nivel de contaminación se puede medir, por ejemplo, directamente antes de que los gases de escape del generador de gas caliente se liberen al entorno, en donde los gases de escape del generador de gas caliente se limpian preferiblemente de antemano. Como niveles de contaminantes se puede considerar, preferiblemente, la concentración de óxido de nitrógeno y/o la concentración de monóxido de carbono de los gases de escape del generador de gas caliente para regular el ventilador de vapor parcial. Según la invención se puede prever que se determinen determinados umbrales de estas concentraciones y que se active el ventilador de vapor parcial regulable si no se cumplen estos umbrales de contaminación. Además, según la invención se puede prever que se realice un control del ventilador de vapor parcial regulable teniendo en cuenta el contenido de oxígeno en los gases de escape del generador de gas caliente. Según el combustible utilizado, por ejemplo, el control se puede realizar según un contenido de oxígeno de aproximadamente un 3 % en volumen hasta aproximadamente un 11 % en volumen en los gases de escape.

En otra realización preferida del aparato o del método de la invención, el control del ventilador de vapor parcial regulable se lleva a cabo teniendo en cuenta el contenido máximo de gas inerte en el circuito de secado, preferiblemente midiendo el contenido de oxígeno y/o el contenido de agua en los vapores de secado. De este modo se puede conseguir un mayor rendimiento del método de secado, así como una mayor calidad de los productos de secado, por ejemplo una mejor calidad de las virutas de madera. Al maximizar el contenido de gas inerte en el circuito de secado, se mantienen al mínimo la deposición, la contaminación y, por tanto, el desgaste de diferentes partes del aparato. Además, se aumenta la seguridad del aparato debido a la minimización del riesgo de incendio y explosión.

En una realización preferida del aparato o del método de la invención, los gases de escape del generador de gas caliente, que se extraen del sistema, se conducen a un filtro, en particular a un precipitador electrostático, preferiblemente un precipitador electrostático de tipo seco, para su limpieza. Un filtrado de los gases de escape del generador de gas caliente es especialmente ventajoso en el caso de que se queme polvo de madera en la cámara de combustión para reducir las emisiones. Un precipitador electrostático tiene la ventaja de que, en comparación con los filtros de bolsa habituales, se reduce el riesgo de incendio. Un precipitador electrostático de tipo seco ha demostrado ser especialmente eficaz para la limpieza de los gases de escape del generador de gas caliente. Se prefiere especialmente hacer funcionar el filtro, en particular el precipitador electrostático, en una operación de aspiración, en donde preferiblemente aguas abajo del filtro se dispone un ventilador de gases de escape del generador de gas caliente. La operación de aspiración es ventajosa, ya que la presión negativa que se deriva de la misma ofrece ventajas con respecto a la construcción del filtro y ya que el ventilador está protegido contra el desgaste.

En el caso de que el al menos un generador de gas caliente sea un quemador multicombustible, se pueden utilizar como combustible combustibles fósiles habituales, como por ejemplo gas natural o petróleo. En una realización especialmente preferida, se pueden utilizar adicionalmente o alternativamente sólidos en partículas, en particular biomasa. Por ejemplo, se pueden quemar residuos de la producción de tableros de madera, como por ejemplo polvo de madera o similares. La ventaja de este proceso es que los residuos, que se generan de todos modos, se pueden utilizar como combustible en la cámara de combustión.

En el generador de gas caliente alimentado con sólidos se pueden utilizar combustibles más gruesos, como por ejemplo virutas de madera o incluso placas de madera o cualquier otra biomasa de combustible.

En una realización preferida del aparato o del método de la invención se prevé un dispositivo de limpieza para los vapores de secado, vapores que contienen en particular polvos finos y diferentes partes orgánicas procedentes del secado de los productos a granel. Como dispositivo de limpieza se puede utilizar, por ejemplo, un separador ciclónico, en particular una o varias baterías ciclónicas. En el interior del ciclón se separan las partículas sólidas o líquidas, como por ejemplo polvos finos, contenidas en los gases de secado, transfiriendo los gases de secado a un movimiento rotatorio, con lo que la fuerza centrífuga que actúa sobre las partículas acelerará las partículas y las desplazará radicalmente hacia el exterior. De este modo, las partículas se pueden separar del gas y se pueden extraer preferiblemente hacia abajo. Entre la secadora y el dispositivo de limpieza, como por ejemplo las baterías ciclónicas, y/o entre el dispositivo de limpieza y el intercambiador de calor, los vapores de secado se impulsan preferiblemente por medio de un ventilador de vapor de secado. Debido al circuito de flujo de los gases de secado, el ventilador de vapor de secado está protegido de la suciedad y, por tanto, del desgaste.

En una realización especialmente preferida del aparato o del método de la invención se controla el contenido de agua en la secadora. Los productos a granel, como por ejemplo las fibras de madera o las virutas de madera, se separan ventajosamente en diferentes fracciones en función del contenido de humedad y los productos a granel se dosifican de las diferentes fracciones mediante un dispositivo de medición, de modo que se puede mantener un contenido de humedad deseado en los productos a granel introducidos en la secadora. Por ejemplo, se pueden disponer tres silos que contienen cada uno un determinado tipo de fibra, en donde cada tipo de fibra tiene un determinado contenido de humedad. La humedad de los productos a granel que se van a secar y que se trasladan a la secadora se puede medir, por ejemplo, de forma continua. Por ejemplo, mediante un programa detectado se puede controlar la composición de los productos de secado de modo que se pueda garantizar un flujo de agua continuo en la secadora. El control se puede conseguir de forma especialmente ventajosa de modo que el flujo de agua en la secadora se mantenga constante. Este control del contenido de agua en la secadora tiene la ventaja de que se pueden compensar los diferentes contenidos de humedad en los productos de secado, como por ejemplo las fibras de madera. Además, debido al control del contenido de agua en la secadora, se puede optimizar el contenido de gas inerte en el circuito de secado, lo que resulta ventajoso, por ejemplo, en vista de la calidad de los productos de secado y, además, aumenta el rendimiento del proceso de secado.

En una realización especialmente preferida del aparato o del método de la invención se introducen en el generador de gas caliente gases de escape adicionales como aire de combustión, como aire de enfriamiento y/o para enfriamiento de mufla. Preferiblemente, estos gases de escape adicionales se toman del proceso de producción de los tableros de material de madera, como por ejemplo aire de escape de los dispositivos de prensa, gases de escape de los dispositivos de aserrado, etc. Esta integración de diferentes fuentes de emisión en el aparato o el método de la invención tiene la ventaja de que los diferentes gases de escape se pueden tratar posteriormente en la cámara de combustión, para lograr de este modo una combustión de los contaminantes en los gases de escape. Por razones económicas, se prefiere tratar posteriormente de este modo todos los diferentes gases de escape, en particular todos los gases de escape que se derivan de la fabricación de los tableros de material de madera. Preferiblemente, los gases

de escape adicionales se calientan previamente antes de ser suministrados como aire de combustión. Para este fin se pueden proporcionar diferentes intercambiadores de calor, como por ejemplo intercambiadores de calor de aceite térmico. Mediante el precalentamiento de los gases de escape antes de que sean conducidos a la cámara de combustión, se puede alcanzar la temperatura necesaria en la cámara de combustión de una manera especialmente económica.

En una realización especialmente preferida del aparato o del método de la invención, el suministro de aire de enfriamiento al generador de gas caliente se realiza a través de anillos de boquilla interior y exterior en el techo de la cámara de combustión. Se prefiere especialmente que estos anillos de boquilla se puedan controlar por separado.

Preferiblemente, el anillo de boquilla interior y/o el anillo de boquilla exterior están provistos de un ángulo de entrada preajustado para el combustible respectivo que se encuentra en el intervalo de aproximadamente 0, preferiblemente 10 y aproximadamente 60 grados. Debido a esta construcción del suministro de aire de enfriamiento respectivamente del techo de la cámara de combustión y del suministro de aire particular en la cámara de combustión, así como a la conducción del aire secundario y del agua de condensación que se deriva de ello, la combustión en la cámara de combustión se logra de una manera especialmente ventajosa.

El suministro de aire de enfriamiento al generador de gas caliente puede realizarse, por ejemplo, a partir del flujo de vapor parcial que se deriva, por ejemplo, del intercambiador de calor. El control de los diferentes anillos se logra preferiblemente con válvulas adecuadas.

En otra realización preferida del aparato o del método de la invención, la mufla del quemador multicombustible se enfriá. Por ejemplo, la mufla se puede enfriar con aire fresco. En otra realización preferida, el enfriamiento de la mufla se realiza con aire de proceso. Por ejemplo, se puede utilizar como aire de enfriamiento para la mufla el aire que se deriva del flujo parcial de los vapores de secado, o de flujos parciales que se derivan de los vapores de secado aguas arriba, aguas abajo y/o del interior del/de los intercambiador(es) de calor.

En realizaciones alternativas, se utilizan como aire de enfriamiento los gases de escape del quemador multicombustible y/o del generador de gas caliente alimentado con sólidos, después de que los mismos hayan pasado por el intercambiador de calor y/o los gases de escape, que se derivan antes de ser liberados por la chimenea, y en particular los gases de escape que han pasado por el filtro. El control del enfriamiento de mufla depende preferiblemente de la temperatura de la mufla, para proteger la mufla. El control puede realizarse además en función del contenido de monóxido de carbono de los gases de escape, en donde adicionalmente puede utilizarse además el control de temperatura de la mufla.

La invención se refiere además a un método para la fabricación de tableros de madera, en donde los troncos de madera se descortezan y se procesan en un dispositivo de trituración para obtener fibras y/o virutas de madera, en particular en una fresadora. Las virutas y/o fibras se secan en un aparato de secado y, en caso necesario, mediante la adición de aglutinantes y/u otros aditivos, se procesan para obtener tableros en un dispositivo de prensado y, en caso necesario, se cortan a medida. Este método se caracteriza porque para el secado de las virutas y/o fibras se utiliza un método como el descrito anteriormente. Con respecto a otras características del método para la fabricación de tableros de material de madera, se hace referencia a la descripción anterior.

El aparato o método de la invención para el secado de productos a granel es especialmente adecuado para el secado de virutas de madera. La atmósfera de vapor de la invención en el circuito de secado tiene efectos positivos sobre la calidad de las virutas de madera. El secado cuidadoso de las virutas de madera realizado de este modo consigue virutas de madera flexibles y suaves, que no muestran ninguna decoloración térmica. Debido a la atmósfera de gas inerte durante el secado, se puede reducir el potencial de ignición de los productos de secado y, por tanto, el peligro de incendio en la secadora respectivamente en todo el aparato. Lo mismo sucede si el método de la invención se utiliza para el secado de fibras de madera. En el secado de fibras de madera es especialmente ventajoso el contenido de humedad controlado y ajustado de la invención en los productos de secado, ya que la humedad de las fibras de madera suele ser muy problemática en el procesamiento posterior de las fibras, en particular en la sección de prensado. A diferencia del procesamiento de virutas de madera, no se produce un almacenamiento intermedio de las fibras de madera secas. En cambio, el prensado de las fibras de madera se realiza directamente después del secado, de modo que el contenido de humedad de los productos de secado se corresponde directamente con la humedad en la sección de prensado. El método de la invención tiene la ventaja de que se puede proporcionar una calidad controlada y continua de los productos a granel secos para el procesamiento posterior.

Otras ventajas y características de la invención se desprenden de la siguiente descripción de los dibujos en relación con las realizaciones preferidas y las reivindicaciones secundarias. De este modo, las diferentes características pueden implementarse de forma individual o en combinación entre sí.

Realizaciones

La FIG. 1 muestra un primer ejemplo de un aparato que no forma parte de la invención.

El aparato comprende una secadora 1 de tambor, una carcasa 2 de descarga, dos aparatos 3 de limpieza que funcionan en paralelo, dos intercambiadores 4 de calor que funcionan en paralelo, un generador de gas caliente (en el caso de la FIG. 1 un quemador 5 multicombustible con una cámara de combustión) para la combustión de una

mezcla de combustible/aire de combustión, un filtro 6 así como una chimenea 7. Los vapores de secado generados por el secado de, por ejemplo, virutas de madera dentro de la secadora 1 de tambor se conducen a un circuito de secado. Un ventilador 8 de vapor de secado está dispuesto entre la secadora 1 de tambor y los aparatos 3 de limpieza, un ventilador 9 de escape de quemador está dispuesto entre el filtro 6 y la chimenea 7 y entre el intercambiador 4 de calor y la cámara 5 de combustión está dispuesto un ventilador 10 de vapor parcial regulable. La secadora 1 puede estar dotada de una zona 11 de desaceleración y un dispositivo 12 de medición. La entrada de combustible al quemador 5 no se muestra en detalle.

La secadora 1 de tambor se alimenta con productos a granel, como por ejemplo virutas de madera y/o fibras de madera. Los gases de secado que se alimentan a la secadora 1 de tambor se calientan a través del intercambiador 4 de calor y tienen temperaturas en el rango de aproximadamente 250° C y aproximadamente 600° C. El calentamiento de los gases de secado en los intercambiadores 4 de calor se logra en contraflujo cruzado por medio de gases de escape de la cámara de combustión generados por el quemador 5 multicombustible. Los gases de escape tienen temperaturas en el rango de aproximadamente 750° C y aproximadamente 900° C. Dentro de la cámara de combustión se alcanzan temperaturas de aproximadamente 750° C hasta 1050° C, en donde puede utilizarse como combustible, por ejemplo, gas natural, petróleo y/o polvo de madera u otros materiales de desecho de la producción de tableros de material de madera. Los diferentes combustibles se pueden utilizar solos o en cualquier combinación entre sí.

Después de que los productos de secado hayan pasado por la secadora 1 de tambor, puede estar prevista una zona 11 de desaceleración para los productos de secado y/o una carcasa 2 de descarga para retirar los productos a granel secos. Los gases de secado o los vapores de secado, respectivamente, son conducidos a través del ventilador 8 de vapor de secado a uno o más aparatos 3 de limpieza, preferiblemente separadores ciclónicos. Alternativamente o adicionalmente, puede estar dispuesto un ventilador de vapor de secado entre el dispositivo 3 de limpieza y el intercambiador 4 de calor. En el dispositivo 3 de limpieza, se separan el polvo fino y otras partículas. El material separado puede luego ser conducido ventajosamente a la producción o quemado en un generador de gas caliente como, por ejemplo, el quemador 5 multicombustible. Después de pasar los vapores de secado por los dispositivos 3 de limpieza, se conducen a uno o varios intercambiadores 4 de calor. Dentro del intercambiador 4 de calor, los vapores de secado se calientan desde aproximadamente 110° C a 130° C hasta 250° C a aproximadamente 600° C. Esto se realiza mediante un funcionamiento en contraflujo cruzado, a través de los gases de escape del quemador 5 multicombustible procedentes de la cámara de combustión. En el interior de los intercambiadores 4 de calor se separa una parte del vapor y se conduce al quemador 5 multicombustible como aire de combustión y/o aire de enfriamiento. Esta parte del vapor se conduce mediante el ventilador 10 de vapor parcial regulable. Los gases de escape del quemador 5 multicombustible, que sirven para calentar los gases de secado en los intercambiadores 4 de calor, se conducen, después de pasar por los intercambiadores 4 de calor, a un filtro 6. Este es en particular un precipitador electrostático, preferiblemente un precipitador electrostático de tipo seco. El filtro 6 funciona preferiblemente en modo de aspiración, por lo que después del filtro 6 se proporciona un ventilador 9 para los gases de escape del quemador. Los gases de escape del quemador así limpiados se liberan al entorno a través de la chimenea 7.

Según la invención, el secado de las virutas de madera se realiza en un circuito de vapor dedicado. De este modo, se puede conseguir de forma ventajosa un alto contenido de vapor y, por lo tanto, un secado cuidadoso, lo que tiene un efecto positivo sobre la calidad de los productos de secado. Además, de este modo se puede mantener al mínimo la contaminación y, por lo tanto, el desgaste del circuito de secado. Además, se puede mejorar la protección contra incendios debido al calentamiento indirecto de la secadora y del circuito de secado dedicado.

La regulación (es decir, el control) del ventilador 10 de vapor parcial regulable se realiza en una realización preferida a través del nivel de contaminación de los gases de escape del quemador, como por ejemplo mediante la concentración de óxidos de nitrógeno y/o los valores de concentración de monóxido de carbono. Además, el ventilador de vapor parcial regulable puede controlarse mediante un contenido máximo de gas inerte en el circuito de secado o mediante el contenido de oxígeno en los gases de escape del quemador 5 multicombustible.

En una realización preferida, el suministro de la secadora 1 de tambor con productos a granel se realiza mientras se controla el contenido de agua en la secadora por medio del dispositivo 12 de medición, con lo que los productos a granel se miden dependiendo de la humedad de diferentes fracciones de productos a granel al suministrarse a la secadora 1 de tambor.

El aire de combustión para el quemador 5 multicombustible se precalienta mediante un intercambiador 19 de calor que está alineado aguas abajo del filtro 6 electrostático y puede ser aire 13 ambiente fresco. Alternativamente y/o además, también se pueden precalentar en el intercambiador 19 de calor corrientes de aire adicionales, como gases 16 de escape de prensa o sierra, gases 17 de escape de línea de lijado y/o gases de escape de una línea 27 de producción grupal y alimentarse al quemador 5 multicombustible como aire de combustión.

La FIG. 2 muestra un detalle del aparato mostrado en la FIG. 1. En este detalle se muestra el ciclón 32 de gas caliente para la limpieza de los gases de escape generados por el quemador 5 multicombustible. Como se muestra en la FIG. 2, el quemador 5 multicombustible también puede comprender una esclusa 33 a través de la cual se pueden descargar sólidos como cenizas u hollín, etc.

La FIG. 3 muestra una realización alternativa del aparato divulgado en la FIG. 1 o la FIG. 2. En lugar de un quemador 5 multicombustible, este aparato comprende un generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla, cuyos gases de escape son limpiados por un ciclón 32 de gas caliente.

- 5 La FIG. 4 muestra otro ejemplo de un aparato de la invención para poner en práctica el método de la invención. Los mismos números de referencia se refieren a las mismas partes que se describen para el aparato mostrado en la FIG. 1. Además del aparato mostrado en la FIG. 1, el aparato según la FIG. 4 comprende un primer generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla que está alineado en paralelo al quemador 5 multicombustible. Este generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla se alimenta con material de combustible sólido, que puede ser, por ejemplo, material de madera de desecho, etc. Este material puede ser más grueso que el material utilizado como combustible para el quemador 5 multicombustible y comprende, por ejemplo, virutas de madera o incluso tableros de madera. Por lo tanto, la presencia del generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla permite especialmente el reciclaje térmico completo de materiales que se generan, por ejemplo, en cualquier lugar durante los procesos de producción de tableros aglomerados o artículos de madera. El generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla funciona con gas 39 primario que puede ser, por ejemplo, aire 13 ambiente fresco. El gas primario puede templarse a temperaturas elevadas, alternativamente el aire primario puede utilizarse tal como se toma del entorno. Como se ha descrito anteriormente para el quemador 5 multicombustible, también el generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla se alimenta con una corriente 22 parcial de gases de secado a través de un ventilador 36 o 37 de vapor parcial regulable independiente. Los gases de vapor que se derivan del intercambiador 4 de calor pueden añadirse al generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla como aire 37 secundario o aire 36 terciario.
- 10 20 Los gases de escape generados por el generador de gas caliente alimentado con parrilla también se conducen al ciclón 32 de gas caliente, que también se utiliza para limpiar los gases de escape del quemador 5 multicombustible. En consecuencia, este conjunto permite un funcionamiento en paralelo del quemador 5 multicombustible y el generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla. Este conjunto también permite el funcionamiento alternativo del quemador 5 multicombustible o del generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla. Los gases limpiados por el ciclón 32 de gas caliente se utilizan posteriormente para calentar los gases de vapor para secar las virutas y/o fibras de madera dentro de la secadora 1 de tambor mediante intercambio de calor indirecto dentro de los intercambiadores 4 de calor.
- 15 25 30 35 40 45 50 55 60 El aire 39 primario que se alimenta al generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla se puede precalentar preferiblemente mediante un intercambiador 19 de calor que se encuentra alineado aguas abajo del filtro 6. Los gases 24 de escape filtrados se conducen a través del intercambiador 19 de calor, por lo que se puede precalentar el aire 13 ambiente fresco antes de alimentarlo al generador 31 de gas caliente. Alternativamente y/o adicionalmente, también se pueden precalentar en el intercambiador 19 de calor corrientes de aire adicionales, como gases 16 de escape de prensa o sierra, gases 17 de escape de línea de lijado y/o gases de escape de una línea 27 de producción grupal y alimentarse al generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla como aire primario. Además o como alternativa, los gases 13, 16, 17 y 27 mencionados anteriormente también se pueden utilizar como aire 37 secundario y/o aire 36 terciario y alimentarse al generador de gas caliente alimentado con parrilla por encima de la zona de combustión primaria. Las corrientes de gas secundarias y/o terciarias sirven para reducir el contenido de óxido de nitrógeno de los gases de escape generados por el generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla y/o se utilizan como aire de enfriamiento.
- 40 45 50 55 60 El quemador 5 multicombustible comprende una mufla 21 en donde se produce la combustión. Los gases 13, 16, 17 y/o 27 pueden utilizarse como aire primario y alimentarse a la mufla 21 como aire de combustión. En el interior de la mufla se enciende y se quema la mezcla de aire de combustión/combustible. La mezcla del aire primario y el combustible no se muestra en la Fig. 4. Este aire primario puede ser impulsado por un ventilador 18 de aire primario independiente. Además, los vapores de secado, que se derivan en 22 de los intercambiadores 4 de calor, se pueden utilizar como aire 38 de enfriamiento y se alimentan al quemador 5 multicombustible a través de un ventilador 40 de aire de enfriamiento en un anillo 30 de boquilla exterior. Además, el quemador 5 multicombustible también está provisto de un anillo de boquilla interior, al que se puede suministrar aire de enfriamiento de mufla a través de un ventilador 41 de aire de enfriamiento de mufla. Con este anillo de boquilla interior se proporciona un flujo laminar de aire de enfriamiento de mufla dentro de la mufla 21, que protege eficazmente a la mufla 21 contra el sobrecalentamiento. Como aire de enfriamiento de mufla, se pueden utilizar, por ejemplo, aire 25 ambiental fresco y/o gases de escape proporcionados por un generador 31' de gas caliente de alimentado con parrilla adicional.

Por consiguiente, el aparato según la Fig. 4 comprende un generador 31' de gas caliente alimentado con parrilla adicional, que puede estar provisto de las mismas corrientes de gas que el generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla. Además del generador 31 de gas caliente alimentado con parrilla, el generador 31' de gas caliente alimentado con parrilla comprende una sala 28 de calderas de aceite térmico adicional, en donde están previstos intercambiadores de calor para la recuperación de la energía térmica de los gases de escape o generada por el generador 31' de gas caliente alimentado con parrilla. La corriente 20 de gas de escape está dividida en dos partes. Una primera parte se utiliza como aire de enfriamiento de mufla para el quemador multicombustible y se añade a través del anillo de boquilla interior por medio del ventilador 41 de aire de enfriamiento de mufla. La segunda parte de la corriente 20 de gas de escape se conduce directamente al filtro 6 y se aprovecha térmicamente en el intercambiador 19 de calor.

Aguas abajo del intercambiador 19 de calor, otro intercambiador 29 de calor está alineado, en donde se puede producir, por ejemplo, agua caliente o aceite térmico caliente. Por consiguiente, se puede aprovechar energéticamente aún más la energía térmica todavía contenida en la corriente de gases de escape.

Finalmente, la corriente de gases de escape se evaca a través de la chimenea 7.

- 5 La Fig. 5 muestra un detalle de la Fig. 4, en donde se muestra con mayor detalle el intercambiador 19 de calor. Como se desprende de la Fig. 5, la corriente de gases de escape procedente de 24, que ha sido limpiada por el filtro 6, se conduce a través del intercambiador 19 de calor para calentar las corrientes de gas numeradas con los números de referencia 13, 16, 17 y/o 27, como se ha explicado anteriormente. Una corriente 42 de gas precalentada sale del intercambiador 19 de calor y puede ser alimentada al quemador 5 multicombustible o a cualquiera de los generadores 10 31 y/o 31' de gas caliente alimentados con parrilla.

La Fig. 6 muestra detalles de la Fig. 4, en donde se muestra con mayor detalle el suministro de aire del quemador 5 multicombustible. Como resulta evidente, el quemador 5 multicombustible tiene tres suministros de aire distintos, a saber, el suministro de aire primario, que puede ser alimentado por el ventilador 18 de aire primario. El aire primario se alimenta directamente a la mufla 21, en donde se genera y enciende una mezcla del aire primario y el combustible. 15 Además, el quemador 5 multicombustible se alimenta con aire 38 de enfriamiento que puede suministrarse al quemador 5 multicombustible a través de anillos de boquilla exteriores y por medio de un ventilador 40 de aire de enfriamiento de nivel regular. El aire 38 de enfriamiento puede derivarse, por ejemplo (véanse los números de referencia 22 en la Fig. 4) del intercambiador 4 de calor. El aire de enfriamiento se puede utilizar de forma eficaz para enfriar la cámara de combustión del quemador 5 multicombustible. Además, la mufla 21 puede estar provista de aire 20 de enfriamiento de mufla adicional, que se puede alimentar al quemador 5 multicombustible a través de anillos de boquilla interiores. Este aire de enfriamiento de mufla se alimenta directamente dentro de la mufla 21 y enfriá eficazmente la mufla. El aire de enfriamiento de mufla puede proporcionarse por medio de un ventilador 41 independiente. Como aire de enfriamiento de mufla se puede utilizar, por ejemplo, aire 25 ambiente, pero también 25 vapores de secado que se pueden derivar (véase el número de referencia 22) del intercambiador 4 de calor. Además o como alternativa a ello, también se pueden utilizar gases de escape limpios, que se pueden extraer de la corriente de gases de escape después del filtro 6. Además o como alternativa a ello, también se pueden utilizar gases precalentados, que se proporcionan como corriente 42 de gas después del intercambiador 19 de calor. En detalle, 30 estos gases pueden ser aire 13 ambiente precalentado, gases 16 de escape de prensa y/o sierra, gases 17 de escape alineados de envío y/o gases de escape de una línea 27 de producción grupal. Además o como alternativa a esto, como aire de enfriamiento de mufla también se pueden utilizar gases de escape proporcionados por un generador 31' de gas caliente alimentado con parrilla independiente.

La Fig. 7 muestra otro detalle de la Fig. 4, en donde se muestra la situación completa del aire de alimentación y de los gases de escape generados por el quemador 5 multicombustible. La situación de alimentación del quemador 5 multicombustible es idéntica a la situación mostrada en la Fig. 6. Además, se puede ver el ciclón 32 de gas caliente, que se utiliza para limpiar los gases de escape generados por el quemador 5 multicombustible. También se muestra el destino de la corriente de gases de escape después de pasar por el ciclón 32 de gas caliente. Los gases de escape se conducen al intercambiador 4 de calor que se utiliza para calentar los gases de secado (no se muestra). Después, los gases de escape pasan por un filtro 6 electrostático así como por un intercambiador 19 de calor.

En una realización alternativa como la que se muestra en la Fig. 8, se da la posibilidad de que se pueda utilizar aire 40 25 ambiente además de la corriente 42 de gas precalentada como aire primario utilizado en un quemador 5 multicombustible.

La Fig. 9 muestra una realización en donde dos generadores 31 y 31' de gas caliente alimentados con parrilla son alimentados con gases derivados (número de referencia 22) del intercambiador 4 de calor, tanto como aire 37 secundario como aire 36 terciario.

45 La Fig. 10 muestra en detalle el filtro 6 electrostático, del que también se ha hablado en las figuras anteriores, así como un intercambiador 29 de calor, que está alineado aguas abajo del filtro 6 electrostático. El intercambiador 19 de calor no se muestra por razones de claridad. Dicho intercambiador 29 de calor se utiliza para la recuperación de la energía térmica contenida en la corriente 24 de gases de escape. Además, el ventilador 9 de escape se utiliza para hacer funcionar el filtro electrostático así como el intercambiador 29 de calor.

50 Números de referencia utilizados en las figuras:

- 1 Secadora de tambor
- 2 Caja de descarga
- 3 Batería ciclónica
- 4 Intercambiador de calor
- 55 5 Quemador multicombustible

- 6 Filtro electrostático
- 7 Chimenea
- 8 Ventilador de secadora
- 9 Ventilador de aire de escape
- 5 10 Ventilador de vapor parcial regulable
- 11 Zona de desaceleración
- 12 Dispositivo de medición
- 13 Aire ambiente
- 16 Gases de escape de prensas/sierras
- 10 17 Gases de escape de línea de lijado
- 18 Ventilador de aire de combustión
- 19 Intercambiador de calor de aire de escape
- 20 Escape de sala de calderas
- 21 Mufla
- 15 22 Aire parcial del intercambiador de calor
- 24 Gases de escape después del filtro electrostático
- 25 Aire fresco ambiental
- 27 Gases de escape de la línea de producción de pegamento
- 28 Sala de calderas de aceite térmico
- 20 29 Intercambiador de calor de aire de escape para agua
- 30 Anillos de boquilla
- 31 Generador de gas caliente alimentado con parrilla
- 31' Generador de gas caliente alimentado con parrilla
- 32 Ciclón de gas caliente
- 25 33 Salida de cenizas del quemador multicombustible
- 34 Salida de cenizas de ciclón de gas caliente
- 35 Salida de polvo de filtro electrostático
- 36 Aire terciario
- 37 Aire secundario
- 30 38 Aire de enfriamiento
- 39 Aire primario
- 40 Ventilador de aire de enfriamiento
- 41 Aire de enfriamiento de mufla
- 42 Aire precalentado

REIVINDICACIONES

1. Aparato para secar productos a granel, en particular fibras de madera y/o virutas de madera, que comprende al menos una secadora (1), en particular una secadora de tambor, al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente y
 - 5 al menos un intercambiador (4) de calor, que está previsto para calentar indirectamente una mezcla de gases de vapor para secar los productos a granel en la secadora (1), dicho al menos un intercambiador de calor se calienta mediante gases de escape producidos por dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente, al menos un conducto (22) de derivación, aguas arriba, aguas abajo y/o dentro del al menos un intercambiador (4) de calor hacia el generador (5, 31, 31') de gas caliente para derivar un flujo parcial de la mezcla de gas de vapor, y
 - 10 al menos un conducto para el flujo parcial restante hacia la secadora (1),
 - en el que
 - 15 se proporciona al menos un filtro (6) para la limpieza de los gases de escape producidos por dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente, en particular un precipitador electrostático, preferiblemente un precipitador electrostático de tipo seco; y aguas abajo de dicho al menos un filtro (6) se proporciona al menos un intercambiador (19) de calor, que calienta indirectamente los gases (13, 16, 17, 27) utilizados como aire (18, 36, 37, 39) de alimentación para dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente, dicho al menos un intercambiador (19) de calor es calentado por dichos gases de escape,
 - 20 caracterizado porque se proporciona al menos un intercambiador (29) de calor adicional que calienta indirectamente un líquido, dicho al menos un intercambiador (29) de calor adicional se calienta por dichos gases de escape, dicho al menos un intercambiador (29) de calor adicional está dispuesto aguas abajo del al menos un filtro (6) y del al menos un intercambiador (19) de calor.
2. Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque
 - un ventilador (9) de gases de escape del generador de gas caliente está situado aguas abajo del filtro (6), y/o entre el al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente y el al menos un intercambiador (4) de calor se proporciona al menos un ciclón (32) de gas caliente, de modo que los gases de escape producidos por dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente pasan a través del al menos un ciclón (32) de gas caliente.
3. Aparato según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente
 - comprende al menos un generador (31, 31') de gas caliente alimentado con sólidos, preferiblemente un generador de gas caliente alimentado con sólidos, un generador de gas caliente de combustión en lecho fluidizado y/o un generador de gas caliente alimentado con alimentador; y/o al menos un quemador (5) multicombustible, o
 - comprende al menos un quemador (5) multicombustible y al menos un generador (31, 31') de gas caliente alimentado con sólidos que son independientes o están en paralelo, dicho al menos un quemador (5) multicombustible comprende una cámara de combustión con una mufla (21) en donde se enciende y se quema una mezcla de combustible/aire de combustión y un techo de cámara de combustión, comprendiendo dicho techo de cámara de combustión
 - al menos una entrada para el aire de combustión en la mufla,
 - un anillo de boquilla exterior que forma una entrada para un gas de enfriamiento que rodea la mufla (21), y
 - un anillo de boquilla interior que forma una entrada para un gas de enfriamiento dentro de la mufla (21) que proporciona un flujo laminar de gas de enfriamiento a lo largo de la mufla,
 - pudiendo controlarse dichos anillos de boquilla interior y exterior por separado y siendo alimentado dicho anillo de boquilla interior con gas expulsado por el al menos un generador (31') de gas caliente alimentado con sólidos, con aire (13, 25) ambiente y/o con gases resultantes de procesos (16, 17, 27) de producción externos, en el que preferiblemente el anillo de boquilla interior y/o exterior comprende un ángulo de entrada de aproximadamente 0 grados a aproximadamente 60 grados, preferiblemente entre 10 y 60 grados, o
 - se alimenta con gases resultantes de procesos (16, 17, 27) de producción externos, o
 - comprende al menos un generador (31, 31') de gas caliente alimentado con sólidos que se alimenta a través del conducto (22) de derivación con un flujo parcial de la mezcla de gas de vapor como gas (39) primario, secundario (37) y/o terciario (36).

4. Aparato según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el conducto de derivación hacia el generador (5, 31, 31') de gas caliente se proporciona al menos un ventilador (10) de vapor parcial regulable, que preferiblemente es regulable mediante al menos uno de
- 5 un nivel de contaminación en el gas de escape producido por el al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente, en particular por un nivel de óxido de nitrógeno y/o un nivel de monóxido de carbono en dicho gas de escape,
- un contenido de oxígeno en el gas de escape producido por el al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente, y/o
- un contenido máximo de gas inerte en la mezcla de gas de vapor para secar los productos a granel en la secadora (1).
5. Aparato según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque
- 10 para la limpieza de la mezcla de vapor y gas que se descarga desde al menos una secadora (1) se proporciona una disposición (3) de limpieza, en particular al menos un ciclón, preferiblemente al menos una batería ciclónica, aguas abajo de la secadora (1) se proporciona al menos un ventilador (8) de vapor de secado, y/o
- para regular el contenido de agua en la secadora (1), se proporciona un dispositivo (12) de medición.
6. Dispositivo para la fabricación de tableros de material de madera con al menos un dispositivo de triturado, al menos un aparato para secar productos a granel según una de las reivindicaciones anteriores y al menos un dispositivo de prensado.
- 15 7. Método para el secado continuo de productos a granel, en particular fibras de madera y/o virutas de madera, en una secadora (1), en particular una secadora de tambor, que se alimenta con productos a granel y a través del cual pasa una mezcla de gas de vapor en un circuito de secado, en el que la mezcla de gas de vapor se calienta indirectamente a través de al menos un intercambiador (4) de calor mediante gases de escape producidos por al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente y en el que la mezcla de gas de vapor se conduce y se calienta en el al menos un intercambiador (4) de calor y en el que aguas arriba, aguas abajo y/o dentro del al menos un intercambiador (4) de calor se deriva (22) al menos un flujo parcial de la mezcla de gas de vapor para conducirse al al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente,
- 20 25 en el que
- dichos gases de escape producidos por dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente se limpian mediante al menos un filtro (6), en particular un precipitador electrostático, preferiblemente un precipitador electrostático de tipo seco; y aguas abajo de dicho al menos un filtro (6) los gases de escape producidos por dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente se utilizan para calentar indirectamente gases (13, 16, 17, 27) utilizados como aire (18, 36, 37, 39) de alimentación para dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente por medio de al menos un intercambiador (19) de calor,
- 30 35 caracterizado porque se proporciona al menos un intercambiador (29) de calor adicional que calienta indirectamente un líquido, dicho al menos un intercambiador (29) de calor adicional se calienta por dichos gases de escape, dicho al menos un intercambiador (29) de calor adicional está dispuesto aguas abajo del al menos un filtro (6) y del al menos un intercambiador (19) de calor.
8. Método según la reivindicación 7, caracterizado porque
- el filtro (6) funciona en modo de aspiración, en el que preferiblemente al menos un ventilador (9) de gases de escape del generador de gas caliente está ubicado aguas abajo del filtro, y/o
- dichos gases de escape pasan a través de al menos un ciclón (32) de gas caliente que se proporciona entre el al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente y el al menos un intercambiador (4) de calor.
- 40 9. Método según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque dicho al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente
- comprende al menos un generador (31, 31') de gas caliente alimentado con sólidos, preferiblemente un generador de gas caliente alimentado con sólidos, un generador de gas caliente alimentado con lecho fluidizado y/o un generador de gas caliente alimentado con alimentador; que se alimenta con biomasa, en particular biomasa de madera y/o un quemador (5) multicombustible, o
- 45 - comprende al menos un quemador (5) multicombustible y al menos un generador (31, 31') de gas caliente alimentado con sólidos que son independientes o están en paralelo, dicho al menos un quemador (5) multicombustible comprende una cámara de combustión con una mufla (21) en donde se enciende y se quema una mezcla de combustible/aire de combustión y un techo de cámara de combustión, comprendiendo dicho techo de cámara de combustión
- 50 - al menos una entrada para el aire de combustión en la mufla,

- un anillo de boquilla exterior que forma una entrada para un gas de enfriamiento que rodea la mufla (21) y
 - un anillo de boquilla interior que forma una entrada para un gas de enfriamiento dentro de la mufla (21) que proporciona un flujo laminar de gas de enfriamiento a lo largo de la mufla (21),
- 5 dicho anillo de boquilla interior y exterior están controlados por separado y dicho anillo de boquilla interior se alimenta con gas expulsado por al menos un generador (31') de gas caliente alimentado con sólidos y/o con gas resultante de procesos (16, 17, 27) de producción externos, en el que preferiblemente el anillo de boquilla interior y/o el anillo de boquilla exterior tiene(n) un ángulo de entrada entre aproximadamente 0 y aproximadamente 60 grados, preferiblemente entre 10 y 60 grados, ángulo que es preferiblemente ajustable dependiendo del combustible utilizado, o
- 10 - se alimenta con gases resultantes de procesos (16, 17, 27) de producción externos, o
- comprende al menos un generador (31, 31') de gas caliente alimentado con sólidos que se alimenta a través del conducto (22) de derivación con un flujo parcial de la mezcla de gas de vapor como gas (39) primario, secundario (37) y/o terciario (36).
- 15 10. Método según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque un líquido es calentado indirectamente por dichos gases de escape por medio de al menos un intercambiador (29) de calor, dicho al menos un intercambiador (29) de calor está dispuesto preferiblemente aguas abajo del al menos un filtro (6).
- 20 11. Método según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque el flujo parcial hacia el al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente se impulsa por medio de al menos un ventilador (10, 36, 37, 39, 40) de vapor parcial regulable, en el que el ventilador (10, 36, 37, 39, 40) de vapor parcial se regula preferiblemente a través de al menos uno de
- un nivel de contaminación de los gases de escape producidos por el al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente, en particular por óxidos de nitrógeno y/o monóxidos de carbono en dichos gases de escape, y/o
 - un contenido de oxígeno en el gas de escape producido por el al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente, y/o
 - un contenido máximo de gas inerte en la mezcla de gas de vapor dentro del circuito de secado.
- 25 12. Método según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque, como combustible para el al menos un generador (5, 31, 31') de gas caliente se utilizan al menos parcialmente sólidos, en particular biomasa, en el que se usan preferiblemente productos de desecho de la producción de tableros de material de madera.
- 30 13. Método según una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado porque
- la mezcla de gas de vapor se limpia después de pasar por la secadora (1), por lo que se usa preferiblemente como aparato (3) de limpieza al menos un ciclón, en particular al menos una batería ciclónica,
 - la mezcla de gas de vapor después de la secadora (1) es impulsada por al menos un ventilador (8) de vapor de secado, y/o
 - el contenido de agua en la secadora (1) está regulado, de modo que, preferiblemente, los productos a granel se miden en función de la humedad de las diferentes fracciones de productos a granel al suministrarlos a la secadora (1).
- 35 14. Método para la fabricación de tableros de material de madera, en el que los troncos de madera se descortezan y se procesan en un aparato de triturado para obtener virutas y/o fibras de madera, en el que las virutas y/o fibras de madera se secan en un aparato de secado, en el que las virutas y/o fibras de madera secas se procesan para obtener tableros en una disposición de prensado, si es necesario mediante la adición de aglutinantes y/u otros aditivos, y se cortan preferiblemente en cierto tamaño, caracterizado porque el secado de las virutas y/o fibras de madera se lleva a cabo en un aparato según una de las reivindicaciones 1 a 6 y/o para el secado de las virutas y/o fibras de madera se lleva a cabo un método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13.
- 40

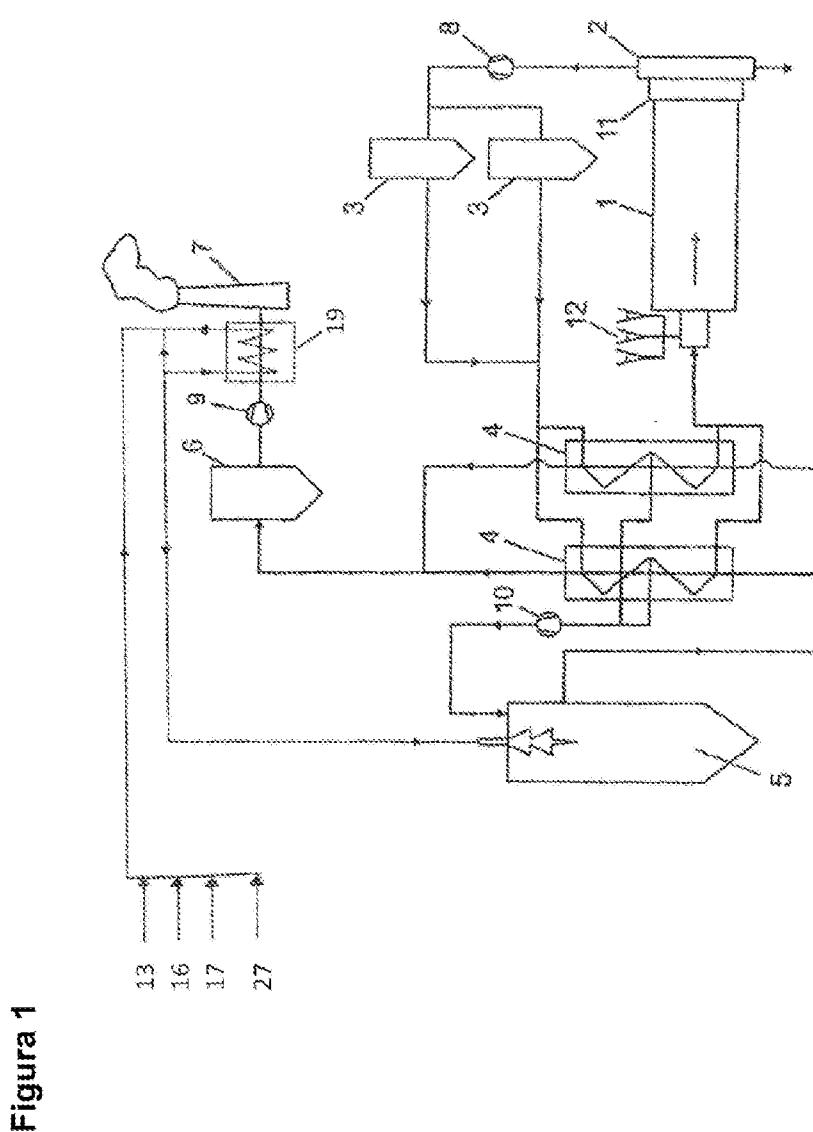


Figura 1

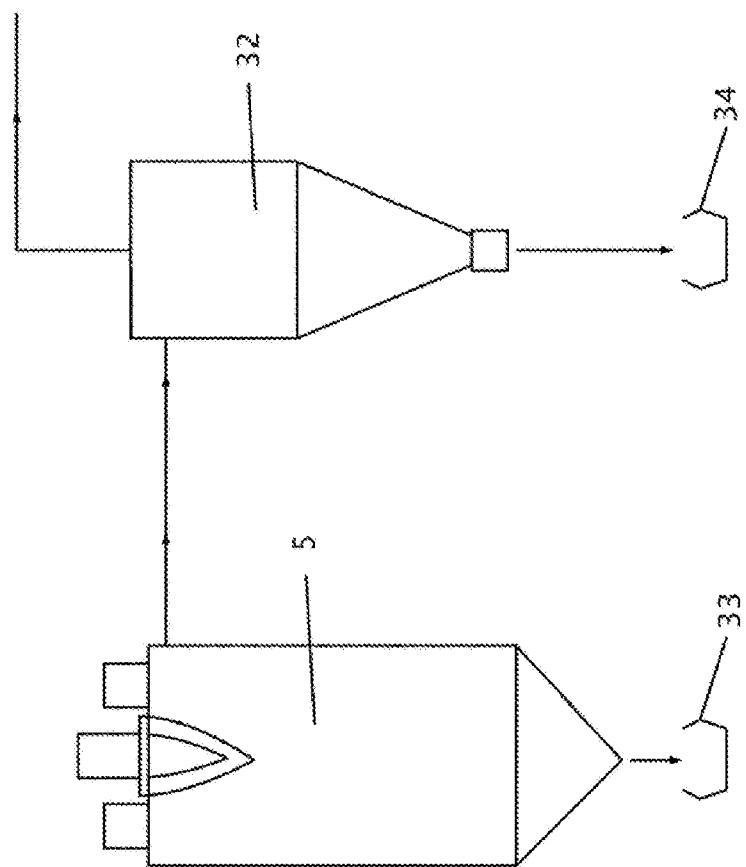


Figura 2

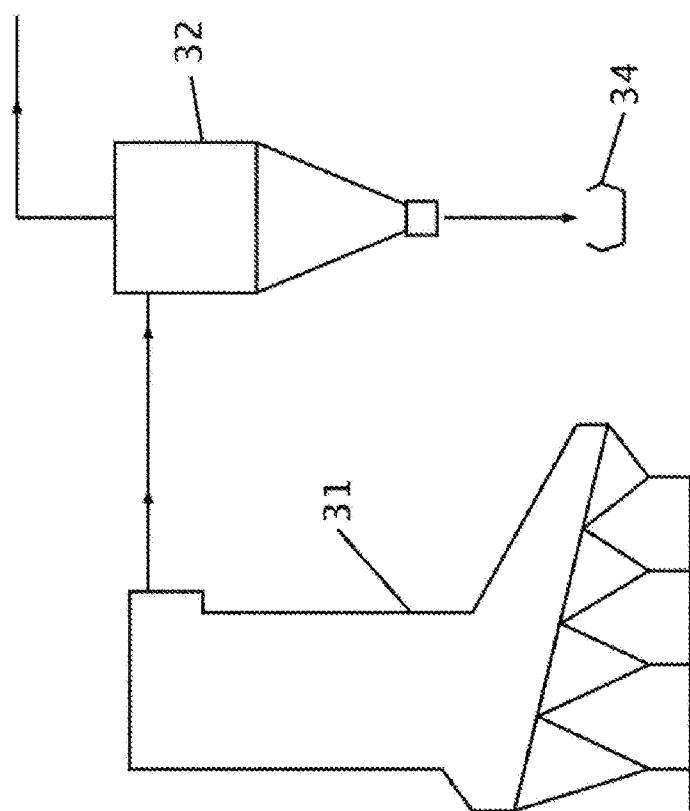
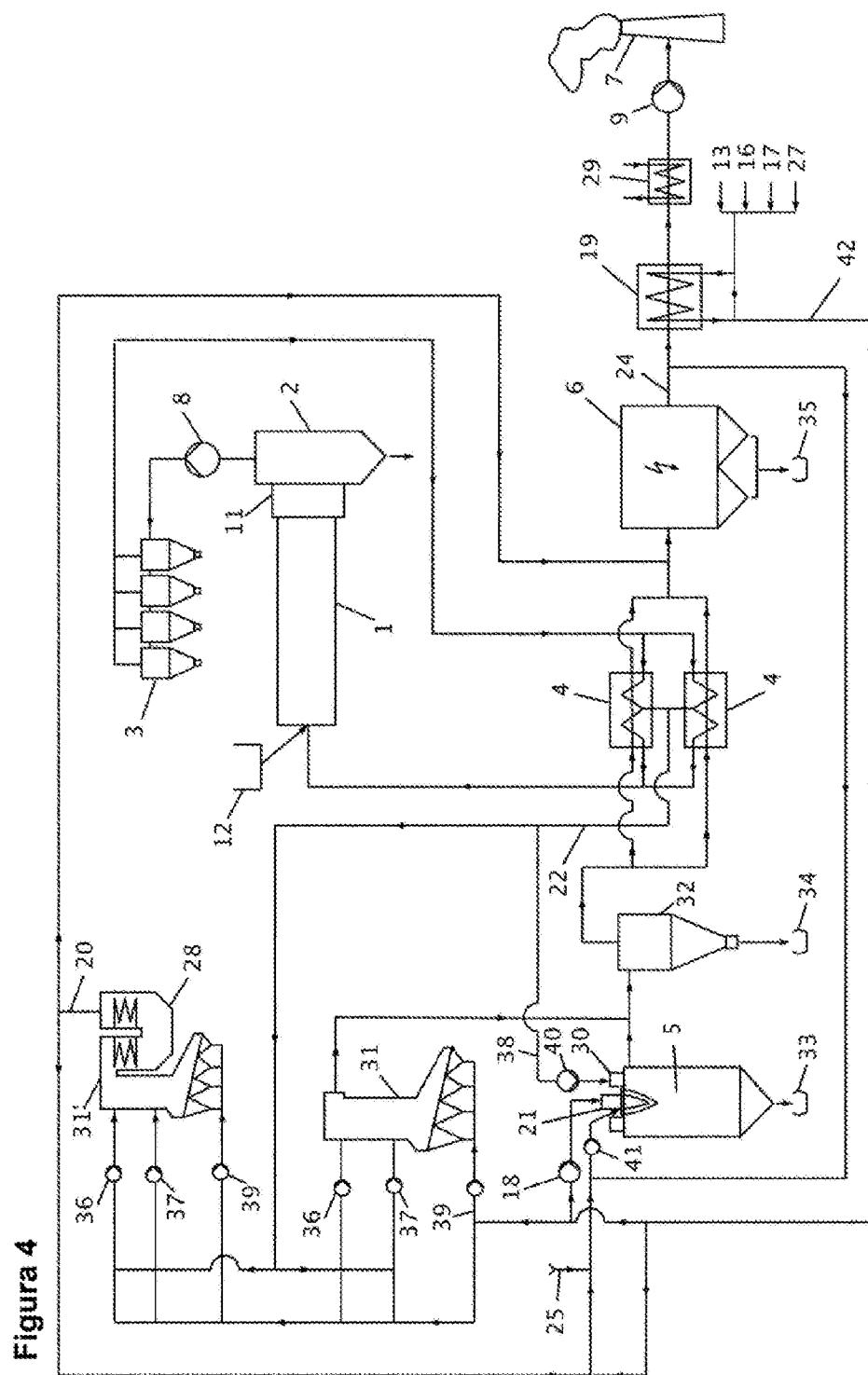


Figura 3



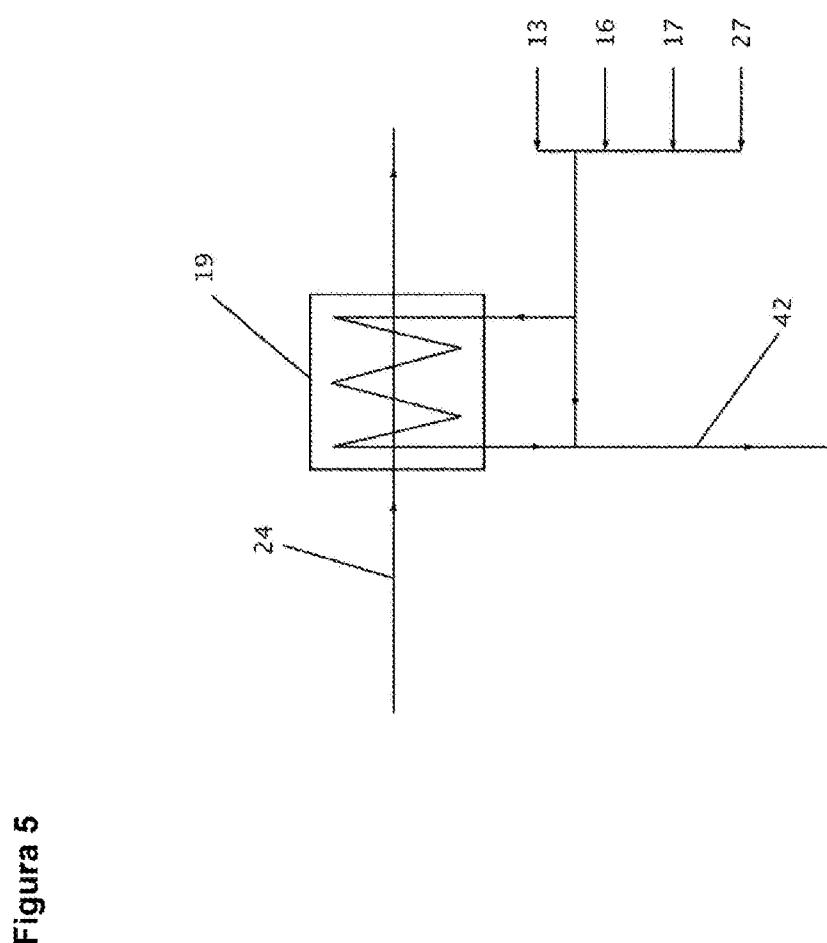


Figura 5

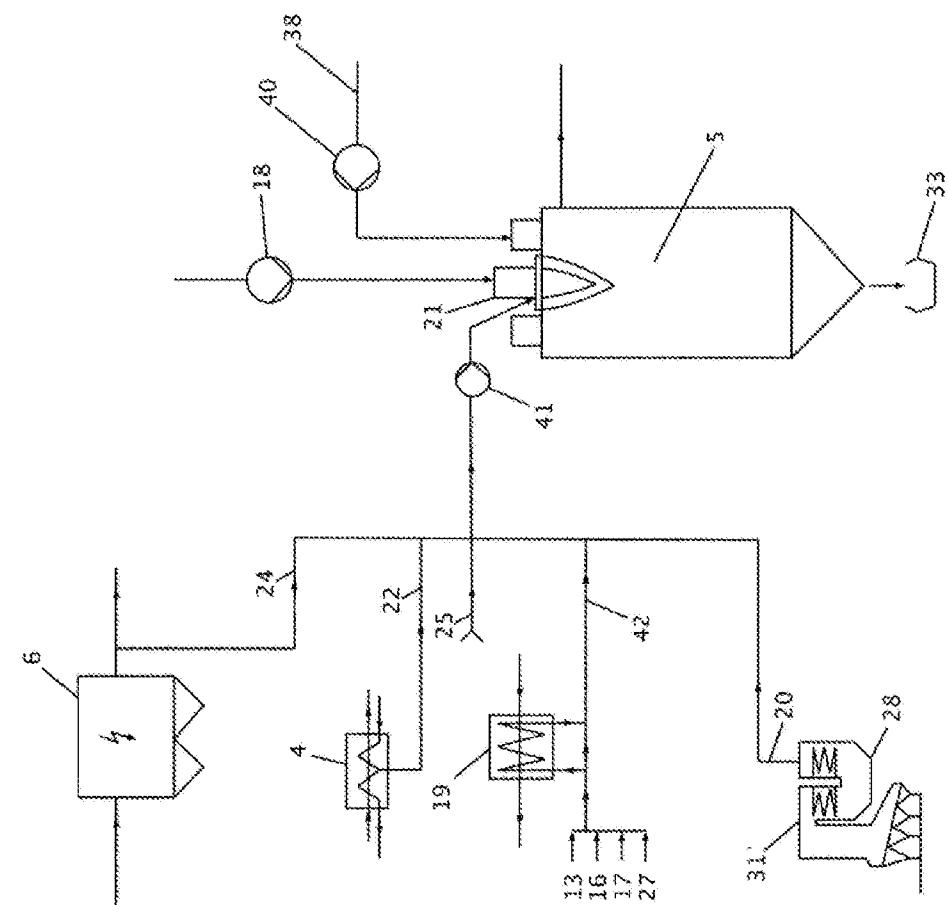


Figura 6

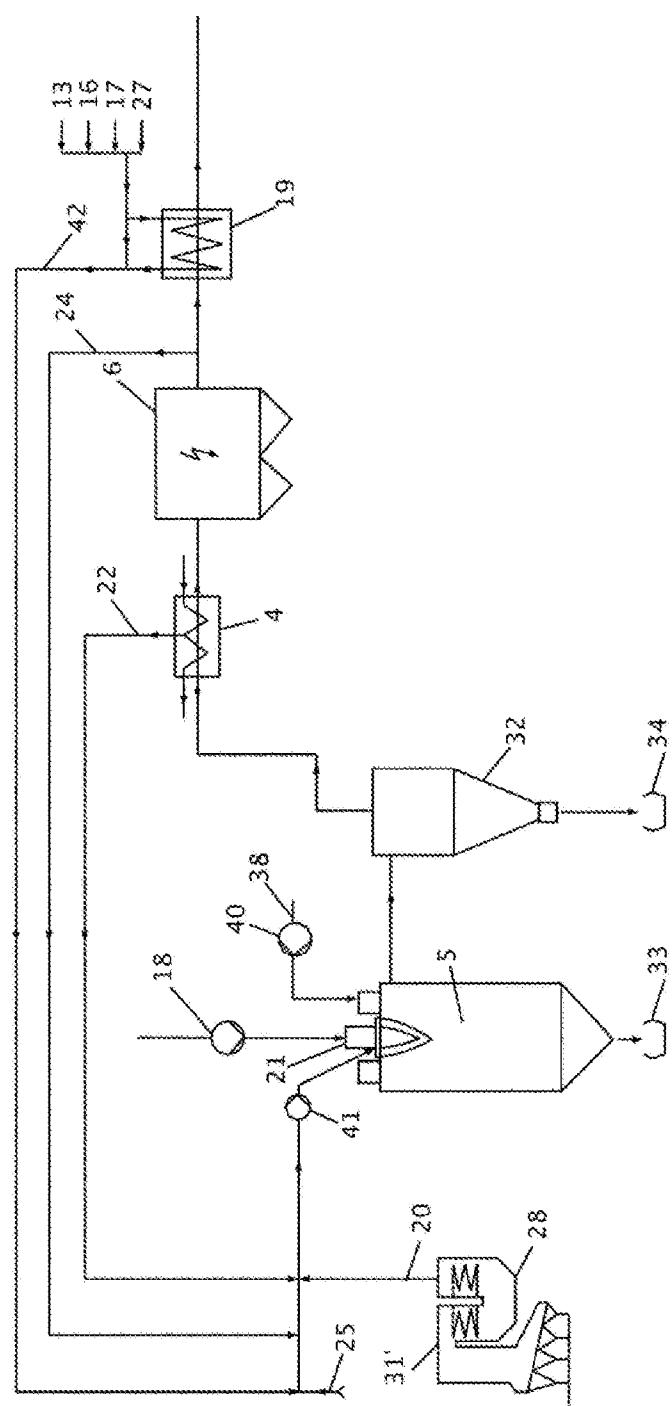
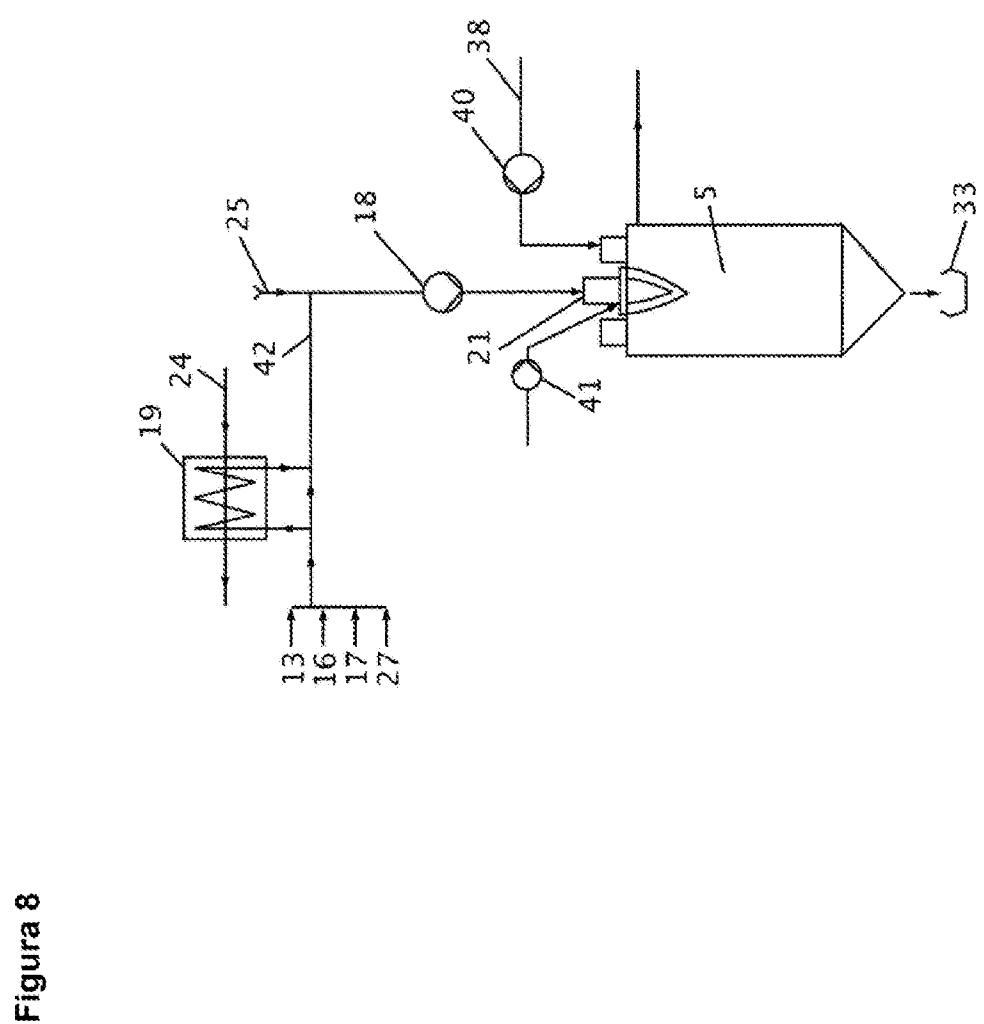


Figura 7



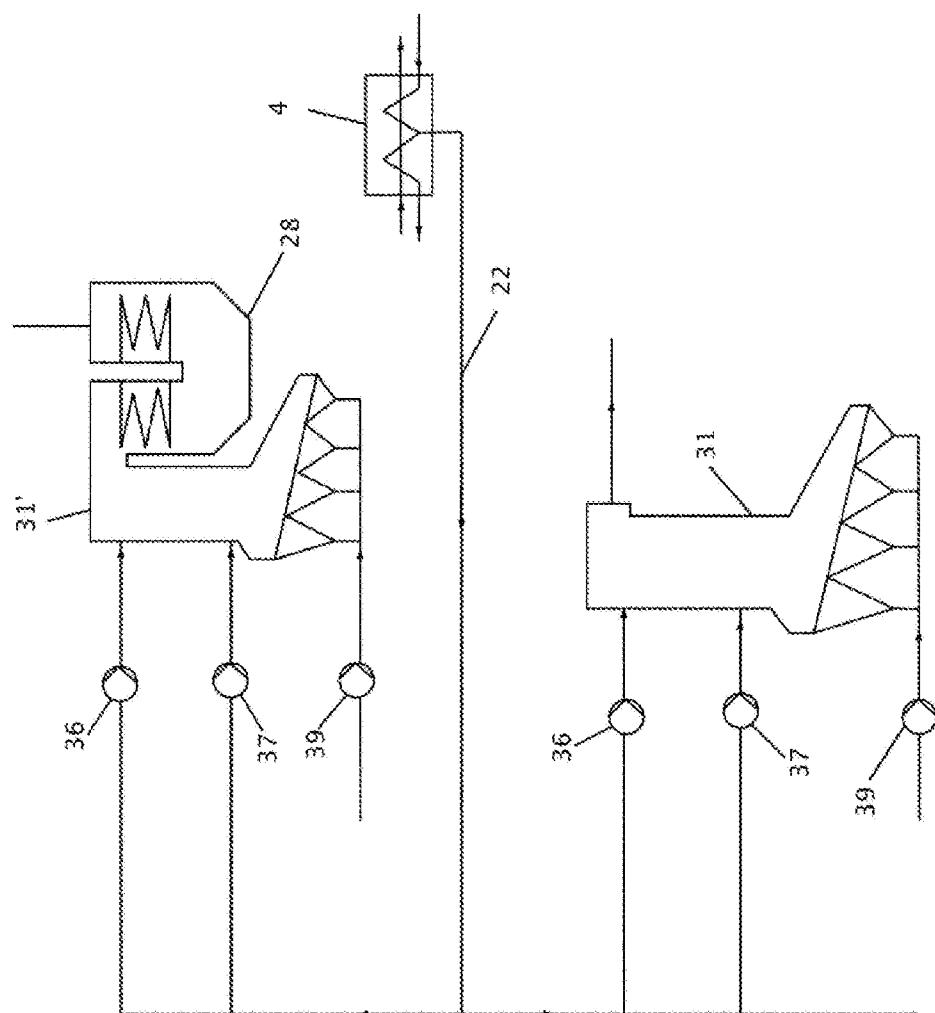


Figura 9

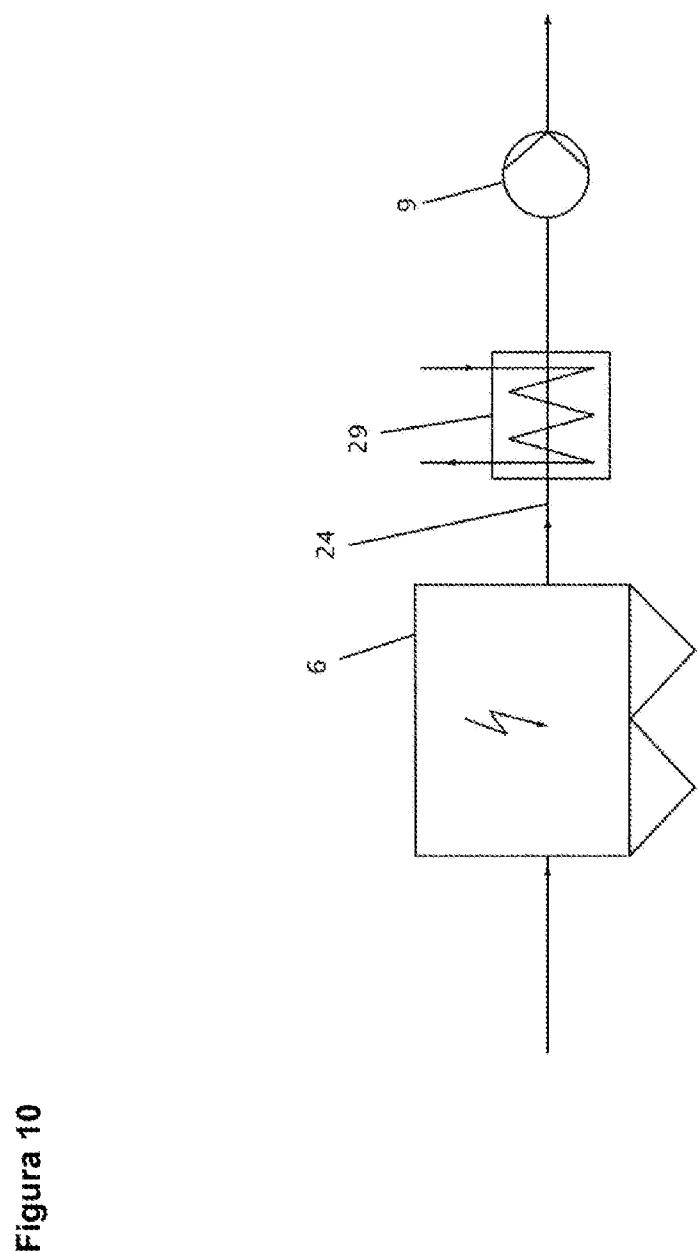


Figura 10