

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 964 599**

51 Int. Cl.:

B01D 47/00 (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01)
B08B 15/00 (2006.01)
C02F 1/20 (2013.01)
B01D 19/00 (2006.01)
B27N 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2014 PCT/EP2014/057692**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15007408**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2014 E 14723344 (9)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2023 EP 3021955**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la limpieza del aire de escape**

30 Prioridad:

18.07.2013 EP 13176955

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.04.2024

73 Titular/es:

**LIGNUM TECHNOLOGIES AG (100.0%)
Rütihofstrasse 1
9052 Niederteufen, CH**

72 Inventor/es:

**MUSS, HERMANN;
WEINBERGER, ROBERT y
NEUHUBER, ERNST**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 964 599 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

Procedimiento y dispositivo para la limpieza del aire de escape

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la limpieza del aire de escape, tal como se produce éste por ejemplo en el procesamiento de materiales derivados de la madera. El procedimiento y el dispositivo son especialmente adecuados para la limpieza del aire de escape en la producción de planchas de virutas, OSB, MDF, HDF, HPL y CPL en una prensa continua o en un secador. El procedimiento y el dispositivo son adecuados en particular para eliminar polvo, formaldehído, ácido fórmico y ácido acético del aire de escape, por ejemplo del aire de escape de la propia prensa o del aire de escape de una secadora.

15 **Estado de la técnica**

El documento DE 42 12 164 C2 describe un procedimiento y un equipo para la limpieza del aire de escape de una prensa. El equipo presenta una unidad estructural que succiona gases y vapores. Estos gases y vapores se limpian entonces por medio de un líquido de lavado y se alimentan a un separador de gotas. En el separador de gotas, el flujo de aire de escape así purificado se separa del líquido de lavado contaminado y fluye a través de un ventilador de succión hacia una chimenea de aire de escape. El líquido de lavado que contiene impurezas llega a una pila de reprocesamiento a través de una tubería de retorno. Allí se eliminan las sustancias pesadas con un rascador de sedimentos (sedimentación) y se eliminan las sustancias ligeras mediante una capa de lodo flotante (flotación). A continuación, en un circuito cerrado, el líquido de lavado procedente de la pila de reprocesamiento se pulveriza de nuevo al aire de escape.

El procedimiento divulgado en el documento DE 42 12 164 C2 tiene sin embargo el inconveniente de que el líquido de lavado se enriquece constantemente por el circuito con sustancias orgánicas solubles, como por ejemplo formaldehído, y después de un determinado tiempo de funcionamiento el líquido de lavado debe sustituirse por completo y luego eliminarse. Otra desventaja grave surge del hecho de que el lavado del aire de escape con el líquido de lavado se vuelve cada vez menos eficaz, cuanto más tiempo se haya enriquecido el líquido de lavado con impurezas solubles.

Los documentos DE 101 00 895 C2, DE 101 00 896 C1 y EP 2 522 415 A1 describen también instalaciones con un circuito sustancialmente cerrado del líquido de lavado.

El líquido de lavado de tales instalaciones puede tratarse químicamente para mantener el rendimiento de lavado descomponiendo o eliminando las sustancias orgánicas. Esto puede realizarse mediante adición de aditivos para unir las sustancias orgánicas o también mediante productos químicos para lograr reacciones químicas como por ejemplo la reacción de Canizzaro para descomponer químicamente el formaldehído. Otra opción es también un tratamiento biológico del agua de circulación para reducir la carga de contaminantes orgánicos y así mantener el rendimiento de lavado. Una desventaja importante de las instalaciones que tienen como objetivo la purificación de aguas residuales necesaria por medio de reacciones químicas es el alto uso de productos químicos y el tiempo de reacción requerido para la reacción.

Una alternativa a los procedimientos de tratamiento posterior químicos son los procedimientos de tratamiento posterior biológicos. Una disposición basada en flotación y purificación biológica se describe, por ejemplo, en el documento EP 0358006 A1. El documento WO 92/00792 A1 describe un procedimiento en el que una parte del líquido de lavado se retira del circuito de lavado cerrado y se conduce a través de una unidad de tratamiento posterior biológico para descomponer los contaminantes orgánicos antes de que el líquido de lavado se reconduzca al circuito cerrado. Sin embargo, los sistemas biológicos no se pueden encender y apagar en el sentido de instalaciones técnicas y, por lo tanto, muestran debilidades cuando cambia el tipo de madera o la carga de las prensas y secadores conectados previamente. También son muy costosos de adquirir y hacer funcionar.

El documento DE 36 35 934 C2 divulga un procedimiento de limpieza, en el que el aire de escape se pulveriza con un líquido de lavado que se ha enriquecido con microorganismos y a continuación se conduce a través de un campo eléctrico de alta tensión.

En el documento DE 38 35 161 C2 se propone oxidar compuestos oxidables de gases de escape de proceso por medio de un ciclo catalítico químico en húmedo con oxígeno atmosférico en una solución acuosa. Sin embargo, para ello se requieren catalizadores, lo que puede resultar problemático para el medio ambiente. El documento analiza otros procedimientos de purificación del aire de escape, incluido el tratamiento posterior térmico (combustión). Esto tiene el inconveniente de que los costes de funcionamiento son muy elevados si es necesario transformar grandes cantidades de gas con un bajo contenido de sustancias nocivas a altas temperaturas, como es el caso por regla general con el aire de escape en el procesamiento de madera.

El documento US 5.378.267 divulga una instalación para eliminar contaminantes orgánicos del agua, en la que se hace fluir aire a través del agua.

Objeto de la invención

5 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo energéticamente eficiente, potente y rentable y un procedimiento de este tipo para la limpieza de aire de escape en la industria de materiales derivados de la madera.

Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento según la reivindicación 1 o bien un dispositivo según la reivindicación 9. Perfeccionamientos ventajosos de la invención están especificados en las reivindicaciones dependientes.

10 Por tanto, se indica un procedimiento para la limpieza de aire de escape, en particular de aire de escape del procesamiento de materiales derivados de la madera, por ejemplo de una prensa o de un secador. Este presenta un primer ciclo con las siguientes etapas:

- 15 lavar el aire de escape mediante un líquido de lavado, preferentemente mediante un líquido de lavado a base de agua;
- separar el aire de escape y el líquido de lavado;
- eliminar sólidos del líquido de lavado; y
- 20 reconducir el líquido de lavado al lavado del aire de escape.

Para eliminar del líquido de lavado sustancias orgánicas, en particular sustancias orgánicas volátiles y solubles en agua, como formaldehído, ácido fórmico y/o ácido acético, se extrae del primer circuito al menos un flujo parcial del líquido de lavado y se alimenta a un segundo circuito. Después de eliminar las sustancias orgánicas, el líquido de lavado se reconduce al menos parcialmente de nuevo al primer circuito.

25 Por tanto, en primer lugar, el aire de escape se capta, se recoge y se somete a una separación de polvo y a una absorción de sustancias orgánicas como formaldehído, ácido fórmico y ácido acético en un aparato lavador mediante un líquido de lavado. A continuación, el líquido de lavado se separa del flujo de gas de escape, por ejemplo, en un separador de sumidero de vórtice (ciclón) o en un filtro electrostático húmedo. El flujo de gas así purificado puede emitirse después directamente al medio ambiente o puede desviarse mediante otras medidas de filtro o de insonorización, por ejemplo a través de una chimenea. El líquido de lavado cargado puede recogerse, por ejemplo, en un recipiente de reprocesamiento. Allí puede limpiarse éste de sólidos como materias en suspensión y lodos y puede alimentarse de nuevo al aparato lavador. También son concebibles otras medidas para separar sólidos. De acuerdo con la invención, de este primer circuito se desvía al menos un flujo parcial del líquido de lavado y se alimenta a un procesamiento posterior para eliminar sustancias orgánicas volátiles (VOC). A continuación, el líquido de lavado se reconduce al menos parcialmente de nuevo al primer circuito.

En caso de que se use un filtro electrostático húmedo, también puede estar integrado en éste el aparato lavador.

40 La eliminación de sustancias orgánicas se realiza con ayuda de un desorbedor, en particular un denominado desorbedor de columna. En el desorbedor se eliminan ("se separan") las sustancias orgánicas del líquido de lavado mediante un gas de extracción alimentado en paralelo o en contracorriente con respecto al líquido de lavado. Al mismo tiempo, el gas de extracción se carga de manera correspondiente con sustancias orgánicas. En el caso del gas de extracción se trata preferentemente de aire. Sin embargo, también puede tratarse de otro gas, por ejemplo aire, al que se le ha añadido nitrógeno para reducir el riesgo de explosión. El desorbedor puede estar realizado, por ejemplo, como desorbedor por pulverización o como desorbedor de cuerpos llenadores con un empaquetamiento adecuado, por ejemplo con un empaquetamiento de bolas de acero o piezas cerámicas, como se conoce esto por el estado de la técnica. Sin embargo, el desorbedor también puede estar realizado como columna de platos. También son posibles combinaciones de columnas de platos, desorbedores por pulverización y de cuerpos llenadores.

50 Los parámetros del proceso, en particular el gas de extracción conducido en paralelo o en contracorriente, se ajustan preferentemente de modo que el gas de extracción cargado después de salir del desorbedor presente una mayor concentración de sustancias orgánicas que el aire de escape, preferentemente una concentración al menos cinco veces mayor. Es posible un aumento de la concentración en un factor de más de 10 o incluso 20. Por tanto, de este modo se concentran en conjunto las sustancias orgánicas. Por consiguiente, se requiere únicamente que se alimente a una combustión una cantidad de gas esencialmente más baja que la cantidad total de aire de escape de la prensa o de un secador. Mediante esto se hace posible un tratamiento térmico posterior o una combustión de sustancias orgánicas con un consumo de energía significativamente menor y con mayor eficiencia.

60 Los parámetros del proceso pueden ajustarse en base a las siguientes consideraciones: Dependiendo del contaminante orgánico que se deba reducir, la temperatura del líquido de lavado se ajusta adecuadamente en la entrada al desorbedor. En la práctica, una temperatura de entrada del líquido de lavado de 80 °C conduce a menudo a un aumento de aproximadamente 5 - 10 veces la concentración de sustancias orgánicas en el gas de extracción cargado, en comparación con el aire de escape. Con respecto al aire de escape que va a limpiarse, la temperatura de entrada del líquido de lavado debe ser al menos aproximadamente 20 - 25 °C más alta en la entrada al desorbedor. A medida que aumenta la diferencia de temperatura entre el aire de escape que va a limpiarse y la temperatura de

entrada del líquido de lavado en el desorbedor, con la misma cantidad de aire de extracción aumenta la concentración de contaminantes orgánicos en el aire de escape del desorbedor, dependiendo de la respectiva presión de vapor de la sustancia orgánica. Justo por debajo de 100 °C, un aumento adicional ya no tiene sentido por razones económicas, porque a 100 °C el agua comienza a evaporarse y el calor de evaporación necesario para ello es muy alto.

5 Preferentemente, el gas de extracción se precalienta antes de cargarlo con las sustancias orgánicas en el desorbedor. De esta manera puede conseguirse una carga considerablemente mayor del gas de extracción. Una parte del gas de extracción descargado, precalentado u otro gas precalentado puede añadirse al gas de extracción cargado durante o después de la salida del desorbedor para reducir la concentración de vapor de agua del gas de extracción cargado.
10 De este modo se evita que se produzca una condensación de agua no deseada en las tuberías que siguen.

15 Ventajosamente también se calienta el líquido de lavado antes de la entrada al desorbedor. Para mejorar la eficiencia energética, es ventajoso si el líquido de lavado se lleva a contacto térmico con el líquido de lavado que sale del desorbedor en un intercambiador de calor antes de la entrada al desorbedor para calentar el líquido de lavado alimentado al desorbedor y para enfriar el líquido de lavado que sale del desorbedor. Mediante este sistema de desplazamiento de calor se ahorra o bien se recupera una proporción considerable de energía. El líquido de lavado puede calentarse con energía adicional en otro intercambiador de calor.

20 Previamente puede pretratarse opcionalmente el líquido de lavado derivado del primer circuito, para reducir depósitos no deseados en los intercambiadores de calor y en el desorbedor. Por ejemplo, la carga de sólidos puede reducirse aún más utilizando un hidrociclón.

25 Sin embargo, se ha demostrado que, a pesar de un cuidadoso pretratamiento del líquido de lavado, los intercambiadores de calor se contaminan con el tiempo con virutas finas, fibras, parafinas, etc. y luego funcionan de manera menos eficiente. Por lo tanto, se propone lavar periódicamente al menos una parte del segundo circuito con un líquido de enjuague. En el caso del líquido de enjuague puede tratarse en particular de agua o un líquido a base de agua. Para ello se calienta preferentemente el líquido de lavado. El caudal del líquido de enjuague se ajusta preferentemente más alto que el caudal del líquido de lavado en funcionamiento normal. Preferentemente, el líquido de lavado fluye a través de al menos una parte del segundo circuito en dirección opuesta al funcionamiento normal.

30 Además se indica un dispositivo para la limpieza del aire de escape. Éste presenta un primer circuito que comprende al menos los siguientes elementos:

35 un aparato lavador para el lavado del aire de escape con un líquido de lavado;
un separador de gotas (por ejemplo, un separador de sumidero de vórtice) para separar el aire de escape y el líquido de lavado después del lavado;
un recipiente de reprocesamiento (por ejemplo, una pila) para recoger el líquido de lavado separado y eliminar los sólidos del líquido de lavado; y
40 un equipo de alimentación para reconducir el líquido de lavado desde el recipiente de reprocesamiento al aparato lavador.

El dispositivo presenta además un segundo circuito que comprende al menos los siguientes elementos:

45 una tubería de extracción para eliminar al menos un flujo parcial del líquido de lavado del primer circuito;
un desorbedor, en particular un desorbedor de columna, para eliminar sustancias orgánicas del líquido de lavado extraído en paralelo o en contracorriente con un gas de extracción; y
una tubería de retorno para reconducir al menos parcialmente el líquido de lavado al primer circuito después de la eliminación de las sustancias orgánicas.

50 Se aplican al dispositivo las mismas consideraciones que al procedimiento descrito anteriormente.

En particular, el segundo circuito puede presentar un intercambiador de calor para precalentar el gas de extracción antes de cargarlo con las sustancias orgánicas en el desorbedor, como se ha descrito esto anteriormente.

55 Puede preverse además un equipo de derivación para mezclar una parte del gas de extracción descargado, precalentado con el gas de extracción cargado durante o después de la salida del desorbedor y así reducir la concentración de vapor de agua en el gas de extracción, como se ha descrito esto anteriormente.

60 Puede estar previsto un intercambiador de calor con un primer lado y un segundo lado que está en contacto térmico con el primer lado, en donde el líquido de lavado alimentado al desorbedor se conduce a través del primer lado y en donde el líquido de lavado que sale del desorbedor se conduce a través del segundo lado. Mediante esto, el líquido de lavado alimentado al desorbedor puede calentarse y el líquido de lavado que sale del desorbedor puede enfriarse, como se ha descrito esto anteriormente.

65 El dispositivo puede comprender una alimentación de líquido de enjuague y elementos de cierre para enjuagar al menos una parte del segundo circuito con un líquido de enjuague, como se ha descrito esto anteriormente. El

dispositivo puede presentar además un intercambiador de calor para calentar el líquido de enjuague, como se ha comentado esto igualmente ya anteriormente.

- 5 El dispositivo puede presentar medios para la alimentación del gas de extracción después de salir del desorbedor a un tratamiento posterior térmico o a una combustión. Al dispositivo puede estar conectado posteriormente un quemador que recibe y quema el gas de extracción cargado.

Descripción de las figuras

- 10 A continuación se describen formas de realización preferidas de la invención por medio del dibujo, que sirve únicamente para la explicación y no debe considerarse como limitativo. Muestra:

Figura 1 una instalación para la limpieza del aire de escape de una prensa para materiales derivados de la madera de acuerdo con un primer ejemplo de realización de la invención;

- 15 Figura 2 una instalación para la limpieza del aire de escape de un secador para materiales derivados de la madera de acuerdo con un segundo ejemplo de realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

- 20 En la figura 1 está representada una instalación para la limpieza del aire de escape de una prensa para materiales derivados de la madera de acuerdo con un primer ejemplo de realización de la invención. La instalación está constituida por dos circuitos A y B, que pueden estar espacialmente separados uno de otro.

- 25 El circuito A forma un circuito de lavado del aire de escape. Éste comprende un equipo de succión 1 con el que se succiona y se recoge el aire de escape de la prensa. Desde allí, el aire de escape llega como flujo de gas a un absorbedor o aparato lavador 2. En este sentido puede tratarse de un aparato lavador Venturi, sin embargo también son posibles otras configuraciones, por ejemplo, como aparato lavador de boquilla pulverizadora, separador en húmedo por ciclón o filtro de película descendente. En el aparato lavador 2, el flujo de gas se lleva a contacto con un líquido de lavado para conseguir una separación de polvos y otros componentes sólidos y líquidos, así como una
30 absorción de componentes gaseosos del flujo de gas. En el caso del líquido de lavado se trata preferentemente de agua, que opcionalmente puede dotarse de aditivos en sí conocidos como por ejemplo tensioactivos y tampones de pH para reducir la tensión superficial, mejorar la solubilidad de compuestos orgánicos (en particular VOC) y/o para mantener el líquido de lavado en un intervalo de pH deseado.

- 35 En un separador de gotas de líquido 4, que puede estar configurado, por ejemplo, como separador de sumidero de vórtice, después del proceso de lavado se vuelven a separar el líquido de lavado y el aire de escape limpiado. El flujo de gas puede descargarse entonces directamente al medio ambiente a través de un ventilador 5 y una chimenea de aire de escape 6 o, si es necesario, puede tratarse adicionalmente antes de la descarga mediante unidades adicionales tales como por ejemplo separadores de gotas finas.

- 40 El líquido de lavado se recoge en una pila de reprocesamiento 7 y allí se limpia de sólidos y después se alimenta de nuevo al aparato lavador 2 a través de una bomba de circulación 3.

- 45 Un flujo parcial del circuito A se deriva desde la pila de reprocesamiento 7 a través de una tubería de extracción 31 y se alimenta al segundo circuito B para su posterior procesamiento por medio de una bomba de alimentación 8. Allí se separa primero el sólido residual que se encuentra eventualmente aún a través de un separador de sumidero de vórtice (hidrociclón) 9 y se reconduce a la pila de reprocesamiento 7 o se recoge por separado. El líquido de lavado así limpiado previamente se precalienta entonces en un intercambiador de calor 10, que puede estar configurado, por ejemplo, como intercambiador de calor de placas de flujo libre. Esto se realiza con el retorno de líquido del desorbedor
50 de columna 12, que se describirá con más detalle a continuación.

- En otro intercambiador de calor 11, que a su vez puede estar configurado como intercambiador de calor de placas de flujo libre, el líquido se eleva ahora con energía adicional hasta el nivel de temperatura necesario, preferentemente
55 80-95 °C, y se conduce al desorbedor de columna 12.

- El desorbedor de columna (separador) 12 puede estar configurado, por ejemplo, como desorbedor por pulverización o por cuerpos llenadores, como columna de platos o como combinación de desorbedor por pulverización y/o por cuerpos llenadores y/o columna de platos. La elección del tipo de desorbedor de columna depende por regla general del grado de contaminación (la contaminación puede introducirse en el sistema a través del líquido a limpiar o del aire de extracción) o del intervalo de limpieza todavía aceptable (generalmente limpieza manual) para el desorbedor. El desorbedor por pulverización es el menos sensible a la contaminación, pero desafortunadamente tiene la superficie de transferencia de masa más pequeña con el mismo requerimiento de espacio (superficie de transferencia de masa específica) de todos los diseños para la desorción. Por lo tanto, el desorbedor por pulverización se combina generalmente con una columna de cuerpos llenadores o una columna de platos, en donde la boquilla proporciona también un rociado uniforme de los cuerpos llenadores o del primer plato. En general, también se puede afirmar que las columnas de platos son menos sensibles a la contaminación que las columnas de cuerpos llenadores, pero también
65

tienen una superficie específica de transferencia de masa menor que éstas. Por tanto, la elección del diseño de la columna o de la combinación más práctica depende esencialmente de los respectivos parámetros de funcionamiento, en particular de la contaminación durante el tiempo de funcionamiento.

5 A través de un ventilador 24 se alimenta un flujo de gas al desorbedor de columna 12, en este caso un flujo de aire 23, que se precalienta a través de otro intercambiador de calor 25 antes de la introducción por soplado en el desorbedor de columna 12. Los flujos volumétricos del aire precalentado y del aire no precalentado se pueden ajustar por separado a través de una válvula de ajuste de derivación 28, que puentea el intercambiador de calor 25, y otra válvula de ajuste 26, que está conectada detrás del intercambiador de calor 25. El flujo de aire se introduce por soplado en el desorbedor
10 de columna 12 en contracorriente con respecto al líquido de lavado. Debido a ello, los compuestos orgánicos, en particular VOC, se eliminan (se separan) del líquido de lavado y se absorben por el flujo de aire. El flujo de aire sale del desorbedor de columna como flujo de aire de escape 29. El aire de escape contaminado puede alimentarse sin esfuerzo adicional a un tratamiento térmico posterior o a una combustión, en la que se destruyen térmicamente las sustancias orgánicas.

15 El líquido de lavado tratado y limpiado de esta manera se alimenta al intercambiador de calor 10 por medio de una bomba de retorno 13 y allí libera la mayor parte de su calor latente al líquido de lavado que aún debe limpiarse antes de que se alimente éste al desorbedor de columna 12. El líquido de lavado así enfriado se reconduce a través de una tubería de retorno 32 a la pila de reprocesamiento 7.

20 Adicionalmente, puede añadirse un flujo parcial del flujo de aire 23 calentado en el intercambiador de calor 25 al flujo de aire de escape 29 del desorbedor de columna 12 a través de una válvula de ajuste 27 para ajustar el punto de rocío del aire de escape de modo que no tenga lugar en las tuberías siguientes ninguna condensación.

25 Para eliminar impurezas del circuito B, que resultan por ejemplo de virutas muy finas, fibras, sustancias orgánicas no volátiles como parafinas o similares, puede enjuagarse periódicamente el circuito B. Para ello están previstas una alimentación de un líquido de lavado, en este caso en forma de una válvula de agua dulce 14, y elementos de cierre en forma de válvulas 15-22 para conducir un líquido de enjuague (en este caso agua dulce) con caudal elevado a través de los intercambiadores de calor 10, 11 y las tuberías. El agua dulce puede precalentarse a este respecto
30 mediante el intercambiador de calor 11.

En el presente ejemplo de realización, la válvula de agua dulce 14 desemboca en la tubería que va desde el segundo intercambiador de calor 11 hasta el desorbedor de columna 12. Por ejemplo, para enjuagar ambos lados del intercambiador de calor 10, se cierra una válvula 22 entre la válvula de agua dulce 14 y el desorbedor de columna 12.
35 Una válvula 17 en la salida del hidrociclón 9 se cierra para evitar que entre agua de enjuague en el hidrociclón. Igualmente se cierran una válvula 15 en la entrada del hidrociclón y una válvula 20 en la salida de la bomba de retorno 13. También se cierra una válvula 18 entre la salida del segundo lado del intercambiador de calor 10, en la que normalmente el líquido de lavado limpiado se reconduce a la pila de reprocesamiento 7, y la pila de reprocesamiento 7. Se abre una válvula de derivación 19 entre la entrada del primer lado del intercambiador de calor 10, en la que normalmente se alimenta el líquido de lavado a calentar, y la salida del segundo lado del intercambiador de calor 10.
40 De esta manera, el agua de lavado puede fluir primero en contra de la dirección de flujo normal a través del intercambiador de calor 11, a continuación a través del primer lado del intercambiador de calor 10 y luego en contra de la dirección de flujo normal a través del segundo lado del intercambiador de calor 10. Desde el segundo lado del intercambiador de calor 10, el agua de enjuague llega a través de las válvulas 21 y 16 abiertas a la pila de reprocesamiento 7.
45

El desorbedor de columna 12 puede enjuagarse igualmente en caso necesario. Para ello se cierran las válvulas 15, 17, 18 y 19 y se abren las válvulas 16, 20, 21 y 22. El agua de enjuague puede fluir ahora desde la válvula de agua dulce 14 a través de la válvula 22 abierta hacia el desorbedor de columna y salir de ella a través de la bomba 13 y las
50 válvulas 20, 21 y 16 abiertas en dirección a la pila de reprocesamiento 7.

Naturalmente pueden seleccionarse otras disposiciones de válvula y la válvula de agua dulce puede desembocar en otro punto en el circuito B. También pueden utilizarse líquidos de enjuague distintos del agua. En lugar de proceder de una prensa, el aire de escape también puede proceder de otras fuentes del procesamiento de la madera, por
55 ejemplo de un secador.

En la figura 2 está representada una instalación para la limpieza de aire de escape del procesamiento de la madera de acuerdo con un segundo ejemplo de realización de la invención. La estructura básica de esta instalación es muy similar a la estructura de la instalación de la figura 1. Los elementos de esta instalación que son iguales o tienen la
60 misma acción están provistos de los mismos números de referencia que en la figura 1.

Como en el primer ejemplo de realización, un flujo de aire de escape 33, por ejemplo procedente de un secador o de una prensa, llega primero a un aparato lavador 2 que, como en el primer ejemplo de realización, puede estar configurado, por ejemplo, como un aparato lavador Venturi. En un filtro electrostático húmedo 34 se vuelven a separar el líquido de lavado y el aire de escape limpiado después del proceso de lavado. El aparato lavador 2 también puede
65 estar integrado en el filtro electrostático húmedo; en este caso, la unidad 35 representa un filtro electrostático húmedo de diseño arbitrario con un aparato lavador integrado. El aire de escape separado puede descargarse entonces, como

en el primer ejemplo de realización, directamente al medio ambiente a través de una chimenea de aire de escape 6 o, si es necesario, puede tratarse adicionalmente antes de la descarga mediante unidades adicionales tales como por ejemplo separadores de gotas finas. Como en el primer ejemplo de realización, el líquido de lavado separado llega a una pila de reprocesamiento 7 y a continuación se trata adicionalmente como en el primer ejemplo de realización.

5 Los filtros electrostáticos húmedos (separadores electrostáticos húmedos) se utilizan a menudo para la limpieza de flujos de gas de escape cargados con sustancias pegajosas y sustancias a modo de alquitrán. El gas se enfría en un aparato lavador inyectando líquido de lavado (agua de circulación) hasta el punto de saturación y llega a la entrada del filtro real. Allí se distribuye uniformemente por toda la sección transversal. A continuación, el gas fluye hacia un campo de alta tensión con electrodos de precipitación y electrodos de pulverización (generalmente dispuestos en el centro). Las partículas y aerosoles que se encuentran en el gas se cargan negativamente y migran hacia el campo eléctrico en los electrodos precipitadores (generalmente haces de tubos o de panales). Los lavados periódicos garantizan que las superficies de precipitación y los electrodos de pulverización se mantengan limpios. Los filtros electrostáticos húmedos se utilizan a menudo allí donde es necesario separar mezclas de aerosoles y sólidos con alta eficiencia. Éstos sirven en particular para la separación de aerosoles, polvos finos, vapores de resina, "neblina azul", nieblas de aceite y olores.

Lista de referencias

- 1 Equipo de succión
- 2 Aparato lavador
- 3 Bomba de circulación
- 4 Separador de gotas de líquido
- 5 Ventilador
- 6 Chimenea de aire de escape
- 7 Pila de reprocesamiento
- 8 Bomba de alimentación
- 9 Separador de vórtice
- 10 Intercambiador de calor
- 11 Intercambiador de calor
- 12 Desorbedor de columna
- 13 Bomba de retorno
- 14 Válvula de agua dulce
- 15-22 Válvulas de mariposa
- 23 Flujo de aire
- 24 Ventilador
- 25 Intercambiador de calor
- 26-28 Válvulas de ajuste
- 29 Flujo de aire de escape
- 31 Tubería de extracción
- 32 Tubería de retorno
- 33 Flujo de gas
- 34 Unidad combinada
- 35 Filtro electrostático húmedo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la limpieza de aire de escape, que presenta un primer circuito (A) con las siguientes etapas:

5 lavar el aire de escape mediante un líquido de lavado a base de agua;
 separar el aire de escape y el líquido de lavado;
 eliminar sólidos del líquido de lavado; y
 reconducir el líquido de lavado al lavado del aire de escape,
 10 en donde al menos un flujo parcial del líquido de lavado se retira del primer circuito (A) y se alimenta a un segundo
 circuito (B), en donde en el segundo circuito (B) se eliminan sustancias orgánicas del líquido de lavado y el líquido
 de lavado se reconduce al menos parcialmente después de eliminar las sustancias orgánicas al primer circuito (A),
 caracterizado por que el segundo circuito (B) comprende al menos las siguientes etapas:
 alimentar el líquido de lavado a un desorbedor (12);
 15 eliminar sustancias orgánicas del líquido de lavado en el desorbedor (12) mediante un gas de extracción,
 el cual es conducido en paralelo o contracorriente con respecto al líquido de lavado, en donde el gas de
 extracción (23) se carga con las sustancias orgánicas.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la separación del aire de escape y el líquido de lavado se realiza
 20 en un filtro electrostático húmedo.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el gas de extracción cargado se alimenta
 después de la salida del desorbedor (12) a un tratamiento térmico o a una combustión.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el gas de extracción se precalienta antes de
 25 que se cargue éste con las sustancias orgánicas en el desorbedor (12).

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en donde una porción del gas de extracción descargado, precalentado se
 mezcla con el gas de extracción cargado durante o después de la salida del desorbedor (12) para reducir la
 30 concentración de vapor de agua del gas de extracción cargado.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el líquido de lavado se calienta antes de la
 entrada en el desorbedor (12).

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en donde el líquido de lavado se lleva a contacto térmico con el líquido de
 35 lavado que sale del desorbedor (12) en un intercambiador de calor (10) antes de la entrada en el desorbedor (12) para
 calentar el líquido de lavado alimentado al desorbedor (12) y para enfriar el líquido de lavado que sale del desorbedor
 (12).

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una parte del segundo circuito (B)
 40 se enjuaga periódicamente con un líquido de enjuague, preferentemente un líquido de enjuague a base de agua.

9. Dispositivo para la limpieza de aire de escape, con un primer circuito (A) que comprende al menos los siguientes
 elementos:

45 un aparato lavador (2) para el lavado del aire de escape con un líquido de lavado a base de agua;
 un separador de gotas (4) para separar el aire de escape y el líquido de lavado después del lavado;
 un recipiente de reprocesamiento (7) para recoger el líquido de lavado separado y eliminar los sólidos del líquido
 de lavado; y
 un equipo de alimentación (3) para reconducir el líquido de lavado desde el recipiente de reprocesamiento (7) al
 50 aparato lavador (2),
 en donde el dispositivo presenta un segundo circuito (B) que comprende al menos los siguientes elementos:
 una tubería de extracción (31) para eliminar al menos un flujo parcial del líquido de lavado del primer circuito
 (A); y
 una tubería de retorno (32) para reconducir al menos parcialmente el líquido de lavado al primer circuito (A)
 55 después de la eliminación de sustancias orgánicas,
 caracterizado por que el segundo circuito comprende un desorbedor (12) para eliminar sustancias orgánicas
 del líquido de lavado eliminado mediante un gas de extracción conducido en paralelo o
 en contracorriente con respecto al líquido de lavado.

60 10. Dispositivo según la reivindicación 9, en donde el separador de gotas está configurado como filtro electrostático
 húmedo (35).

11. Dispositivo según la reivindicación 9 o 10, con un intercambiador de calor (25) para precalentar el gas de extracción
 antes de que se cargue éste con las sustancias orgánicas en el desorbedor (12).

65 12. Dispositivo según la reivindicación 11, con un equipo de derivación (27) para mezclar una parte del gas de

extracción descargado, precalentado con el gas de extracción cargado durante o después de la salida del desorbedor (12).

- 5 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 12, en donde el segundo circuito (B) comprende un intercambiador de calor (10) con un primer lado y un segundo lado que está en contacto térmico con el primer lado, en donde el líquido de lavado alimentado al desorbedor (12) se conduce a través del primer lado, y en donde el líquido de lavado que sale del desorbedor (12) se conduce a través del segundo lado para calentar el líquido de lavado alimentado al desorbedor (12) y enfriar el líquido de lavado que sale del desorbedor (12).
- 10 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 13, que presenta además medios para la alimentación del gas de extracción después de la salida del desorbedor a un tratamiento posterior térmico o una combustión.

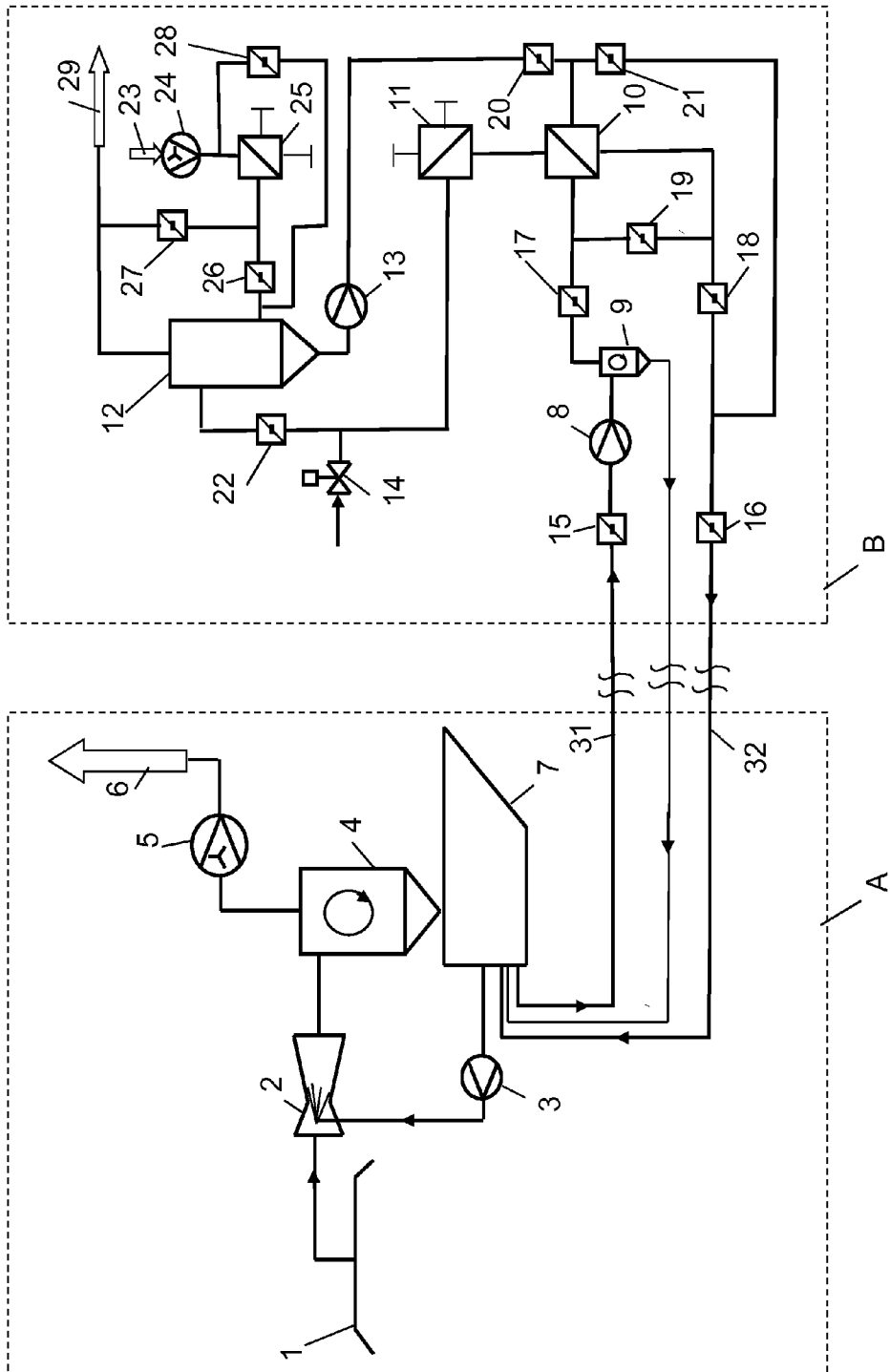


FIG. 1

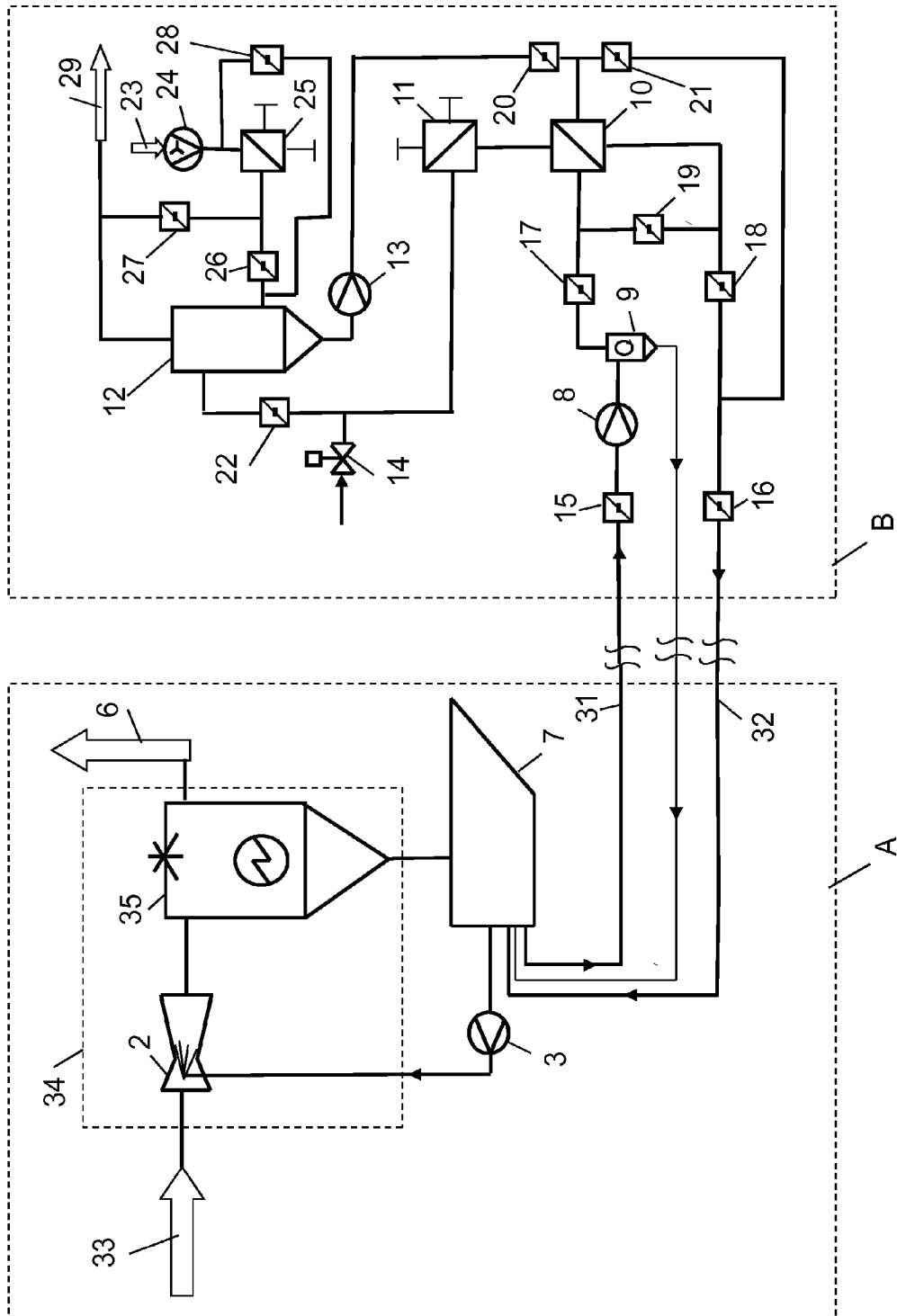


FIG. 2