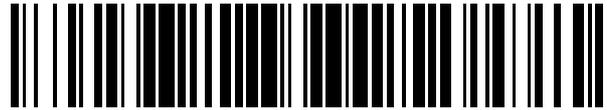


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 994**

51 Int. Cl.:

D21F 5/02 (2006.01)

D21F 5/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2009** **E 09801211 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012** **EP 2396469**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el secado de una banda de papel tisú con recuperación de vapor**

30 Prioridad:

11.02.2009 DE 102009000756

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

12.03.2013

73 Titular/es:

**SCA HYGIENE PRODUCTS AB (100.0%)
405 03 Göteborg, SE**

72 Inventor/es:

**WIENS, MARTIN;
DEXLER, BRUNO;
HIEKE, JAN y
HEINTZ, JOSEF**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 397 994 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para el secado de una banda de papel tisú con recuperación de vapor

5 La presente invención se refiere a la producción de papel tisú y en particular a un dispositivo para el secado de una banda de papel tisú con un cilindro calentable, el denominado cilindro yankee o cilindro de crepado, al cual para su calentamiento se le suministra vapor desde una red de vapor fresco, así como una campana de aire caliente en la circunferencia exterior del cilindro para soplar y aspirar aire caliente sobre la banda de papel tisú, secándose la banda de papel tisú tanto por la superficie exterior caliente del cilindro como con el aire caliente. El agua evaporada a este respecto se aspira y se elimina través del aire de salida de la campana de aire caliente. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para la recuperación de vapor durante el secado de una banda de papel tisú con tal dispositivo.

15 Por un papel tisú a este respecto se debe entender un papel suave absorbente con un gramaje bajo. En general se selecciona un gramaje de 8 a 40 g/m², particularmente de 10 a 25 g/m² por capa. El peso básico total de un producto de tisú de varias capas preferentemente asciende como máximo a 120 g/m², de forma particularmente preferente a como máximo 60 g/m². Su densidad normalmente está por debajo de 0,6 g/cm³, preferentemente por debajo de 0,30 g/cm³ y más preferentemente entre 0,08 y 0,20 g/cm³.

20 La producción de papel tisú se diferencia de la producción de papel por el gramaje extremadamente bajo y el valor de desgarro a la tracción (véase DIN EN 12625-4 y DIN EN 12625-5) mucho más alto. El papel y el papel tisú se diferencian además en general con respecto al módulo elástico, que caracteriza las propiedades de alargamiento a la tensión de estos productos planos como parámetros de material.

25 El alto valor de desgarro a la tracción proviene del crepado exterior o interior del tisú. El crepado mencionado en primer lugar se lleva a cabo por compresión de la banda de papel a un cilindro seco como consecuencia del efecto de una cuchilla de crepado o, en caso del crepado mencionado en último lugar, como una consecuencia de una diferencia de velocidad entre dos cribas ("tejidos"). Esto causa que la todavía húmeda banda de papel plásticamente deformable se parta internamente por compresión y cizalla, por lo que bajo carga se hace más extensible que un papel no crepado.

Las bandas de papel tisú húmedas habitualmente se secan por el denominado secado yankee, el secado por aire de paso (TAD) o el procedimiento de secado por impulsos.

35 Las fibras contenidas en el papel tisú son principalmente fibras de celulosa, tales como, por ejemplo, fibras de material fibroso de material fibroso químico (por ejemplo, pastas químicas de madera de sulfito y sulfato de tipo kraft), material fibroso mecánico (por ejemplo, madera molida), material fibroso termomecánico, material fibroso quimio-mecánico y/o material fibroso quimio-termo-mecánico (CTMP). Se pueden emplear materiales fibrosos que se forman a partir de madera de frondosa (madera dura), de madera de conífera (madera blanda) o de plantas anuales. Las fibras pueden ser también fibras recicladas o contener estas. Las fibras se pueden tratar con aditivos, por ejemplo, cargas, plastificantes, tales como, por ejemplo, compuestos de amonio cuaternario y aglutinantes, tales como los convencionales agentes solidificadores en seco o agentes solidificadores en húmedo, que se usan para facilitar la fabricación de papel inicial y para ajustar las propiedades del mismo. El papel tisú también puede contener otros tipos de fibras, por ejemplo, fibras de celulosa regeneradas o fibras sintéticas, que entre otras cosas aumentan la resistencia, la capacidad de absorción, la tersura o la suavidad del papel tisú.

50 El uso de un cilindro calentado al vapor así como de una campana de aire caliente mediante la que se sopla aire caliente sobre la banda de tisú que rodea el cilindro calentado es conocido en el estado de la técnica, por ejemplo, por los documentos DE 10 2007 006 960 A1, EP 294 982 B1 o EP 1 027 495 B1.

Debido al incremento de los costes energéticos, que también repercuten en los costes de la extracción de vapor de la red de vapor fresco, existen aspiraciones en el sentido de reducir la cantidad de vapor necesaria y con ello los costes energéticos que se necesitan para la producción de papel.

55 Un dispositivo o un procedimiento con las características del preámbulo de las reivindicaciones 1 o 9 se conoce por el documento DE-A-35 01 584.

60 El objetivo de la presente invención consiste por lo tanto en crear un dispositivo para el secado de una banda de papel tisú así como un procedimiento para la recuperación de vapor durante el secado de una banda de papel tisú, que permitan reducir la cantidad de vapor necesaria para el secado de la banda de papel tisú de una red de vapor fresco en un circuito de regulación estable, particularmente para disminuir los costes que se producen durante la producción de papel y particularmente el secado.

65 Este objetivo se soluciona con un dispositivo con las características de la reivindicación 1 así como un procedimiento con las características de la reivindicación 9.

La invención se basa en la idea de aprovechar el aire de salida de la campana de aire caliente, que ya se utilizó para el secado de la banda de papel tisú, pero que presenta un alto contenido de energía restante, para volver a evaporar el condensado del cilindro calentable y para alimentar de vuelta el vapor generado a este respecto a un nivel de presión más alto a la red de vapor fresco. De esta manera al fin y al cabo se necesita menos vapor de la red de vapor fresco, con lo cual se pueden reducir los costes energéticos y así los costes de producción para la banda de papel tisú. Además, una red de vapor fresco es un gran amortiguador, de modo que se podría obtener un circuito de regulación estable con el secado estable asociado a esto y por tanto calidad de papel estable.

Por consiguiente, el dispositivo para el secado de una banda de papel tisú comprende un cilindro calentable, el denominado cilindro yankee o cilindro de crepado. El cilindro está unido para el calentamiento con vapor a una conducción de abastecimiento, que suministra el vapor y que se puede unir a una red de vapor fresco. Por una red de vapor fresco se ha de entender en el sentido de la presente invención cualquier red que ponga a disposición vapor fresco que abastezca al menos dos consumidores con vapor fresco en un primer nivel de presión. Uno de los consumidores a este respecto es el cilindro calentable de una máquina de papel tisú. El otro consumidor puede ser, por ejemplo, también un cilindro calentable, pero de otra máquina de papel tisú. Sin embargo, también se pueden concebir otros consumidores. El condensado formado durante el secado en el cilindro se desvía a través de una conducción de condensado fuera del cilindro. Además, el dispositivo comprende una campana de aire caliente en la circunferencia exterior del cilindro para soplar aire caliente en dirección de la circunferencia exterior y así durante el funcionamiento sobre la banda de papel tisú que rodea el cilindro calentable. De esta manera, la banda de papel tisú se seca por un lado por la circunferencia exterior caliente del cilindro calentable y por otro lado por el aire caliente de la campana de aire caliente soplado sobre la banda de papel tisú. Después de haber usado el aire caliente de la campana de aire caliente para el secado del papel tisú, este se desvía con el agua evaporada a través de una conducción de aire de salida fuera de la campana de aire caliente. El dispositivo conforme a la invención comprende además una primera fase de presión, que está diseñada para comprimir el condensado del cilindro al primer nivel de presión del cilindro yankee. A este respecto, el nivel de presión alcanzado allí puede diferir alrededor de $\pm 0,2-0,7$ MPa (2-7 bar) del primer nivel de presión. Además, en el dispositivo conforme a la invención está previsto un equipo de evaporación para evaporar el condensado al menos parcialmente con un equipo de transferencia de energía. El equipo de transferencia de energía está diseñado para transferir energía de aire de salida en la conducción de aire de salida al condensado. La transferencia de energía puede verse influida desventajosamente por la existencia de burbujas de vapor en el condensado, de tal manera que la transferencia de energía conforme a la invención tiene lugar después de las primeras fases de presión. Por el aumento de la presión se incrementa la temperatura de ebullición del condensado (agua) y así se evita la aparición de burbujas de vapor en el intercambiador de calor. Finalmente, el dispositivo de la presente invención comprende una conducción de realimentación, que se puede unir a la red de vapor fresco para realimentar el vapor generado del condensado a la red de vapor fresco. A través del diseño conforme a la invención se usa el aire de salida de la campana de aire caliente o su energía para generar vapor del condensado desviado del cilindro, de tal manera que se necesita menos vapor fresco de una red de vapor fresco, por lo que se pueden reducir la energía o los costes de vapor fresco. Además, la red de vapor fresco forma un amortiguador lo suficientemente grande para crear un circuito de regulación estable, que es necesario para lograr una temperatura constante del cilindro calentable con la calidad de secado y calidad de papel constante asociadas a esto.

Para mejorar adicionalmente la transmisión de calor entre el aire de salida de la campana de aire caliente y el condensado (agua) y seguir reduciendo la aparición de burbujas de vapor en el condensado, es preferible contemplar una segunda fase de presión, que está diseñada para comprimir el condensado del esencialmente primer nivel de presión a un segundo nivel de presión más alto. A este respecto, la temperatura de ebullición aumenta adicionalmente, por lo cual posibles burbujas de vapor en el condensado se condensan y la aparición de burbujas de vapor esencialmente se excluye. El equipo de transferencia de energía por consiguiente está pospuesto a la segunda fase de presión y preferentemente está formado por un intercambiador de calor dispuesto en el aire de salida, particularmente un intercambiador de calor tubular. A través del intercambiador de calor se calienta el condensado comprimido en el segundo nivel de presión.

Finalmente es más preferible contemplar una tercera fase de presión, que está diseñada para evaporar el condensado calentado de repente y bruscamente, para lo que el condensado se expande del segundo nivel de presión al primer nivel de presión, es decir, la evaporación se produce en primer lugar debido a que el nivel de presión del condensado anteriormente calentado se reduce de tal manera que la temperatura de ebullición disminuye de repente y por lo tanto se supera y se produce un cambio de fases de líquido a gaseoso. Además, la expansión está prevista para poner el vapor generado en el nivel de presión de la red de vapor fresco para permitir una realimentación a través de la conducción de realimentación.

Además también es preferible conforme a la invención, particularmente para lograr una separación óptima de vapor/condensado y para poder construir un circuito de regulación, que el dispositivo comprenda además un primer purgador de condensado, que esté en conexión con la conducción de condensado así como una primera conducción de recirculación unida al primer purgador de condensado. La primera fase de presión a este respecto está formada por una primera bomba en la primera conducción de recirculación. Además está previsto un segundo purgador de condensado, que está en conexión con la primera conducción de recirculación. Como se puede ver claramente a continuación, la temperatura en el segundo purgador de condensado es claramente más alta que la temperatura en

el primer purgador de condensado y por lo tanto el condensado que se incorpora a través de la primera conducción de recirculación en el segundo purgador de condensado. Para equilibrar esta diferencia de temperatura, el condensado se incorpora preferentemente a través de un difusor en el segundo purgador de condensado. Además está prevista una segunda conducción de recirculación, que está unida al segundo purgador de condensado. La segunda fase de presión se forma en este caso por una segunda bomba en la segunda conducción de recirculación y el intercambiador de calor está integrado en la segunda conducción de recirculación pospuesto a la segunda bomba. La tercera fase de presión se forma conforme a esta forma de realización preferentemente por un equipo de expansión dispuesto de forma pospuesta al intercambiador de calor en forma de una válvula de expansión o un capilar o regulador en la segunda conducción de recirculación. Además, la segunda conducción de recirculación está unida con el segundo purgador de condensado pospuesta al equipo de expansión. La realimentación del vapor generado también se efectúa desde el segundo purgador de condensado, para lo que está conectada la conducción de realimentación con el mismo.

Dependiendo de la temperatura inicial del condensado y de la temperatura del aire de salida que fluye a través del intercambiador de calor, el segundo nivel de presión se encuentra preferentemente en un intervalo de 2,3-2,7 MPa (23-27 bar), preferentemente en un intervalo de 2,4-2,6 MPa (24-26 bar) y más preferentemente en 2,5 MPa (25 bar). Este intervalo de presión se elige de forma que al pasar por el intercambiador de calor dependiendo del calor transmitido al condensado, la temperatura de ebullición no se supera y así todavía no se genera vapor. Este debe generarse según la forma de realización preferida solo por la expansión en la tercera fase de presión.

El primer nivel de presión se encuentra dependiendo de la presión de la red de vapor fresco en un intervalo de 1,0-1,5 MPa (10-15 bar), preferentemente 1,3-1,4 MPa (13-14 bar) y más preferentemente en 1,3 MPa (13 bar).

Como alternativa al diseño del equipo de expansión en forma de un intercambiador de calor integrado en la segunda conducción de recirculación también se puede concebir que el equipo de transferencia de energía comprenda un purgador de condensado, por el que la conducción del aire de salida preferentemente tenga un recorrido preferentemente con una superficie grande, de tal manera que la transición de calor del aire de salida se transmita al condensado en el purgador de condensado, con lo que se evapora el condensado en el purgador de condensado. Con esta forma de realización, el vapor generado en el purgador de condensado también se guía de vuelta a través de la conducción de realimentación a la red de vapor fresco. Sin embargo, es problemático que en este caso el purgador de condensado con sus grandes dimensiones y su gran peso tiene que disponerse en una posición alta, es decir, por encima de la máquina papelera. Esto puede conducir por causas constructivas y de la técnica de construcción a problemas. Pero la ventaja de este diseño es que se puede renunciar a bombas y válvulas.

Para lograr una transmisión de calor suficientemente alta y así construir un sistema eficaz, es particularmente preferente usar campanas de altas temperaturas como campanas de aire caliente, como se describen, por ejemplo, en el documento EP 0 905 311 A2. Tales campanas de aire caliente están diseñadas para soplar aire caliente con una temperatura de más de 530 °C sobre la banda de papel tisú. De momento se logran aproximadamente 650 °C como máximo. El aire de salida de una campana de alta temperatura así tiene, según el caso de uso, una temperatura de aproximadamente 150 °C menos que el aire caliente y llega así a 500 °C como máximo.

Aparte del dispositivo conforme a la invención también se propone un procedimiento para la recuperación de vapor durante el secado de una banda de papel tisú con un cilindro alimentado de la red de vapor fresco y una campana de aire caliente que hace fluir aire caliente sobre la banda de papel tisú. El procedimiento conforme a la invención comprende las etapas de extracción del condensado del cilindro, compresión del condensado a un primer nivel de presión correspondiente al de la red de vapor fresco, calentamiento del condensado por intercambio de calor con el aire de salida de la campana de aire caliente, evaporación del condensado y alimentación del vapor generado a la red de vapor fresco.

Correspondientemente al dispositivo es preferible comprimir el condensado, después de la compresión al nivel de presión y antes del calentamiento del condensado con aire de salida de la campana de aire caliente, a un segundo nivel de presión más alto, con lo que se aumenta la temperatura de ebullición del condensado (agua) y así se reduce la aparición de burbujas de vapor. A través de esto es posible una mejor transmisión de calor. Además es preferible que el condensado no se evapore durante la transmisión de calor del aire de salida al condensado, es decir, que se elige el nivel de presión lo suficientemente alto y la evaporación tiene lugar solo después del calentamiento del condensado con aire de salida de la campana de aire caliente destensando hasta el primer nivel de presión.

Los intervalos de presión del segundo y primer nivel de presión corresponden con los intervalos de presión mencionados anteriormente y el aire de salida presenta preferentemente una temperatura de más de 350 °C.

Aparte de las características mencionadas anteriormente, que, a no ser que se contradigan, pueden entrar en acción individual e independientemente o en cualquier combinación, se pueden ver otras características individuales de la siguiente descripción de una forma de realización preferente, que se pueden combinar con una o varias de las anteriores características. Esta descripción se efectúa remitiéndose a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra un diagrama de un dispositivo conforme a la invención en una primera forma de realización; y

5 la figura 2 muestra un diagrama de un dispositivo conforme a la invención en una segunda forma de realización.

En la figura 1 no están representados los elementos de la máquina de papel tisú, a excepción del cilindro yankee calentable por vapor 10 y la campana de aire caliente de alta temperatura 11 perteneciente. En el caso de la campana de aire caliente 11 se puede tratar, por ejemplo, de una campana de aire caliente según el documento EP 10 0 905 311 A2. Además se muestra una conducción de red de vapor fresco 12, que ha de representar la red de vapor fresco desde la cual se abastece el cilindro yankee 10 con vapor. La red de vapor fresco 12 pone a este respecto a disposición vapor fresco con una presión de aproximadamente 1,3 MPa (13 bar). La red de vapor fresco 12 y el cilindro yankee 10 están unidos por una conducción de abastecimiento 13. En la conducción de abastecimiento 13 se produce una reducción de presión a través de un equipo de expansión 14. El vapor suministrado con una presión 15 de 0,6-0,8 MPa (6-8 bar) al cilindro yankee 10 calienta el cilindro yankee 10 de tal manera que la banda de papel tisú (no representada) que rodea la superficie exterior o una parte de la superficie exterior del cilindro yankee 10 se seca a través de la conducción de calor.

A lo largo de una subzona de la superficie exterior del cilindro yankee 10 está dispuesta además una denominada 20 campana de aire caliente de alta temperatura 11, que en la forma de realización representada sopla aire caliente en un intervalo de temperaturas de actualmente 650 °C como máximo sobre el lado contrario a la superficie exterior del cilindro yankee 10 sobre la banda de papel tisú, por lo que la misma se seca mediante convección. Después de impactar con la banda de papel tisú, el aire caliente se purga a través de canales de aire de salida (no representados) de la campana de aire caliente 11, para lo que está dispuesto al final de una conducción de aire de salida 25 un ventilador 16. El aire de salida se libera a través de una conducción de aire de salida 15, a través de una derivación 40 con una tapa 42 para abrir o cerrar la derivación a través del ventilador 16 para la generación de agua caliente, para calentar la sala de máquinas en la que se encuentra la máquina papelera, para el precalentamiento del aire fresco o para otras medidas de recuperación del calor a través del ventilador 16. Como alternativa y según la presente invención, el aire de salida puede fluir por la conducción de aire de salida 15 con la 30 tapa 43 abierta a través de la conducción 41 por un intercambiador de calor 38 integrado en la conducción de aire de salida 15 antes de que se suministre a través del ventilador 16 a las medidas de recuperación de calor mencionadas. Con respecto al intercambiador de calor 38 se puede tratar de un intercambiador de calor tubular convencional.

Al calentar el cilindro yankee 10, el vapor se condensa y el condensado que se encuentra en el área de la 35 temperatura de vapor saturado, se libera en un intervalo de presión entre aproximadamente 0,5-0,6 MPa (5-6 bar) del cilindro yankee 10. Para esto está prevista una conducción de condensado 17. La conducción de condensado 17 desemboca en un primer purgador de condensado 18, en el que se separa el condensado del vapor. La zona superior del purgador de condensado 18 está además unida por una conducción 19 con un termocompresor 20 (bomba de chorro), que a través de una conducción 21 y una válvula 23 se puede poner en conexión de fluidos con la conducción de red de vapor fresco 12. Por ello, el vapor que se encuentra en el primer purgador de condensado 40 18 en un intervalo de presión entre 0,5-0,6 MPa (5-6 bar) y a una temperatura de aproximadamente 150 °C a 160 °C se aspira por el termocompresor 20 y se suministra a través de la conducción de abastecimiento 13 otra vez al cilindro yankee 10. En la zona inferior del primer purgador de condensado 18 se recoge el condensado 22 (agua evaporada), es decir, agua que se encuentra esencialmente cerca de la temperatura de vapor saturado. El condensado se suministra a través de un equipo de expansión (26) a un recipiente de recogida (no representado). Además, la zona inferior del primer purgador de condensado 18 está unida para la evacuación del condensado 22 con una primera conducción de recirculación 25. A través de una válvula 27, el condensado 22 en el primer purgador de condensado 18 puede fluir a la primera conducción de recirculación 25. Una primera bomba 28 (primera fase de presión) está dispuesta de modo pospuesto a la válvula 27. La bomba 28 conduce a una compresión del condensado 22 a una presión de aproximadamente 1,35 MPa (13,5 bar) e impele el condensado a un segundo purgador de condensado 29. En la entrada del segundo purgador de condensado 29, el condensado tiene una presión de aproximadamente 1,3 MPa (13 bar) y una temperatura entre aproximadamente 150 °C y 160 °C. En el segundo purgador de condensado 29 existe (como se explica más adelante) no obstante una temperatura de aproximadamente 180 °C a 190 °C. Debido a la diferencia de temperatura entre el condensado incluido y el medio 55 en el segundo purgador de condensado 29, el condensado se incluye desde la conducción de recirculación 25 a través de un difusor 30 al segundo purgador de condensado 29. En la sección inferior del segundo purgador de condensado 29 se recoge esencialmente condensado líquido 31. La zona inferior del segundo purgador de condensado 29 está unida con una segunda conducción de recirculación 33. Una segunda bomba 34 (segunda fase de presión) está dispuesta de modo pospuesto al purgador de condensado 29. La segunda bomba 34 comprime el condensado 31 del segundo purgador de condensado 29 a una presión de aproximadamente 2,5 MPa (25 bar). 60

El condensado comprimido que se encuentra pospuesto a la bomba 34 por ejemplo en un intervalo de temperaturas de aproximadamente 180 °C a 190 °C fluye por el intercambiador de calor 38. A este respecto se transfiere la energía del aire de salida en la conducción de aire de salida 15 al condensado en la conducción de recirculación 33 65 y el condensado se calienta. A este respecto, la presión del condensado está elegida de manera tan alta, que no se produce evaporación del condensado durante el calentamiento del condensado y particularmente no se producen

burbujas de vapor. Pospuesto al intercambiador de calor 38, el condensado tiene aproximadamente una temperatura de 209 °C con una presión de 2,5 MPa (25 bar). Además está prevista en la conducción de recirculación 33, pospuesta al intercambiador de calor 38, una válvula de expansión 35. En la válvula de expansión 35 se expande una parte del condensado de 2,5 MPa (25 bar) a aproximadamente 1,35 MPa (13,5 bar), lo que hace que el condensado se evapore de repente y se produzca una reducción de temperatura hasta la temperatura de vapor saturado. Detrás de la válvula de expansión 35 (equipo de expansión), la segunda conducción de recirculación 33 desemboca en el segundo purgador de condensado 29 preferentemente en una zona superior del mismo. En la zona del segundo purgador de condensado 29 se encuentra por consiguiente vapor generado del condensado en un intervalo de presión entre 1,3-1,4 MPa (13-14 bar) y a una temperatura de aproximadamente 180-190 °C.

A la zona superior del segundo purgador de condensado 36 está unida una conducción de realimentación, que a través de una válvula 37 se puede poner en conexión de fluido o está unida con la conducción de la red de vapor fresco 12. Si la válvula 37 está abierta, el vapor generado desde el segundo purgador de condensado 29 se realimenta a la red de vapor fresco o a la conducción de la red de vapor fresco, correspondiéndose la presión del vapor aproximadamente a la presión de la red de vapor fresco.

La función del dispositivo conforme a la invención y con ello el procedimiento conforme a la invención se explica a continuación.

El vapor de agua condensada en el cilindro yankee 10, usado para el secado de la banda de papel tisú (no representada) se libera en forma de agua de vapor (condensado) existente alrededor de la temperatura de vapor saturado a través de la conducción de condensado 17 del cilindro yankee 10 y en un intervalo de presión entre 0,5-0,6 MPa (5-6 bar). El condensado se suministra a un primer purgador de condensado 18. Allí se produce una primera separación entre la fase vapor y la fase líquida. El agua líquida (condensado) 22 se recoge en la zona inferior del primer recipiente de condensado 18 y es comprimida, con la válvula 27 abierta, a través de la primera conducción de recirculación 25 por la primera bomba 28 (primera fase de presión) a aproximadamente 1,35 MPa (13,5 bar) y conducida al segundo purgador de condensado 29. El condensado se alimenta después a través de un difusor 30 al segundo purgador de condensado 29, donde se produce de nuevo una separación entre fase vapor y fase líquida. El condensado líquido 31 que se recoge en la zona inferior del segundo purgador de condensado 29 se comprime a través de la válvula 32 por la segunda bomba 34 de la segunda conducción de recirculación 33 por la presión existente en el segundo purgador de condensado 29 entre 1,3-1,4 MPa (13-14 bar) a 2,5 MPa (25 bar) y con una temperatura de aproximadamente 180 °C se conduce al intercambiador de calor 38. En la salida del intercambiador de calor 38, el condensado aún muestra una presión de 2,5 MPa (25 bar), pero una temperatura claramente más alta de 209 °C. El aire de salida de la campana de aire caliente fluye a este respecto con una temperatura de 500 °C como máximo por el intercambiador de calor 38 y calienta a este respecto el condensado desde la temperatura inicial de 180 °C hasta aproximadamente 209 °C. A través del equipo de expansión en forma de la válvula de expansión 35 se reduce de repente el nivel de presión del condensado calentado de 2,5 MPa (25 bar) a 1,35 MPa (13,5 bar), con lo cual también se produce una reducción de la temperatura a temperatura de vapor saturado. A causa de esta reducción de presión se evapora el condensado de repente, de tal manera que el condensado pasa a la fase vapor. El vapor se libera a través de la conducción de recirculación 33 al segundo purgador de condensado 29 y puede realimentarse desde allí a través de la conducción de realimentación 36 con la válvula abierta 37 a la red de vapor fresco. A causa de las dos fases de presión, particularmente la segunda fase de presión con un aumento de la presión a 2,5 MPa (25 bar), la temperatura de ebullición del condensado se incrementa notablemente, de tal manera que las burbujas contenidas por lo demás posiblemente en el condensado se evitan. Debido a eso, la transmisión de calor del aire de salida al condensado en el intercambiador de calor 38 puede diseñarse de una manera más eficaz. De esa manera se puede lograr un aprovechamiento más eficaz del contenido de energía del aire de salida.

A través del sistema conforme a la invención es posible, en una máquina papelerera con un consumo de vapor entre 7-9 toneladas por hora, devolver 1-3 toneladas de vapor por hora a la red de vapor fresco 12. De esa manera, la necesidad real de vapor fresco de la red está reducida 1-3 toneladas, por lo que se pueden reducir los costes para el vapor fresco enormemente (hasta 1/3). Además, la realimentación a la red de vapor fresco es particularmente ventajosa desde puntos de vista de la técnica reguladora, ya que no aparecen oscilaciones de necesidades. La red de vapor fresco, que pone a disposición una cantidad de vapor fresco de al menos 20 toneladas, forma un gran amortiguador y puede amortiguar las 1-3 toneladas realimentadas sin problemas de técnica reguladora. De esa manera, no se puede producir un sobre-abastecimiento del cilindro yankee con vapor y con ello un incremento demasiado grande de temperatura u oscilaciones. Si la superficie exterior del cilindro yankee está demasiado caliente, conlleva la problemática de que debido a la humedad de la banda de papel tisú se forman burbujas de vapor y el papel se levanta del cilindro yankee. Si el perfil de temperatura en el cilindro yankee varía en más de 10 °C, hay que contar con considerables problemas en la producción. A causa de eso resultan oscilaciones de calidad en la banda de papel que son indeseables, pero que se producen a raíz de un secado inestable. Con el dispositivo conforme a la invención o el procedimiento correspondiente pueden evitarse un "sobrecalentamiento u oscilaciones de temperatura" del cilindro yankee con los mencionados problemas relacionados. La energía existente se realimenta a la red y se elimina así de momento del circuito de regulación.

Otra ventaja es que por la recirculación del condensado y la obtención de vapor, también se puede reducir alrededor de 1-3 toneladas la cantidad de condensado que a través de las conducciones 24 y 26 se ha de desviar al recipiente de recogida de condensado. La cantidad reducida de agua refrigerante conduce también a una reducción de los costes de producción.

5 De esta manera, el presente sistema representa una ventaja enorme con respecto al estado de la técnica.

10 Como alternativa a la forma de realización descrita con respecto a la figura 1, sin embargo, también se puede concebir ejecutar el dispositivo según el diseño de la figura 2. Aquí, las piezas iguales o los elementos similares están marcados con las mismas referencias y se renuncia a una nueva descripción.

15 El diseño de la figura 2 se diferencia esencialmente del de la figura 1 en que se suprime la segunda fase de presión con la segunda conducción de recirculación 33, la válvula 32 y la bomba 34, así como la válvula de expansión 35 y el intercambiador de calor 38.

20 En lugar de ello, el condensado 22 se comprime en el primer purgador de condensado 18 a través de la bomba 28 y la primera conducción de recirculación 25 a 1,3 MPa (13 bar) y a través del difusor 30 se alimenta al segundo purgador de condensado 29. Allí se recoge el condensado líquido en la zona inferior del segundo purgador de condensado 29. Preferentemente por esta zona está conducida la conducción de aire de salida 15 en forma de un intercambiador de calor tubular (aire-agua) 39, de tal manera que el calor del aire de salida en la conducción de aire de salida 15, que fluye por la válvula 43 y la conducción 41 a la espiral 39, se transmite directamente al condensado 31 contenido en el segundo purgador de condensado 29 y se evapora en el segundo purgador de condensado. A continuación, el aire de salida más fresco se suministra a través del ventilador 16 a las otras medidas de recuperación de calor ya anteriormente mencionadas. El vapor generado en el segundo purgador de condensado 29 se realimenta a su vez a través de la conducción de realimentación 36 con la válvula 37 abierta a la conducción de red de vapor fresco 12 y así a la red de vapor fresco.

30 La ventaja de este diseño es que se puede prescindir de la segunda fase de presión y su elemento, con lo que se pueden disminuir dado el caso los costes de inversión. Por lo tanto, la estructura del dispositivo es claramente más sencilla en cuanto a la construcción. Sin embargo, la desventaja de este diseño, en comparación con el diseño de la figura 1, es que el segundo purgador de condensado 29 se debe prever en la posición superior, es decir, directamente debajo o encima del techo de la nave de la sala de máquinas que alberga a la máquina papelera. Pero un recipiente de este tipo tiene unas dimensiones exteriores grandes y un peso entre aproximadamente 30-50 toneladas, con lo cual pueden surgir problemas constructivos.

35 Por lo demás, la segunda forma de realización ofrece las mismas ventajas que las descritas con referencia a la figura 1.

40 Aparte de las formas de realización descritas anteriormente, por supuesto también se pueden concebir otros diseños y/o combinaciones de las formas de realización. Así, por ejemplo, se podría conducir el aire de salida de la figura 1, que abandona el intercambiador de calor 38, a continuación por el segundo purgador de condensado 29 para precalentar ya allí el condensado. También se podrían utilizar otras fuentes de calor de salida de la máquina papelera para, por ejemplo, precalentar el condensado en uno u otro punto (primer o segundo purgador de condensado o en otro punto). El experto reconoce, en vista de las anteriores realizaciones, que se pueden concebir y llevar a la práctica las más diversas variaciones y modificaciones de las formas de realización representadas sin apartarse de la idea básica de la presente invención, como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el secado de una banda de papel tisú, que comprende un cilindro (10) calentable; una conducción de abastecimiento (13) que para el calentamiento del cilindro con vapor está unida con el cilindro y que se puede unir a una red de vapor fresco (12); una conducción de condensado (17) para la extracción de condensado del cilindro; una campana de aire caliente (11) en la circunferencia exterior del cilindro para hacer fluir aire caliente en dirección de la circunferencia exterior; una conducción de aire de salida (15) unida a la campana de aire caliente para la desviación del aire de salida de la campana de aire caliente; y un equipo de evaporación para evaporar al menos parcialmente el condensado con un equipo de transferencia de energía (38 o 39) para transferir energía del aire de salida en la conducción de aire de salida, pospuesta a la primera fase de presión, al condensado; **caracterizado por** una primera fase de presión (28) que está diseñada para comprimir condensado del cilindro a esencialmente un primer nivel de presión, abasteciendo la red de vapor fresco al menos dos consumidores con vapor fresco en el primer nivel de presión; y una conducción de realimentación (36), que se puede unir a la red de vapor fresco para realimentar el vapor generado del condensado a la red de vapor fresco.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el equipo de evaporación comprende además:
- una segunda fase de presión (34) que está diseñada para comprimir el condensado del primer nivel de presión a un segundo nivel de presión, estando formado el equipo de transferencia de energía por un intercambiador de calor (38) dispuesto en la conducción de aire de salida, que está pospuesto a la segunda fase de presión, para calentar el condensado comprimido al segundo nivel de presión; y
- una tercera fase de presión (35) que está diseñada para expandir y para evaporar el condensado calentado del segundo nivel de presión a esencialmente el primer nivel de presión.
3. Dispositivo según la reivindicación 2, que comprende además:
- un primer purgador de condensado (18), que está en conexión con la conducción de condensado (17), una primera conducción de recirculación (25) unida al primer purgador de condensado, estando formada la primera fase de presión por una primera bomba (28) en la primera conducción de recirculación,
- un segundo purgador de condensado (29), que está en conexión con la primera conducción de recirculación preferentemente a través de un difusor (30) y que se calienta a través de un intercambiador tubular (39) con el aire de salida caliente, emitiéndose el vapor generado en el purgador de condensado a través de la válvula de regulación (37) a la red de vapor fresco (12).
4. Dispositivo según la reivindicación 2 o 3, que comprende además:
- una segunda conducción de recirculación (33) unida al segundo purgador de condensado, estando formada la segunda fase de presión por una segunda bomba (34) en la segunda conducción de recirculación y estando integrado el intercambiador de calor (38) en la segunda conducción de recirculación de modo pospuesto a la segunda bomba, estando formada la tercera fase de presión por un equipo de expansión (35), particularmente una válvula de expansión, dispuesto de modo pospuesto al intercambiador de calor en la segunda conducción de recirculación, estando unida la segunda conducción de recirculación de modo pospuesto al equipo de expansión con el segundo purgador de condensado, estando unida la conducción de realimentación con el segundo purgador de condensado.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el segundo nivel de presión se encuentra en un intervalo de 2,3-2,7 MPa (23-27 bar), preferentemente de 2,4-2,6 MPa (24-26 bar), más preferentemente en 2,5 MPa (25 bar).
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer nivel de presión se encuentra en un intervalo de 1,0-1,5 MPa (10-15 bar), preferentemente de 1,3-1,4 MPa (13-14 bar), más preferentemente en 1,3 MPa (13 bar).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 6, en el que el equipo de transferencia de energía comprende un purgador de condensado (29) por el que pasa la conducción de aire de salida (39).
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la campana de aire caliente está diseñada para hacer fluir aire caliente con una temperatura de más de 530 °C en dirección de la circunferencia exterior.
9. Procedimiento para la recuperación de vapor durante el secado de una banda de papel tisú con un cilindro (10) alimentado de una red de vapor fresco (12) y una campana de aire caliente (11) que hace fluir aire caliente sobre la banda de papel tisú, que comprende las etapas:
- extracción de condensado del cilindro; calentamiento del condensado por intercambio de calor con el aire de salida de la campana de aire caliente; y evaporación del condensado, **caracterizado por** compresión del condensado a un primer nivel de presión esencialmente correspondiente al de la red de vapor

fresco; y
alimentación del vapor generado a la red de vapor fresco.

- 5 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que el condensado se comprime, después de la compresión al primer nivel de presión y antes del calentamiento del condensado con el aire de salida de la campana de aire caliente, a un segundo nivel de presión y en el que el condensado se relaja para la evaporación después del calentamiento del condensado con aire de salida de la campana de aire caliente a esencialmente el primer nivel de presión.
- 10 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el segundo nivel de presión se encuentra en un intervalo de 2,3-2,7 MPa (23-27 bar), preferentemente de 2,4-2,6 MPa (24-26 bar), más preferentemente en 2,5 MPa (25 bar).
- 15 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el primer nivel de presión se encuentra en un intervalo de 1,0-1,5 MPa (10-15 bar), preferentemente de 1,3-1,4 MPa (13-14 bar), más preferentemente en 1,3 MPa (13 bar).
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, en el que el aire de salida presenta una temperatura de más de 350 °C.

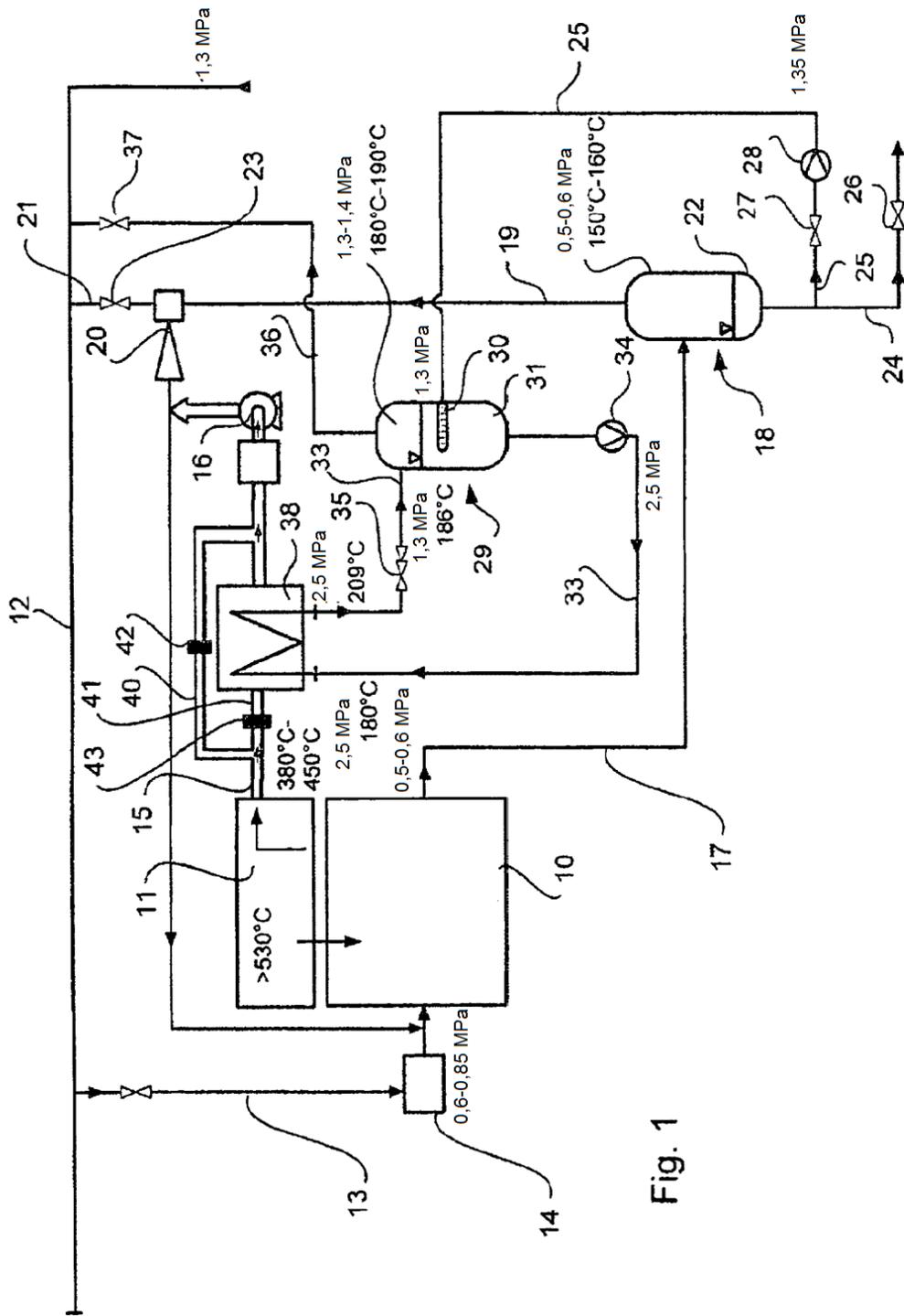


Fig. 1

