



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 269 158**

51 Int. Cl.:  
**D21F 5/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00944060 .3**

86 Fecha de presentación : **28.06.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1218589**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **03.07.2002**

54 Título: **Aparato de secado de banda sobre soporte de aire y método para mejorar la transferencia de calor en un aparato de secado de banda sobre soporte de aire.**

30 Prioridad: **30.06.1999 FI 991497**

73 Titular/es: **Metso Paper, Inc. (Reg. No. 763281)**  
**Fabianinkatu 9 A**  
**00130 Helsinki, FI**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.04.2007**

72 Inventor/es: **Heikkilä, Pertti y**  
**Solin, Richard**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.04.2007**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 269 158 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 de secado de banda sobre soporte de aire y método para mejorar la transferencia de calor en un aparato de secado de banda sobre soporte de aire.

El objeto de la presente invención es una disposición de boquilla en un aparato de secado de banda sobre soporte de aire ("airborne web-drying") y un método para mejorar la transferencia de calor en el secado de banda sobre soporte de aire, definiéndose el aparato y el método en los preámbulos de las reivindicaciones independientes presentadas más adelante.

Entonces, el objeto de la invención es normalmente una disposición de boquilla que comprende al menos una boquilla de sobrepresión que se extiende transversalmente a la banda y que tiene en ambos lados de la boquilla, es decir en los lados de entrada y salida de la boquilla, una ranura de boquilla que se extiende a través de la banda, en cuyo caso las ranuras de boquilla en los lados opuestos de la boquilla comprenden una ranura de boquilla que se extiende a través de la banda o una fila de orificios de boquilla sucesivos. Las ranuras de boquilla se disponen para insuflar chorros de aire de secado de manera oblicua unos contra otros, o se disponen para insuflar chorros de aire de secado, que se guían unos contra otros con la ayuda de superficies curvas de Coanda. La disposición comprende además al menos una boquilla de impacto directo que se extiende a través de la banda, en cuyo caso se forma una pluralidad de ranuras de boquilla u orificios de boquilla en esta boquilla de impacto directo para insuflar aire principalmente de manera perpendicular contra la banda. Ventajosamente, los orificios o ranuras de boquilla de la boquilla de impacto directo se disponen en una o más filas, o de lo contrario se distribuyen de manera uniforme sobre la superficie de soporte de la boquilla de impacto directo.

Normalmente, se dispone una pluralidad de boquillas de sobrepresión o boquillas de impacto directo en una sucesión alterna en ambos lados de la banda. Así, se disponen una boquilla de sobrepresión y una boquilla de impacto directo opuestas entre sí, tal como se muestra por ejemplo en la publicación de patente internacional WO 95/14199. En la solución presentada en la publicación WO, el espacio entre cada boquilla de sobrepresión y la boquilla de impacto directo adyacente forma un conducto de descarga para el aire húmedo de descarga. Los conductos de descarga son regiones ineficaces con respecto al secado de la banda.

El objetivo es mejorar continuamente el efecto del secado de banda sobre soporte de aire, por ejemplo, con el fin de poder realizar el secado más rápido y/o reducir el tamaño del secador. Un medio económico para mejorar el efecto del secado de banda sobre soporte de aire es aumentar la temperatura de la boquilla. Sin embargo, no es posible aumentar la temperatura de la boquilla en algunas aplicaciones, o no puede obtenerse el efecto deseado con esta única medida.

El objeto de la presente invención es proporcionar una disposición de boquilla y un método mejorados que pueden aumentar el efecto de secado de banda sobre soporte de aire.

Un objeto particular es proporcionar una disposición de boquilla que es fácil de realizar en aparatos de secado de banda sobre soporte de aire de diferentes tipos.

Un objeto adicional es proporcionar una disposición de boquilla y un método mejorados que no requieren un espacio adicional sustancial para el aparato de secado de banda sobre soporte de aire.

Según la invención, estos objetos se resuelven con un aparato de secado de banda sobre soporte de aire que tiene las características de la reivindicación 1 y un método para realizar la transferencia de calor más eficaz según se define en la reivindicación 14.

La solución según la invención usa conjuntos de boquilla que, en la misma estructura, combina al menos una boquilla de sobrepresión y al menos una boquilla de impacto directo. El conjunto de boquilla de sobrepresión y boquilla de impacto directo se monta ventajosamente en una estructura de armazón común y en una cámara de boquillas común. El conjunto de boquilla comprende normalmente una boquilla de sobrepresión y una boquilla de impacto directo dispuesta en ambos lados de la boquilla de sobrepresión, es decir, en sus lados de entrada y salida. Por tanto, no se forma un conducto de descarga convencional para el aire húmedo entre la boquilla de sobrepresión y la boquilla de impacto directo en el conjunto de boquilla. Comparado con las soluciones convencionales, puede utilizarse una parte mayor del área del secador de esta manera en el proceso de secado real. Los conductos de descarga para el aire húmedo se disponen entre los diferentes conjuntos de boquilla. Cada conducto descarga el aire de secado insuflado tanto por la boquilla de sobrepresión como la boquilla de impacto directo. Las boquillas de impacto directo se disponen con relación a la banda, de modo que no impiden que se descargue aire desde la boquilla de sobrepresión. La banda facilitará además la descarga de aire desde la región de la boquilla de impacto directo en la dirección de desplazamiento de la banda.

En otra solución típica según la invención, se dispone una boquilla de impacto directo en el lado de entrada o salida en la dirección de desplazamiento de la banda de la boquilla de sobrepresión y se une directamente a la boquilla de sobrepresión, de modo que se forma un conjunto que comprende una boquilla de sobrepresión y una boquilla de impacto directo.

La distancia entre las ranuras de boquilla de la boquilla de sobrepresión y la primera fila de orificios de boquilla más próxima a la boquilla de sobrepresión es ventajosamente  $> 30$  mm pero  $< 100$  mm, normalmente de 40 a 60 mm.

En soluciones convencionales de secado de banda sobre soporte de aire, existe un conducto de aire de descarga relativamente ancho entre cada par de boquillas sucesivas. Entonces, las mismas boquillas cubren sólo menos de la mitad del área total. En este caso, habrá una escasa transferencia de calor en la región del conducto de aire de descarga, ya que no se dirigen chorros de aire a la banda en esta región. En la solución según la invención, el secado utiliza también una parte del espacio vacío que queda entre las boquillas individuales en secadores convencionales. El impacto directo dispuesto en relación con la boquilla de sobrepresión permite que se dirija una cantidad total aumentada de aire de secado a la banda, es decir, en esta región puede aumentarse el coeficiente de transferencia de calor y puede hacerse más eficaz la transferencia de calor. En mediciones, se encontró que puede conseguirse un aumento considerable de la transferencia de calor con la solución según la invención. La transferencia de calor puede hacerse más ef-

caz con la solución según la invención, también cuando la temperatura del aire de secado debe mantenerse muy baja, tal como por ejemplo en el secado de “recubrimientos térmicos”.

Cada conjunto de boquilla según la invención tiene normalmente orificios de boquilla en una o dos secciones de boquilla de impacto directo, ocupando los orificios de boquilla un área que tiene una longitud total de 20 a 250 mm en la dirección de desplazamiento de la banda, normalmente > 50 mm, lo más normalmente > 100 mm, o cubriendo del 10 al 60% de la longitud de la distribución de boquillas. Naturalmente, una boquilla de impacto directo puede tener sólo una fila de boquillas u orificios de boquilla, en cuyo caso el área es muy pequeña.

Los orificios de boquilla de las partes de boquilla de impacto directo tienen normalmente un diámetro de 2 a 10 mm, lo más normalmente de aproximadamente 5 mm, y las boquillas se disponen a una distancia entre sí que es de 10 a 50 mm, normalmente de 20 a 30 mm, tanto en la dirección transversal de la banda como en la dirección de desplazamiento de la banda. Los orificios de boquilla normalmente se disponen en filas en la dirección transversal de la banda. Existen normalmente de 2 a 7 filas sucesivas de orificios de boquilla en la dirección de desplazamiento de la banda. Ventajosamente, los orificios de boquilla en diferentes filas son solapantes, de modo que la cobertura total de los orificios es tan grande como sea posible. Los orificios de boquilla también pueden disponerse uniformemente sobre la superficie de soporte de la boquilla de otras maneras. Un aparato de secado de banda sobre soporte de aire contiene normalmente varios conjuntos de boquilla sucesivos en ambos lados de la banda que va a secarse.

En secadores calentados con vapor, la fuente calorífica forma un límite superior para la temperatura. También en este caso el secado puede hacerse más eficaz con la solución según la invención. Una boquilla eficaz puede aumentar el efecto de secado también en secadores calentados con gas.

Por otro lado, la solución según la invención también puede utilizarse en espacios pequeños, particularmente en espacios cortos, con el fin de maximizar el efecto de secado.

La separación entre dos conjuntos sucesivos según la invención forma un conducto de descarga para el aire húmedo de descarga. Los conjuntos de boquilla se disponen en diferentes lados de la banda que va a secarse, ventajosamente de tal manera que exista siempre una parte de un conjunto de boquilla, preferiblemente una parte de boquilla de sobrepresión, en el otro lado de la banda opuesto a un conducto de descarga. La intención es evitar una situación en la que se localizarían dos conductos de descarga opuestos entre sí. El objetivo es que la banda se guíe en todos los puntos mediante insuflaciones de aire de secado, al menos desde un lado de la banda. Normalmente también es un objetivo disponer las boquillas de sobrepresión en el aparato de secado de banda sobre soporte de aire de modo que haga que la banda se desplace hacia delante como una onda sinusoidal.

En una solución de disposición de boquilla ventajosa según la invención, la superficie de boquilla de la boquilla de impacto directo, es decir, la superficie de soporte de la boquilla, está a una distancia perpendicular mayor desde la línea de la banda que la boquilla de sobrepresión. La línea de la banda normalmen-

te significa una línea recta situada de manera central entre las cámaras de secado en lados opuestos de la banda. La propia banda se desplaza a lo largo de la línea de la banda, pero sin embargo, a menudo como una onda sinusoidal. La distancia de la superficie de boquilla de una boquilla de impacto directo desde la línea de la banda es ventajosamente de 5 a 40 mm, normalmente de 10 a 15 mm, más larga que la distancia de la superficie de soporte de una boquilla de sobrepresión desde la línea de la banda. La distancia perpendicular de la superficie de boquilla de una boquilla de impacto directo desde la línea de la banda es normalmente de aproximadamente 20 a 30 mm. Esto garantiza un espacio de gas de descarga en los lados de entrada y salida de la boquilla entre la boquilla de impacto directo y la banda, para aire insuflado desde las ranuras de boquilla en los lados de entrada y salida de la boquilla de sobrepresión.

Cuando la superficie de boquilla de la boquilla de impacto directo se sitúa a una distancia mayor desde la línea de la banda que la superficie de boquilla o la superficie de soporte de la boquilla de sobrepresión, se garantiza que los chorros de aire procedentes de la parte de boquilla de impacto directo no interfieran en el funcionamiento de la boquilla de sobrepresión. Preferiblemente, debe dimensionarse la estructura de la boquilla de impacto directo y sus chorros de aire, de modo que los chorros de aire se aparten de manera adecuada de la boquilla de sobrepresión, hacia el conducto de descarga del aire de retorno, es decir, el aire de descarga, y no tiendan a formar una obstrucción del flujo de aire que abandona la boquilla de sobrepresión.

El conducto de descarga entre dos conjuntos de boquilla adyacentes se dimensiona ventajosamente de modo que puede retirar, con respecto a la dirección de desplazamiento de la banda, el aire de descarga procedente del lado de salida de la boquilla de sobrepresión en el lado aguas arriba del conducto de descarga, y el aire de descarga procedente de la boquilla de impacto directo dispuesta en el lado de salida de esta boquilla de sobrepresión, y el aire de descarga procedente del lado de entrada de la boquilla de sobrepresión en el lado aguas abajo del conducto de descarga, y el aire de descarga procedente de la boquilla de impacto directo dispuesta en el lado de entrada de esta boquilla de sobrepresión.

El área del conducto de descarga en la dirección de la banda es ventajosamente inferior al 40% del área total correspondiente del aparato de secado de banda sobre soporte de aire, es decir, del área correspondiente cubierta por las boquillas y el conducto de descarga.

El área ( $A_1$ ) total de las aberturas de la boquilla o boquillas de impacto directo en cada conjunto de boquilla de impacto directo y de boquilla de sobrepresión es normalmente de aproximadamente el 40 al 100% del área ( $A_2$ ) total de las ranuras de boquilla de la boquilla de sobrepresión, cuando sólo hay una boquilla de impacto directo en un lado y de aproximadamente el 40 al 150% del área ( $A_2$ ) total de las ranuras de boquilla de la boquilla de sobrepresión, cuando hay una boquilla de impacto directo en ambos lados de la boquilla de sobrepresión.

La anchura de las ranuras de boquilla de las boquillas de sobrepresión es normalmente de aproximadamente 1,5 mm. El área abierta de las ranuras de las boquillas de sobrepresión es del 1 al 2%, normalmente del 0,8 al 1,5%, lo más normalmente de aproxima-

damente el 1,2% del área total del aparato de secado de banda sobre soporte de aire. El área abierta de los orificios de las boquillas de impacto directo es, en la misma medida, de aproximadamente el 0,5 al 1,5% del área total del aparato de secado de banda sobre soporte de aire. Áreas de abertura mayores o menores pueden a veces ponerse en duda.

En algunos casos, particularmente cuando la anchura de la boquilla de impacto directo en la dirección de desplazamiento de la banda es relativamente grande, la superficie de boquilla de la boquilla de impacto directo dispuesta en el lado de salida de la boquilla de sobrepresión puede ser curva, de modo que su distancia desde la banda aumenta en la dirección de desplazamiento de la banda.

Con el método según la invención, la transferencia de calor en el secado de banda sobre soporte de aire puede aumentarse de manera eficaz insuflando aire de soplado directamente en el lado de salida y/o entrada de la boquilla de sobrepresión, principalmente de manera perpendicular contra la banda, con la ayuda de una boquilla de impacto directo que tiene la superficie de boquilla a una distancia mayor desde la banda que la superficie de boquilla de la boquilla de sobrepresión. Por tanto, la solución según la invención garantiza que el aire de secado insuflado desde las ranuras de boquilla en el lado de salida y/o el lado de entrada de la boquilla de sobrepresión y el aire de secado insuflado desde la boquilla de impacto directo forman aire húmedo de descarga, que puede guiarse fuera de la región de la banda a través de un conducto de descarga formado en el lado de salida y/o el lado de entrada de la boquilla de impacto directo, sin interferir en el funcionamiento de la boquilla de sobrepresión.

La invención se describe en más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 muestra, tal como se observa desde un lado, un aparato de secado de banda sobre soporte de aire dotado con una disposición de boquilla según la invención;

la figura 2 muestra esquemáticamente una sección transversal vertical en la dirección de desplazamiento de la banda de uno de los conjuntos de boquilla mostrados en la figura 1;

la figura 3 muestra una sección transversal según la figura 2 de otro conjunto de boquilla;

la figura 4 muestra una sección transversal según la figura 2 de un tercer conjunto de boquilla;

la figura 5 muestra, como se observa desde un lado y parcialmente en corte en la dirección de desplazamiento de la banda, una parte de un aparato de secado de banda sobre soporte de aire dotado con una disposición de boquilla según la invención;

la figura 6 muestra esquemáticamente un conjunto de boquilla según la invención en una sección transversal a lo largo de la dirección de desplazamiento de la banda y visto desde arriba;

la figura 7 muestra según la figura 6 otro conjunto de boquilla según la invención;

la figura 8 muestra según la figura 6 un tercer conjunto de boquilla según la invención; y

la figura 9 muestra según la figura 6 un cuarto conjunto de boquilla según la invención.

La figura 1 muestra un aparato de secado de banda sobre soporte de aire dotado con una disposición de boquilla ventajosa según la invención. En el aparato de secado de banda sobre soporte de aire, se dispo-

nen conjuntos 12 de boquilla tanto por encima como por debajo de la banda 10, estando formado cada conjunto de boquilla por una boquilla 14 de sobrepresión y boquillas 16, 16' de impacto directo dispuestas de manera simétrica a ambos lados de la boquilla de sobrepresión. Un conducto 18, 18' de descarga para el aire de descarga está dispuesto en las separaciones entre conjuntos de boquilla adyacentes.

En el caso de la figura 1, cada boquilla 14 de sobrepresión tiene dos ranuras 20, 22 de boquilla. Una primera ranura 20 de boquilla o del lado de entrada está en el lado 24 de entrada de la boquilla 14 de sobrepresión, y una ranura 22 de boquilla del lado de salida está en el lado 26 de salida de la boquilla. Una boquilla 16 de impacto directo del lado de entrada está conectada al lado de entrada de la boquilla 14 de sobrepresión, teniendo la boquilla de impacto directo orificios 17 de boquilla, y una boquilla 16' de impacto directo del lado de salida está conectada al lado de salida, teniendo esta boquilla de impacto directo orificios 17' de boquilla. La descarga de aire desde las ranuras 20, 22 de boquilla y los orificios 17, 17' de boquilla se describe en más detalle con relación a la figura 5.

En cada conjunto 12 de boquilla, el aire que fluye desde las ranuras 20 de boquilla en el lado de entrada de la boquilla de sobrepresión y desde los orificios 17 de boquilla de la boquilla de impacto directo en el lado de entrada de esta boquilla de sobrepresión se descarga principalmente a través del conducto 18 de descarga en el lado de entrada del conjunto de boquilla. En la misma medida, en cada conjunto 12 de boquilla, el aire que fluye desde las ranuras 22 de boquilla en el lado de salida de la boquilla de sobrepresión y desde los orificios 17' de boquilla de la boquilla de impacto directo en el lado de salida de esta boquilla de impacto directo se descarga principalmente a través del conducto (18') de descarga en el lado de salida del conjunto de boquilla.

Con las boquillas de impacto directo en esta solución ventajosa de la invención, puede intensificarse la transferencia de calor en ambos lados de la boquilla de sobrepresión. Además, la disposición (geometría) de los conjuntos de boquilla según la figura 1 ha demostrado ser muy ventajoso con respecto a la capacidad de avance ("runnability") en el secado de banda sobre soporte de aire. Diferentes factores afectan a la buena capacidad de avance. En primer lugar, en esta disposición la banda está soportada en todos los puntos por las insuflaciones, al menos en un lado de la banda. Una banda que tiene que desplazarse parcialmente sin ningún soporte se ondulará fácilmente a medida que encuentra su trayectoria correcta de desplazamiento, lo que produce problemas con respecto a la capacidad de avance. En segundo lugar, en la solución según la figura 1, hay una boquilla de sobrepresión en el lado opuesto de la banda en cada conducto de descarga para aire húmedo, es decir, en aquel punto en que la succión se dirige a la banda. Este efecto combinado de succión e insuflado que se dirige a la banda y guía la banda, alternativamente hacia arriba y alternativamente hacia abajo, producirá un movimiento estable con forma de onda sinusoidal en la banda. En tercer lugar, se disponen boquillas de impacto directo en ambos lados de la boquilla de sobrepresión, en cuyo caso las superficies planas de las boquillas de impacto directo, por su parte, estabilizan el desplazamiento de la banda.

La figura 2 muestra en una sección transversal ampliada el conjunto 12 de boquilla según la figura 1, en la que una parte 16, 16' de boquilla de impacto directo se dispone en ambos lados de la parte 14 de boquilla de sobrepresión. Tal como puede observarse en la figura 2, el conjunto de boquilla es una estructura integrada. El conjunto de boquilla tiene una cámara 11 de boquillas común.

Se disponen divisiones 13 que separan el lado de aire de entrada de la boquilla 14 de sobrepresión en la cámara 11 de boquillas. Esa parte 13' de la división 13 que se dirige hacia la banda forma la superficie de soporte de la boquilla de sobrepresión, que en el caso de la figura 2 tiene la forma de una superficie de Coanda. Se forman canales 14a, 14b de admisión entre la división 13 y ambas paredes laterales de la cámara de boquillas. La división tiene aberturas 13'' en los canales de admisión, y fluye aire desde estas aberturas hacia las boquillas de sobrepresión.

Los canales 16a y 16b de admisión de las partes de boquilla de impacto directo están conectados a ambos lados de la cámara 11 de boquillas. En estos canales 16a, 16b de admisión, la cámara 11 de boquillas tiene en sus paredes laterales aberturas 15, desde las que fluye el aire de entrada hacia las boquillas de impacto directo. La boquilla de impacto directo según la figura 2 tiene una superficie de boquilla plana con orificios 17 de boquilla en dos filas adyacentes.

El conjunto de boquilla según la figura 2 puede fabricarse como una estructura de tipo haz único, que está completamente lista para la instalación y que hace la instalación más sencilla comparado con las soluciones convencionales, en las que cada boquilla se pone como una parte separada en la instalación. Además, puede observarse claramente en la figura que el conjunto de boquilla tiene una estructura sencilla y que su fabricación e instalación requieren sustancialmente menos material y elementos de sujeción que la fabricación e instalación de tres boquillas separadas.

De manera similar a la de la figura 2, la figura 3 muestra un conjunto de boquilla en el que una boquilla 16' de impacto directo está conectada solamente a un lado de la parte 14 de boquilla de sobrepresión, normalmente en el lado de salida. La estructura de boquilla de sobrepresión es la misma que en la figura 2. La estructura de boquilla de impacto directo es casi la misma que en la figura 2. Sin embargo, en la solución de la figura 3 la parte 16' de boquilla de impacto directo es mayor que la correspondiente parte 16' de boquilla en la solución de la figura 2. Además, la parte 16' de boquilla en la figura 3 tiene tres filas de orificios 17 de boquilla en lugar de dos, con el fin de obtener un área abierta mayor.

La figura 4 muestra de manera similar a la figura 2, un tercer conjunto 12 de boquilla. En la figura 4, la cámara 11 de boquillas tiene principalmente una anchura igual a la del conjunto 12 de boquilla. En esa parte de la cámara de boquillas que está dando hacia la banda, la división 13 dotada con aberturas forma dos cámaras de succión, una cámara 16a para los orificios de boquilla en el lado de entrada y otra cámara 16b para los orificios de boquilla en el lado de salida. Desde la cámara 16a de aire en el lado de entrada, el aire fluye tanto hasta los orificios de boquilla de la boquilla de impacto directo en el lado de entrada como hasta la ranura de boquilla de la boquilla de sobrepresión en el lado de entrada. En la misma medida, el aire fluye desde la cámara 16b de aire en el lado de

salida hasta los orificios de boquilla de la boquilla de sobrepresión en el lado de salida y hasta la ranura de boquilla de la boquilla de sobrepresión en el lado de salida. Como la solución de las figuras 2 y 3, la división forma la superficie de Coanda de la boquilla de sobrepresión.

La figura 5, que para las partes aplicables utiliza los mismos números de referencia que la figura 1, muestra en más detalle las trayectorias de los flujos de aire entre el conjunto de boquilla y la banda. En el caso de la figura 5, los flujos de aire se ilustran como un ejemplo entre la banda y un conjunto de boquilla como el de la figura 3.

En un aparato de secado de banda sobre soporte de aire que utiliza un conjunto de boquilla según la figura 2, los flujos de aire se desplazarán entre el lado de salida del conjunto de boquilla y la banda principalmente de la misma manera que en la figura 5. Los flujos de aire entre el conjunto de boquilla según la figura 2 en el lado de entrada y la banda son principalmente imágenes especulares de los flujos de aire en el lado de salida.

En el caso de la figura 5, los conjuntos 12 de boquilla según la invención se disponen enfrentados entre sí en ambos lados de la banda, de modo que se sitúan enfrentados entre sí un lado de entrada de un conjunto de boquilla y un lado de salida de un conjunto de boquilla en los lados opuestos de la banda. En este caso, el conducto 18 de descarga para aire húmedo y el centro de un conjunto de boquilla se situarán enfrentados entre sí en los lados opuestos de la banda.

En la figura 5, en el lado 24 de entrada de la boquilla 14 de sobrepresión, hay una primera ranura o ranura 20 de boquilla de entrada y en el lado 26 de salida hay una ranura 22 de boquilla de salida. Desde la ranura de boquilla de entrada, se descarga aire en la dirección de desplazamiento de la banda, a un pequeño ángulo  $\alpha$  con respecto a la banda. Desde la ranura de boquilla del lado de salida, se descarga aire contra la dirección de desplazamiento de la banda, a un pequeño ángulo  $\beta$  con respecto a la banda. Los flujos de aire descargados desde la boquilla de sobrepresión se elevan sobre la superficie de soporte de la boquilla hacia arriba, hacia la banda, y luego vuelven a un sentido que es principalmente opuesto a su sentido de descarga, tal como se muestra mediante las flechas delgadas. La parte principal del aire de secado descargado desde el orificio 22 de boquilla en el lado 26 de salida se descarga como aire húmedo de descarga o aire de retorno hasta el lado de salida de la boquilla 14 y además pasada la boquilla de impacto directo a través del conducto 18 de descarga en el lado de salida. La parte principal del aire de secado descargado desde el orificio 20 de boquilla en el lado 24 de entrada se descarga como aire húmedo de descarga o aire de retorno a través del conducto 18 de descarga formado en el lado de entrada de la boquilla. Puede haber una parte de boquilla de impacto directo entre la boquilla 14 de sobrepresión y el conducto 18 de descarga.

Desde la boquilla 16 de impacto directo, conectada al lado 26 de salida de la boquilla de sobrepresión, el aire de secado fluye a través de los orificios 17 de boquilla principalmente de manera perpendicular contra la banda. El aire vuelve en la dirección de la banda y se descarga junto con el aire que procede de la boquilla de sobrepresión como aire húmedo de descarga a través del conducto 18 de descarga dispuesto

en el lado 28 de salida del conjunto 12 de boquilla, tal como se muestra mediante las flechas delgadas.

La superficie 30 de boquilla de la boquilla 16 de impacto directo se dispone de modo que su distancia  $a_1$  desde la banda es mayor que la distancia  $a_2$  de la superficie 32 de soporte de la boquilla 14 de sobrepresión desde la banda.  $a_1 - a_2 = 5$  a 40 mm, normalmente de 5 a 15 mm, ventajosamente de aproximadamente 10 mm. La superficie de soporte significa esa parte de una boquilla que se orienta hacia la banda y que está limitada a la región entre las ranuras de boquilla. Normalmente, la superficie de soporte es paralela a la dirección de la línea de la banda. La superficie de la boquilla puede contener un rebaje por debajo de la superficie de soporte. La distancia mayor entre la superficie de boquilla de la boquilla de impacto directo o la superficie de soporte y la banda permite que el aire de secado procedente del lado de salida de la boquilla de sobrepresión se descargue en la dirección de desplazamiento de la banda. La superficie (30) de boquilla y la superficie (32) de soporte también pueden ubicarse a la misma distancia de la banda, cuando se desee.

La figura 6 muestra un conjunto de boquilla según la invención, tanto en una sección transversal como en una vista desde arriba. Esta figura utiliza los mismos números de referencia que la figura 1, cuando es aplicable. La distancia entre la superficie 30 de boquilla de la boquilla 16 de impacto directo y la banda es  $a_1$ , y la distancia entre la superficie 32 de soporte de la boquilla 14 de sobrepresión y la banda es  $a_2$ . La diferencia entre estas distancias  $a_1 - a_2$  es de aproximadamente 5 a 15 mm, ventajosamente de aproximadamente 10 mm.

Los orificios 17 de boquilla de la boquilla 16 de impacto directo en la figura 6 se disponen en tres filas de orificios de boquilla. La figura 7 presenta otro conjunto de boquilla según la invención que difiere del anterior en que la boquilla 16 de impacto directo tiene cinco filas de boquillas. La figura 8 muestra un tercer conjunto de boquilla según la invención que difiere de los anteriores en que la boquilla 16 de impacto directo tiene siete filas de boquillas. La distancia entre las filas de boquillas es de aproximadamente 20 a 30 mm. La distancia entre los orificios de boquilla en la dirección transversal de la banda es de aproximadamente 20 a 30 mm.

En la boquilla 16 de impacto directo de la figura 8, se traza en líneas discontinuas una posible modificación 30' de la superficie 30 de boquilla. La superficie 30' de boquilla se dispone de manera oblicua, de modo que su distancia desde la banda aumenta en la dirección de desplazamiento de la banda.

La figura 9 muestra un conjunto de boquilla que es

similar a los de las figuras 6 a 8, pero que difiere de los anteriores en que una boquilla 16, 16' de impacto directo está conectada a ambos lados de la boquilla de sobrepresión, en cuyo caso cada boquilla de impacto directo tiene dos filas de orificios de boquilla. Sin embargo, los orificios de boquilla pueden ubicarse en una sola fila, o en más de dos filas. Utilizando un conjunto de boquilla de esta clase es posible aumentar el coeficiente de transferencia de calor tanto en el lado de entrada como en el lado de salida de la boquilla de sobrepresión.

La solución proporciona una transferencia de calor más eficaz con el mismo volumen de aire de secado por metro cuadrado, lo que se considera una importante ventaja de la invención. Por otro lado, comparado con el secado convencional que utiliza boquillas de sobrepresión, pueden conseguirse efectos de transferencia de calor sustancialmente superiores con la misma velocidad de insuflado pero utilizando un volumen de aire mayor por metro cuadrado, lo que se considera que es otra ventaja importante de la invención.

Las pruebas han mostrado que un conjunto de boquilla según la invención puede aumentar el coeficiente de transferencia de calor en la sección entre la boquilla de impacto directo y la banda en aproximadamente  $100 \text{ W/m}^2/\text{C}$ , comparado con una situación que utiliza boquillas de sobrepresión dispuestas una tras otra de manera convencional, que deja un conducto de descarga con una escasa transferencia de calor entre las boquillas. Se ha encontrado en las pruebas que las boquillas de impacto directo no tienen efectos perjudiciales sobre la transferencia de calor en la boquilla de sobrepresión.

Un conjunto de las boquillas de sobrepresión y las boquillas de impacto directo en la misma estructura de armazón de la manera según la invención proporcionará además ventajas sustanciales en el ahorro de materiales, así como ventajas referentes a las técnicas de producción, técnicas de instalación y la cantidad de trabajo.

Con una disposición de boquilla adecuada, es posible además conseguir un avance de la banda sumamente estable y una buena capacidad de avance, disponiendo por ejemplo una boquilla de sobrepresión enfrentada al conducto de descarga para aire húmedo, y combinando una boquilla de impacto directo adecuada en el lado de entrada y el lado de salida de la boquilla de sobrepresión.

La invención no pretende limitarse a las realizaciones presentadas anteriormente, sino que la intención es aplicar la invención ampliamente dentro de la idea inventiva definida por las reivindicaciones presentadas a continuación.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato de secado de banda sobre soporte de aire para secar una banda (10) de fibra recubierta que se desplaza, tal como una banda de papel o cartón, aparato que comprende una disposición de boquilla que incluye:

una boquilla (14) de sobrepresión que se extiende a través de la banda (10) y que tiene en ambos lados de la boquilla (14), es decir, en los lados (24, 26) de entrada y salida de la boquilla (14) según se observa en la dirección de desplazamiento de la banda, una disposición (20, 22) de orificios de boquilla que se extiende a través de la banda (10) y que comprende una ranura de boquilla o una fila de orificios de boquilla sucesivos que se extienden a través de la banda (10), y disposiciones (20, 22) de orificios de boquilla que se disponen para insuflar chorros de aire de secado de manera oblicua unos contra otros, o disposiciones (20, 22) de orificios de boquilla que se disponen para insuflar chorros de aire de secado que se guían unos contra otros con la ayuda de superficies curvas de Coanda, y

al menos una boquilla (16, 16') de impacto directo que se extiende a través de la banda (10), boquilla (16, 16') de impacto directo en la que se forma una pluralidad de ranuras de boquilla u orificios (17, 17') de boquilla para insuflar aire de secado principalmente de manera perpendicular contra la banda (10),

**caracterizado** porque dicha boquilla (16, 16') de impacto directo se combina con dicha boquilla (14) de sobrepresión en el lado (26) de salida o en el lado (24) de entrada de la misma, con el fin de formar un conjunto (12) de boquilla de tal manera que no se forma un conducto de descarga para descargar aire húmedo entre dicha boquilla (16, 16') de impacto directo y dicha boquilla (14) de sobrepresión;

el aparato comprende en cada lado de la banda (10) dos o más de dichos conjuntos (12) de boquilla separados entre sí en la dirección de desplazamiento de la banda, en el que la separación entre dos conjuntos (12) de boquilla adyacentes en cada lado de la banda (10) forma un conducto (18) de descarga para descargar aire húmedo; y

los conjuntos (12) de boquilla se disponen en lados opuestos de la banda (10) de modo que opuesto a cada conducto (18) de descarga entre dos conjuntos (12) de boquilla adyacentes en un lado de la banda (10) hay en el otro lado de la banda (10) un conjunto (12) de boquilla.

2. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha disposición de boquilla incluye una boquilla (16') de impacto directo combinada con la boquilla (14) de sobrepresión en el lado (24) de entrada de la misma y una boquilla (16) de impacto directo combinada con la boquilla (14) de sobrepresión en el lado (26) de salida de la misma.

3. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los orificios (17, 17') de boquilla en dicha boquilla (16, 16') de impacto directo se disponen en de dos a siete filas ( $r_1, r_n$ ), disponiéndose las filas sucesivamente en la dirección de desplazamiento de la banda y extendiéndose cada fila en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda, y porque los orificios de boquilla en una fila están desplazados en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda con respecto a los orificios de boquilla de una fila adyacente.

4. Aparato según la reivindicación 3, **caracteri-**

**zado** porque una boquilla (16) de impacto directo se combina con dicha boquilla (14) de sobrepresión en el lado (26) de salida de la misma, y la distancia ( $l_1$ ) entre la ranura (22) de boquilla de dicha boquilla (14) de sobrepresión en el lado (26) de salida de la misma y, según se observa en la dirección de desplazamiento de la banda, la primera fila ( $r_1$ ) de orificios de boquilla de la boquilla (16) de impacto directo es  $> 30$  mm, pero  $< 100$  mm, normalmente de aproximadamente 40 a 60 mm.

5. Aparato según la reivindicación 3, **caracterizado** porque la distancia (L) entre la primera fila ( $r_1$ ) y la última fila ( $r_n$ ) de los orificios de boquilla de dicha boquilla (16, 16') de impacto directo, según se observa en la dirección de desplazamiento de la banda, es de 20 a 250 mm, normalmente superior a 50 mm, lo más normalmente  $> 100$  mm.

6. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el diámetro de los orificios (17) de boquilla de dicha boquilla (16, 16') de impacto directo es de aproximadamente 2 a 10 mm, normalmente de 5 mm, y porque la anchura de ambas ranuras de boquilla de la boquilla (14) de sobrepresión es de aproximadamente 1,5 mm.

7. Aparato según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el área total de orificio de boquilla de la boquilla o boquillas (16, 16') de impacto directo en cada conjunto (12) de boquilla es normalmente de:

- aproximadamente el 40 al 100% del área total de ranura de boquilla de la boquilla (14) de sobrepresión cuando se combina una boquilla (16) de impacto directo con la boquilla (14) de sobrepresión sólo en un lado de la misma, y

- aproximadamente el 40 al 150% del área total de ranura de boquilla de la boquilla (14) de sobrepresión cuando se combina una boquilla (16, 16') de impacto directo con la boquilla (14) de sobrepresión en ambos lados de la misma.

8. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha boquilla (16, 16') de impacto directo y dicha boquilla (14) de sobrepresión se integran en una estructura de armazón común de modo que se forma una cámara de boquillas integrada.

9. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los orificios (17) de boquilla de dicha boquilla (16) de impacto directo se forman en una superficie (30') de dicha boquilla (16) de impacto directo que está inclinada de tal manera que su distancia desde la banda (10) aumenta en la dirección de desplazamiento de la banda.

10. Método para hacer la transferencia de calor más eficaz en un aparato de secado de banda sobre soporte de aire para secar una banda (10) de fibra recubierta que se desplaza, tal como una banda de papel o cartón, aparato que comprende una disposición de boquilla que incluye:

una boquilla (14) de sobrepresión que se extiende a través de la banda (10) y que tiene en ambos lados de la boquilla (14), es decir, en los lados (24, 26) de entrada y salida de la boquilla (14) según se observa en la dirección de desplazamiento de la banda, una disposición (20, 22) de orificios de boquilla que se extiende a través de la banda (10) y que comprende una ranura de boquilla o una fila de orificios de boquilla sucesivos que se extienden a través de la banda (10), y disposiciones (20, 22) de orificios de boquilla que se disponen para insuflar chorros de aire de secado de manera oblicua unos contra otros, o disposiciones

de orificios de boquilla que se disponen para insuflar chorros de aire de secado que se guían unos contra otros con la ayuda de superficies curvas de Coanda, y

al menos una boquilla (16, 16') de impacto directo que se extiende a través de la banda (10), boquilla (16, 16') de impacto directo en la que se forma una pluralidad de ranuras de boquilla u orificios (17, 17') de boquilla para insuflar aire de secado principalmente de manera perpendicular contra la banda (10),

**caracterizado** por las etapas de:

combinar dicha boquilla (16, 16') de impacto directo con dicha boquilla (14) de sobrepresión en el lado (26) de salida o en el lado (24) de entrada de la misma, con el fin de formar un conjunto (12) de boquilla de tal manera que no se forme un conducto de descarga para descargar aire húmedo entre dicha boquilla (16, 16') de impacto directo y dicha boquilla (14) de sobrepresión;

disponer en cada lado de la banda (10) dos o más de dichos conjuntos (12) de boquilla separados entre sí en la dirección de desplazamiento de la banda, en el que la separación entre dos conjuntos (12) de boquilla adyacentes en cada lado de la banda (10) forma un conducto (18) de descarga para descargar aire húmedo; y

disponer los conjuntos (12) de boquilla en lados opuestos de la banda (10) de modo que opuesto a cada conducto (18) de descarga entre dos conjuntos (12) de boquilla adyacentes en un lado de la banda (10) hay en el otro lado de la banda (10) un conjunto (12) de boquilla.

11. Método según la reivindicación 10, **caracterizado** porque una boquilla (16) de impacto directo se combina con dicha boquilla (14) de sobrepresión en el lado (26) de salida de la misma, y porque el aire que fluye desde la ranura (22) de boquilla en el lado (26) de salida de dicha boquilla (14) de sobrepresión y desde los orificios (17) de dicha boquilla (16) de impacto directo se descarga principalmente a través de un conducto (18) de descarga formado en el lado (28) de salida de dicha boquilla (16) de impacto directo, según se observa en la dirección de desplazamiento de la banda.

12. Método según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el aire que fluye desde la ranura (20) de boquilla en el lado (24) de entrada de dicha boquilla (14) de sobrepresión se descarga principalmente a través de un conducto (18) de descarga formado en el lado (24) de entrada de dicha boquilla (14) de sobrepresión.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



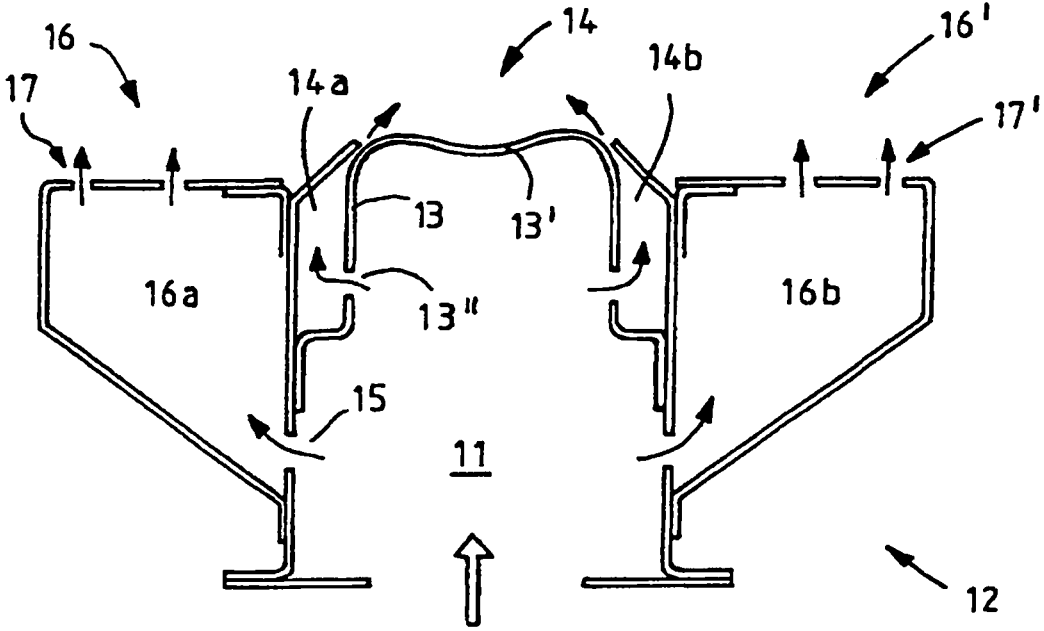


FIG. 2

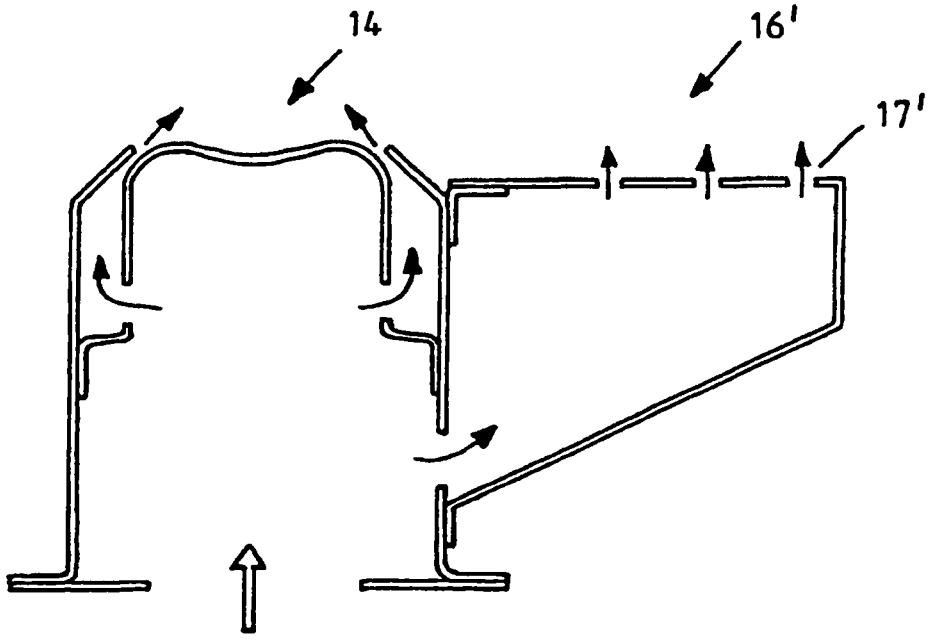


FIG. 3

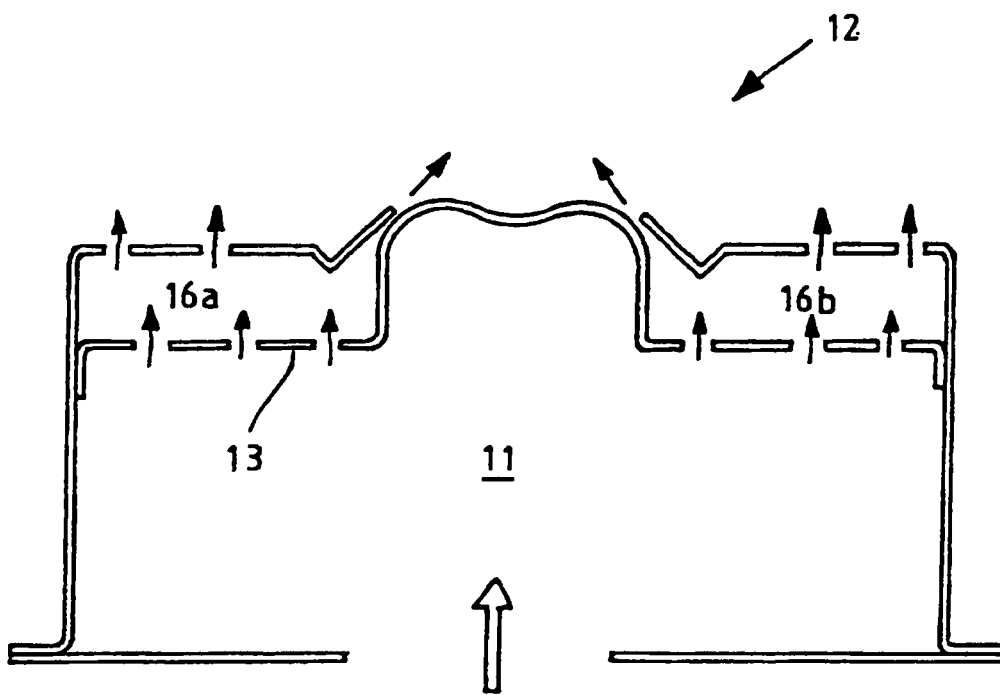


FIG. 4

