

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 083**

51 Int. Cl.:

**D06F 58/02** (2006.01)

**D06F 58/20** (2006.01)

**F26B 3/20** (2006.01)

**D06F 58/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2012 E 12701368 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015 EP 2665855**

54 Título: **Método de secado mejorado**

30 Prioridad:

**19.01.2011 GB 201100918**

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

**30.07.2015**

73 Titular/es:

**XEROS LIMITED (100.0%)  
Unit 14, Advanced Manufacturing Park Whittle  
Way Catcliffe  
Rotherham, South Yorkshire S60 5BL, GB**

72 Inventor/es:

**JENKINS, STEPHEN DEREK;  
KENNEDY, FRAZER JOHN y  
BURKINSHAW, STEPHEN MARTIN**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 542 083 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).

**Metodo de secado mejorado****Descripción****5 Campo de la invención**

10 **[0001]** La presente invención se refiere a la desecación de tejidos y fibras textiles en una secadora de tambor utilizando un sistema que utiliza cantidades limitadas de energía, y que reduce las arrugas relacionadas con el secado y los daños de la tela asociados al textil. En concreto, la invención proporciona un método adaptado para su utilización en este contexto.

**Antecedentes de la invención**

15 **[0002]** Los procesos de secado de la secadora son el pilar de ambos procedimientos de limpieza, tanto domésticos como industriales y normalmente consisten en la colocación del textil en un contenedor como un tambor cilíndrico perforado que gira en ciclos alternos de izquierda a derecha y de derecha a izquierda mientras que aire caliente se introduce en el tambor a través de las perforaciones. Una combinación de los tratamientos con aire caliente y la acción mecánica del proceso giratorio hace que el agua sea expulsada de los materiales textiles para que se logre el secado.

20 **[0003]** Sin embargo, este tipo de procesos, aunque en general muy eficaz, por lo general se caracterizan por la presencia de altos niveles de consumo de energía, tanto en los términos de efectuar la rotación del contenedor y, más particularmente, en la generación de aire caliente. Por lo general, los procesos de la técnica anterior pueden implicar tratamientos prolongados a altas temperaturas con el fin de lograr el grado necesario de secado. Es evidente, sin embargo, menores son las necesidades de energía de un sistema, más eficiente es el sistema y su proceso de secado. En consecuencia, existe el deseo de reducir tanto el tiempo de los tratamientos de secado y la temperatura a la que se llevan a cabo con el fin de proporcionar una mayor eficiencia de los procesos, manteniendo al mismo tiempo el rendimiento de secado equivalente.

25 **[0004]** Las actuales secadoras domésticas eficientes se clasifican en términos de consumo de energía de acuerdo con la Directiva 92/75/CEE y, más concretamente, la Directiva 95/13/CEE, con categoría "A" son las secadoras más eficientes, y la categoría "G" las menos eficientes. En lo sucesivo, los consumos de energía se citan para el ciclo de secado del para cada tipo de máquina, en kWh/kg de carga de secado. Por lo tanto, para secadoras de ventilación, el consumo de la clase "A" es <0,51 kWh/kg, clase "C" (la más común) es de entre 0,59 y 0,67 kWh/kg, mientras que la 'G' clase es >0,91 kWh/kg. Estos valores difieren ligeramente para secadoras de condensador, con clase "A" es <0,55 kWh/kg, clase "C" (la más común) es de entre 0,64 y 0,73 kWh/kg, y la clase 'G' es >1,00 kWh/kg. Con capacidades medias de secador doméstico ahora están alrededor de 8.0 kg, lo que equivale a un consumo típico de una clase "C" con secadora de ventilación de 4,7 -5,4 kWh/ciclo; una clase "A" sería equivalente a <4,1 kWh/ciclo. Algunas secadoras domésticas de ventilación ahora son capaces de realizar más allá de este límite inferior y, en el momento de redactarse, el sistema de etiquetado energético de la Unión Europea se está ajustando de acuerdo con esto, de tal manera que las secadoras pronto comenzarán a tener las etiquetas A+ y A++. Los niveles de desempeño en el sector doméstico por lo general establecen el nivel más alto para un proceso de secado eficiente de la tela. El consumo de energía en el secado industrial generalmente es mayor, debido a la necesidad de acelerar los tiempos de ciclo. También es digno de mención el hecho de que, en general, el secado es mucho menos eficaz que el lavado como una parte del proceso de lavado en cualquiera de los sectores.

30 **[0005]** El calentamiento del aire circulante es el principal uso de la energía en tales secadoras y los inventores actuales, por consiguiente, han intentado mejorar los resultados en los procesos de la técnica anterior mediante la reducción de los niveles de temperatura necesarios para esos procesos. Esto ha sido posible por medio de los cambios realizados a la acción mecánica del proceso sobre la tela en el secado. La acción mecánica en una secadora convencional de tambor de eje horizontal se genera por las fuerzas que actúan sobre el tejido por la caída y el choque choca con otro tejido o con la superficie interior del tambor, mientras que el tejido está interactuando con el flujo de aire caliente forzado. Esto resulta en la liberación y la evaporación del agua desde el interior de la tela, y por lo tanto el secado. En el método descrito en el presente, la alteración de la acción mecánica del proceso con el fin de promover la liberación y la evaporación más localizada del agua en la superficie del tejido ha dado lugar a menores temperaturas de secado. Como un beneficio potencial, se ha encontrado que los cambios que se hicieron también pueden reducir el grado de plegado de la tela, y por lo tanto el nivel de pliegues asociados al secado. Los pliegues, que se concentran durante este proceso de secado, es son una fuente importante del daño localizado del tejido. El planchado a temperaturas elevadas, los medios convencionales utilizados para eliminar esas arrugas, también aporta daños al tejido. La prevención de los daños del tejido (es decir cuidado del tejido) es la principal preocupación de los consumidores domésticos y el usuario industrial. Por otra parte, si se reducen las arrugas, hay también un beneficio secundario para el usuario de conveniencia resultante en menos planchado.

35 **[0006]** Así pues, los inventores actuales han tratado de elaborar un nuevo enfoque para el secado, que permita superar las deficiencias anteriores relacionadas con los métodos de la técnica. El método que se proporciona elimina la necesidad de la utilización de altas temperaturas de secado durante largos períodos de tiempo, pero aún

es capaz de proporcionar un medio eficaz para la eliminación de agua, produciendo beneficios económicos y ambientales. El método que se proporciona también promueve el cuidado de los tejidos a través de la reducción de arrugas y de menos requisitos para su posterior planchado.

5 **[0007]** US -A-4055248 enseña composiciones acondicionadoras de tejidos que comprenden arcillas de partículas insoluble en agua y medios de dispensación y están adaptados para su uso en secadoras automáticas de ropa. El éxito del método de tratamiento del tejido requiere que la partícula sólida que están presentes en la composición durante la aplicación del secado se mantiene en la ropa o tejido después del tratamiento.

10 **[0008]** En WO-A-2007/128962 se describe un método y formulación para limpiar un sustrato sucio, el método comprende el tratamiento del sustrato humedecido con una formulación que comprende una multiplicidad de partículas poliméricas, en la cual la formulación está libre de disolventes orgánicos. En realizaciones preferidas, el sustrato consta de una fibra textil y las partículas poliméricas pueden, por ejemplo, componerse de partículas de poliamidas, poliésteres, polialquilenos, poliuretanos o sus copolímeros, pero son más preferiblemente en forma de partículas de nailon.

15 **[0009]** WO-A-2010/094959 se refiere a un aparato y método para utilizar en la limpieza de sustratos sucios mediante el procedimiento general propuesto anteriormente por los autores de NO-A-2007/128962, y describe un aparato que consta de una carcasa que contiene un compartimento cilíndrico giratorio montado concéntricamente ubicado dentro de un tambor cilíndrico giratorio que tiene un diámetro mayor que el compartimento, en el cual el compartimento y el tambor están concéntricamente situados dentro de un tambor con un diámetro mayor que la del tambor giratorio montado, donde la caja incluye medios de acceso, lo que permite el acceso al interior del compartimento cilíndrico, y mediante el cual el compartimento cilíndrico giratorio montado y el tambor cilíndrico giratorio montado se adaptan a girar de forma independiente. El método consiste en limpiar el sustrato sucio por el tratamiento de los sustratos humedecidos con una formulación que incluye material de limpieza de partículas sólidas donde la formulación está libre de solventes orgánicos, y el método se lleva a cabo mediante el aparato descrito, y el aparato y método encuentran la aplicación particular para la limpieza de los tejidos.

20 **[0010]** La tecnología descrita en estos documentos de la técnica anterior ha tenido un gran éxito para proporcionar un medio eficaz en las operaciones de limpieza y eliminación de las manchas que produce beneficios económicos y ambientales significativos debido a la utilización de una formulación de limpieza que requiere la utilización de cantidades limitadas de agua. Los inventores actuales han tratado de proporcionar un proceso de secado que se adopta a un enfoque similar al que dieron a conocer en el documento WO-A-2007/128962 y WO-A-2010/094959, y que ofrece ventajas en términos de disminución de la energía, mientras que todavía ofrece un nivel de rendimiento aceptable, y han logrado alcanzar por lo menos el rendimiento equivalente de secado y se emplean temperaturas significativamente menores. Por lo tanto, se proporciona un proceso donde el efecto de secado obtenido como consecuencia de una interacción mecánica de un sustrato húmedo con medios físicos se optimiza, de tal manera que se puede lograr un excelente rendimiento de secado a temperaturas mucho más bajas (es decir, baja energía) sin ampliar el tiempo de secado. Se han observado también beneficios adicionales en términos de la reducción de arrugas y tejido dañado asociado.

### Resumen de la invención

30 **[0011]** La presente invención se deriva de un reconocimiento de parte de los inventores de se puede lograr un óptimo rendimiento de secado como resultado de una mejor interacción mecánica entre el sustrato y el soporte físico. Puede llevarse a cabo mediante el uso de partículas sólidas en el proceso de secado, y es una función de la cantidad, el tamaño y la masa de las partículas y el volumen libre en el recipiente en el que el secado realiza la operación, además de la fuerza G dictada por su velocidad de rotación. El volumen Libre en este contexto, se refiere al espacio dentro del recipiente, que permanece desocupado por medio de sustrato húmedo o partículas y la fuerza G se define sobre la base de las fuerzas centrípetas que están actuando.

35 **[0012]** Por lo tanto, según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para el secado de un sustrato húmedo, dicho método comprende el tratamiento del sustrato con un material de partícula sólida a temperatura ambiente o temperatura elevada, dicho tratamiento llevado a cabo en un aparato que consta de un tambor perforado de paredes laterales del tambor, donde dicho tambor perforado de paredes laterales se hace girar para de facilitar una mayor acción mecánica entre dicho sustrato y dicho material de partícula.

40 **[0013]** En una realización de la invención, dicho tambor perforado de paredes laterales tiene una capacidad de entre 5 y 50 litros por cada kg de sustrato. Normalmente, dicho tambor gira a una velocidad que genera fuerzas G en el rango de 0,05 a 0,99 G.

45 **[0014]** En ciertas realizaciones de la invención, el tambor perforado de paredes laterales está formado por un compartimento cilíndrico giratorio montado.

50 **[0015]** Por lo general, dicho material de partícula sólida está compuesto por una multiplicidad de partículas poliméricas que pueden ser, no-poliméricas o mezclas de las mismas, y que se pueden agregar a una partícula del

tejido a un nivel de 0:1 -10:1 en masa.

5 **[0016]** El tamaño de dichas partículas, en combinación con la densidad de su material y el total de las partículas a nivel de adición del tejido, determina el número de partículas que están presentes en un proceso de acuerdo a la invención. Cada partícula puede tener una estructura lisa o irregular, puede ser de construcción sólida o hueca, y es de tal forma y tamaño que permita una buena fluidez y contacto íntimo con el sustrato sucio, que normalmente está formado por un tejido textil. Se puede utilizar una gran variedad de formas de partículas, como forma cilíndrica, esférica o en forma de cubo; se pueden emplear adecuadas formas de sección transversal como, por ejemplo, anillos anulares, juntas universales y de base circular. Más preferiblemente, sin embargo, dichas partículas se componen de partículas esféricas o cilíndricas.

15 **[0017]** Las partículas poliméricas suelen tener una densidad media en el rango de 0.5 a 2.5 g/cm<sup>3</sup>, más típicamente de 0,55 - 2,0 g/cm<sup>3</sup>, más típicamente de 0,6 -1,9 g/cm<sup>3</sup>. Las partículas no-poliméricas suelen tener una densidad media en el rango de 3,5-12,0 g/cm<sup>3</sup>, más típicamente de 5,0-10,0 g/cm<sup>3</sup>, más típicamente de 6,0 -9,0 g/cm<sup>3</sup>. El volumen promedio de las partículas poliméricas y no-poliméricas está típicamente en el rango de 5-275 mm<sup>3</sup>, más típicamente de 8-140 mm<sup>3</sup>, normalmente más de 10-120 mm<sup>3</sup>.

20 **[0018]** En el caso de las partículas cilíndricas, tanto poliméricas como no-poliméricas - de sección transversal oval, la mayor longitud del eje transversal, a, normalmente se encuentra en el rango de 2.0 -6.0 mm, más típicamente de 2,2 -5,0 mm, en el caso más típico de todos 4,5 mm y a la menor longitud del eje transversal, b, normalmente se encuentra en el rango de 1,3 - 5,0 mm, más típicamente de 4,0 mm, y el más típico de todos de 1,7 -3,5 mm (a > b). La longitud de tales partículas, h, es típicamente de 1,5 -6,0 mm, más típicamente de 1,7 -5,0 mm, y la más típica de todas 2,0 -4,5 mm (h/b están normalmente en el rango de 0,5 -10).

25 **[0019]** Para las partículas cilíndricas, tanto y polimérica como no-poliméricas, de sección transversal circular, el diámetro de la sección transversal típico, d<sub>c</sub>, está en el rango de 1,3 -6,0 mm, más típicamente de 1,5 -5,0 mm, y el más típico de todos 1,7 -4,5 mm. La longitud típica, h<sub>c</sub>, de tales partículas es de 1,5 -6,0 mm, más típicamente de 1,7 -5,0 mm, y la más típica de todas es de 2.0 -4.5 mm (h<sub>c</sub>/d<sub>c</sub> está típicamente en el rango de 0,5 -10).

30 **[0020]** En el caso de partículas esféricas, tanto poliméricas como no poliméricas (no son esferas perfectas) el diámetro, d<sub>s</sub>, normalmente se encuentra en el rango de 2.0 - 8.0 mm, más típicamente en el rango de 2,2 a 5,5 mm, y el más típico de todos de 2,4 -5,0 mm.

35 **[0021]** En realizaciones donde las partículas esféricas, tanto poliméricas como no poliméricas son esferas perfectas, el diámetro, d<sub>ps</sub>, normalmente se encuentra en el rango de 2.0 - 8.0 mm, más típicamente en el rango de 3,0-7,0 mm, y el más típico de todos de 4,0 -6,5 mm.

40 **[0022]** Las partículas poliméricas pueden componerse de materiales poliméricos de espuma o no. Por otra parte, las partículas poliméricas pueden componerse de polímeros lineales o cruzados.

45 **[0023]** Las partículas poliméricas preferidas se componen de polialquilenos como polietileno y polipropileno, poliamidas, poliésteres o poliuretanos. Preferentemente, sin embargo, dichas partículas poliméricas se componen de partículas de poliamida o poliéster, y más en particular partículas de nailon, polietileno tereftalato o tereftalato de polibutileno.

50 **[0024]** Opcionalmente, los copolímeros de los materiales poliméricos anteriores se pueden emplear para los fines de la invención. En concreto, las propiedades de los materiales poliméricos se pueden adaptar a las necesidades individuales mediante la inclusión de unidades monoméricas que confieren propiedades particulares en el copolímero. Por lo tanto, los copolímeros se pueden ser adaptar para atraer la humedad de la que se componen los monómeros que, entre otras cosas, son hidrófilos a través de la carga iónica o incluyendo restos polares o grupos orgánicos insaturados.

55 **[0025]** Las partículas no-poliméricas pueden incluir partículas de vidrio, sílice, piedra, madera, o cualquiera otra variedad de metales o materiales cerámicos. Los metales adecuados incluyen, pero no se limitan a, zinc, titanio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, tungsteno, aluminio, estaño, plomo y por lo tanto sus aleaciones. Incluye cerámicas adecuadas, pero no se limitan a, alúmina, circonio, carburo de tungsteno, carburo de silicio y nitruro de silicio. Se ve que las partículas no-poliméricas de materiales de origen natural (por ejemplo piedra) puede tener distintas formas, en función de su tendencia a atravesarse de diferentes maneras durante la fabricación.

60 **[0026]** En realizaciones adicionales de la invención, dichas partículas no-poliméricas pueden incluir partículas no-poliméricas recubiertas. Más particularmente, dichas partículas no-poliméricas pueden incluir un material de núcleo no-polimérico y una cubierta que incluye un revestimiento de un material polimérico. En una realización particular, dicho núcleo puede incluir un núcleo de metal, generalmente un núcleo de acero, y dicha cubierta puede incluir un recubrimiento de poliamida, por ejemplo un recubrimiento de nailon.

65 **[0027]** De acuerdo con la presente invención, la selección de la clase de partícula específica (polimérica y no-

polimérica) para una operación de secado es particularmente importante en la optimización del cuidado del tejido. Así, el tamaño de la partícula, la forma, la masa y el material se deben tener en cuenta cuidadosamente en relación con el sustrato particular que se va a secar, por lo que la selección de la partícula depende de la naturaleza de las prendas a secar, es decir, si incluyen algodón, poliéster, seda, lana, o cualquiera de las demás fibras textiles o mezclas que se utilizan comúnmente.

**[0028]** La generación de fuerzas G adecuadas, en combinación con la acción del material de partículas sólidas, es un factor clave para lograr un nivel apropiado de acción mecánica sobre el sustrato húmedo. G está en función del tamaño del tambor y la velocidad del giro y, específicamente, es la relación de la fuerza centrípeta generada en la superficie interna del compartimento para el peso estático del sustrato húmedo. Así, para un compartimento de radio interno r (m), que gira a R (rpm), con una carga de masa M (kg), y una velocidad tangencial instantánea del compartimento v (m/s), y tomando g como la aceleración debida a la gravedad en 9.81 m/s<sup>2</sup>:

$$\text{Fuerza centrípeta} = Mv^2/r$$

$$\text{Peso de la carga estática} = Mg$$

$$v = 2\pi rR/60$$

De aquí,  $G = 4\pi^2 r^2 R^2 / 3600rg = 4\pi^2 rR^2 / 3600g = 1.118 \times 10^{-3} rR^2$  Cuando, como suele ser el caso, r se expresa en centímetros, más que en metros, entonces:

$$G = 1.118 \times 10^{-5} rR^2$$

De aquí, en una realización preferida de la invención, para un tambor con un radio de 37 cm (diámetro 74 cm) que gira a 48 rpm, G = 0.95. Típicamente, para tales tambores, las velocidades óptimas de rotación están en un rango desde 10 a 49 rpm.

**[0029]** En realizaciones preferidas de la invención, el método descrito proporciona adicionalmente, en la terminación del proceso de secado, para la separación y recuperación de las partículas incluidas en el material de la partícula sólida, que luego se reutilizan en los procedimientos posteriores de secado.

**[0030]** Dicho compartimento cilíndrico giratorio montado se compone de cualquier aparato de tambor de secado adecuado que se compone de una carcasa y medios de acceso, permitiendo acceder al interior de dicho compartimento cilíndrico. En una realización preferida, dicho aparato puede componerse de:

(a) medios de la caja, que tiene:

(i) una primera cámara superior tiene montada dentro dicho compartimento cilíndrico giratorio, y

(ii) y una segunda cámara inferior colocada por debajo de dicho compartimento cilíndrico;

(b) medios de recirculación;

(c) medios de acceso

(d) medios de bombeo; y

(e) medios de envío,

donde dicho compartimento cilíndrico giratorio montado incluye un tambor que consiste en paredes laterales perforadas, en las que hasta el 60% de la superficie de dichas paredes incluye perforaciones, y dichas perforaciones se componen de agujeros que tienen un diámetro no más grandes de 25.0 mm.

**[0031]** Dicho proceso de secado también comprende la introducción del aire de ambiente o aire caliente en dicho tambor que consta de paredes laterales perforadas. Si dicho aire se calienta, esto se logra por medio de un calefactor de aire disponible comercialmente y distribuido mediante un ventilador, para de lograr una temperatura en el aparato entre 5° y 120 °C, preferentemente entre 10° y 90 °C, la más preferible entre 20° y 80 °C. La temperatura del aire ambiental depende del entorno en el que esté funcionando el proceso de secado, pero esto puede normalmente variar de 5-20 °C.

**[0032]** Cabe señalar que el calentamiento del aire naturalmente conlleva al calentamiento de las partículas de los medios en el proceso de secado. Este calor se retiene por las partículas en la terminación de un ciclo de secado y, por lo tanto, si el siguiente ciclo de secado se produce dentro del plazo para que las partículas se enfríen, habrá una transferencia de este calor retenido al proceso de secado posterior. Por lo tanto, hay un mayor nivel de eficiencia de secado que se puede conseguir en el caso de que se ejecuten varios ciclos de secado de manera consecutiva. Esto

es aplicable, por supuesto, a ambos sectores doméstico y lavandería industrial - pero, más particularmente, al último. Los ciclos de secado rápido y de alto rendimiento son factores clave para este tipo de secado en un escenario industrial.

5 **[0033]** Como consecuencia de utilizar el método de la presente invención, se puede lograr el excelente rendimiento de secado utilizando bajas temperaturas (es decir, un consumo menor de energía), sin aumentar el tiempo de secado. Por lo tanto, las operaciones de secado de acuerdo a la invención, suelen llevarse a cabo a temperaturas que están 20 °C por debajo de los procesos anteriores de la técnica, mientras que se ha logrado la eficacia de secado equivalente para el mismo tiempo de tratamiento.

10 **Breve descripción de los dibujos**

**[0034]** Las realizaciones de la invención se describen con más detalle en lo sucesivo con referencia a los dibujos, en los que:

15 La figura 1 es una representación esquemática de las partículas que se emplean en el método del invento;

La figura 2 es una representación gráfica de la eficiencia del proceso de secado de acuerdo con una realización de la invención; y

20 La figura 3 a es una representación gráfica de la eficiencia del proceso de secado de acuerdo con una realización adicional de la invención.

25 **Descripción detallada de la Invención**

**[0035]** En aparatos empleados en el método de la invención, dicho acceso significa normalmente que consta de un montaje con bisagras en la puerta montada en la carcasa, que puede se puede abrir para permitir el acceso al interior del compartimento cilíndrico, y que se puede cerrar para proporcionar un sistema de sellado. Preferiblemente, la puerta incluye una ventana.

30 **[0036]** Dicho compartimento giratorio montado está montada horizontalmente dentro de dicho alojamiento. Por lo tanto, en los modos de realización preferidos de la invención, dicho acceso significa está situado en la parte delantera del aparato, lo que proporciona una instalación de carga frontal.

35 **[0037]** La rotación del compartimento cilíndrico giratorio montado se realiza mediante el uso de medios de transmisión, que normalmente se componen de accionamiento eléctrico, en la forma de un motor eléctrico. El funcionamiento de dicha unidad se realiza por medios de control que se pueden programar por un operario.

40 **[0038]** Dicho compartimento giratorio cilíndrico montado es del tamaño que tienen la mayoría de las secadoras domésticas o las secadoras giratorias industriales, y pueden tener una capacidad en el sector de 50 a 7000 litros. Una capacidad normal para una máquina doméstica sería en el sector de 80 a 140 litros y, para una máquina industrial, esta gama sería normalmente de 170 a 2000 litros.

45 **[0039]** Dicho compartimento cilíndrico giratorio montado se encuentra dentro de una primera cámara superior de dicho alojamiento y debajo de dicha primera cámara superior se encuentra una segunda cámara que funciona como una cámara de recogida de dicho material de partícula sólida.

50 **[0040]** Dicho alojamiento está conectado a las características de las tuberías estándar, para proveer con medios de recirculación, para devolver dicho material de de partícula sólida de dicha cámara baja y entregar, en virtud de que dicho material de partícula sólida se pueda devolver a dicho compartimento cilíndrico.

55 **[0041]** En el funcionamiento según el método de la invención, la agitación viene por el giro del compartimento cilíndrico giratorio montado y por la introducción de aire caliente. Por lo tanto, dicho aparato además se compone de medios para la circulación del aire dentro de dicho alojamiento, y el ajuste de la temperatura. Dichos medios pueden incluir, por ejemplo, un ventilador de recirculación y un calefactor de aire. Además, se pueden proporcionar medios de detección para determinar los niveles de temperatura y humedad dentro del aparato, y para comunicar esta información a los medios de control.

60 **[0042]** Dicho aparato se compone de medios de recirculación, con lo que se facilita la recirculación del material de partícula sólida de la dicha cámara baja a dicho compartimento cilíndrico giratorio montado, para volver a utilizar en las operaciones de secado. Preferiblemente, dichos medios de recirculación están compuestos por conductos que conectan dicha segunda cámara y dicho compartimento cilíndrico giratorio montado. Preferiblemente, dicho conducto está compuesto de medios de control, adaptados para controlar la entrada de dicho material de partícula sólida en dicho compartimento cilíndrico. Por lo general, dichos medios de control están compuestos por una válvula situada en medio del alimentador, preferiblemente en forma de un tubo de alimentación conectados al vértice de un vaso receptor situado en la parte superior, y conectado al interior de dicho compartimento cilíndrico.

65

- 5 **[0043]** La recirculación de la materia de partícula sólida de dicha cámara inferior a dicho compartimento cilíndrico giratorio montado se consigue mediante el uso de medios de bombeo integrados en dichos medios de recirculación donde dichos medios de bombeo se adaptan a entregar dicha materia de partícula sólida a dichos medios de control, adaptado para controlar la re-entrada de dicha materia de partícula sólida las partículas en dicho compartimento cilíndrico giratorio montado. Preferiblemente, dichos medios de recirculación se componen de un sistema de bombeo de vacío.
- 10 **[0044]** El funcionamiento de acuerdo con el método de la invención, en un ciclo típico, las prendas limpias que contienen humedad residual se pusieron por primera vez en dicho compartimento cilíndrico giratorio montado. El compartimento cilíndrico se hace girar y el aire de ambiente o caliente se introduce a través de las perforaciones del compartimento antes de que se añada el material de partícula sólida. En el curso de la agitación por la rotación del compartimento, el agua está obligada a ser eliminada de las prendas por evaporación y una cantidad de material de partícula sólida cae a través de las perforaciones del compartimento y a la segunda cámara del aparato. A partir de ese momento, el material de partícula sólida se vuelve a distribuir a través de los medios de recirculación, tal que se devuelve, de una manera controlada por los dichos medios de control, al compartimento cilíndrico para continuar la operación de secado. Este proceso de circulación continua del material de partícula sólida se produce en toda la operación de secado hasta que el secado se haya completado.
- 15 **[0045]** Por lo tanto, el material de partícula sólida que sale por las perforaciones de las paredes de dicho compartimento cilíndrico giratorio montado y en dicha segunda cámara se lleva a la parte superior de dicho compartimento cilíndrico giratorio montado, donde se provoca, por los medios de la gravedad y el funcionamiento de los medios de control, para volver a caer en dicho compartimento, para continuar con el secado.
- 20 **[0046]** Preferiblemente, el bombeo del material fresco y reciclado de material de partícula sólida continúa a una tasa suficiente para mantener aproximadamente el mismo nivel de material en dicho compartimento cilíndrico giratorio montado durante la operación de secado, y para asegurarse de que la tasa de material de partícula al sustrato permanece sustancialmente constante hasta que el ciclo se haya completado.
- 25 **[0047]** Al final del ciclo, la alimentación del material de partícula sólida en el compartimento cilíndrico giratorio montado se para pero la rotación del compartimento sigue para así para permitir la retirada del material de partícula sólida. El calentamiento del aire y la recirculación se pueden también parar en este punto. Después de la separación, el material de partícula sólida se recupera preferiblemente para permitir la reutilización en las operaciones de secado posteriores. Tal separación del material de partícula elimina >99% de estas partículas, y por lo general las tasas de extracción, o realmente llegan al 100 %.
- 30 **[0048]** En general, cualquier resto del material de partícula sólida en dicho al menos un sustrato se puede retirar con facilidad por la agitación por lo menos de un sustrato. Si es necesario, sin embargo, se puede retirar más material de partícula sólida restante por medio de aspiración, preferiblemente con un tubo de aspiración.
- 35 **[0049]** Dicho compartimento cilíndrico giratorio montado tiene preferiblemente un volumen de entre 5 y 50 litros por cada kg de tejido en la carga. Las tasas preferidas de rotación de dicho compartimento cilíndrico giratorio montado son suficientes para dar fuerzas G de entre 0,05 y 0,99 G. Normalmente el proceso de secado, y la posterior separación de las partículas de los tejidos se llevan a cabo en este rango de G. Después de la separación, las partículas se recuperan para utilizarlas en posteriores procedimientos de secado.
- 40 **[0050]** Según el método de la invención, dicho aparato funciona en combinación con sustratos húmedos y medios de secado que se componen de un material de partícula sólida, lo que es más preferible en forma de una multiplicidad de partículas que pueden ser poliméricas, no-poliméricas, o mezclas de ambas partículas poliméricas y no-poliméricas. Todas las partículas pueden ser sólidos o huecas en su estructura y las partículas poliméricas pueden ser espumosas o no espumosas y lineares o cruzadas. Se requiere que estas partículas se distribuyan de forma eficiente para promover un rendimiento óptimo y el aparato, por lo tanto, preferiblemente incluye medios de circulación preferiblemente. Por lo tanto, la superficie interior de las paredes laterales cilíndricas de dicho compartimento cilíndrico giratorio montado preferiblemente se compone de una multiplicidad de salientes alargados separados fijados perpendicularmente a dicha superficie interna esencialmente. Preferiblemente, dichos salientes además incluyen amplificadores de aire que normalmente son impulsados neumáticamente y se adaptan de modo que promueven la circulación de una corriente de aire caliente dentro de dicho compartimento. Dicho aparato se compone normalmente de 3 a 10, en su mayoría preferentemente 4, de dichos salientes, que son lo que se conoce como elevadores.
- 45 **[0051]** El método de la invención puede ser aplicado al secado de cualquiera de una amplia gama de sustratos, incluidos, por ejemplo, materiales plásticos, cuero, metal o madera. En la práctica, sin embargo, dicho método se aplica principalmente al secado de sustratos húmedos que se componen de fibras textiles y tejidos, ha demostrado ser especialmente eficaz para lograr el secado eficiente de tejidos textiles que, se componen de, por ejemplo, fibras naturales, como el algodón, o fabricadas por el hombre y fibras textiles sintéticas, por ejemplo nailon de 6,6 , poliéster, acetato de celulosa, o mezclas de fibras.
- 50
- 55
- 60
- 65

- 5 **[0052]** Más preferiblemente, el material de partícula sólida se compone de una multiplicidad de partículas que pueden ser poliméricas o no poliméricas, o mezclas de los mismos. Típicas partículas poliméricas pueden contener partículas de poliamida o poliéster, y más en particular partículas de nailon, tereftalato de polietileno o tereftalato de polibutileno o, copolímeros, más preferiblemente en forma de perlas, que pueden ser sólido o huecos en su estructura. Los polímeros pueden ser espumosos o no espumosos, y puede ser lineales o cruzados. Se puede utilizar diversos nailon o poliéster homo- o co-polímeros, que incluyen pero no limitados a, Nailon 6, Nailon 6,6, tereftalato de polietileno y tereftalato de polibutileno. Preferentemente, el nailon se compone de Nailon 6,6 homopolímero que consta de un peso molecular de la zona de 5000 a 30000 Daltons, preferiblemente de 10000 a 20000 Daltons, lo más preferible de 15000 a 16000 Daltons. El poliéster, por lo general, tiene un peso molecular correspondiente a una viscosidad intrínseca de medición en el rango de 0,3 -1,5 dl/g, tal como se mide por una técnica de solución como ASTM D-4603.
- 15 **[0053]** Las partículas apropiadas no-poliméricas pueden incluir partículas de vidrio, sílice, piedra, madera, o cualquiera otra variedad de metales o materiales cerámicos. Los metales adecuados incluyen, pero no se limitan a, zinc, titanio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, tungsteno, aluminio, estaño, plomo y por lo tanto sus aleaciones. Incluye cerámicas adecuadas, pero no se limitan a, alúmina, circonio, carburo de tungsteno, carburo de silicio y nitruro de silicio. Se ve que las partículas no-poliméricas de materiales de origen natural (por ejemplo piedra) puede tener distintas formas, en función de su tendencia a atravesarse de diferentes maneras durante la fabricación.
- 20 **[0054]** Dicho material para la limpieza de material de partículas sólidas puede estar integrado en su totalidad por partículas poliméricas o en su totalidad de partículas no poliméricas, o puede incluir la mezcla de ambos tipos de partículas. En las realizaciones de la invención donde el material de partículas sólidas de limpieza está formado por ambas partículas poliméricas y partículas no poliméricas, la proporción de partículas poliméricas de partículas no poliméricas puede estar en cualquier lugar de 99,9 %: 0,1 % a 0,1 %:99,9 % w/w. Ciertas realizaciones contemplan proporciones de 95,0 %:5,0 % a 5,0 %:95,0 % w/w, o de 80,0 %:20,0 % a 20,0 %:80,0 % w/w, de partículas poliméricas a partículas no poliméricas.
- 25 **[0055]** La proporción de material de partícula sólida a sustrato se encuentra generalmente en el rango de 0:1 a 10:1 w/w, preferiblemente en la zona de 1:1 a 7:1 w/w, con resultados favorables en particular se lograron mediante partículas poliméricas en una relación de 3:1 y 5:1 w/w, y en especial en torno a 4:1 w/w. Así, por ejemplo, para el secado de 5 g de tejido, se emplearían 20 g de partículas poliméricas en una realización de la invención. La proporción de material de partículas sólidas al sustrato se mantiene en un nivel constante durante todo el ciclo de secado.
- 30 **[0056]** El método de la presente invención se puede utilizar para cualquier proceso por lotes a pequeña o gran escala y encuentra aplicación en procesos de secado tanto domésticos como industriales procesos de secado.
- 35 **[0057]** Como se señaló anteriormente, el método de la invención encuentra particular aplicación en el secado de los tejidos. Las condiciones empleadas en tal sistema hacen, sin embargo, permitir la utilización de temperaturas reducidas significativamente de esas que se aplican generalmente para el secado en máquina convencional de tejidos y, como consecuencia, ofrece significantes beneficios ambientales y económicos. Por lo tanto, los procedimientos y las condiciones típicas para el ciclo de secado requieren que los tejidos se traten generalmente de acuerdo al método de la invención, por ejemplo, a temperaturas entre 20 y 80°C para una duración de entre 5 y 55 minutos. Después de esto, se necesita un tiempo adicional para la terminación de la etapa de separación de las partículas del proceso global, por lo que la duración total del ciclo es generalmente en la zona de 1 hora.
- 40 **[0058]** Los resultados obtenidos son muy similares a los observados en el cumplimiento de los procedimientos convencionales de secado de tejidos. El grado de eliminación de agua logrado con tejidos tratados con el método de la invención se ve que es muy bueno. El requisito de temperatura es significativamente más bajo que los niveles asociados con la utilización de los procedimientos de secado de tambor convencionales, ofrece de nuevo ventajas significativas en términos de coste y beneficios ambientales.
- 45 **[0059]** El método de la invención también muestra beneficios en términos de reducción de años en los tejidos relacionados con el secado. Como se observó anteriormente, el plegado del tejido se produce fácilmente en el tambor de secado convencional, y esto ocurre para concentrar las tensiones de la acción mecánica del proceso de secado en cada pliegue, resultando en el daño localizado de la tela. La prevención de los daños del tejido (o el cuidado del tejido) es la principal preocupación de los consumidores domésticos y el usuario industrial. La incorporación de partículas de acuerdo con el método de la invención reduce de manera efectiva el pliegue en el proceso actuando como una capa de alfileres en la superficie de la tela para ayudar a prevenir la acción de doblarse. Las partículas también inhiben la interacción entre las piezas separadas de la tela en el proceso de secado actuando como una capa de separación o de espaciado, por lo tanto, reduciendo el efecto de que el tejido se enrede, lo que es otra de las mayores causas localizadas que ocasiona el daño en el mismo. En el método divulgado actualmente, la acción mecánica está presente todavía pero, de forma crítica, está distribuido de forma más uniforme como resultado de la acción de las partículas. Es el aspecto localizados del daño lo que determina la
- 50 **[0059]** El método de la invención también muestra beneficios en términos de reducción de años en los tejidos relacionados con el secado. Como se observó anteriormente, el plegado del tejido se produce fácilmente en el tambor de secado convencional, y esto ocurre para concentrar las tensiones de la acción mecánica del proceso de secado en cada pliegue, resultando en el daño localizado de la tela. La prevención de los daños del tejido (o el cuidado del tejido) es la principal preocupación de los consumidores domésticos y el usuario industrial. La incorporación de partículas de acuerdo con el método de la invención reduce de manera efectiva el pliegue en el proceso actuando como una capa de alfileres en la superficie de la tela para ayudar a prevenir la acción de doblarse. Las partículas también inhiben la interacción entre las piezas separadas de la tela en el proceso de secado actuando como una capa de separación o de espaciado, por lo tanto, reduciendo el efecto de que el tejido se enrede, lo que es otra de las mayores causas localizadas que ocasiona el daño en el mismo. En el método divulgado actualmente, la acción mecánica está presente todavía pero, de forma crítica, está distribuido de forma más uniforme como resultado de la acción de las partículas. Es el aspecto localizados del daño lo que determina la
- 55 **[0059]** El método de la invención también muestra beneficios en términos de reducción de años en los tejidos relacionados con el secado. Como se observó anteriormente, el plegado del tejido se produce fácilmente en el tambor de secado convencional, y esto ocurre para concentrar las tensiones de la acción mecánica del proceso de secado en cada pliegue, resultando en el daño localizado de la tela. La prevención de los daños del tejido (o el cuidado del tejido) es la principal preocupación de los consumidores domésticos y el usuario industrial. La incorporación de partículas de acuerdo con el método de la invención reduce de manera efectiva el pliegue en el proceso actuando como una capa de alfileres en la superficie de la tela para ayudar a prevenir la acción de doblarse. Las partículas también inhiben la interacción entre las piezas separadas de la tela en el proceso de secado actuando como una capa de separación o de espaciado, por lo tanto, reduciendo el efecto de que el tejido se enrede, lo que es otra de las mayores causas localizadas que ocasiona el daño en el mismo. En el método divulgado actualmente, la acción mecánica está presente todavía pero, de forma crítica, está distribuido de forma más uniforme como resultado de la acción de las partículas. Es el aspecto localizados del daño lo que determina la
- 60 **[0059]** El método de la invención también muestra beneficios en términos de reducción de años en los tejidos relacionados con el secado. Como se observó anteriormente, el plegado del tejido se produce fácilmente en el tambor de secado convencional, y esto ocurre para concentrar las tensiones de la acción mecánica del proceso de secado en cada pliegue, resultando en el daño localizado de la tela. La prevención de los daños del tejido (o el cuidado del tejido) es la principal preocupación de los consumidores domésticos y el usuario industrial. La incorporación de partículas de acuerdo con el método de la invención reduce de manera efectiva el pliegue en el proceso actuando como una capa de alfileres en la superficie de la tela para ayudar a prevenir la acción de doblarse. Las partículas también inhiben la interacción entre las piezas separadas de la tela en el proceso de secado actuando como una capa de separación o de espaciado, por lo tanto, reduciendo el efecto de que el tejido se enrede, lo que es otra de las mayores causas localizadas que ocasiona el daño en el mismo. En el método divulgado actualmente, la acción mecánica está presente todavía pero, de forma crítica, está distribuido de forma más uniforme como resultado de la acción de las partículas. Es el aspecto localizados del daño lo que determina la
- 65 **[0059]** El método de la invención también muestra beneficios en términos de reducción de años en los tejidos relacionados con el secado. Como se observó anteriormente, el plegado del tejido se produce fácilmente en el tambor de secado convencional, y esto ocurre para concentrar las tensiones de la acción mecánica del proceso de secado en cada pliegue, resultando en el daño localizado de la tela. La prevención de los daños del tejido (o el cuidado del tejido) es la principal preocupación de los consumidores domésticos y el usuario industrial. La incorporación de partículas de acuerdo con el método de la invención reduce de manera efectiva el pliegue en el proceso actuando como una capa de alfileres en la superficie de la tela para ayudar a prevenir la acción de doblarse. Las partículas también inhiben la interacción entre las piezas separadas de la tela en el proceso de secado actuando como una capa de separación o de espaciado, por lo tanto, reduciendo el efecto de que el tejido se enrede, lo que es otra de las mayores causas localizadas que ocasiona el daño en el mismo. En el método divulgado actualmente, la acción mecánica está presente todavía pero, de forma crítica, está distribuido de forma más uniforme como resultado de la acción de las partículas. Es el aspecto localizados del daño lo que determina la

duración de la prenda después de múltiples procesos de secado.

- 5 **[0060]** Por lo tanto, el método de la presente invención proporciona un rendimiento mejorado comparándolo con los métodos de la técnica anterior en condiciones equivalentes de energía; de forma alternativa, se puede lograr un rendimiento de secado equivalente con niveles de energía más bajos, junto con reducción del daño del tejido.
- 10 **[0061]** Durante el ciclo de secado, el material de partícula sólida está cayendo continuamente del compartimento cilíndrico montado a través de sus perforaciones, se está reciclando y añadiendo, junto con material fresco, a través de los medios de control. Este proceso se puede controlar incluso de forma manual o automática. El índice de salida de material de partícula sólida del compartimento cilíndrico giratorio montado se controla fundamentalmente por los medios de su diseño específico. Los parámetros clave a este respecto incluyen el tamaño de las perforaciones, la cantidad de perforaciones, la disposición de las perforaciones dentro del compartimento y la fuerza G (o velocidad de giro) que se emplea.
- 15 **[0062]** Evidentemente, es necesario que las perforaciones tengan un tamaño que al sea al menos el tamaño de la dimensión más grande de las partículas comprendidas en el material de partícula sólida, para que estas partículas pueda salir del compartimento. Para el rango de tamaño de partículas preferido, sin embargo, la separación óptima de las partículas del tejido se logra cuando las perforaciones tienen un tamaño de aproximadamente 1-3 veces la mayor dimensión de las partículas que, normalmente, da un resultado de las perforaciones de un diámetro de entre 2,0 y 25,0 milímetros. En una realización de la invención, un compartimento cilíndrico giratorio montado se perforará de modo que sólo un 34% de la superficie de las paredes cilíndricas del compartimento incluye perforaciones. Mientras que restringiendo el flujo de aire, esto permite una mayor retención del material de partícula sólida en el secado. Las perforaciones pueden estar marcadas a rayas o distribuidas uniformemente a lo largo de las paredes del compartimento cilíndrico giratorio montado, o incluso podría estar colocado de forma exclusiva, por ejemplo, en la mitad del compartimento.
- 20 **[0063]** Las secadoras comerciales con ventilación convencional (p. ej. Danube™ - Número de modelo TD2005/10E), por lo general tienen perforaciones de 6,5 mm de diámetro, y estas están perforadas con la máxima densidad del área, de tal forma que se distribuyen estrechamente empaquetados (1 mm entre sí) sobre la pared del compartimento cilíndrico. Esto equivale aproximadamente al 56% de la superficie de las paredes cilíndricas del compartimento que contiene las perforaciones lo que garantiza un buen flujo de aire a través del secado y la geometría de este compartimento también se comprueba para el buen desarrollo del método de la presente invención.
- 30 **[0064]** La tasa de salida del material de partícula sólida del compartimento cilíndrico giratorio montado también se ve afectado por la velocidad de rotación de dicho compartimento, con una mayor velocidad de rotación aumenta la fuerza G, aunque a  $G > 1$  el tejido se adhiere a las paredes del compartimento y evita que salga del material de partícula. Por lo tanto, se han encontrado velocidades de rotación más lentas para proporcionar resultados óptimos en este sentido, ya que permiten que las partículas que caen de los tejidos y a través de las perforaciones en el tejido se abran más durante los giros. Las velocidades de rotación que dan como resultado de una fuerza G de  $< 1$  por lo tanto, se requiere ( $< 42$  r.p.m. en una diámetro del compartimento de 98 cm de diámetro, por ejemplo). La fuerza G (o velocidad de rotación) se controla también para maximizar el buen desarrollo de la acción mecánica del material de partícula sobre el sustrato, y la más adecuada G se encuentra generalmente en la zona de 0,9 G (p. ej. 40 r.p.m. en un compartimento de 98 cm de diámetro).
- 40 **[0065]** Al terminar el ciclo de secado, se termina la incorporación de material de partícula sólida al compartimento cilíndrico giratorio, pero el giro de G y la velocidad de rotación se mantiene en los mismos valores de  $< 1$  y baja (40 rpm como en el ciclo de secado con el fin de efectuar la eliminación del material de partícula; esta eliminación de las partículas en general lleva unos 5-20 minutos, con el ciclo de secado en una operación típica suele llevar 40-55 minutos, dando un total de la duración de los ciclos en la zona de 1 hora.
- 50 **[0066]** El método de la invención se ha mostrado para que tenga éxito en la eliminación del material de partícula del sustrato seco después de su elaboración y de las pruebas con partículas cilíndricas de poliéster, y partículas de nailon que se componen ya sea de Nailon 6 o de polímero de Nailon de 6,6, que han indicado la eficacia en la eliminación de las partículas, que en promedio las partículas  $< 5$  por prenda permanecen en la carga hasta el final del ciclo de separación de las partículas. En general, esto se puede reducir aún más, a un promedio de  $< 2$  partículas por prenda y, en casos donde se utiliza un ciclo de separación de 20 minutos, la eliminación total de las partículas se consigue normalmente.
- 60 **[0067]** Además, se ha demostrado que la utilización de las partículas en la forma descrita funcionan bien, por lo que las partículas pueden ser re-utilizadas satisfactoriamente en los siguientes procedimientos de secado. De hecho, la re-utilización ofrece más ventajas en términos de eficiencia energética, ya que el calentamiento del aire naturalmente da lugar al calentamiento de los medios de las partículas en el proceso de secado. Este calor se retiene por las partículas en la terminación de un ciclo de secado y, por lo tanto, si el siguiente ciclo de secado se produce dentro del plazo para que las partículas se enfríen, habrá una transferencia de este calor retenido al proceso de secado posterior. Por lo tanto, hay un mayor nivel de eficiencia de secado que se puede conseguir en el
- 65

caso de que se ejecuten varios ciclos de secado de manera consecutiva. Esto es aplicable, por supuesto, a ambos sectores doméstico y lavandería industrial - pero, más particularmente, al último. Los ciclos de secado rápido y de alto rendimiento son factores clave para este tipo de secado en un escenario industrial.

5 **[0068]** Se cree que el método de la invención se compone de la acción mecánica de las partículas contra un paño para liberar la humedad atrapada entre las fibras y la recogida de esta humedad en la superficie de las partículas, donde se produce una rápida evaporación de la fina película de agua que se forma. Ciertas partículas poliméricas también tienen la capacidad de absorber la humedad en mayor medida (son ejemplos, Nailon 6 y Nailon 6,6). Puede ser el caso, por lo tanto, que tal absorción también esté contribuyendo al mecanismo de secado.

10 **[0069]** La invención se ilustrará más a fondo, aunque sin limitar en modo alguno el ámbito de aplicación de la misma, por referencia a los ejemplos siguientes y las ilustraciones correspondientes.

### 15 Ejemplos

#### Ejemplo 1

20 **[0070]** Se llevó a cabo un proceso de secado mediante la adición de un material de partícula sólido compuesto por 4 kg de Nailon 6,6 partículas (DuPont Zytel® 101 NC010) a una bolsa de malla con 1 kg (peso en seco) de un sustrato de paño, que se había humedecido con agua a 10°C. Los detalles de las partículas se presentan en el Cuadro 1 y una ilustración de estas partículas cilíndricas se proporciona en la Figura 1.

**TABLA 1 MATERIAL DE PARTÍCULA**

Clase de partícula	Forma de las partículas	a (mm)	b (mm)	h (mm)	Partículas Volumen (mm <sup>3</sup> )	Partículas Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Partículas Masa (mg)
DuPont Zytel® 101 NC010 (Nylon 6,6)	Cilíndricos (Sección oval transversal)	2,5	1,8	3,1	10,5	1,1	12

25 El sustrato está compuesto por la misma clase artículo en cada caso (fundas de almohada de algodón). Esta bolsa se carga entonces en la secadora de ventilación convencional comercial (Danube™ - Número de modelo TD 2005/10E). La secadora se ajustó para girar a 48 r.p.m., que, con un diámetro de tambor de 74 cm, dio lugar a una fuerza centrípeta de la bolsa y su contenido de 0,95 G. La temperatura de funcionamiento de la secadora se estableció en 20 °, 30 °, 40 °, 60 °C para pruebas individuales de secado, y al repetir los experimentos se realizaron sin presencia de partículas (es decir sólo tejido) para actuar como controles. El grado de calentamiento programado en la secadora fue de 2.0 °C/min y se hicieron funcionar los experimentos diversas veces hasta 3 horas, con el fin de poder extrapolar con precisión la eficiencia de secado, que se expresa como % de agua eliminada/minuto de tiempo de secado. El sustrato estaba uniformemente humedecido a -60% w/w de contenido de humedad al comienzo de cada prueba (medido individualmente). Los resultados se exponen en la Tabla 2 y se ilustran en la Figura 2.

45 **TABLA 2 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SECADO**

Clase de prueba y temperatura	Tasa de secado (% de agua extraída/min)	Tasa de mejora de secado en comparación con el control (%)	Tiempo de secado a 5% de humedad retenida (minutos)	Mejora de tiempo de secado a 5% de humedad retenida en comparación con el control (%)
Sin partículas / 20°C (Control)	0,19	N/A	289	N/A
Partículas/ 20 °C	0,28	47	196	32
Sin partículas / 30°C (Control)	0,59	N/A	93	N/A

65

Clase de prueba y temperatura	Tasa de secado (% de agua extraída/min)	Tasa de mejora de secado en comparación con el control (%)	Tiempo de secado a 5% de humedad retenida (minutos)	Mejora de tiempo de secado a 5% de humedad retenida en comparación con el control (%)
Partículas/ 30°C	0,71	20	77	17
Sin partículas /40°C (Control)	0,91	N/A	60	N/A
Partículas/ 40°C	1,05	15	52	13
Sin partículas / 60°C(Control)	1,10	N/A	50	N/A

**[0071]** Aquí se puede observar que en todos los casos la incorporación de partículas ha reducido el tiempo de secado a la misma temperatura de secado. Incluso a 20 °C (temperatura ambiente eficaz con las resistencias en la secadora apagadas), hay una reducción significativa en tiempo de secado (definida como el tiempo hasta llegar al 5% de humedad, seco al tacto). En términos de eficiencia de secado (% agua extraída/minuto de tiempo de secado) a 20 °C se ha incrementado con partículas de 0,19 a 0,28 % de agua/min (47%); en 30 °C el aumento es de 0,59 a 0,71 % de agua/min (+ 20%), mientras que a 40 °C, el incremento es de 0,91 a 1,05 % de agua/min (+ 15%), y a una temperatura de 60 °C, el incremento es de 1,10 a 1,28 % de agua/min (+16 %). La comparación más interesante es, sin embargo, que la prueba indicaba que las "partículas/ 40 °C" tienen el mismo tiempo de secado que la prueba que indicaba "partículas/ 60 °C" - o, dicho de otra manera, se logra el mismo tiempo de secado (-52 minutos) con la utilización de las partículas, pero en un 20 °C temperatura de secado más baja. Esto es extremadamente beneficioso teniendo en cuenta el consumo de energía de este tipo de equipos, como se ha descrito anteriormente, incluso cuando se tienen en cuenta los modelos domésticos más eficientes. Parece, por tanto, que la masa térmica extra de las partículas de polímero (es decir, que su masa x la capacidad calorífica específica) no es obstaculizando la mejoría del rendimiento de secado, aunque esto llega a ser más claramente una consideración cuando la temperatura de secado aumenta, como se puede ver, el % de las mejoras relativas que se muestran en la eficiencia de secado.

Ejemplo 2

**[0072]** La tabla 3 y la figura 3 proporcionan una ilustración comparativa de la eficacia de secado que se consigue cuando se emplean partículas calientes. Estos datos proporcionan, de forma eficaz, un ejemplo de los beneficios asociados con la retención de calor en las partículas para un proceso posterior de secado. Aquí, sin embargo, las partículas fueron pre-calentadas en una secadora a 60 °C (medido por un aparato de control remoto registrador de temperatura) con el fin de simular las partículas calentadas de un ciclo anterior. Estas partículas calientes enseguida se añadieron a la bolsa de malla con paño húmedo como antes, y cayeron en la secadora Danube™ a 20 °C (la prueba indicaba las "partículas 60 °C/ la secadora 20 °C"). Como anteriormente, por lo tanto, se trataba de temperatura ambiente con las resistencias de la secadora apagados. Con las partículas calentadas, la eficiencia de secado aumentó a 0,48 % de agua eliminada/minuto, frente a la prueba del ejemplo 1 con las partículas a 20 °C, lo que dio tan solo el 0,28 % de agua/min.

**TABLA 3 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SECADO**

Clase de prueba y temperatura	Tasa de secado (% de agua extraída/min)	Tasa de mejora de secado en comparación con el control (%)	Tiempo de secado a 5% de humedad retenida (minutos)	Tiempo de secado a 5% de humedad retenida en comparación con el control (%)
Ninguna partícula / 20 °C (Control)	0,19	N/A	289	N/A
Partículas/ 20 °C	0,28	47	196	32
Partículas 60 °C/ Secadora 20 °C	0,48	153	115	60

5 Por lo tanto, las partículas calentadas mejoran claramente la eficiencia de secado como podría anticiparse; tal vez menos esperado, sin embargo, es la magnitud de la mejora - alrededor del 71%. Claramente, por lo tanto, este es un enfoque de secado alternativo que también tiene mérito, pero la clave aquí será la energía que se consume en el calentamiento de las partículas frente a la misma energía utilizada para calentar el aire en la secadora. La baja capacidad de calor específico de las partículas poliméricas, en particular, debe, sin embargo, resultar ventajoso a este respecto. La ventaja obvia de tal secado de partículas es la capacidad de transferencia de calor entre ciclos de secado - algo que se pierde inherentemente con la calefacción del aire.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**Reivindicaciones**

- 5 1. Un método para el secado de un sustrato húmedo, dicho método se compone del tratamiento de los sustratos con un material de partículas sólidas a temperatura ambiente o temperatura elevada, dicho tratamiento se lleva a cabo en un aparato que consta de un tambor perforado en las paredes laterales, donde dicho tambor que se compone de perforado paredes laterales perforadas giran para facilitar una mayor acción mecánica entre dicho sustrato y la dicha materia de partícula, donde dicho material de partículas sólidas, opcionalmente, está compuesto por una multiplicidad de partículas y dichas partículas se componen de partículas poliméricas, partículas no poliméricas, o de mezclas de poliméricos, donde dichas partículas son, opcionalmente, elípticas, cilíndricas, esféricas o en forma de cubo, y en donde dicho sustrato es, opcionalmente, un tejido textil, donde dicho método está opcionalmente para utilizarlo en procesos por lote a pequeña o gran escala, caracterizado en que dicho método se compone además de la separación de material de partícula sólida del sustrato seco en la realización del proceso de secado y la recuperación de dicho material de partículas sólidas para su reutilización en los siguientes procedimientos de secado
- 15 2. Un método, como se afirma en la reclamación 1, donde dicho tambor que se compone de paredes laterales perforadas se compone de y un compartimento cilíndrico giratorio montado que, opcionalmente, tiene una capacidad de entre 5 y 50 litros por cada kg de sustrato, en el cual, si lo desea, dicho compartimento cilíndrico giratorio montado se compone de un compartimento cilíndrico de 74 cm de diámetro y la velocidad de rotación está en un rango de 10-49 r/min.
- 20 3. Un método, como se afirma en la reclamación 1 o 2, donde dicho proceso de secado y dicha separación del material de partículas sólidas desde el sustrato seco se lleva a cabo por rotación del tambor que se compone de paredes laterales perforadas a una velocidad que genera fuerzas G en el rango de 0,05 a 0,99 G.
- 25 4. Un método, como se afirma en la reclamación 1, 2 o 3, donde dicho material de partícula sólida se compone de una multiplicidad de partículas que se añaden a una partícula a nivel de incorporación de la tela de 0:1 -10:1 por masa.
- 30 5. Un método, como se afirma en una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dice material de partícula sólida que se compone de una multiplicidad de partículas en donde dichas partículas se componen de partículas sólidas o huecas.
- 35 6. Un método, como se afirma en todas las reivindicaciones anteriores, en que dicho material de partícula sólida se compone de una multiplicidad de partículas y dichas partículas se componen de partículas poliméricas o mezclas de partículas poliméricas y no poliméricas, donde dichas partículas poliméricas tienen una media de densidad en la gama de 0.5 a 2.5 g/cm<sup>3</sup>, dichas partículas no poliméricas tienen una densidad media en el rango de 3.5 -12.0 g/cm<sup>3</sup>, y el volumen promedio de dichas partículas poliméricas y no poliméricas está en el rango de 5-275 mm<sup>3</sup>.
- 40 7. Un método, como se afirma en cualquier reclamación anterior, donde dichas partículas se componen de mezclas de partículas poliméricas y no poliméricas y la relación de dichas partículas poliméricas a dichas partículas no poliméricas es de un 99,9 %: 0,1 % a 0,1 %:99,9 % w/w, opcionalmente de 95,0 %:5,0 % a 5,0 %:95,0 % w/w, opcionalmente de 80,0 %:20,0 % a 20,0 %:80,0 % w/w.
- 45 8. Un método, como se afirma pretende en todas las reivindicaciones anteriores, en que dicho material de partícula sólida se compone de una multiplicidad de partículas, donde dichas las partículas son partículas cilíndricas de sección transversal oval y una gran longitud del eje transversal en el rango de 2,0 -6,0 mm, una menor longitud del eje transversal en el rango de 1,3 - 5,0 mm y una longitud de 1,5 -6,0 mm, o dichas partículas son partículas cilíndricas de sección transversal circular y tienen un diámetro de la sección transversal en el rango de 1,3 -6,0 mm y una longitud de 1,5 -6,0 mm, o dichas partículas son partículas esféricas imperfectas y tienen un diámetro en el rango de 2.0 - 8.0 mm, o dichas partículas son esferas perfectas y tienen un diámetro en el rango de 2.0 - 8.0 mm.
- 50 9. Un método, como se afirma en cualquier reclamación anterior donde dicho material de partícula sólida se compone de una multiplicidad de partículas, y en donde se aplica al menos una de las siguientes condiciones:
- 55 (a) dichas partículas poliméricas se componen de materiales poliméricos de espuma o sin espuma; y/o  
(b) dichas partículas poliméricas se componen de polímeros lineales o reticulados; y/o  
(c) dichas partículas poliméricas se componen de perlas de polialquenos, poliamidas, poliésteres o poliuretanos, en donde dichas poliamidas, opcionalmente, están compuestas de Nailon 6 o de Nailon 6,6, y  
60 donde dicho poliéster opcionalmente se compone de tereftalato de polietileno o de tereftalato de polibutileno.
- 65 10. Un método, como se afirma en cualquier reclamación anterior donde dicho material de partícula sólida se compone de una multiplicidad de partículas y dichas partículas se componen de partículas no partículas poliméricas y no poliméricas, donde dichas partículas no poliméricas se componen de partículas de vidrio, sílice, piedra, madera, metal o cerámica, donde dicho metal es, opcionalmente, seleccionado de zinc, titanio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, tungsteno, aluminio, estaño y plomo y por lo tanto, de sus aleaciones, donde dicho material

cerámico es seleccionada, opcionalmente, de alúmina, zirconio, carburo de tungsteno, carburo de silicio y nitruro de silicio.

5 **11.** Un método, como se afirma en cualquier reclamación anterior donde dichas partículas no poliméricas se componen de partículas no poliméricas recubiertas, que pueden incluir un material del núcleo no-polimérico y una carcasa compuesta de una capa de un material polimérico, y donde, de forma opcional, dicho núcleo consta de un núcleo de acero y dicha carcasa está formada de una capa de nailon.

10 **12.** Un método, como se afirma en todos los anteriores, que se lleva a cabo a una temperatura de entre 5° y 120 °C, opcionalmente donde dicha temperatura se alcanza por la disposición de un calefactor de aire y un ventilador de recirculación en dicho aparato u, opcionalmente, por el suministro de material de partícula sólida para retener el calor de un ciclo anterior de secado.

15 **13.** Un método, como se afirma en cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12 en donde dicho compartimento cilíndrico giratorio montado se compone de un aparato que consta de un armazón y medios de acceso, lo que permite el acceso al interior de dicho compartimento cilíndrico, donde dicho compartimento cilíndrico giratorio montado, está opcionalmente montado en una primera cámara dentro de dichos medios del armazón, que incluye también una segunda cámara situada al lado de dicho compartimento cilíndrico, donde dicho aparato, opcionalmente, además incluye medios de recirculación y medios de envío,  
20 en donde, opcionalmente, dicho aparato se compone además de, medios de bombeo y dicho compartimento cilíndrico giratorio montado está compuesto de un tambor que se compone de paredes laterales perforadas, donde hasta el 60% del área de la superficie de dichas paredes laterales está formada por perforaciones, y dichas perforaciones se componen de agujeros de un diámetro no superior a 25,0 mm, y en donde dichos medios de acceso opcionalmente se componen de una puerta batiente montada en el armazón que se puede abrir para permitir el acceso al interior del compartimento cilíndrico.

25 **14.** Un método, como se afirma en todas las reivindicaciones anteriores, en que dicho aparato se compone de medios de circulación, adaptados para promover la circulación de dicho material de partículas sólidas, donde dichos medios de circulación opcionalmente se componen de una multiplicidad de salientes alargados separados por una distancia fija esencialmente perpendicularmente a la superficie interna de las paredes laterales cilíndricas del compartimento cilíndrico giratorio montado.

30 **15.** Un método, como se afirma en cualquier reivindicación anterior, en donde dicho aparato consta de:

35 (a) medios de armazón, que tienen:

- (i) una primera cámara superior que tiene montada dentro dicho compartimento cilíndrico giratorio, y
- (ii) y una segunda cámara inferior colocada por debajo de dicho compartimento cilíndrico;

- 40 (b) medios de recirculación;  
(c) medios de acceso;  
(d) medios de bombeo; y  
(e) medios de envío,

45 donde dicho compartimento cilíndrico giratorio montado incluye un tambor que consiste en paredes laterales perforadas, en las que hasta el 60% de la superficie de dichas paredes incluye perforaciones, y dichas perforaciones se componen de agujeros que tienen un diámetro no más grandes de 25.0 mm.

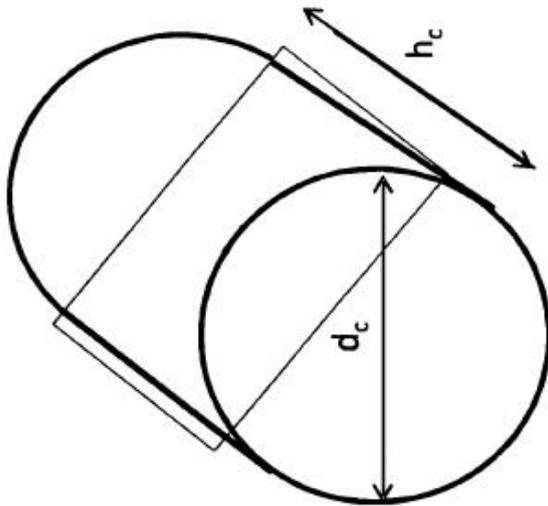
50

55

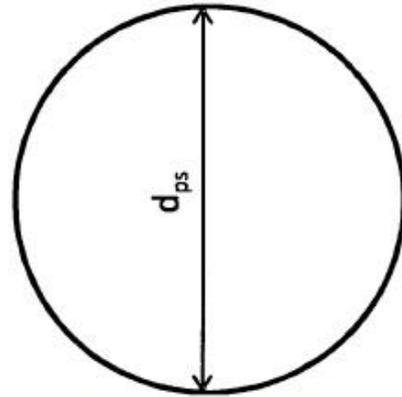
60

65

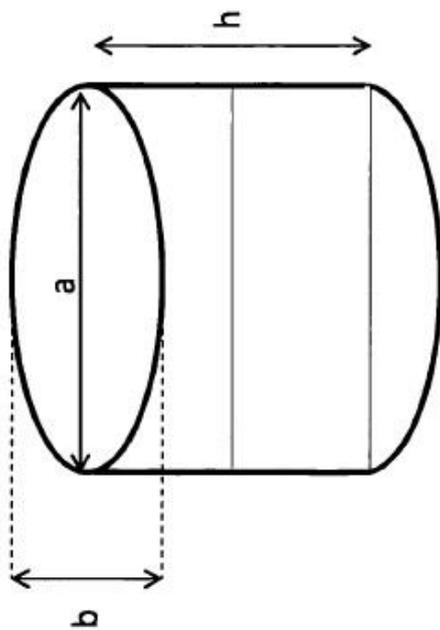
Figura 1- Parámetros de partículas de tamaño cilíndrico, esférico y esfera perfecta



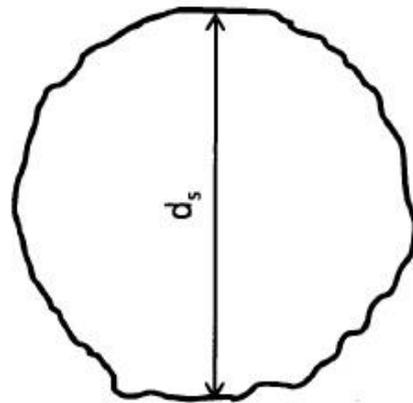
Forma cilíndrica (Sección circular transversal)



Esfera perfecta



Forma cilíndrica (Sección oval transversal)  
 $a > b$



Esférica

Figura 2 % de humedad retenida después del Secado vs. Tiempo

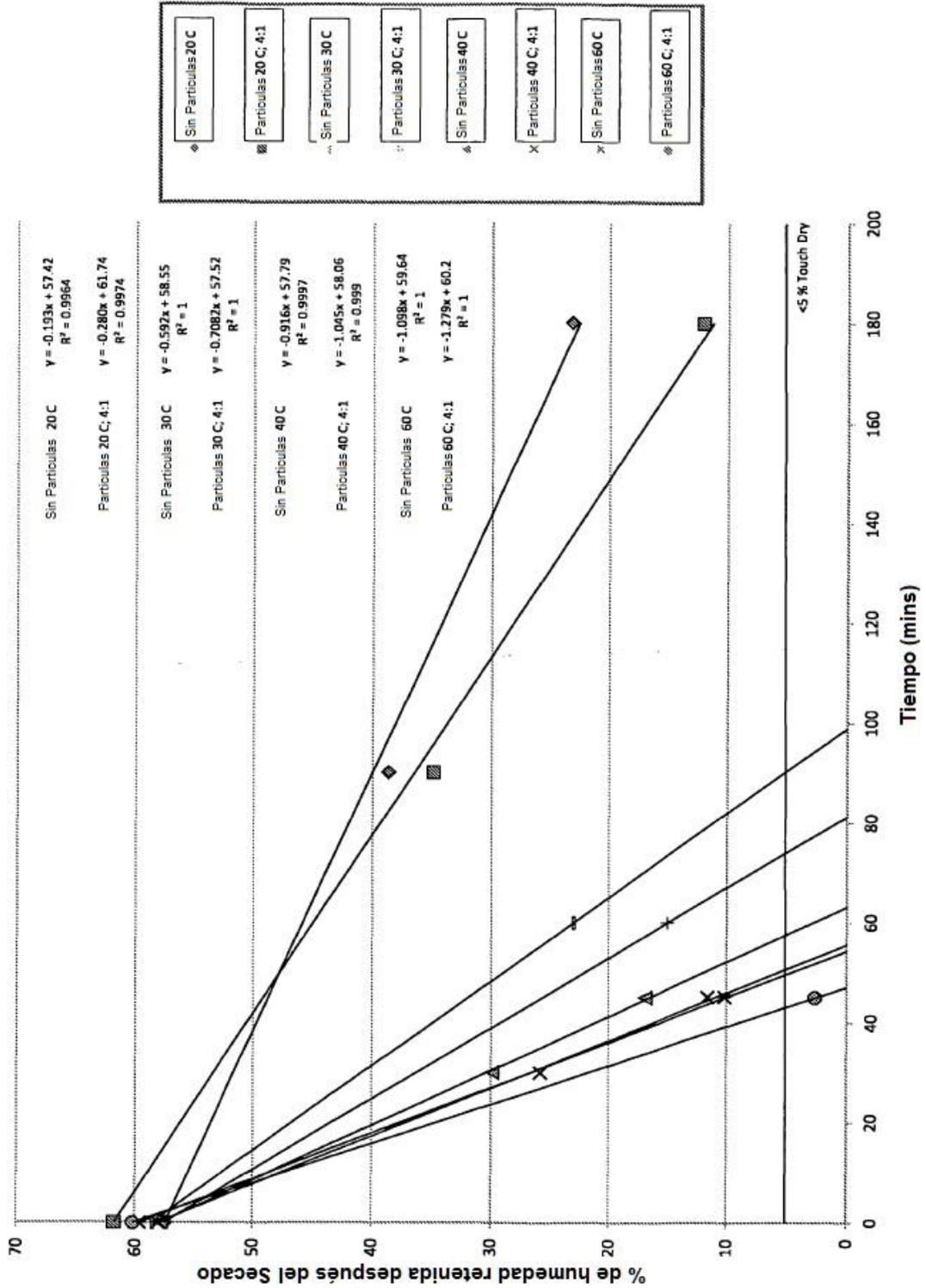


Figura 3 % de humedad retenida después del Secado vs. Tiempo

Partículas

