

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 855**

51 Int. Cl.:

**B29L 31/00** (2006.01)  
**B29K 67/00** (2006.01)  
**B29K 105/06** (2006.01)  
**B29K 307/04** (2006.01)  
**B09B 3/00** (2006.01)  
**B29B 17/02** (2006.01)  
**B29B 17/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2012 PCT/GB2012/000143**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.08.2012 WO12107732**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2012 E 12708361 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 2673096**

54 Título: **Método de tratamiento de objetos residuales**

30 Prioridad:

**11.02.2011 GB 201102465**

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

**08.04.2021**

73 Titular/es:

**LONGWORTH ENGINEERING LTD. (100.0%)  
Longworth House, Sett End Road North,  
Shadsworth Business Park  
Blackburn BB1 2QG, GB**

72 Inventor/es:

**NORRIS, JOHN;  
NORRIS, PETER;  
REID, ALAN y  
TALBOT, MARK**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 817 855 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

Método de tratamiento de objetos residuales

5 La presente invención se refiere a un método para tratar objetos residuales. El método de tratamiento de la invención es uno para llevar a cabo el deslaminado del residuo para dar lugar a partes que facilitan la recuperación o reciclaje.

10 Muchos objetos domésticos modernos, desechables, por diseño, ocupan cantidades de espacio relativamente grandes. Se moldean y conforman para dar lugar a formas tales como botellas y cajas que, aunque tengan peso reducido y usen pequeñas cantidades de material, son voluminosos.

15 Este volumen es un problema particular al final de la vida útil del producto cuando es preciso desecharlos. El transporte de residuos, el vertido e incluso los objetos de reciclaje se ven impedidos si el residuo es voluminoso. El diseño de muchos objetos modernos significa que crean bolsas de aire y huecos cuando se compactan. La simple aplicación de presión puede romper los objetos unos con otros pero puede suceder que no libere estas bolsas de aire a menos que el propio objeto se rompa.

20 Durante muchos años, el método aceptado para la eliminación de residuos consistió en el depósito en vertedero. No obstante, en los últimos años, se ha producido un cambio orientado a reducir el volumen de residuos depositados por esta vía. Esto se debe, en parte, a cuestiones ambientales ya que la capacidad de los vertederos en el mundo es una cuestión urgente y la creación de nuevos sitios resulta particularmente polémica y, en parte, debido a la consideración de que al menos determinados tipos de artículos residuales son susceptibles de reciclaje. Por estas razones, generalmente resulta necesario llevar a cabo cierta fragmentación de los artículos residuales, ya sea para reducir el volumen de material que se envía a vertedero o para convertir el artículo residual en una forma que sea más fácilmente susceptible de reciclaje.

25 La patente de Estados Unidos N<sup>o</sup>. 4.540.467 (Grube) divulga un método apropiado para la fragmentación de dicho material residual sólido a partir de procesos industriales de producción y diversos tipos de material de residuos municipales. Con respecto al tratamiento del material residual a partir de procesos industriales de producción, el método resulta particularmente aplicable a la eliminación de arena a partir de los componentes metálicos preparados por medio de colada del metal fundido en moldes de arena. Se afirma también que el proceso tiene una utilidad particular en el tratamiento de material residual que comprende componentes que pueden estar saturados con agua, sean recipientes cerrados o sean de vidrio. El proceso usa un recipiente de presión con un ventana superior que se puede abrir para permitir que el material residual se trate para la introducción en el recipiente y una ventana inferior que se puede abrir para permitir que el material tratado se descargue del recipiente. El proceso comprende introducir el material objeto de tratamiento en el recipiente de presión y (en realizaciones preferidas) tratar el residuo con un líquido acuoso que incorpora uno o más agentes tensioactivos, un compuesto blanqueante, un ácido o una base antes de (o simultáneamente con) presurización del recipiente con vapor. El agente de tratamiento particular está seleccionado dependiendo del tipo de material residual objeto de tratamiento. De este modo, por ejemplo, (i) se usan agentes tensioactivos para garantizar la humectación de papel, madera, trapos y otros artículos de absorción de agua, (ii) se usan compuestos blanqueantes para el tratamiento de productos de papel para la eliminación de tintas y otros materiales colorantes, (iii) se usan ácidos para el tratamiento de productos de papel para el caso en el que se tienen que usar en la fabricación de alcoholes industriales (convirtiendo el ácido el producto de papel en azúcares) y (iv) se usan bases con frecuencia arenas compactadas para el caso en el que sea necesario limpiar de arena residual un moldeo de colada de inversión.

30 El vapor sirve para calentar y presurizar los contenidos del recipiente hasta una temperatura y presión deseadas y también añadir humedad a esos contenidos que puede estar saturados de humedad. A la presión deseada, la ventana inferior asociada al recipiente de presión se abre para reducir rápidamente la presión dentro del recipiente hasta valores atmosféricos y descargar los componentes tratados. Se afirma que la reducción rápida de presión, en el documento US 4 540 467, permite una descompresión explosiva repentina de los contenidos del recipiente que se traduce en una expulsión rápida de los mismos del recipiente. Durante la descompresión y la expulsión, la humedad y una determinada proporción de otro líquido presente en el material residual se evaporan de forma instantánea para forma vapor. Se dice que esta evaporación instantánea repentina del agua para dar lugar a vapor rompe muchos de los fragmentos finos del material residual. El residuo descargado se puede procesar posteriormente según sea necesario.

35 La divulgación del documento US 4 540 467 contempla las presiones preferidas (dentro del recipiente) para su uso en el proceso que es de 1 a aproximadamente 3 atmósferas (absolutas) con aproximadamente 1,1 kg/cm<sup>2</sup> (15 libras por pulgada cuadrada) por encima de la presión atmosférica o prefiriéndose aproximadamente 2 atmósferas (absolutas), aunque se contempla la posibilidad de usar recipientes de presión capaces de operar a 1335 N de presión (300 libras) con la correspondiente temperatura de vapor saturado del orden de 220 °C (423 °F), con temperatura y presiones de autoclave más elevadas antes de la descompresión, lo que genera una fragmentación más completa.

65 Los ejemplos de materiales saturable de humedad que se pueden fragmentar por medio del procedimiento del documento US 4 540 467 incluyen materiales de papel así como también determinados materiales de construcción,

por ejemplo, hormigón, tableros, madera y otros materiales porosos capaces de absorber agua. El procedimiento del documento US 4 540 467 también tiene como resultado la ruptura de los recipientes cerrados así como el desgranado del vidrio debido a la descarga explosiva procedente del recipiente, así como también el gradiente térmico a través del cual el vidrio se enfría desde la temperatura elevada. No obstante, el procedimiento del documento US 4 540 467 no da lugar a la fragmentación de artículos sólidos de plástico que requieren el tamizado fuera del residuo fragmentado.

Existen numerosas desventajas con el procedimiento descrito en el documento US 4 540 467. En primer lugar, el procedimiento preferido requiere un tratamiento del material residual con un reactivo químico apropiado (para el cual se han aportado ejemplos con anterioridad). De este modo, esta etapa implica un "tratamiento húmedo" adicional del residuo y existe un coste auxiliar de las sustancias químicas implicadas. En segundo lugar, la experiencia de los inventores que conduce al desarrollo de la presente invención muestra que un ciclo individual de presurización y descompresión explosiva puede producir menos de la fragmentación óptima. En tercer lugar, en las condiciones propuestas en el documento US 4 540 467, los artículos de plástico permanecen intactos y no se fragmentan (véase con anterioridad).

El documento EP-A-1 628 736 (Longworth Engineering) divulga un proceso para la limpieza de componentes de filtros, en particular componentes como los usados para la filtración de polímero fundido y que tienen un residuo depositado de polímero solidificado que impide el rendimiento del componente. En el método descrito en el documento EP-A-1 628 736, el componente de filtro a limpiar se ubica en un recipiente de presión provisto de una válvula de salida que se puede abrir rápidamente y posteriormente cerrar. El componente de filtro a limpiar se ubica en el recipiente de presión que se somete repetidamente a un ciclo de presurización con vapor supercalentado y descompresión rápida que se lleva a cabo por medio de apertura de la válvula (de apertura rápida) asociada al recipiente de presión. Con más detalle, el vapor supercalentado eleva la presión en el recipiente en al menos 0,5 bares (y más preferentemente de 2 a 15 bares) y el recipiente se descomprime de manera que existe una pérdida de presión de al menos 0,5 bares en como máximo 5 segundos y, de manera ideal, como máximo 1 segundo. La descompresión rápida se describe en el documento EP-A-1 628 736 como "descompresión instantánea". Se propone en el documento EP-A-1 628 736 que la descompresión instantánea tiene como resultado una ebullición instantánea del agua en la interfaz entre los residuos y los componentes del filtro (y posiblemente también dentro de los propios residuos) dando como resultado que los residuos se rompen y separan del componente de filtro que se mantiene por sí mismo su integridad y se limpia para uso posterior. Típicamente, se requieren de 2 (más normalmente al menos 5) a 100 (o más) ciclos de presurización con vapor supercalentado y descompresión rápida ("instantánea") con objeto de limpiar el componente de filtro contaminado con residuos poliméricos solidificados.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método de recuperación de fibras de carbono por medio de deslaminado de un artículo de composite de fibras de carbono residuales discretas formado por fibras de carbono unidas en capas por medio de una resina o adhesivo o una combinación de dichos artículos, comprendiendo el método las etapas de:

(a) introducir dicho artículo o combinación de artículos en un recipiente de presión,

(b) suministrar a dicho recipiente vapor supercalentado a una temperatura de al menos 400 °C y presurizar dicho recipiente para someter dicho artículo o artículos a una atmósfera de vapor supercalentado en el recipiente de al menos 0,5 bares por encima de presión atmosférica,

(c) posteriormente descomprimir el recipiente para lograr una reducción de presión de al menos 0,5 bares en como máximo 5 segundos al tiempo que se mantiene el suministro de vapor supercalentado en el recipiente, y

(d) repetir las etapas (b) y (c) para llevar a cabo el deslaminado de dicho artículo o combinación de artículos para recuperar fibras de carbono a partir de los mismos.

Por medio de la expresión "artículo de composite de fibras de carbono residuales discretas", los inventores entienden que el artículo es individual y se puede introducir por sí mismo sin restricción en el recipiente de presión para el deslaminado del artículo de acuerdo con el método de la invención definido con anterioridad. La expresión "artículo de composite de fibras de carbono residuales discretas", tal y como se usa en la presente memoria, por tanto, se tiene que distinguir de un depósito que obstruye las parte de un filtro (discusión del documento EP 1 628 736 anterior) ya que dichos depósitos no son, y no pueden ser, considerados como "no restringidos" ya que se físicamente están asociados al filtro.

Para los fines de la siguiente descripción se debería entender que hasta el punto de que el método de la invención se aplica a una colección de artículos de composite de fibras de carbono residuales discretas, entonces los artículos de la colección pueden ser diferentes unos de otros. Además, dicha colección, además, de los artículos que se deslaminan por medio del método, puede incluir otros objetos que puede que no (por ejemplo, objetos metálicos - véase a continuación).

Los inventores han descubierto que al someter os artículos de composite de fibras de carbono residuales discretas a ciclos repetidos de (b) y (c) como se ha definido anteriormente se proporcionan ventajas significativas en el tratamiento

de dichos artículos (para eliminar su deslaminado) en comparación con el proceso divulgado en el documento US 4 540 467. En particular, el método de la invención se puede llevar a cabo sin necesidad de ninguna pre-inmersión o pretratamiento con reactivos químicos de los artículos residuales a tratar y todavía lograr deslaminado. Además, las condiciones empleadas en la presente invención (con sus ciclos repetidos de etapas (b) y (c)) permiten un deslaminado más eficaz y también el control del grado de deslaminado obtenido. Considérese un tipo particular de artículo residual que se puede fragmentar de acuerdo con la divulgación del documento US 4 540 467. El método de la presente invención que usan un grado particular de presurización para la etapa (b) y condiciones particulares para llevar a cabo la etapa de descompresión (c), con repetidos ciclos de estas etapas, produce un grado de deslaminado para ese artículo residual mayor que el proceso de fragmentación de etapa individual de la patente de Estados Unidos que usa las mismas condiciones de descompresión y presurización. Además, seleccionando el número de repeticiones de las etapas (b) y (c) llevadas a cabo sobre un artículo residual particular usando el método de la invención es posible deslaminar el artículo residual, en mayor o menor medida, como se desee. En tercer lugar, el proceso de la presente invención permite el deslaminado del artículo residual que permanece intacto por medio del procedimiento de la patente de Estados Unidos.

Los inventores no pretenden quedar ligados a teoría alguna, pero su comprensión es que el mecanismo por medio del cual los artículos de composite de fibras de carbono residuales discretas se deslaminan por medio de vapor y descompresión instantánea pueden ser uno o más de fusión, hidrólisis y descompresión térmica (aunque el mecanismo exacto depende de la naturaleza de los artículos residuales que se deslaminan).

El método de la invención se puede llevar a cabo durante un número suficiente de ciclos de forma que inicialmente, el artículo de composite de fibras de carbono residuales intratable se rompe en partes que sean más fácilmente susceptibles de procesado; para un artículo laminado en el que las capas individuales están unidas de forma conjunta, separación de las capas que se puede posteriormente procesar según se requiera.

Se debería apreciar que la invención difiere en un número de modos de las divulgaciones de las memorias descriptivas anterior mencionadas, es decir, los documentos US-A-4 540 467 y EP-A-1 628 736. Con respecto al documento US-A-4 540 467, por ejemplo, este contempla únicamente una etapa de descompresión y presurización individual. De hecho, el aparato particular divulgado en el documento US-A-4 540 467 para llevar a cabo el método descrito en la presente memoria se adapta de forma particular a una etapa individual de despresurización y presurización. Con más detalle, dicho aparato tiene un recipiente de presión con ventanas superior e inferior. El residuo a tratar se introduce en el recipiente a través de la ventana superior y, al completar la etapa de presurización, se abre la ventana inferior para descargar el residuo. Además, en las condiciones de tratamiento divulgadas en la patente de Estados Unidos N°. 4 540 467, los plásticos permanecen intactos y no se fragmentan. Adicionalmente, el método de la presente invención no requiere pretratamiento del(de los) artículo(s) residual(es) objeto de deslaminado con ningún agente de tratamiento, tal como agentes tensioactivos, compuestos blanqueantes, ácidos o bases, tales como los generalmente requeridos para el método de la patente de Estados Unidos.

En relación con el documento EP-A-1 628 736, esta memoria descriptiva anterior no contempla un método de deslaminado de artículos de composite de fibras de carbono residuales discretas. Más bien, la memoria descriptiva anterior está relacionada con la limpieza de un artículo (es decir, el componente de filtro) que permanece por sí mismo intacto al final del proceso de tratamiento y únicamente se eliminan los depósitos, poliméricos contaminantes restringidos. Visto de otra manera, el método de la invención deslaminado, lo que se puede considerar que es, un cuerpo que define una forma del artículo objeto de tratamiento. De este modo, el cuerpo del artículo se deslaminado (en otras palabras, se destruye). Esto está en contraste completo con el método del documento EP-A-1 628 736 en el que el cuerpo del artículo (es decir, el componente de filtro) permanece intacto y el proceso es una operación de limpieza para limpiar ese componente de los contaminantes.

Como se ha comentado anteriormente, la presente invención es aplicable a artículos deslaminados, específicamente composites de fibras de carbono que han alcanzado el final de su vida útil para recuperar fibras de carbono a partir de los mismos.

Con frecuencia, los composites de fibras de carbono están contruidos a partir de muchas hebras de material, ligadas para dar lugar a capas de resinas o adhesivos. La unión crea materiales excepcionalmente fuertes y resistentes pero las hebras, por consiguiente, resultan difíciles de recuperar al final de la vida del artículo producido a partir del material. Los métodos convencionales de recuperación implican el calentamiento del artículo en un horno para llevar a cabo el deslaminado pero sin el uso de una atmósfera inerte, existe la posibilidad de combustión/oxidación y ruptura química de las fibras debido a la presencia de oxígeno. El método de la invención permite que estos artículos se deslaminen de forma eficaz y, por tanto, la recuperación de hebras individuales de material, sin combustión o degradación de ese material.

Los ensayos de los inventores con fibra de carbono han recuperado fibras de alta calidad de buena longitud y con valor comercial. En comparación, otros métodos de recuperación de fibras tienen como resultado forma de fibras picadas, quemadas y de longitud muy corta que tiene escaso valor comercial debido al hecho de que no se adaptan para muchas aplicaciones sensibles.

Mediante la eliminación de las resinas que unen capas de composite de forma conjunta, los inventores son capaces de recuperar fibras. Las condiciones de proceso suaves y la ausencia de oxígeno (logrados manteniendo un suministro de vapor supercalentado al recipiente durante la etapa de descompresión instantánea) significa que esas fibras son de elevada calidad y de calidad y resistencia similar a las fibras de pristine.

5 La invención se puede llevar a cabo de un número de maneras. De este modo, por ejemplo, se puede someter simultáneamente una pluralidad de artículos a etapas de presurización (con vapor saturado) y descompresión rápida en el recipiente de presión. Obviamente, por medio de tratamiento de la pluralidad de artículos al mismo tiempo, se garantiza que el producto deslaminado, resultante es un material "individual", como puede resultar deseable con fines de reciclaje. En otras realizaciones de la invención, el método de tratamiento se puede aplicar a una mezcla de artículos residuales en cuyo caso se puede generar un producto mixto y determinados artículos (por ejemplo, cualesquiera artículos metálicos) permanecen sustancialmente inalterados y se pueden tamizar fuera del producto deslaminado. En otros casos, el método de la invención se puede aplicar a un artículo individual, en particular para el caso en el que el artículo sea relativamente grande y el recipiente de presión únicamente pueda albergar uno de dichos artículos.

En la siguiente descripción, la etapa rápida de reducción de presión empleada en la invención (es decir, una reducción de al menos 0,5 bares en como máximo 5 segundos) se denomina "descompresión instantánea".

20 Generalmente, el método de la invención implicar someter el(los) artículo de producto residual objeto de tratamiento a una atmósfera de 1 a 15 bares por encima de presión atmosférica (o incluso mayor) de vapor supercalentado. No obstante, generalmente presiones de 4 a 6 bares por encima de presión atmosférica resultan apropiadas. La presión se puede elevar hasta el valor deseado durante cualquier período apropiado, por ejemplo de 1 a 10 horas, y descompresión instantánea llevada a cabo tan pronto como se alcance el valor deseado. Alternativamente, el objeto(s) residual(es) se puede someter a vapor supercalentado a una presión particular durante una duración de tiempo determinada antes de llevar a cabo la descompresión instantánea.

30 La reducción de presión lograda durante la descompresión instantánea (en menos de cinco segundos) puede ser de al menos 1 bar, por ejemplo, al menos dos bares aunque se aprecia que la reducción máxima de presión que se puede llevar a cabo depende del aumento de presión inicial por encima de presión atmosférica. Tal como se indica, la descompresión instantánea se lleva a cabo en un máximo de cinco segundos. Más preferentemente, la descompresión instantánea se lleva a cabo en un máximo de cuatro segundos, más preferentemente como máximo tres segundos, incluso más preferentemente como máximo dos segundos y lo más preferentemente en un período de tiempo de un segundo o menos. Generalmente, el tiempo de la descompresión instantánea es un mínimo de un milisegundo. De este modo, por ejemplo, un período de un milisegundo a cinco segundos puede resultar apropiado.

40 Para los fines de llevar a cabo la descompresión instantánea, el recipiente el que se trata el elemento de filtro está provisto de una válvula apropiada (la "válvula de descompresión instantánea") que se puede abrir rápidamente para permitir la liberación (desde el recipiente) del vapor supercalentado y llevar a cabo la descompresión instantánea. Por ejemplo, la válvula de descompresión instantánea puede ser una válvula de mariposa o válvula similar de restricción de flujo baja y apertura rápida.

45 El vapor supercalentado proporcionado al recipiente generalmente está a una temperatura de al menos 150 °C, más preferentemente al menos 200 °C, más preferentemente al menos 300 °C, y lo más preferentemente al menos 400 °C. Generalmente, el vapor supercalentado tal y como se suministra al recipiente tiene un máximo de 500 °C. Se prefiere de forma particular que el vapor supercalentado suministrado al recipiente tenga una temperatura de 400 °C a 500 °C. Aunque se suministre el vapor supercalentado al recipiente a una temperatura particular, se aprecia que existe cierto enfriamiento del vapor dentro del recipiente de forma que la temperatura a la cual tiene lugar la "descompresión instantánea", al menos inicialmente, es bastante menor que la temperatura del vapor supercalentado tal y como se suministra. No obstante, con ciclos repetidos de presurización (con vapor supercalentado) y descompresión instantánea, la temperatura dentro del recipiente en el momento de la descompresión instantánea aumenta.

55 El método de la invención implica etapas repetidas de someter el(los) artículo(s) producto residual(es) a vapor supercalentado a una presión de al menos 0,5 bares por encima de la presión atmosférica y posteriormente llevar a cabo la descompresión instantánea. El número de etapas repetidas necesarias para lograr un grado deseado de fragmentación depende de un número de factores, en particular de la naturaleza del(de los) artículo(s) producto residual(es) objeto de tratamiento, la temperatura del recipiente (que a su vez depende de la temperatura del vapor supercalentado suministrado al recipiente), el grado al cual se presuriza el recipiente, y la rapidez de la descompresión instantánea. La persona experta es capaz de llevar a cabo de forma sencilla experimentos simples para determinar cuántas etapas de repetición se requieren.

65 Ventajosamente, el mantenimiento del suministro de vapor supercalentado al recipiente durante la etapa de descompresión instantánea del método de la invención permite mantener una atmósfera sustancialmente carente de oxígeno en el recipiente.

En un perfeccionamiento de la invención, el recipiente se puede suministrar inicialmente con vapor limpio saturado y

seco que está a una temperatura de 100-150 °C que sirva para calentar el(los) artículo(s) objeto de tratamiento bastante antes de la introducción del vapor supercalentado. El vapor saturado y seco es vapor que ha absorbido la cantidad máxima de entalpía de evaporación y está seco en un 100 %, es decir, no contiene humedad.

5 Un aparato para llevar a cabo el proceso de la invención puede comprender, además de la válvula de descompresión instantánea, un válvula de control de flujo de salida que se puede ajustar para proporcionar un flujo de vapor deseado a través del recipiente. La válvula de salida puede, por ejemplo, ser una válvula de aguja.

10 Tomando en consideración los puntos anteriores, un proceso preferido de acuerdo con la invención comprende las etapas siguientes (tras la introducción del(de los) artículo(s) objeto de tratamiento en el recipiente de presión):

(a) introducción inicial de vapor limpio saturado y seco, (lográndose la temperatura deseada por medio de control del flujo de salida de vapor mediante una válvula de control fino).

15 (b) introducción de vapor limpio supercalentado y seco a una temperatura de al menos 400 °C en el recipiente y mantenimiento de la válvula de control de flujo de salida en posición abierta. Esta etapa se lleva a cabo de forma que la temperatura del recipiente se lleve hasta un nivel deseado.

20 (c) cierre de la válvula de control de flujo de salida para permitir que la presión en el recipiente aumente hasta un valor predeterminado de al menos 0,5 bares por encima de la presión atmosférica.

25 (d) ejecución de la descompresión instantánea tan pronto como (o poco después de) se haya alcanzado la presión deseada en el recipiente por medio de apertura de la válvula de descompresión instantánea para lograr una reducción de presión de al menos 0,5 bares en como máximo 5 segundos, al tiempo que se mantiene el suministro de vapor supercalentado al recipiente.

(e) cierre de la válvula de descompresión instantánea.

30 (f) ejecución de al menos un ciclo adicional de las etapas (d)-(e).

(g) apertura de la válvula de control de flujo de salida y sometimiento del(de los) artículo(s) a un período adicional de tratamiento con el vapor supercalentado.

35 (h) repetición de las etapas (c)-(g) de forma con la frecuencia que sea necesaria.

(i) cierre de la válvula de control de flujo de salida para permitir que la presión en el recipiente aumente hasta un valor predeterminado de al menos 0,5 bares por encima de la presión atmosférica.

40 (j) ejecución de la descompresión instantánea para lograr una reducción de presión de al menos 0,5 bares en como máximo 5 segundos, al tiempo que se mantiene el suministro de vapor supercalentado al recipiente y permitir el enfriamiento del recipiente.

45 La descompresión instantánea se puede llevar a cabo por medio de apertura de la válvula de descompresión instantánea y purga del vapor supercalentado directamente a la atmósfera. No obstante, generalmente, se prefiere más transferir el vapor desde el recipiente en el cual tiene lugar el deslaminado al interior de un denominado recipiente de "soplado", a partir del cual bien se descarga a la atmósfera o bien se hace pasar a una etapa de tratamiento de humos.

50 El método de la invención se puede llevar a cabo usando un aparato que generalmente se ilustra en, y se describe con referencia a, las Figuras 1 y 2 del documento EP-A-1 628 736 con la modificación apropiada.

La invención se ilustra de forma adicional por medio del siguiente ejemplo no limitante que se diseñó para mostrar la reducción de volumen de los materiales residuales que se puede conseguir usando el método de la invención.

55 En el ejemplo, los artículos residuales objeto de tratamiento se colocaron en una cesta de malla.

### Ejemplo

#### Laminado de Fibras de Carbono

60 Se introdujeron trozos remanentes de laminado de fibras de carbono procedente de la industria aeronáutica que pesaban un total de 194 gramos en el interior de una cesta de acero inoxidable que posteriormente se transfirió a un pequeño recipiente de presión.

65 Se trató la muestra de acuerdo con el método de la invención usando las siguientes condiciones:

## ES 2 817 855 T3

- (i) vapor supercalentado generado a 550 °C
- (ii) tiempo para presurizar el recipiente - 15 segundos.
- (ii) presión de recipiente inmediatamente antes de la descompresión - 5 bar de presión manométrica.
- (iv) válvula de salida abierta durante un total de 5 segundos durante los cuales tiene lugar la descompresión instantánea.
- (v) reducción de presión lograda por medio de la descompresión instantánea - 4 bares.

5

El método implicó ciclos repetidos de las etapas (ii)-(v) durante un período total de 3 horas, después de las cuales de permitió el enfriamiento del recipiente. Se mantuvo el flujo de vapor al recipiente durante todas las 3 horas, incluso durante la etapa de descompresión.

10

Al final del método, se recuperaron 75 gramos de fibras de carbono de forma que aproximadamente 119 gramos de resina se eliminaron en el flujo de vapor durante la descompresión (aunque es posible que parte de las fibras sueltas más pequeñas se perdieran en el flujo de vapor de salida).

15

El residuo de fibras sueltas restante tuvo una propiedades de tracción similares a los mostradas por las fibras de carbono de pristina.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método de recuperación de fibras de carbono por medio de deslaminado de un artículo de composite de fibras de carbono residuales discretas formado por fibras de carbono unidas en capas mediante resina o adhesivo o una combinación de dichos artículos, comprendiendo el método las etapas de:
- 10 (a) introducir dichos artículo o combinación de artículos en un recipiente de presión,  
(b) suministrar a dicho recipiente vapor supercalentado a una temperatura de al menos 400 °C y presurizar dicho recipiente para someter dicho artículo o artículos a una atmósfera de vapor supercalentado en el recipiente de al menos 0,5 bares por encima de la presión atmosférica,  
(c) posteriormente descomprimir el recipiente para lograr una reducción de presión de al menos 0,5 bares en como máximo 5 segundos al tiempo que se mantiene el suministro de vapor supercalentado en el recipiente, y  
(d) repetir las etapas (b) y (c) para llevar a cabo el deslaminado de dichos artículo o combinación de artículos para recuperar fibras de carbono a partir de los mismos.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la reducción de presión es de al menos 1 bar.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la reducción de presión es de al menos 2 bares.
- 20 4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la reducción de presión se logra en como máximo 4 segundos.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la reducción de presión se logra en como máximo 3 segundos.
- 25 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la reducción de presión se lograr en como máximo 2 segundos.
- 30 7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la reducción de presión se logra en como máximo 1 segundo.
8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el artículo o la combinación de artículos se someten a una atmósfera de 2 a 15 bares por encima de la presión atmosférica de vapor supercalentado.