(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 274 458**

(51) Int. Cl.:
B01D 41/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **04735264 .6**
(86) Fecha de presentación : **28.05.2004**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1628736**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2006**

(54) Título: **Método de limpieza de componentes de filtros.**

(30) Prioridad: **29.05.2003 GB 0312281**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

(73) Titular/es: **Longworth Engineering Ltd.**
Longworth House, Sett end Road North
Shadsworth Business Park
Blackburn BB1 2QG, GB

(72) Inventor/es: **Norris, Peter, John;**
Norris, John;
Reid, Christopher y
Millington, James, Peter

(74) Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Método de limpieza de componentes de filtros.

La presente invención se refiere a la limpieza de conjuntos que constituyen filtros y de componentes de los mismos (a los que por comodidad se llama colectivamente de aquí en adelante "componentes de filtros") contaminados con un depósito de residuos que se ha formado en los mismos y puede estar por ejemplo obstruyendo u obstruyendo parcialmente al componente del filtro, perjudicando así al rendimiento. El componente puede ser por ejemplo uno que haya sido usado en la filtración de polímeros fundidos, como p. ej. poliésteres, de tal manera que el residuo depositado que tiene que ser retirado es polímero solidificado. Son adicionales ejemplos de residuos que pueden tener que ser retirados las cargas y los residuos de catalizadores que pueden estar por ejemplo incorporados en un residuo de polímero solidificado. La invención es particularmente aplicable a la limpieza de elementos filtrantes (es decir, del componente que efectúa la operación de filtración propiamente dicha retirando p. ej. de un polímero fundido el material particulado contaminante).

La industria de los polímeros puede ser citada como usuario de elementos filtrantes que al final quedan obstruidos y requieren una limpieza. A este respecto, varias operaciones de elaboración de las que se efectúan en la industria de los polímeros suponen la filtración de polímeros termoplásticos (como p. ej. poliésteres) en estado líquido. Está claro que la filtración es efectuada a temperaturas relativamente altas para asegurar que el polímero se mantenga en estado líquido. Incluso así, el líquido es muy viscoso, y se requiere una alta presión. En consecuencia, los elementos filtrantes que se usan son de alta calidad tecnológica, están habitualmente fabricados a base de acero inoxidable, son de sofisticado diseño y son mecánicamente delicados. Típicamente, el mínimo tamaño de poro del elemento filtrante va desde menos de 1 hasta 100 micras. La reutilización de estos elementos filtrantes es una parte importante de la rentabilidad del proceso, por lo que se requiere una limpieza de los elementos filtrantes.

En general un elemento filtrante a limpiar estará recubierto con polímero sobrante porque el elemento filtrante no ha sido escurrido tras haber sido aislado de la corriente de alimentación con polímero, sino que simplemente se ha dejado enfriar (estando en parte lleno de polímero). El polímero se solidifica entonces quedando así convertido en un bloque sólido.

El calentamiento de un elemento filtrante contaminado con un polímero termoplástico en una atmósfera inerte hasta una temperatura superior al punto de fusión del polímero permitirá en general que una gran parte del sobrante sea simplemente escurrida. Este proceso no retirará la totalidad del polímero, pero permitirá aportar líquido o gas al interior del elemento. La clave de una buena limpieza radica en la remoción de los residuos de polímero (que están p. ej. en forma de una fina película) que están adheridos a la estructura microporosa del filtro. Esto se efectúa en general usando los procesos 1 o 2 que se describen a continuación.

- 1 Tratamiento térmico en un disolvente de alto punto de ebullición tal como el trietilenglicol. La alta temperatura reblandece y despolimeriza parcialmente al polímero. A continuación el elemento filtrante es rociado con agua a alta presión para retirar la mayor parte del polímero contaminante.

- 2 Inyección de vapor recalentado al interior del elemento filtrante. Esta técnica se usa particularmente para la limpieza de elementos filtrantes contaminados con poliésteres puesto que mediante la hidrólisis del polímero son producidos oligómeros de bajo peso molecular y finalmente el ácido y el alcohol que dieron origen a dicho polímero.

Al haber sido concluido cualquiera de estos procesos queda material residual (entre un 0,5 y un 1%) que está fuertemente adherido a partes habitualmente inaccesibles del filtro. Este material puede ser retirado mediante uno de los siguientes Pasos 3 a 6 o cualquier combinación de los mismos.

- 3 El elemento filtrante puede ser calentado en una atmósfera con reducido contenido de oxígeno para así lograr una pirólisis controlada. Una parte del material polímero es oxidada y una parte es reducida porque a menudo se encuentra en las superficies metálicas carbono elemental.

- 4 Puede usarse de hecho oxidación para eliminar todo el carbón residual quemándolo. La técnica supone habitualmente calentar el elemento filtrante en aire hasta una temperatura de aproximadamente 360º a 440ºC. Esta técnica debe ser puesta en práctica con ciertas precauciones, puesto que la combustión de todo carbono adsorbido redundará en el mejor de los casos en la decoloración y en el peor de los casos en la destrucción de parte del elemento.

- 5 A menudo se usa Limpieza Ultrasónica para retirar los pequeños pedazos intratables de polímero o polímero degradado, así como las cargas y los otros contaminantes y desechos de elaboración atrapados.

- 6 El filtro puede ser sometido a un tratamiento con una base (que es habitualmente sosa cáustica) para completar el proceso de limpieza, y luego a un tratamiento con ácido para pasivar la base y restituirle al metal una superficie brillante. Esto se hace frecuentemente usando un lavado con hidróxido sódico seguido por ácido fosfórico para restituirle al metal una superficie brillante. La finalidad del lavado alcalino (para desengrasar la superficie y disolver todas las cargas residuales, etc. del polímero original) seguido por un tratamiento con fosfato es la de retirar toda la película de óxido residual a fin de dar a la pieza una superficie brillante.

Una adicional técnica de limpieza que ha sido desarrollada recientemente es conocida como el Proceso HYPOX y se usa particularmente para la limpieza de elementos filtrantes contaminados con poliésteres. Inicialmente, el elemento filtrante es calentado y se pasa a su través gas nitrógeno caliente para así "eliminar por fusión" los residuos de polímero. A continuación el elemento filtrante es tratado con vapor recalentado para hidrolizar los residuos de poliéster. La siguiente etapa del tratamiento supone una pirólisis controlada en una atmósfera con bajo contenido de oxígeno, y finalmente una oxidación.

A pesar de que en la anterior descripción se ha puesto el énfasis en la limpieza de los elementos filtrantes que se emplean en la industria de la elaboración de polímeros, hay muchos otros ejemplos de elementos filtrantes que requieren limpieza para su reutilización p. ej. en las industrias farmacéutica y de las materias orgánicas.

Según la presente invención, se aporta un método que es para limpiar un componente de filtro y comprende los pasos de someter al componente a una atmósfera de vapor recalentado a una presión de al menos 0,5 bares en un recipiente y descomprimir a continuación el recipiente para alcanzar una reducción de presión de al menos 0,5 bares en 5 segundos como máximo.

El vapor recalentado es vapor que tiene una temperatura y presión que están por encima de la perfectamente conocida "Curva de Saturación del Vapor" que se ilustra, por ejemplo, en "Thermodynamic Properties of Fluids and Other Data", de Mayhew y Rogers, publicado por Oxford Basil Blackwell (1966).

La invención se ha basado en nuestro descubrimiento de que los componentes de filtros pueden ser limpiados con eficacia sometiendo al componente (puesto en un recipiente adecuado) a vapor recalentado (estando por consiguiente el recipiente a presión elevada) y efectuando luego una descompresión instantánea del recipiente. Al utilizar la expresión "descompresión instantánea" queremos decir que la presión reinante en el recipiente es reducida en al menos 0,5 bares en un periodo de 5 segundos o menos. Hemos descubierto que el tratamiento inicial del componente de filtro en una atmósfera de vapor recalentado seguido por una descompresión instantánea es eficaz para retirar incluso las pequeñas cantidades de residuo que están adheridas al componente de filtro en el seno del mismo. Si bien la invención no queda limitada a teoría específica alguna, creemos que el método es eficaz porque el vapor recalentado es inicialmente capaz de "penetrar" en los intersticios del polímero y por entre los residuos y los componentes del componente de filtro a los cuales los mismos están adheridos. A continuación, la descompresión instantánea redunda en una ebullición instantánea del agua que está presente en la zona interfacial entre los residuos y los componentes de filtros (y posiblemente también dentro de los propios residuos), lo cual redunda en que los residuos son fragmentados y desprendidos del componente de filtro. La invención no queda sin embargo limitada a esta teoría, puesto que pueden actuar mecanismos alternativos y/o adicionales p. ej. en dependencia de las circunstancias.

El tratamiento de la invención es relativamente fácil de realizar y resulta eficaz para retirar cantidades de residuos que sería difícil cuando no imposible retirar por medio de otras técnicas convencionales. De hecho, la presente invención puede ser eficaz para limpiar componentes de filtros que de otro modo simplemente serían rechazados y desechados.

La reducción de presión que se alcanza durante la descompresión instantánea (en menos de cinco segundos) puede ser de al menos 1 bar, y por ejemplo de al menos dos bares. Como se ha indicado, la descompresión instantánea es efectuada en un máximo de cinco segundos. Más preferiblemente, la descompresión instantánea es llevada a cabo en como máximo cuatro segundos, más preferiblemente en como máximo tres segundos, aún más preferiblemente en como máximo dos segundos, y con la máxima preferencia, en un periodo de tiempo de un segundo o menos. En general, el tiempo para la descompresión instantánea será un mínimo de un milisegundo. Así por ejemplo, puede ser apropiado un periodo de un milisegundo a cinco segundos.

En general el tratamiento de la invención supondrá someter al componente de filtro a una atmósfera de 1 a 15 bares (o de una presión a un más alta) de vapor recalentado. El tratamiento puede efectuarse incrementando la presión del vapor recalentado en el recipiente hasta un valor predeterminado (situado p. ej. dentro de la gama de valores que va desde los 2 hasta los 15 bares), y una vez que ha sido alcanzado el valor predeterminado, efectuando una descompresión instantánea del recipiente. La presión puede ser incrementada hasta el valor deseado a lo largo de cualquier adecuado periodo de tiempo de p. ej. 1 a 10 horas. Como alternativa, el componente de filtro puede ser sometido a vapor recalentado a una presión determinada por espacio de un determinado periodo de tiempo antes de efectuar la descompresión instantánea. De nuevo, la presión puede ser incrementada hasta el valor deseado a lo largo de un periodo de tiempo de 1 a 10 horas, y puede ser luego mantenida a ese valor por espacio de un adicional periodo de tiempo de 1 a 10 horas.

El método de la invención puede suponer una repetición de los pasos de someter al componente a vapor recalentado y efectuar luego descompresión instantánea. En una realización de la invención, la descompresión instantánea es efectuada cuando el recipiente está a la presión deseada, y luego la descompresión instantánea es repetida en cuanto el recipiente ha vuelto a alcanzar de nuevo la presión deseada (o poco después de ello). Este proceso de efectuar descompresión instantánea en cuanto el recipiente ha recuperado la presión (o poco después de ello) puede ser efectuado varias veces, a continuación de lo cual puede permitirse que el recipiente permanezca a la presión deseada por espacio de un relativamente prolongado periodo de tiempo, a continuación de lo cual puede haber uno o varios pasos de descompresión instantánea como se ha descrito.

El método de la invención puede por consiguiente comprender al menos dos ciclos de sometimiento del componente a la atmósfera de vapor recalentado a una presión de al menos 0,5 bares en un recipiente y subsiguiente descompresión del recipiente para alcanzar una reducción de presión de al menos 0,5 bares en 5 segundos como máximo. En una realización ventajosa de la invención, se deja que entre dichos ciclos el vapor recalentado fluya a través del recipiente y preferiblemente también a través del componente de filtro.

Una realización adicional de la invención comprende al menos un conjunto de ciclos repetidos de sometimiento del componente a la atmósfera de vapor recalentado a una presión de al menos 0,5 bares en el recipiente y subsiguiente descompresión del recipiente para alcanzar la reducción de presión de al menos 0,5 bares en 5 segundos como máximo. Los ciclos de un conjunto pueden ser efectuados en sustancia inmediatamente unos tras otros. El método puede comprender al menos dos de dichos conjuntos de ciclos entre los cuales se deja que el vapor recalentado fluya a través del recipiente y preferiblemente también a través del componente de filtro.

Con la finalidad de efectuar la descompresión instantánea, el recipiente en el cual se trata el elemento filtrante estará provisto de una válvula adecuada (la "válvula de descompresión instantánea") que puede ser abierta rápidamente para permitir que el vapor recalentado sea evacuado (del recipiente) para efectuar la descompresión instantánea. La válvula de descompresión instantánea puede por ejemplo ser una válvula de mariposa o una similar válvula de apertura rápida y baja restricción de flujo.

A fin de lograr los mejores resultados usando el método de la invención en el caso en el que el componente de filtro es un elemento filtrante se prefiere que se permita que el vapor recalentado fluya a través del elemento filtrante durante al menos parte del tiempo por espacio del cual el mismo está siendo tratado con el vapor recalentado. Esto puede lograrse aportando vapor recalentado a un lado del elemento filtrante de forma tal que el vapor tenga que pasar a través del elemento para llegar a la salida del recipiente, siendo el vapor recalentado extraído del recipiente para así crear un flujo de vapor a través del elemento filtrante, p. ej. a razón de un caudal de 10-100 kg/h. El vapor puede ser extraído del recipiente ya sea a través de una válvula parcialmente abierta que es con posterioridad abierta adicionalmente para efectuar descompresión instantánea, o bien a través de una válvula de purga aparte prevista en el recipiente. Preferiblemente, el flujo de vapor a través del elemento filtrante tiene lugar en dirección contraria a la dirección en la cual el líquido (como p. ej. el polímero fundido) fue pasado a través del elemento filtrante durante su funcionamiento en régimen de filtración. Así por ejemplo, si el elemento filtrante es tubular y si su funcionamiento en régimen de filtración suponía la incidencia de un flujo dirigido radialmente hacia el interior a través del filtro, entonces se hace preferiblemente que el vapor recalentado fluya radialmente hacia el exterior.

El vapor recalentado que es aportado al recipiente estará en general a una temperatura de 150ºC a 400ºC.

En un perfeccionamiento de la invención, el recipiente recibe inicialmente vapor limpio saturado seco que estará a una temperatura de 100-150ºC y servirá para calentar al componente algo antes de la introducción del vapor recalentado. El vapor saturado seco es vapor que ha absorbido la máxima cantidad de entalpía de evaporación y está seco al 100%, o sea que está exento de humedad libre.

Un aparato para ejecutar el proceso de la invención puede comprender, además de la válvula de descompresión instantánea, una válvula de control del caudal de salida que pueda ser ajustada para proporcionar el deseado flujo de vapor a través del recipiente. La válvula de salida puede ser una válvula de aguja, por ejemplo.

Teniendo en cuenta los puntos anteriores, un proceso preferido según la invención comprende los pasos siguientes:

(a) inicial introducción de vapor limpio saturado seco (siendo la temperatura deseada alcanzada controlando el flujo de salida de vapor por medio de una válvula de control de precisión).

(b) introducir vapor limpio recalentado seco a 400ºC p. ej. en el interior del recipiente y mantener abierta la válvula de control del caudal de salida. Este paso se efectúa de forma tal que la temperatura reinante en el recipiente es llevada al nivel deseado.

(c) cerrar la válvula de control del caudal de salida para permitir que la presión reinante en el recipiente se incremente hasta alcanzar un valor predeterminado de 3 bares, p. ej.

(d) abriendo la válvula de descompresión instantánea, efectuar descompresión instantánea en cuanto ha sido alcanzada la presión deseada en el recipiente (de 3 bares, p. ej.) (o poco después de ello).

(e) cerrar la válvula de descompresión instantánea.

(f) efectuar al menos un adicional ciclo de los pasos (d)-(e).

(g) abrir la válvula de control del caudal de salida y someter al componente a un adicional periodo de tratamiento con el vapor recalentado.

(h) repetir los pasos (c)-(g) tantas veces como sea necesario.

(i) cerrar la válvula de control del caudal de salida para dejar que la presión reinante en el recipiente se incremente hasta alcanzar un valor predeterminado de 3 bares, p. ej.

(j) efectuar la descompresión instantánea final y dejar que se enfríe el recipiente.

Una realización particularmente preferida de la invención se refiere a la limpieza de filtros de los cuales (cuando están situados en el recipiente) puede considerarse que tienen un lado de "aguas arriba" y un lado de "aguas abajo", estando éste último en el lado de salida del recipiente. A efectos del anterior Paso (a), el vapor limpio saturado seco es inicialmente aplicado al lado de "aguas abajo" del filtro. A efectos del Paso (b), el vapor recalentado puede ser inicialmente aplicado al lado de "aguas abajo" del filtro (particularmente si se requiere una fusión del polímero - véase *infra*) y es luego aplicado al lado de "aguas arriba" del filtro para así atravesarlo. La presión reinante en el recipiente puede ser entonces incrementada hasta el valor requerido (Paso (c)), y entonces puede efectuarse el proceso de descompresión instantánea de acuerdo con los Pasos (d)-(j) como se ha perfilado anteriormente.

La descompresión instantánea puede efectuarse abriendo la válvula de descompresión instantánea y dando salida al vapor recalentado directamente a la atmósfera. Sin embargo, en general se preferirá más transferir el vapor del recipiente en el cual es tratado el componente de filtro al interior de un recipiente llamado recipiente "de purga" desde el cual el vapor es descargado a la atmósfera o pasado a un paso de tratamiento de humos.

El vapor que se use en el método de la invención deberá ser relativamente limpio y deberá tener idealmente como máximo 100 ppm de impurezas (como p. ej. iones metálicos). Pueden usarse cualesquiera medios convencionales para generar el vapor recalentado y aportarlo al recipiente.

Aunque sin quedar limitados a los mismos, los componentes de filtros que pueden ser limpiados según la invención incluyen elementos filtrantes tales como los hechos a base de metal, fibra, polvo, alambre o cerámica. Mientras que el método de la invención es eficaz para limpiar un elemento filtrante (un filtro) en forma del artículo propiamente dicho, el método puede ser también usado para limpiar objetos que incorporen elementos filtrantes, como p. ej. filtros de bujía, filtros de disco e hileras. La invención es también aplicable a la limpieza de un conjunto que constituya un filtro y conste de una pluralidad de elementos filtrantes. Adicionales ejemplos de componentes de filtros que pueden ser limpiados según la invención incluyen cajas, tuberías de alimentación, cabezales, bombas, husillos de extrusionadora, válvulas, matrices, hileras, etc.

La invención es particularmente útil para la limpieza de componentes de filtros (como p. ej. elementos filtrantes) que han sido usados para la filtración de polímeros fundidos (como p. ej. termoplásticos) que pueden por ejemplo incorporar cargas tales como sulfato de bario o dióxido de titanio. El polímero puede ser uno que tenga enlaces hidrolizables a lo largo de su cadena principal, puesto que la hidrólisis de tales enlaces que es efectuada por el vapor recalentado contribuirá al proceso de limpieza en su globalidad. La invención es por consiguiente particularmente aplicable a la limpieza de componentes de filtros que han sido usados para la elaboración de polímeros de condensación fundidos, como p. ej. poliésteres, poliamidas (como p. ej. nilones y materiales similares), acetato de celulosa y policarbonatos. Así por ejemplo, los filtros que han sido usados en la elaboración de PET (tereftalato de polietileno) fundido pueden ser ventajosamente limpiados según la invención.

Al limpiar componentes de filtros que estén contaminados con polímero solidificado, se prefiere que el vapor recalentado incremente la temperatura del componente hasta el punto de fusión del polímero antes de que sea efectuado paso de descompresión instantánea alguno. En una específica realización preferida, la temperatura del componente de filtro es incrementada hasta el punto de fusión del polímero y la presión reinante en el recipiente es entonces incrementada adicionalmente antes de que sea efectuada descompresión instantánea. Por consiguiente, aplicado a la secuencia de los pasos (a)-(j) que se han indicado anteriormente para efectuar una realización preferida de la invención, es entonces efectuado el paso (b) para llevar al componente a la temperatura de fusión del polímero. En una realización particularmente preferida de la invención en su aplicación a la limpieza de un filtro, el vapor recalentado puede ser inicialmente aplicado a un lado del filtro para así lograr un grado de fusión del polímero y "abrir" pasajes por los cuales pueda fluir el vapor recalentado. A continuación el vapor recalentado puede ser aplicado al lado opuesto del filtro con la finalidad de incrementar la presión reinante en el recipiente antes de efectuar descompresión instantánea.

Así, en un proceso preferido para limpiar un filtro contaminado con polímero solidificado, el filtro (puesto en el recipiente) es inicialmente tratado en un lado con vapor saturado seco para producir un incremento de temperatura, y es luego tratado adicionalmente en ese lado con vapor recalentado para dar lugar a la fusión del polímero para "abrir" pasajes a través del filtro. A continuación el vapor recalentado es aportado al otro lado del filtro, y se deja que el mismo fluya a través del filtro. Se continúa el proceso hasta que es alcanzado el deseado nivel de presión en el recipiente y puede efectuarse descompresión instantánea como se ha descrito más ampliamente en la anterior exposición.

En una realización más preferida de la invención en su aplicación a la limpieza de componentes de filtros contaminados con polímero, el recipiente tiene una salida de vapor que es la más inferior (a través de la cual fluye vapor durante el proceso y durante la descompresión instantánea (es decir, durante los pasos (b) y (d) anteriormente indicados)) y la salida está cubierta por un filtro de tamiz cónico (con el vértice arriba) que atrapa las partículas de polímero solidificado que han sido desalojadas del componente de filtro. Hemos descubierto que al final del proceso de limpieza

las partículas de polímero que fueron inicialmente recogidas contra el tamiz cónico o de hecho disgregadas por el flujo de vapor que se produce de forma tal que el residuo sólido del proceso es algo menor que la cantidad de polímero que es de hecho desalojada del componente de filtro.

El componente puede ser sometido a un paso de hidrólisis inicial con el vapor antes de que la presión reinante en el recipiente sea incrementada para el paso de descompresión instantánea.

Si bien la presente invención es muy eficaz para retirar de componentes de filtros considerables cantidades de residuos contaminantes, en algunos casos puede ser también apropiado efectuar un paso final de limpieza ultrasónica (usando técnicas estándar) para una remoción final de residuos.

Pueden sin embargo limpiarse usando las técnicas de la invención componentes de filtros contaminados con polímeros distintos de los que tienen enlaces hidrolizables a lo largo de la cadena principal. Así por ejemplo, la invención puede ser usada para limpiar depósitos de polímeros o copolímeros olefínicos, como p. ej. polietileno, polipropileno o PTFE (PTFE = politetrafluoroetileno). Se incluyen entre los adicionales ejemplos de polímeros que pueden ser retirados el poliuretano, el PVA, (PVA = acetato de polivinilo), el PVC (PVC = cloruro de polivinilo), el poliestireno, la PEEK (PEEK = polieteretercetona), el caucho o la silicona.

Con la máxima preferencia, antes del tratamiento con vapor recalentado se retira la mayor parte del polímero contaminante que está presente en el componente de filtro. En el caso en el que el polímero es un termoplástico, esto puede lograrse mediante la utilización de técnicas convencionales que suponen efectuar un calentamiento del polímero y dejar que se escurra del componente de filtro tanto sobrante como sea posible.

Debe entenderse que el polímero que debe ser retirado de un componente de filtro puede incorporar otros contaminantes, como p. ej. residuos de catalizadores, aditivos y/o cargas, etc. El método de la invención sirve también para retirar de los componentes de filtros tales contaminantes así como el propio polímero.

El uso de la invención también se extiende a la limpieza de los componentes de filtros que han sido usados en aplicaciones distintas de la filtración de polímeros fundidos. Así, la invención es también aplicable a la remoción de otros contaminantes orgánicos tales como los que pueden estar presentes en los componentes de filtros que se emplean para la filtración en las industrias farmacéutica y de las materias orgánicas. El método es igualmente aplicable para retirar de componentes de filtros contaminantes biológicos.

Se ilustra a continuación la invención haciendo referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

La Figura 1 es una vista esquemática de una realización de un aparato para ejecutar el método de la invención; y

la Figura 2 es una vista esquemática de una adicional realización de un aparato para ejecutar el método de la invención.

El aparato 1 que está ilustrado en la Figura 1 es para limpiar un elemento filtrante tubular 2 y comprende un recipiente a presión 3 que tiene un lado de entrada que está conectado por una tubería 4 a una fuente 5 de suministro de vapor recalentado y un lado de salida que está conectado (de la manera que se describe a continuación) a un recipiente de purga 6, un recipiente 7 y una etapa 8 de tratamiento del condensado.

El elemento filtrante 2 ilustrado puede ser uno que haya sido usado para la filtración de tereftalato de polietileno fundido. El elemento filtrante 2 está representado como un elemento tubular, y a los efectos de la presente descripción se supone que (durante el funcionamiento en régimen de filtración) el polímero fundido fluía radialmente hacia el interior en su paso a través del filtro.

La tubería 4, que como se ha indicado anteriormente está conectada a través de una válvula 18 a una fuente 5 de suministro de vapor recalentado, termina (dentro del elemento filtrante 2) con un distribuidor de vapor (como p. ej. una boquilla rociadora, no ilustrada). Un dispositivo 9 que constituye una barrera está previsto para aislar el interior del elemento filtrante 2 del recipiente 3 que constituye el volumen interior principal.

En su lado de salida, el recipiente 3 tiene una tubería 10 que a través de una válvula de incomunicación 11 está conectada y conduce directamente al recipiente 7 que sirve para recoger el polímero retirado del elemento filtrante 2. Para facilitar esta recogida, un colector abombado 12 está previsto dentro del recipiente 3 y aporta el polímero recogido al interior de la tubería 10.

La tubería 10 tiene derivaciones primera y segunda 13 y 15 respectivamente. La primera derivación 13 conecta el recipiente a presión 3 al recipiente de purga 6 a través de una válvula de acción rápida 14 que está prevista en la derivación 13. La segunda derivación 15 conecta el interior del recipiente a presión 3 a la etapa de tratamiento del condensado a través de una válvula de purga 16.

La válvula de acción rápida 14 es tal que puede ser totalmente abierta en un periodo de 1 milisegundo a 1 segundo y también tal que (al estar totalmente abierta) el recipiente a presión 3 puede ser descomprimido instantáneamente para así alcanzar una reducción de presión de al menos 0,5 bares dentro de un periodo de tiempo de un segundo. La

válvula 16 es tal que (al estar abierta estando cerrada la válvula 14) el vapor puede salir del recipiente a presión 3 a razón de un caudal de 10 a 100 kg/h.

El lado de salida del recipiente de purga 6 está conectado a una etapa de tratamiento de humos, como se representa mediante el número de referencia 17.

Se describe a continuación el funcionamiento del aparato ilustrado.

A efectos de la siguiente descripción, se supone que la mayor parte del polímero termoplástico ha sido previamente retirada del elemento filtrante 2 por fusión.

La limpieza del elemento filtrante es efectuada en dos etapas. La primera etapa es una etapa de degradación y la segunda etapa emplea descompresión instantánea según la invención.

Inicialmente se mantiene la cerrada la válvula 14, pero están abiertas las válvulas 11 y 16.

Ahora es aportado vapor recalentado por la tubería de entrada 4, y el mismo atraviesa el filtro 2. Este vapor es capaz de producir la fusión de una parte del polímero que está retenido en el elemento filtrante, lo cual redunda en la producción de un producto degradado que cae al interior del colector 12 y pasa entonces al recipiente 7. Todo condensado que se forme durante esta etapa del tratamiento es pasado a través de la válvula 16 a la etapa 8 de tratamiento del condensado a fin de cumplir con las exigencias relativas a la descarga de efluentes.

Ahora se cierra la válvula 16 para dejar que aumente la presión reinante en el recipiente 3.

Una vez que ha sido alcanzada la presión deseada en el recipiente 3 (como p. ej. una presión situada dentro de la gama de presiones que va desde 2 hasta 15 bares) y que ha quedado concluida la fusión del polímero, se cierra la válvula 18 que conecta la tubería 4 al generador de vapor y se abre la válvula de acción rápida 14. Como resultado de ello, hay una descompresión instantánea de la presión en el recipiente 3, siendo el vapor del recipiente 3 descargado al recipiente de purga 6, desde el cual pasa luego a la etapa 17 de tratamiento de humos.

El proceso tal como ha sido descrito es eficaz para retirar importantes cantidades de material que estaban inicialmente fuertemente adheridas al elemento filtrante y serían difíciles (cuando no imposibles) de retirar mediante otras técnicas de limpieza. Como se ha indicado anteriormente, se cree que el proceso es eficaz porque el agua que ha penetrado por entre los residuos y el elemento filtrante al cual los mismos están adheridos hierve instantáneamente al tener lugar la descompresión instantánea del recipiente 2, lo cual hace que sea desprendido el contaminante.

En un preferido método de manejo del aparato ilustrado, la válvula 14 es cerrada inmediatamente después de la descompresión instantánea y la válvula 18 es abierta, permitiéndose así que la presión reinante en el recipiente 3 se incremente de nuevo hasta alcanzar el nivel requerido. La válvula 18 es entonces cerrada y la válvula 14 es abierta de nuevo para efectuar una adicional descompresión instantánea. Este ciclo de cierre y apertura de las válvulas 14 y 18 (con la válvula 16 cerrada) puede repetirse varias veces en rápida sucesión. La válvula 14 puede ser entonces cerrada y las válvulas 16 y 18 pueden ser abiertas para permitir que el vapor recalentado “lave” el componente de filtro. A continuación pueden efectuarse adicionales ciclos de descompresión instantánea cerrando la válvula 16, dejando que la presión reinante en el recipiente 3 se incremente hasta alcanzar el nivel deseado, cerrando la válvula 18 y abriendo entonces la válvula 14, todo ello como se ha descrito anteriormente.

El aparato 100 que está ilustrado en la Fig. 2 comprende un recipiente a presión 101 que tiene las tuberías superiores 102, 103 de entrada de vapor conectadas a través de respectivas válvulas a una fuente de suministro de vapor recalentado. El aparato puede ser usado para limpiar un elemento filtrante cilíndrico 110 contaminado que está suspendido de un soporte que se encuentra debajo del borde superior del recipiente 100. La entrada 103 sirve para acortar vapor por en torno al exterior del elemento filtrante y se usa para el tratamiento térmico inicial y la fusión del polímero. La entrada 102 está alineada con (lo que durante una operación de filtración es) la salida del elemento filtrante 110. Está prevista en la base del recipiente una salida inferior de vapor 104. La salida 104 está en comunicación con una tubería de salida 105 en la cual está prevista una válvula 106 para efectuar la descompresión instantánea del recipiente. Una tubería de derivación 107 conduce de un punto situado aguas arriba de la válvula 106 a un punto situado aguas debajo de la misma e incorpora una válvula de control del caudal de salida 108.

Está previsto encima de la salida 104 un filtro de tamiz cónico 109 que está dispuesto con su vértice arriba del todo.

En el funcionamiento del aparato 100 que está ilustrado en la Fig. 2, el componente de filtro 110 a limpiar es colocado en el recipiente 101, y se aporta inicialmente por la entrada 103 vapor limpio saturado seco. Durante este periodo de tiempo la tubería de entrada 102 está cerrada, la válvula de descompresión instantánea 106 está cerrada, y la válvula de control del caudal de salida 108 está abierta. La entrada 103 es usada para el tratamiento térmico inicial y la fusión del polímero (sin que sea aportado vapor alguno al interior de la tubería de entrada 102). Cuando ha sido retirada la mayor parte del polímero, se corta el flujo de vapor por la tubería 103 y se pasa a aportar el vapor por la tubería 102. La válvula de control del caudal de salida 108 permanece abierta.

Se apreciará que el flujo de vapor discurre ahora radialmente hacia el exterior del filtro (puesto que la tubería 102 está alineada con la salida del filtro) y va por consiguiente en dirección contraria a la del flujo de polímero durante la filtración. El vapor recalentado que es aportado por la tubería de entrada 102 puede por ejemplo tener una temperatura de aproximadamente 400ºC.

Suponiendo que el componente de filtro esté contaminado con poliéster, se sigue efectuando la aportación de vapor recalentado para hacer que la temperatura reinante en el recipiente 101 se incremente hasta llegar a ser de 200ºC a 300ºC.

La válvula de control del caudal de salida 108 es ahora cerrada, y se deja que la presión reinante en el recipiente se incremente hasta llegar a ser de digamos 3 bares.

Ahora se procede a abrir la válvula 106 para dejar que tenga lugar descompresión instantánea. La válvula 106 puede ser ahora cerrada, y puede con ello dejarse que la presión aumente de nuevo hasta llegar a ser de digamos 3 bares, en cuyo punto se procede a abrir la válvula 106 para efectuar un adicional paso de descompresión instantánea. Este ciclo que consiste en incrementar la presión hasta que la misma haya alcanzado un valor deseado y efectuar luego descompresión instantánea más o menos inmediatamente puede ser repetido al menos otra vez.

Entonces, con la válvula 106 cerrada, se procede a abrir de nuevo la válvula 108 para permitir que el componente sea sometido a un flujo de vapor recalentado por espacio de un deseado periodo de tiempo de p. ej. 1-2 horas antes de efectuar adicionales pasos de descompresión instantánea. Durante este paso la presión reinante en el recipiente puede ser de 1,5-2,0 bares.

Finalmente se procede a desconectar el recalentador, y el vapor limpio saturado seco es usado como refrigerante para reducir la temperatura para que la misma pase de ser de digamos 400ºC a ser de 250ºC. Entonces se procede a interrumpir todo el flujo de vapor y se deja el componente en reposo hasta que pueda ser manipulado en condiciones de seguridad. Se descarga la presión reinante en el recipiente y se deja que se enfríe el recipiente para que pueda ser retirado el componente.

Se ilustra a continuación más ampliamente la invención haciendo referencia a los siguientes Ejemplos no limitativos, que fueron llevados a cabo usando un aparato como el que se ilustra en la Fig. 1 de los dibujos.

Ejemplo 1

Se puso en un recipiente a presión una pila de aproximadamente 30 discos filtrantes de 17,5 cm (7 pulgadas) que estaban montados en su mandril y contenían 7 kg de contaminante de polímero sólido (una resina de copolímero de PET y ácido isoftálico con carga de sulfato de bario). El peso de este tipo de conjunto que constituye un filtro era con el filtro limpio (es decir, sin material contaminante alguno) de 27,5 kg.

La tubería de alimentación con vapor fue montada en el recipiente a presión 3 de forma tal que el flujo de vapor discurría en general en dirección contraria a la del flujo de polímero durante el funcionamiento normal. La tubería externa de alimentación fue conectada al recalentador de vapor, y se puso al recalentador en funcionamiento tras haber sido confirmado el flujo. La presión y la temperatura fueron supervisadas en puntos situados antes (T_1 y P_1) y después (T_2 y P_2) del componente en el proceso. Fueron empleadas las condiciones siguientes:

Tiempo (min)	T_1(ºC)	T_2(ºC)	P_1(bar)	P_2(bar)
0	371	266	1,1	1,1
30	381	294	1,8	1,7
60	379	292	1,8	1,8
90	391	302	2	2

Cuando la presión reinante en el recipiente 3 hubo alcanzado los 2,0 bares (a los 90 minutos), se procedió a abrir la válvula 14, con lo cual se produjo en el recipiente 3 una reducción de presión de más de 1 bar en menos de 1 segundo. La presión fue evacuada al interior del recipiente de purga 6.

Cuando se hubo enfriado el filtro, el mismo fue retirado y examinado. La gran mayoría del contaminante se había fundido y se comprobó que estaba en la base del recipiente 7 colector de la descarga en forma de una pirámide de sólido allí donde había caído del componente al fondo del recipiente. El peso de este material era de aproximadamente

4 kg. Había también trazas de contaminante todo alrededor de las superficies interiores del recipiente colector de la descarga. El conjunto que constituía el filtro fue pesado de nuevo, y se comprobó que había perdido un total de 5,5 kg durante el proceso.

La pirámide que se había formado en la base del recipiente colector de la descarga se había formado a base de material que era friable y podía ser fácilmente disgregado para quedar en forma de un polvo fino, y dicho material no conservaba en modo alguno la resistencia o la dureza originales del polímero, y estaba claro que había sido hidrolizado en pequeños fragmentos moleculares. En los puntos en los que podían observarse los elementos filtrantes no había polímero adherido al metal.

Ejemplo 2

El tipo y las dimensiones del componente y el procedimiento que se siguió en este experimento son iguales a los que han sido expuestos en el anterior Ejemplo 1 (con el mismo tipo de contaminante como para el Ejemplo 1). En este caso el conjunto pesaba 36,5 kg antes del proceso. La pila tenía de nuevo un peso de 27,5 kg al estar totalmente limpia. Por consiguiente, la pila de filtros de disco contenía 9 kg de contaminante polímero sólido. El proceso fue llevado a cabo bajo las condiciones siguientes:

Tiempo (min)	T_1(ºC)	T_2(ºC)	P_1(bar)	P_2(bar)
0	284	385	0,7	0,7
30	277	378	0,7	0,7
60	278	377	0,7	0,7
90	271	370	0,7	0,7
120	269	367	0,7	0,7
150	270	367	0,8	0,7
180	264	360	0,7	0,6
210	251	343	0,6	0,5
240	240	383	0,5	0,5

Tras haber transcurrido 240 minutos se abrió la válvula, con lo cual el recipiente experimentó una reducción de presión de 0,5 bares en menos de 1 segundo.

Se comprobó que el conjunto que constituía el filtro pesaba 28,5 kg, lo cual significaba que con el proceso habían sido retirados del componente 8 kg de contaminante polímero. Esto representa un significativo mejoramiento en comparación con los resultados del experimento 1. En este caso fue retirado aproximadamente un 88% del contaminante, en comparación con el 78% del experimento 1.

Ejemplo 3

Se puso en el recipiente a presión una pila de filtración de 6 filtros tipo bujía dispuestos según una disposición hexagonal y enroscados en una chapa de fondos. El conjunto de estos filtros tenía aproximadamente 60 cm (24 pulgadas) de longitud y 15 cm (6 pulgadas) de diámetro. El peso total con el filtro limpio era de 21 kg.

En este caso, el conjunto ensuciado pesaba 33,5 kg, y por consiguiente contenía 12,5 kg de contaminante polímero sólido (una resina de copolímero de PET y ácido isoftálico con carga de dióxido de titanio).

El conjunto fue puesto en el recipiente a presión, y el flujo de vapor fue dirigido al interior del centro hueco de cada filtro cilíndrico usando una boquilla rociadora con seis aberturas individuales. Las condiciones eran las siguientes:

Tiempo (min)	T_1(ºC)	T_2(ºC)	P_1(bar)	P_2(bar)
0	391	395	1,5	1,4
30	391	296	1,6	1,5
60	391	295	1,5	1,4
90	391	296	1,7	1,5
120	385	292	1,9	1,8
150	382	290	2,2	2,1

Tras haber transcurrido 150 minutos, el recipiente fue evacuado como se ha descrito anteriormente.

Se dejó que se enfriase el componente, y el mismo fue entonces retirado y pesado. El componente pesaba ahora 24,5 kg, lo cual significaba que con el proceso habían sido retirados 9 kg de contaminante. Esto representa un porcentaje másico de un 72% del contaminante total.

Ejemplo 4

En este caso el componente que fue sometido al proceso era un elemento filtrante individual sacado de un conjunto de más de 50 elementos idénticos. El elemento había sido limpiado varias veces junto con el resto del conjunto usando tecnologías corrientes, y debido a los altos niveles de masa de los resultados de los ensayos había sido rechazado y destinado al desecho.

Los elementos filtrantes que son como éstos son rechazados de esta manera tan sólo cuando se considera que es antieconómico o incluso imposible retirar más contaminante. Habitualmente quedan en el medio filtrante en esta fase tan sólo cantidades despreciables de polímero, puesto que el elemento ha sido sometido a un proceso de limpieza con disolvente desde el último ciclo de funcionamiento en línea. La inmensa mayoría del peso sobrante es atribuible a las cargas y los desechos que se han acumulado a lo largo de cientos de horas de funcionamiento en línea.

El elemento tenía aproximadamente 190 cm (5 pies) de longitud y 5 cm (2 pulgadas) de diámetro.

Antes de la ejecución del proceso, el elemento fue pesado con precisión y arrojó un peso de 3,893 kg. El proceso fue llevado a cabo bajo las condiciones siguientes:

Tiempo (min)	T_1(ºC)	T_2(ºC)	P_1(bar)	P_2(bar)
30	388	n/a	2	n/a
60	393	n/a	2,4	2,2
90	394	n/a	2,8	2,5
120	394	n/a	3	2,9
150	394	n/a	3	3
180	394	n/a	3	3

A continuación de todo un ciclo de tratamiento por hidrólisis y descompresión se comprobó que el elemento pesaba 3,726 kg. Habían sido retirados del elemento con el proceso 0,167 kg. Esta cifra significa que el elemento está ahora dentro de una aceptable gama de valores con respecto al peso de referencia y podía ser devuelto a producción como parte de un conjunto completo. Por consiguiente, este proceso ha prolongado la duración de este filtro después de haberse considerado que era antieconómico o incluso imposible hacerlo usando las tecnologías actuales.

Ejemplo 5

El aparato de la Figura 1 fue usado para limpiar una pila de filtración de 60 cm (24 pulgadas) de longitud que contenía un total de aproximadamente cincuenta discos de 17,5 cm (7 pulgadas) de diámetro entre los que estaban intercalados espaciadores alimentadores, estando dicha pila de filtración contaminada con tereftalato de polietileno.

El aparato estaba asociado a una caldera que era capaz de suministrar vapor saturado seco. El sistema de suministro de vapor incluía también un recalentador. La caldera fue ajustada para producir una presión de vapor de 4 bares (por encima de la presión atmosférica). La presión de entrada al recipiente de tratamiento fue limitada a 3,0 bares (por encima de la presión atmosférica).

Antes de la operación de limpieza, la pila pesaba 74,0 kg.

La pila fue puesta en un soporte sostenedor que estaba situado en la parte superior del recipiente 3, que fue entonces cerrado herméticamente. Se cerró la válvula 14, se abrió del todo la válvula 11, y se abrió parcialmente la válvula 16. La fuente de suministro de vapor fue entonces conectada a la tubería 4.

Cuando el flujo de vapor fue confirmado mediante lectura de la presión y al haber pasado a través del recipiente una cantidad de vapor suficiente para desplazar todo el aire, el recalentador fue conectado y ajustado a 430ºC. El flujo de vapor fue ajustado mediante la válvula 16 para así tener el flujo requerido.

Cuando la temperatura del recipiente llegó a ser de 241ºC, se procedió a cerrar la válvula 16 y se dejó que la presión reinante en el recipiente fuese aumentando hasta llegar a ser de 2,8 bares (por encima de la presión atmosférica). Cuando el recipiente hubo alcanzado esta presión, se procedió a cerrar la válvula 18 que conecta la fuente de suministro de vapor a la tubería 4. Entonces se abrió la válvula de salida 14 (es decir, la válvula de descompresión instantánea) y se la mantuvo abierta por espacio de aproximadamente 4 segundos, con lo cual la presión reinante en el recipiente fue rápidamente reducida hasta el nivel de la presión reinante en la tubería de salida (que es de hecho la presión atmosférica). Entonces se dejó de nuevo que aumentase la presión reinante en el recipiente cerrando inmediatamente la válvula 14 y abriendo la válvula 18 (mientras se mantenía cerrada la válvula 16). Cuando la temperatura y la presión reinantes en el recipiente hubieron alcanzado los valores anteriores (que eran respectivamente de 241ºC y 2,8 bares) y una vez que se hubieron estabilizado las lecturas (tras haber transcurrido aproximadamente 30 segundos), se procedió a cerrar la válvula 18 y a abrir la válvula 14 igual como antes por espacio de cuatro segundos, con lo cual nuevamente se redujo rápidamente la presión reinante en el recipiente (llegando de hecho al nivel de la presión atmosférica). Este ciclo consistente en incrementar la presión reinante en el recipiente y efectuar una descompresión rápida fue repetido otras cuatro veces (es decir que fueron efectuados en total seis ciclos), todo lo cual consumió un tiempo total de aproximadamente tres minutos.

Entonces se procedió a cerrar la válvula 14 y a abrir parcialmente de nuevo la válvula 16. Fueron efectuados adicionales ciclos de descompresión tras haber transcurrido 1 hora, 4 horas, 6 horas, 7 horas y 9 horas. En cada caso fueron efectuadas varias descompresiones (entre cuatro y seis habitualmente).

En cada ciclo de descompresión, las varias descompresiones fueron efectuadas en rápida sucesión por cuanto que se cree que el procedimiento servía para reblandecer y destruir el polímero en la zona interfacial entre el polímero y el vapor y exponía gradualmente al polímero previamente “subyacente” a los mismos efectos del proceso.

En los periodos entre los conjuntos de ciclos de descompresión, la pila fue “lavada” con vapor bajo las mismas condiciones que fueron utilizadas inicialmente. Esto se hacía cerrando la válvula 14 inmediatamente a continuación de la descompresión final del ciclo. La válvula 18 que conectaba la fuente de suministro de vapor a la tubería 14 era abierta, y el flujo se ajustaba controlando el flujo de vapor por medio de la válvula 16.

A continuación de la descompresión final, el recalentador fue desconectado y el componente fue enfriado pasando vapor limpio (no recalentado) a través del recipiente hasta que la temperatura llegó a ser de menos de 120ºC. En este punto se puso fin al flujo de vapor y se dejó que el componente y el equipo se enfriasen hasta la temperatura ambiente. Se comprobó que la base del recipiente a presión 3 y el recipiente de recogida 7 contenían fragmentos de polímero. Los fragmentos de polímero que estaban depositados en el recipiente 7 estaban disgregados en forma de un polvo fino y benigno que podía ser fácilmente manipulado.

Se comprobó que la pila ya enfriada pesaba 70 kg, lo cual indicaba que había sido retirado un total de 4,0 kg de polímero.

Al proceder al examen de la pila se vio que sobre algunos de los discos filtrantes había un fino recubrimiento de polímero. La pila fue desmantelada quedando así en forma de los discos filtrantes individuales, y los mismos fueron sometidos a adicional tratamiento mediante tanques ultrasónicos y lavado por rociado.

Los discos fueron entonces sometidos a ensayo para la presión del punto de burbujeo, y fueron pesados individualmente. Se comprobó que para todos los discos los resultados eran cercanos a los valores originales. En la práctica se miden para cada disco nuevo la masa y la presión del punto de burbujeo. Éstos son conocidos como valores de referencia y deben ser alcanzados dentro de determinadas tolerancias tras cada limpieza subsiguiente. En este caso los valores para todos los discos estaban dentro de las tolerancias para los valores de referencia, y por consiguiente la pila fue montada de nuevo y devuelta al cliente, quedando así demostrado que el componente podía ser limpiado sin necesidad de usar disolventes de alto punto de ebullición.

Ejemplo 6

El aparato de la Fig. 2 fue usado para limpiar una pila de filtración de 30 cm (12 pulgadas) de longitud que contenía cincuenta discos de 17,5 cm (7 pulgadas) de diámetro u estaba contaminada con tereftalato de polietileno.

El aparato incorporaba un sistema de suministro de vapor como el descrito para el Ejemplo 5. La caldera fue ajustada para producir una presión de vapor de 4 bares (por encima de la presión atmosférica). La presión de entrada al recipiente de tratamiento fue limitada a 2,5 bares (por encima de la presión atmosférica).

El cono 109 que está montado en la base del recipiente está destinado a impedir que sean llevados grandes fragmentos de polímero al interior del sistema inferior de tuberías y válvulas (106, 108, 105 y 107) y a mejorar la disgregación del polímero. Este cono desempeña la misma función como el recipiente colector 7 de la Figura 1. El cono estaba hecho de acero inoxidable perforado con poros regulares de 400 micras de diámetro.

El componente de filtro a limpiar pesaba inicialmente 34,0 kg. Dicho componente de filtro fue puesto en un soporte sostenedor que estaba situado en la parte superior del recipiente. El recipiente fue entonces cerrado herméticamente. Se procedió a cerrar la válvula 106 y la válvula que conecta la tubería 102 a la fuente de suministro de vapor. La fuente de suministro de vapor fue entonces conectada a la tubería 103 y la válvula 108 fue ajustada para que fuese el requerido el flujo en torno al componente. Cuando el flujo de vapor hubo quedado confirmado mediante las pertinentes lecturas de presión y una vez que hubo pasado a través del recipiente una cantidad de vapor suficiente para desplazar la mayor parte del aire, se procedió a conectar el recalentador y a ajustarlo a 400ºC. La válvula 108 fue usada para ajustar el flujo en el recipiente al valor requerido. Se dejó que el vapor fluyese por en torno a la pila hasta que hubo sido fundida y degradada la mayor parte del polímero que estaba adherido al exterior de la pila. Entonces se cerró la válvula que aportaba el vapor a la tubería 103 y se abrió la que alimentaba la tubería 102, como resultado de lo cual el vapor era dirigido de la tubería 102 al interior del componente de filtro.

Cuando la temperatura del recipiente llegó a ser de 215ºC se efectuó el primer ciclo de descompresión. Esto se hizo cerrando la válvula 108 y dejando que la presión aumentase hasta llegar a ser de 2,0 bares (por encima de la presión atmosférica), y entonces se cerró la válvula que conecta la tubería 102 a la fuente de suministro de vapor y se abrió la válvula de salida 106 (es decir, la válvula de descompresión instantánea) por espacio de aproximadamente cuatro segundos, dejando que la presión reinante en el recipiente llegase al nivel de la tubería de salida (que está de hecho a presión atmosférica). Se permitió de nuevo que aumentase la presión reinante en el recipiente cerrando inmediatamente la válvula 106 y abriendo la válvula que conecta la fuente de suministro de vapor a la tubería 102, permaneciendo cerrada la válvula 108. Cuando la temperatura y la presión reinantes en el recipiente hubieron alcanzado los valores anteriores (de 215ºC y 2,0 bares), se procedió a cerrar la válvula que conecta la tubería 102 a la fuente de suministro de vapor, y como antes fue abierta la válvula 106 por espacio de aproximadamente cuatro segundos. Fueron efectuados adicionales ciclos en rápida sucesión, con lo cual fueron efectuados en total seis de estos ciclos dentro de un periodo de tiempo de dos a cinco minutos. Fueron efectuadas adicionales descompresión múltiples a intervalos de aproximadamente una hora a lo largo de un periodo de cinco horas. Cada descompresión múltiple comprendía de cuatro a seis descompresión en cada etapa de descompresión.

En los periodos entre los conjuntos de ciclos de descompresión, la pila fue “lavada” con vapor bajo las mismas condiciones que fueron utilizadas inicialmente. Esto se hacía cerrando la válvula 106 inmediatamente a continuación de la descompresión final de la serie. Entonces se abría la válvula que conectaba la fuente de suministro de vapor a la tubería 102, y se controlaba el flujo ajustando la válvula 108.

Al haber quedado concluido el tratamiento, el recipiente y la pila fueron enfriados como se ha descrito en el anterior Ejemplo 5.

A continuación del tratamiento se comprobó que la pila pesaba 29,5 kg, lo cual indicaba la remoción de 4,5 kg de polímero.

Cuando el componente fue sometido a ensayo, todos los discos estaban dentro de los valores de referencia y no requerían adicional limpieza.

En este caso la prueba demostró que podía prescindirse del paso de limpieza con disolvente, pero también de las subsiguientes etapas de lavado en tanque y lavado manual. Esto representaría una importante reducción del coste y del tiempo si pudieran repetirse los resultados.

A continuación de la prueba, una inspección del recipiente a presión reveló que no estaba presente en el mismo residuo sólido alguno. Por consiguiente, el desecho había sido disgregado en forma de fragmentos que eran lo suficiente pequeños como para pasar a través del tamiz cónico en forma de pedacitos sólidos.

REIVINDICACIONES

1. Método que es para limpiar un componente de filtro y comprende los pasos de someter al componente a una atmósfera de vapor recalentado a una presión de al menos 0,5 bares en un recipiente y descomprimir a continuación el recipiente para alcanzar una reducción de presión de al menos 0,5 bares en 5 segundos como máximo.

2. Método como el reivindicado en la reivindicación 1, en el que la reducción de presión es de al menos 1 bar.

3. Método como el reivindicado en la reivindicación 2, en el que la reducción de presión es de al menos 2 bares.

4. Método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la reducción de presión es alcanzada en 4 segundos como máximo.

5. Método como el reivindicado en la reivindicación 4, en el que la reducción de presión es alcanzada en 3 segundos como máximo.

6. Método como el reivindicado en la reivindicación 5, en el que la reducción de presión es alcanzada en 2 segundos como máximo.

7. Método como el reivindicado en la reivindicación 6, en el que la reducción de presión es alcanzada en 1 segundo como máximo.

8. Método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el componente de filtro es sometido a un atmósfera de 2 a 15 bares de vapor recalentado.

9. Método que es como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y comprende al menos dos ciclos que consisten en someter al componente a la atmósfera de vapor recalentado a una presión de al menos 0,5 bares en el recipiente y descomprimir a continuación el recipiente para alcanzar la reducción de presión de al menos 0,5 bares en 5 segundos como máximo.

10. Método como el reivindicado en la reivindicación 9, en el que se deja que el vapor recalentado fluya a través del recipiente entre dichos ciclos.

11. Método como el reivindicado en la reivindicación 10, en el que el vapor recalentado fluye a través del componente de filtro entre dichos ciclos.

12. Método que es como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y comprende al menos un conjunto de ciclos repetidos que consisten en someter al componente a la atmósfera de vapor recalentado a una presión de 0,5 bares en el recipiente y descomprimir a continuación el recipiente para alcanzar la reducción de presión de al menos 0,5 bares en 5 segundos como máximo.

13. Método como el reivindicado en la reivindicación 12, en el que los ciclos de un conjunto son efectuados en sustancia inmediatamente unos tras otros.

14. Método que es como el reivindicado en la reivindicación 12 o 13 y comprende al menos dos de dichos conjuntos de ciclos entre los cuales se permite que el vapor recalentado fluya a través del recipiente.

15. Método como el reivindicado en la reivindicación 14, en el que el vapor recalentado fluye a través del componente de filtro entre dichos ciclos.

16. Método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que el componente de filtro está contaminado con residuos de polímero.

17. Método como el reivindicado en la reivindicación 16, en el que el vapor recalentado es inicialmente aplicado a un lado del componente de filtro para alcanzar un grado de fusión del polímero, y a continuación es aplicado al otro lado del componente para alcanzar la presión requerida en el recipiente.

18. Método como el reivindicado en la reivindicación 16, en el que el polímero es un polímero de condensación.

19. Método como el reivindicado en la reivindicación 18, en el que el polímero es un poliéster, una poliamida, un policarbonato o un acetato de celulosa.

20. Método como el reivindicado en la reivindicación 19, en el que el polímero es tereftalato de polietileno.

21. Método como el reivindicado en la reivindicación 16 o 17, en el que el polímero es un polímero o copolímero olefínico.

22. Método como el reivindicado en la reivindicación 21, en el que el polímero es polietileno, polipropileno o PTFE.

23. Método como el reivindicado en la reivindicación 16 o 17, en el que el polímero es un poliuretano, un PVA, un PVC, un poliestireno, una PEEK, un caucho o una silicona.

24. Método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, en el que el componente de filtro es un elemento filtrante.

25. Método como el reivindicado en la reivindicación 24, en el que se hace que el vapor recalentado fluya a través del elemento filtrante.

26. Método como el reivindicado en la reivindicación 25, en el que el flujo de vapor recalentado a través del componente de filtro discurre en dirección contraria a la dirección del flujo de fluido durante la filtración.

27. Método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 21 a 26, en el que el elemento filtrante es un filtro de bujía, un filtro de disco o una hilera.

28. Método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, en el que el componente de filtro es una caja, una tubería de alimentación, un cabezal, bombas, husillos de extrusionadora, válvulas, matrices, hileras, etc.

FIG 1

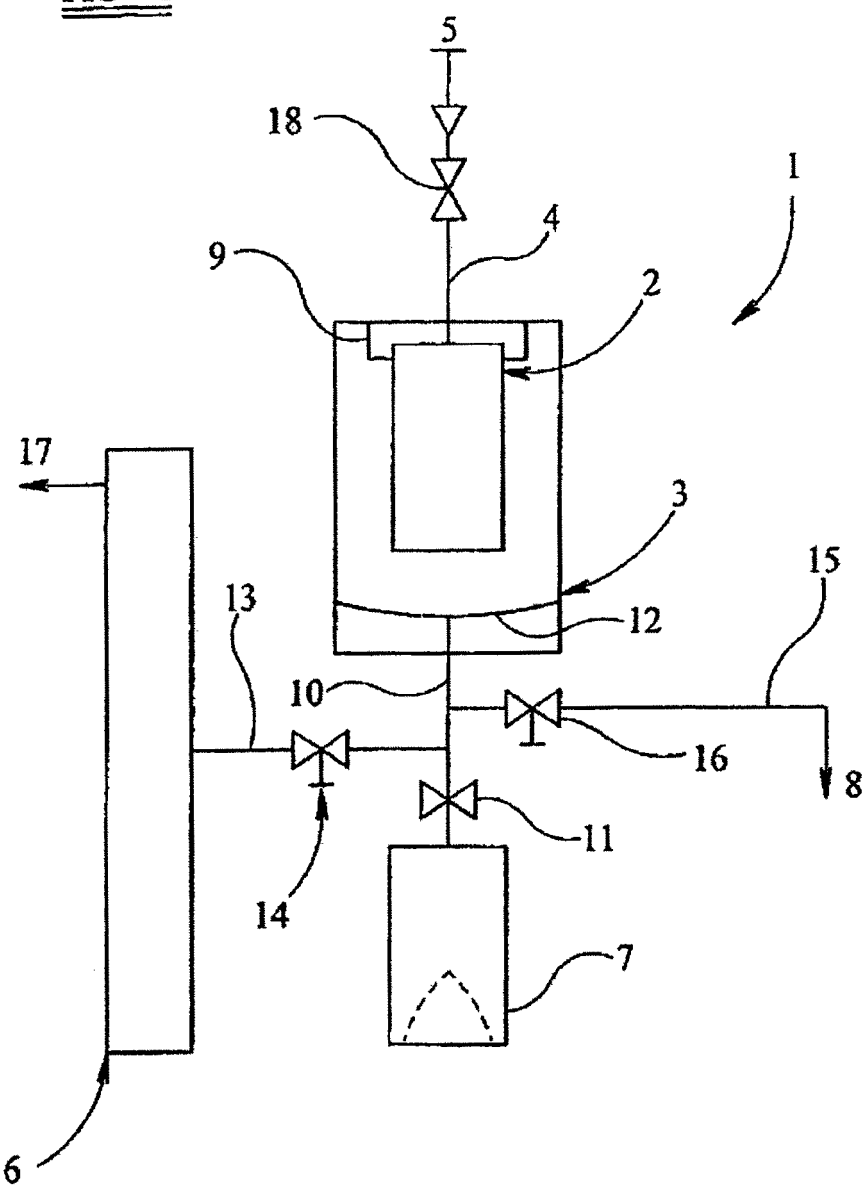

FIG 2

