

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 286**

51 Int. Cl.:

B01D 1/16 (2006.01)
B01D 1/28 (2006.01)
B01D 3/00 (2006.01)
B01D 3/06 (2006.01)
B01D 3/10 (2006.01)
B01D 5/00 (2006.01)
B01D 3/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **11164665 .9**
96 Fecha de presentación: **01.04.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2361659**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2011**

54 Título: **Procedimiento para la destilación de un material de partida, e instalación para realizar dicho procedimiento**

30 Prioridad:

04.04.2007 CH 5472007

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

20.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

20.12.2012

73 Titular/es:

MARKUS LEHMANN (100.0%)
Rebenweg 5
5610 Wohlen, CH

72 Inventor/es:

LEHMANN, MARKUS y
BRAENDLI, MARKUS

74 Agente/Representante:

MOLINERO ZOFIO, Félix

ES 2 393 286 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

Procedimiento para la destilación de un material de partida, e instalación para realizar dicho procedimiento.

5 **[0001]** La invención se refiere a un procedimiento para la destilación de un material de partida que comprende un líquido a destilar, empleando para ello un sistema de recipientes estanco a gases y resistente a presión positiva y/o negativa que comprende un evaporador que puede calentarse conteniendo el material de partida, un condensador para condensar el líquido acondicionado convertido en vapor, así como una cámara de vaporización que comunica el evaporador con el condensador. Además la invención se refiere a un equipo para realización de dicho procedimiento

Estado de la técnica

15 **[0002]** Procedimientos de destilación que emplean este tipo de equipos son apropiados para la separación de líquidos y/ o sólidos que vienen mezclados por ejemplo en forma de dispersiones o emulsiones o que son solubles entre sí. Una aplicación conocida es la destilación de alcohol. El líquido a diluir en este caso es alcohol, en otras muchas aplicaciones lo es el agua.

20 **[0003]** Procedimientos conocidos emplean como condensadores generalmente unos aparatos caros que comprenden unos sistemas de tubería entrelazados tal y como se conocen de la destilación de alcohol. Una desventaja en tales sistemas es por un lado la compleja construcción del aparato, y por el otro la necesidad de una gran diferencia de temperatura entre el material de partida y el condensador, la cual se requiere para conseguir una explotación satisfactoria del procedimiento. Alcanzar esta diferencia de temperatura es muy costoso.

25 **[0004]** Se ha mostrado que se puede mejorar la eficiencia del procedimiento de destilación, si la cámara de vapor está libre en la medida de lo posible de gases extraños. Se describe en la WO 02/09837 un equipo de destilación del que debe extraerse el gas extraño de la cámara de vapor. Esto se logra mediante una bomba que con una elevada potencia y largos períodos de funcionamiento succiona el medio del baño. Desafortunadamente se succiona también muchísimo vapor con el condensado. Esto por un lado carga innecesariamente la bomba, y por el otro debido a esta continuada succión también se saca mucho producto de condensación del cual después no se dispone para la recuperación de energía.

35 **[0005]** En la EP0563628 se presenta otro dispositivo de destilación el cual produce un efecto de succión mediante una bomba de vacío en continuo funcionamiento, para succionar las Brunei del evaporador hacia el condensador. Este procedimiento también necesita por un lado mucha energía de funcionamiento, por otro lado también aquí se succiona producto de condensación desplazándolo del evaporador, con lo que adicionalmente también se pierde energía en forma de calor.

40 **[0006]** De la US3218241 se conoce un dispositivo de destilación y un procedimiento que se ejecuta en éste, en el que al agua a destilar se le añade CO₂. Este es liberado durante la vaporización y por ello debe de ser aspirado. Al objeto, una bomba bombea continuamente gas extrayéndolo del evaporador, para lo que se requiere mucha energía.

45 **[0007]** De la DE10006036 se conoce un dispositivo para el secado de madera y un procedimiento de destilación correspondiente. En este procedimiento se crea una sobrepresión en la cámara que contiene la madera. Tras la apertura de una válvula se reduce lentamente la sobrepresión en la cámara mediante un reductor, conduciendo el gas de la cámara a un condensador más frío con menor presión. En cuanto la diferencia de presión entre la cámara y el condensador es menor que por ejemplo 100 bar se para el proceso y se ajusta la diferencia de presión de nuevo a nuevos valores. Este procedimiento es igualmente muy costoso en cuanto a energía.

50 **[0008]** El objeto de la presente invención es la descripción de un procedimiento de destilación que requiera la menor cantidad de energía posible.

Representación de la invención

55 **[0009]** El objeto de la presente invención es la indicación de un procedimiento de vale destilación con reducido gasto energético que logra incluso con una pequeña diferencia de temperaturas un gran rendimiento. Además se indica un dispositivo transportable económico apropiado para realizar dicho procedimiento.

60 **[0010]** Se resuelve el problema mediante un procedimiento así como mediante un dispositivo, descritos en las reivindicaciones de patente independientes.

[0011] La idea en la que se basa la invención consiste en que el procedimiento se realiza en una zona de temperaturas idónea, en la que por un lado el procedimiento de destilación se desarrolla óptimamente y en el que por otro lado no se derrocha ninguna energía mediante la aspiración de la cámara de vapor de valioso vapor.

[0012] Para ello se debe controlar continuamente la presión en la cámara de vapor comparándola con la presión de saturación del vapor determinada partiendo de la temperatura actual en la cámara de vapor. De modo idóneo la presión se sitúa en una estrecha zona apenas por encima de la presión de saturación del vapor. En cuanto penetra gas extraño sube la presión y el procedimiento se desarrolla por debajo de lo óptimo. Entonces por un lado se debe aspirar gas para que el procedimiento pueda volver a trabajar en el rango de presión óptimo, por otro lado se debe de succionar el gas extraño de manera adecuada. Esto se logra aspirando en el extremo de la vía de condensación ya que allí es donde se acumula el gas extraño.

Durante la aspiración se debe de seguir vigilando la presión. Esta no debe caer por debajo del grado de saturación del vapor, de lo contrario las condiciones óptimas no se cumplen de nuevo. Por lo tanto la aspiración debe ser detenida antes, mientras la presión se encuentra aún un poco por encima de la presión de saturación del vapor. En este estado se encuentra una cantidad residual tolerable de gas extraño y el proceso transcurre óptimamente.

[0013] Otra idea según la invención consiste en que la planta de destilación según el invento está integrada en un contenedor preferiblemente en un contenedor ISO de tal manera que partes del contenedor, especialmente las paredes, funcionan como partes del sistema de depósitos. Tales contenedores pueden adquirirse a bajo coste, son ideales para el transporte y pueden adquirirse en ejecuciones herméticas (sin fugas).

[0014] Se exige con ello un alto grado de estanqueidad de la planta. Para evitar un trabajo costoso en la búsqueda de pequeñas fugas se pueden inundar por seguridad todos los puntos críticos, especialmente las zonas de bridas, bombas etc., con el producto de condensación. Con ello, en caso de una fuga penetra en el depósito un poco de producto de condensación, lo que no afecta de ningún modo al procedimiento.

[0015] El rendimiento de la planta de destilación es óptimo con este procedimiento según la invención con un bajo gasto energético. Además la diferencia de temperaturas entre el evaporador y el condensador puede mantenerse pequeña, lo que para muchas aplicaciones en la que puede aprovecharse el calor residual de las centrales energéticas puede significar otra ventaja económica.

[0016] Otros modos de realización ventajosos se deducen de las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

[0017] A continuación se describe más detalladamente la invención haciendo referencia a los dibujos. Se muestra en

Fig. 1 una representación esquemática de una planta de destilación según la invención;

Fig. 2 un diagrama de presión-temperatura con la presión de saturación de vapor del líquido a destilar

Fig. 3 una representación esquemática de una configuración de varias plantas de destilación según la invención;

Fig. 4 una representación esquemática de una planta de destilación según la invención en un contenedor, vista desde arriba

Vías de realización de la invención

[0018] La figura 1 muestra una realización sencilla de una planta de destilación según la invención. Esta comprende un sistema de contenedores 1, que está dividido en zonas de evaporador 2, condensador 3 y cámara de vapor 6, debiendo ser en ello el sistema de contenedores 1 resistente a presión y/o depresión. En el evaporador 2 se encuentra el material de partida 4, que comprende el líquido Fd a destilar y puede templarse. El condensador 3 recibe el producto de condensación 5 que se produce por la destilación tras la condensación y que igualmente puede templarse. El material de partida 4 así como el producto de condensación 5 también pueden ser templados fuera del sistema de contenedores 1.

[0019] La cámara de vapor 6 conecta el evaporador 2 con el condensador 3. Este está relleno con el vapor Dk que hay que condensar. Este vapor Dk se crea mediante la vaporización del líquido Fd del evaporador 2. La cámara de vapor 6 está provista de un sensor 7 de presión para medir la presión mezclada pm creada en la cámara de vapor 6, de un sensor 8 de temperatura para medir la temperatura de mezcla Tm producida en la Cámara de vapor 6, así como de un regulador 9 de presión para ajustar, especialmente para reducir la presión de mezcla pm en la Cámara de vapor 6.

[0020] Para llevar a cabo la destilación en primer lugar se pone al evaporador 2 con el material 4 de partida a una primera temperatura T1 y el condensador 3 a una segunda temperatura T2 más baja. Seguidamente se mide la presión de mezcla pm y la temperatura de mezcla Tm. A partir de la temperatura de mezcla Tm medida se deja determinar la presión de saturación de vapor ps del líquido Fd con la temperatura Tm.

- 5 **[0021]** La presión de saturación de vapor es una característica de un líquido. Describe la presión de vapor máxima a una determinada temperatura y frecuentemente se denomina abreviadamente "presión de vapor". Por ejemplo de los líquidos puros se escapan átomos/moléculas hacia la fase de gas hasta que en esta se haya producido una presión que va en función del tipo de materia y de la temperatura de equilibrio. Esta presión es la presión de saturación de vapor. Esta se da cuando el gas está en equilibrio termodinámico con el líquido. En este estado la evaporación del líquido es igual en cantidad a la condensación del gas. Ninguna de las fases crece por debajo de la raya a costa de la otra, con lo que ambas pueden coexistir establemente. Por ello se habla también de un equilibrio dinámico.
- 10 **[0022]** En la figura 2 se indica un ejemplo de una curva 10 de presión de saturación de vapor de un material como función de una presión sobre la temperatura, en lo que la fase líquida del material se presenta en la zona izquierda superior, y la fase gaseosa en la zona derecha inferior de la curva. El cambio de fase sucede en el rango de la curva 10 de presión de saturación de vapor. Las curvas de presión de saturación de vapor de materiales habituales son conocidas y pueden buscarse en manuales o interpolarse mediante fórmulas.
- 15 **[0023]** Seguidamente a la averiguación de la presión de saturación de vapor p_s se determina una zona 11 de presión nominal. En esta zona 11 de presión nominal se debería de encontrar preferentemente la presión de mezcla p_m en la cámara de vapor 6, a la temperatura de mezcla T_m correspondiente, para que la destilación se desarrolle lo más óptimamente y eficientemente posible.
- 20 **[0024]** La zona 11 de presión nominal se sitúa un poco por encima de la curva de presión de saturación de vapor, ya que incluye la cantidad de gas extraño que eleva la presión. Está limitada por un límite de presión p_1 inferior y un límite de presión p_2 superior, como representado en la figura 2. El límite de presión p_1 inferior corresponde teóricamente a la presión de saturación de vapor p_s pero por razones prácticas es ajustado a por lo menos un 0,1% por encima de la presión de saturación de vapor p_s . El límite de presión p_2 superior se sitúa como máximo 16% por encima de la presión de saturación de vapor p_s .
- 25 **[0025]** En primer lugar se compara la presión de mezcla p_m con la zona de presión nominal 11. Al comienzo del procedimiento la presión de mezcla p_m se situará muy por encima de la zona de presión nominal 11. En este caso la presión en la Cámara de vapor 6 es reducida exactamente tanto tiempo como sea necesario hasta que la presión de mezcla p_m haya alcanzado el límite de presión p_1 inferior. Esto se realiza preferentemente con el regulador 9 de presión que puede ser una bomba. En cuantos haya alcanzado el límite p_1 de presión, se desconecta el regulador 9 de presión.
- 30 **[0026]** Ahora ya la destilación se desarrolla por sí sola en tanto el material 4 de partida tenga en el evaporador 2 una temperatura T_1 que sea mayor a la temperatura de mezcla T_m . Como el gas tiende a estar en equilibrio termodinámico con el líquido, se impulsa la evaporación del líquido F_d a destilar. Como a su vez se pretende lograr un equilibrio termodinámico, se fomenta la condensación en tanto la temperatura T_2 del condensador sea inferior a la temperatura de mezcla de T_m .
- 35 **[0027]** En tanto la presión de mezcla p_m no se eleve por encima del límite de presión p_2 se produce sin la intervención del regulador 9 de presión, incluso con cambios de temperatura del medio a evaporar o a condensar, automáticamente la pretendida presión de mezcla óptima para el procedimiento.
- 40 **[0028]** Mientras se desarrolla la destilación se controlan permanentemente la temperatura de mezcla T_m y la presión de mezcla p_m . La presión puede incrementarse debido a que por ejemplo el sistema de contenedores 1 u otro componente de la planta muestre una pequeña fuga, con lo que puede penetrar la Cámara de vapor 6 algún gas extraño, o porque se han soltado gases extraños de otros materiales de la planta o del material 4 de partida. En el momento en que la presión de mezcla p_m se sitúe por encima del límite p_2 de presión superior o lo supere es reducida de nuevo la presión en la cámara de vapor 6 mediante la activación del regulador de presión, o de la bomba 9. En cuanto la presión de mezcla p_m haya alcanzado el límite de presión p_1 inferior puede desconectarse de nuevo el regulador 9 de presión. Ahora la destilación transcurre de nuevo con parámetros óptimos. Se puede continuar con estos procesos tanto tiempo como pueda introducirse la mezcla a destilar y extraerse el producto de condensación.
- 45 **[0029]** La calidad de la condensación depende principalmente de la cantidad proporcional de gas extraño. Una cantidad proporcional de gas extraño de solo unas milésimas puede reducir la condensación en un 25 a 50%. Por ello se supervisa constantemente la presión de mezcla y se compara con el rango de presión nominal 11.
- 50 **[0030]** Se demostrado que el gas extraño se acumula en el extremo de la trayectoria de condensación ya que éste es arrastrado a través de la corriente de gas que fluye desde el material 4 de partida a través de la cámara de vapor 6 hacia el producto de condensación 5, pero que finalmente no puede condensarse. Por ello es ventajoso aspirar el gas al final de la trayectoria de condensación en el condensador 3. directamente en el producto de condensación 5. De este modo, reduciendo la presión de mezcal p_m puede eliminarse del sistema de contenedores 1 la mayor concentración de gas extraño. Por otro lado debe de ponerse atención en que el producto de condensación que cae
- 55
- 60
- 65

a gotas no vaya a parar directamente al caudal de succión del regulador de presión, o bien de la bomba 9. Esto puede lograrse mediante un filtro de protección 19.

5 **[0031]** El rango de presión nominal 11 no debe situarse demasiado cerca de la curva 10 de presión de saturación de vapor, ya que de lo contrario, al reducir la presión de mezcla p_m se aspira por la bomba 9 demasiado vapor a condensar D_k . Se ha mostrado como ventajoso fijar el límite inferior de presión p_1 preferentemente como mínimo 0,2 % y el límite superior de presión p_2 como máximo 4% por encima de la presión p_s de saturación de vapor. Contrariamente a los procedimientos de destilación convencionales, el procedimiento según el invento supervisa permanentemente la presión de mezcla p_m reinante en la cámara de vapor 6 y lo compara con el rango de presión nominal 11, por si hace falta regular correspondientemente la presión de mezcla p_m . Los procedimientos habituales casi siempre están continuamente aspirando gas de la cámara de vapor y con ello trabajan en un rango de presión que se sitúa por debajo de la presión de saturación de vapor p_s , con lo que por un lado se necesita gastar mucha energía y por otro se extrae innecesariamente mucho producto de condensación energéticamente valioso. El presente método sin embargo trabaja la mayor parte del tiempo sin una bomba de vacío, ya que esta sólo tiene que ser conectada intermitentemente y por cortos períodos.

10 **[0032]** La diferencia de temperatura T_1-T_2 entre el evaporador 2 y el condensador 3 puede elegirse con este método según el invento especialmente pequeña y se sitúa preferentemente entre 1K y 10K, en el caso idóneo entre 1K y 3K. Esto significa una enorme ventaja energética, ya que debido a ello se tiene que gastar poca energía para crear la diferencia de temperatura.

15 **[0033]** La evaporación y/o la condensación pueden fomentarse aumentando las superficies del material 4 de partida en el evaporador 2 y/o la superficie del producto de condensación 5 en el condensador 3. Se puede lograr un aumento de la superficie por ejemplo mediante una fina pulverización del material de partida 4, o bien del producto de condensación 5. Una fina boquilla de una unidad de pulverización 15 dispuesta para ello en el evaporador 2 y/o en el condensador 3 puede producir por segundo una superficie de varios metros cuadrados en la que se crea vapor o bien se condensa el vapor D_k a ser condensado. De modo ventajoso la pulverización se configura de modo direccional, de tal manera que se crea una entremezcla del vapor en la cámara de vapor 6. Esto es importante para lograr una transmisión del calor lo mas grande posible entre la materia de partida 4 y el vapor en la cámara de vapor 6. Con ello se fomenta la eficacia y la temperatura de mezcla T_m se deja determinar de modo fiable. De otro modo o adicionalmente se puede disponer un ventilador 16 en la cámara de vapor para lograr la entremezcla deseada del vapor. Un calefactor 13 en la zona de las tuberías de alimentación 12 a la unidad de pulverización 15 del lado del evaporador 2 y un refrigerador 14 en la zona de los conductos de alimentación 12 de la unidad de pulverización 15 el lado del condensador 3 proporcionan la consecución de las temperaturas nominales T_1 y T_2 en el evaporador 2 y/o en el condensador 3. Naturalmente pueden haberse dispuesto las unidades 13 y 14 que regulan la temperatura también directamente en la materia de partida 4 y en el producto de condensación 5.

20 **[0034]** El aumento de superficie también se puede lograr colocando en el evaporador 2 y/o en el condensador 3 un relleno poroso aumentador de superficies. Éste hace posible en el condensador una máxima nivelación de temperatura entre el vapor de mezcla y el producto de condensación

25 **[0035]** Otra forma de realización preferente comprende uno o varios filtros 17 o un relleno separador de gotas que impiden que las gotas de la materia de partida 4 pulverizada pueda llegar a penetrar en el condensador 3. Viceversa tampoco deben de entrar gotas del producto de condensación. Además unos mezcladores 18 pueden mezclar la materia de partida 4 y/o el producto de condensación 5, para mantener constantes sus temperaturas de superficie.

30 **[0036]** En la figura 3 se ha representado una planta con otra mejora de la eficacia. Se alcanza esta mejora ejecutando escalonadamente el procedimiento en dos o varios de estos sistemas de contenedores 1, 1', 1". Cada sistema de contenedores 1, 1', 1". trabaja en otro rango de temperaturas (T_1, T_2), (T_1', T_2'), (T_1'', T_2''). Los rangos de temperatura de cada uno de los sistemas de contenedores 1, 1', 1" son diferentes entre sí, preferentemente limitan uno con el otro. En un primer sistema de contenedores 1 se realiza el procedimiento por ejemplo con las temperaturas $T_1 = 90\text{ °C}$ y $T_2 = 80\text{ °C}$, con lo cual se produce una temperatura de mezcla en la cámara de vapor de por ejemplo 85 °C . En el segundo sistema de contenedores 1' se ajustan después las temperaturas $T_1' = 80\text{ °C}$ y $T_2' = 70\text{ °C}$, en el tercer sistema de contenedores 1 se ajustan las temperaturas a $T_1'' = 70\text{ °C}$ y $T_2'' = 60\text{ °C}$ etc., y en el último sistema de contenedores 1''' por ejemplo a $T_1''' = 40\text{ °C}$ y $T_2''' = 30\text{ °C}$.

35 **[0037]** Preferentemente se extrae la energía para templar un evaporador 2 o condensador 3 al menos en parte directa-o indirectamente mediante recuperación térmica a partir de la energía de otro evaporador 2 o condensador 3, cuya temperatura hay que modificar.

40 **[0038]** Para ahorrar energía la liberación del gas extraño puede efectuarse mediante una bomba de vacío impulsada o bien con el producto de condensación 5 a pulverizar de la misma o de una fase más fría, con vapor de otra fase o con aire ambiental.

45 **[0039]** Con semejante configuración esto se puede lograr sencillamente habiéndose dispuesto por ejemplo respectivamente un recuperador térmico 20 entre un producto de condensación 5 y un material de partida 4 y un

sistema de contenedores 1 posterior o una serie de fases previas, si deben de tener las mismas temperaturas. Preferentemente se usan para ello placas de recuperación térmica.

5 [0040] Los evaporadores 2 y/o los condensadores 3 de los diferentes sistemas de contenedores 1, 1', pueden estar dispuestos especialmente uno sobre otro. Especialmente apropiado es una disposición horizontal de los condensadores y una disposición vertical de los evaporadores. Las conexiones necesarias entre los distintos componentes del contenedor se logran respectivamente mediante conductos de vapor. La ventaja radica especialmente en el procedimiento de reducido gasto energético de la destilación, ya que puede utilizarse óptimamente la energía. Los motivos para la configuración externa son sobre todo el mejor acceso para una limpieza de los recuperadores térmicos. Como recuperadores del calor son especialmente apropiadas las placas de recuperación térmica o conjuntos de tubería.

10 [0041] Para mantener reducidos, a parte de los gastos de funcionamiento, también los gastos de adquisición se fabrican sistemas de contenedores 1 y/u otros componentes de la planta, por ejemplo las tuberías preferentemente del todo o principalmente a partir de plástico barato.

15 [0042] El sistema de contenedores 1 debe ser estable preferentemente sólo con respecto a la presión impositiva o sólo a la depresión, no con respecto a ambos. Esto hace posible una construcción económica del sistema de contenedores 1. Éste por ejemplo puede consistir en una lámina de plástico técnico que se soporta con un armazón sólido dispuesto por dentro o por fuera de la lámina. Las presiones negativas no deben de ser tan fuertes. Para el agua la presión de saturación de vapor absoluta se sitúa a 50 °C todavía en 123 mbar (relativa -877mbar). Por ello el requisito de resistencia al desgarre de la lámina se sitúa aún en un rango, en el que los materiales aún pueden obtenerse a precios razonables.

20 [0043] Cuando se trabaja con temperaturas por encima de los 100 °C debe de crearse una presión positiva en el sistema de contenedores 1, para poner en marcha la destilación según el método que propone la invención. En este caso el armazón debería estar dispuesto por fuera de la lámina. El regulador de presión 9 es en este caso una válvula que puede soltar gas desde la cámara de vapor al entorno. La sobrepresión puede crearse mediante una bomba o mediante calefacción.

25 [0044] El sistema de contenedores solamente debe de ser estable simultáneamente respecto a presión positiva y a presión negativa cuando se tiene que trabajar en el rango situado alrededor de la presión normal es decir en el caso de agua en el rango de 100 °C.

30 [0045] El método puede ejecutarse por lotes o continuamente. En la figura 1 se indican esquemáticamente la entrada y salida para llenar y evacuar la planta.

35 [0046] En el método descrito es especialmente importante respetar las condiciones de temperatura y depresión exigidas. En la situación idónea, cuando la planta no muestra ningún tipo de fugas y solamente se contiene en él recinto de vapor solamente la reducida cantidad permitida de gas extraño, el regulador 1 de presión no necesita ni siquiera ser conectado tras el comienzo del proceso. El proceso de destilación sigue trabajando automáticamente, una vez establecido, en tanto que los parámetros del proceso se mantengan en el rango predeterminado, es decir mientras exista una diferencia de temperatura entre T1 y T2. Si el dispositivo no muestra prácticamente ninguna fuga, el regulador 9 de presión tiene que trabajar máximamente entre 1-5% de la duración total de la destilación. Existiendo algunas pequeñas fugas hay que contar ya con períodos de intervención del regulador 9 de presión de entre un 3% y 50% del tiempo de funcionamiento.

40 [0047] Un problema agravante de las fugas es la penetración de gas extraño. La estanqueidad de la planta es de gran importancia, debido a que ya una proporción mínimamente incrementada de gas extraño es responsable de una eficacia fuertemente reducida de la planta. Se ha demostrado que las calidades habituales en el mercado de bombas, conexiones de tubería, bridas y otros componentes no son suficientes para un trabajo libre de fugas, tal y como aquí se exige. Incluso componentes de alta calidad normalmente no son suficientes para cumplir con los requerimientos. Además puede perderse mucho el tiempo y ser bastante caro encontrar una fuga. Para evitar fugas pueden inundarse todos los componentes que tienen uniones y conexiones relevantes respecto a la presión. Éstos componentes comprenden aquellas partes de las paredes de evaporador 2 y condensador 3 en los cuales se han dispuesto bridas, así como todo los componentes como bombas, sensores, válvulas, tomas y escapes y otros tipos de bridas. Incluso puede inundarse la instalación completa.

45 [0048] Se inunda preferentemente con el medio que se corresponde con el producto de condensación 5. Mediante la inundación se garantiza que por todos los puntos no estancos no pueda entrar de ningún modo gas extraño, si no solamente producto de condensación. Esto no estorba al proceso en medida alguna, ni siquiera es detectable. Mediante esta inundación no hace falta ya un control permanente de la estanqueidad de la planta, que puede ser bastante costoso.

50 [0049] La única energía que obligatoriamente debe gastarse para el proceso, es para la creación de las diferentes temperaturas T1 y T2 así como para la conservación de la diferencia de temperatura, y, cuando debe de

incrementarse la explotación, la energía para impulso de líquidos hacia las unidades de pulverización al objeto del aumento de superficies.

5 **[0050]** Una diferencia decisiva del método según el invento respecto al estado de la técnica consiste en la aspiración controlada de los gases extraños. La reducción descrita de presión se efectúa al final del trayecto de condensación, para no solamente reducir la presión, si no también eliminar el gas extraño. A diferencia de otros procedimientos conocidos solamente se sigue aspirando hasta que la proporción de gas extraño haya caído por debajo de un determinado valor límite. Esto se supervisa mediante la comparación de la presión pm de mezcla reinante con la presión de saturación de vapor ps averiguada con la temperatura de mezcla TM reinante. Si la presión de mezcla pm ha alcanzado un determinado valor límite, por ejemplo 0,1% sobre la presión de saturación de vapor ps, se para la aspiración para evitar que el proceso vaya peor. Por un lado la eficacia del proceso no mejora con una presión más baja, por el otro la aspiración requiere innecesariamente energía, y además se retira vapor del sistema, cuya energía ya no puede utilizarse en una etapa posterior. Por ello el procedimiento sólo funciona óptimamente en un rango de temperaturas estrecho, que siempre hay que respetar para poder ejecutar el procedimiento de modo energéticamente eficiente.

20 **[0051]** Se prefiere llevar a cabo el procedimiento descrito en un contenedor, preferentemente en un contenedor ISO (20 o 40 pies contenedor de norma) en el que se encuentra la planta y que puede ser también parte de la misma. El transporte desde el lugar de fabricación al lugar de funcionamiento puede realizarse de este modo sencilla y económicamente por barco o por camión. Además esto facilita el mantenimiento, ya que, cuando la destilación se lleva a cabo en un lugar alejado de la población civil, el contenedor puede ser llevado de vuelta cómodamente cargándolo en un camión en su estación de mantenimiento.

25 **[0052]** La planta de destilación según la invención descrita en la figura 4 comprende un sistema de contenedores 1 con respectivamente por lo menos un condensador 3, un evaporador 2 así como una cámara 6 de vapor conectada con el evaporador 2 y el condensador 3 para destilar un material de partida 4 según un procedimiento arriba descrito. Esta planta de destilación está alojada en un contenedor 21 especialmente en un contenedor 21 ISO. Según el invento partes del contenedor 21, por ejemplo las paredes, funcionan simultáneamente de partes del sistema de contenedores 1. De este modo la planta de destilación está integrada en el contenedor 21. Tales contenedores 21 pueden obtenerse fácilmente y están altamente estandarizados. Además existen contenedores 21 libres de fugas que son suficientes para los requerimientos aquí descritos. Evaporador 2 y condensador 3 pueden haberse alojado por separado en distintos contenedores 21, conectados a través de una cámara de vapor 6 dispuesta en estos, o se pueden repartir un contenedor 21, como se representa en la figura 4. En un contenedor 21 también pueden haberse alojado varios evaporadores 2 y/o condensadores 3 independientes para distintos niveles de presión y temperatura estando conectados entre sí apropiadamente respecto al proceso.

40 **[0053]** En la configuración representada de la figura 4 el contenedor 21 dispone de una zona de reactor 22, en la que se encuentran el evaporador (2) y el condensador (3), de una zona 23 inundada, en la que se encuentran componentes relevantes para la presión como bombas, válvulas, sensores y bridas, así como de una zona de servicio 24 para componentes 25 electrónicos no inundados. Esta zona de servicio 24 es accesible para el manejo y el mantenimiento de la planta.

45 **[0054]** Las configuraciones por dentro del contenedor 21 pueden también haberse dispuesto alternativamente. Especialmente puede haberse conformado la cámara de vapor 16 directamente en un tabique de separación entre evaporador 2 y condensador 3 mediante aperturas o canales. La zona inundada 23 con las conexiones puede también haber sido dispuesta en la zona superior del contenedor 21. Como una alternativa mas pueden estar posicionados evaporador 2 y condensador 3 uno encima del otro.

50 **[0055]** Para plantas de destilación con capacidades más elevadas también se pueden disponer según la invención varios contenedores uno encima del otro o uno al lado del otro.

Lista de referencias

55 **[0056]**

- 1 Sistema de contenedores
- 2 Evaporador
- 3 Condensador
- 4 Material de partida
- 60 5 Producto de condensación
- 6 Cámara de vapor
- 7 Sensor de presión
- 8 Sensor de temperatura
- 9 Regulador (bomba y / o válvula)
- 65 10 Curva de presión de vapor
- 11 Zona de presión nominal

- 12 Conductos
- 13 Calefacción
- 14 Refrigeración
- 5 15 Pulverizador
- 16 Ventilador
- 17 Filtros
- 18 Mezclador
- 19 Filtro de protección
- 20 Recuperador térmico
- 10 21 Contenedores
- 22 Área del reactor
- 23 Área inundada
- 24 Área de servicio
- 15 25 Componentes y sistemas electrónicos
- pm Presión de mezcla en la cámara de vapor
- ps Presión de saturación de vapor
- Tm Temperatura de mezcla en la cámara de vapor
- 20 T1 Temperatura en el evaporador
- T2 Temperatura en el condensador
- Fd el líquido a destilar
- Dk el vapor a condensar
- V en bomba y/o válvula para regular la presión

REIVINDICACIONES

- 5 1.) Proceso de destilación de un material de partida (4) que comprende un líquido de destilación Fd, utilizando en ello un sistema de depósitos (1) estanco a los gases, resistente a la presión y / o depresión, que comprende un evaporador (2) con el material de partida (4), que puede ser templado, un condensador (3) para condensar el líquido vaporizado templable Fd para obtener el producto de condensación (5), así como una cámara de vapor (6) que conecta el evaporador (2) y el condensador (3) uniendo su combinación de vapores (6) de modo mezclable, estando la cámara de vapor (6) provista de un sensor de presión (7) para medición de la presión pm de mezcla que se crea en la mezcla de vapor en la cámara de vapor (6), un sensor de temperatura (8) para la medición de la temperatura Tm de mezcla de vapor en la cámara de vapor (6), y de un controlador (9) de presión, a ser realizado mediante las etapas del método en el que
- 10 a) el evaporador (2) con el material de partida (4) se lleva a una primera temperatura T1 y el condensador (3) se lleva a una segunda temperatura T2 inferior;
- b) se miden la presión pm de mezcla y la temperatura de mezcla Tm;
- 15 c) se define la presión ps de vapor saturado del líquido Fd a la temperatura Tm de mezcla medida;
- d) se define un rango de presión de ajuste (11) que está delimitado por un límite inferior de presión p1, que es superior en al menos 0,1% a la presión de vapor de saturación ps y un límite superior de presión p2, que es mayor en un máximo de 6% a la presión de vapor de saturación ps;
- e) la presión pm mezcla se compara con el rango de presión de ajuste (11);
- 20 f) la presión pm mezcla es reducida mediante el regulador de presión (9) el tiempo suficiente como para llegar exactamente al límite inferior presión p1;
- g) se repiten las etapas a) a e) hasta que la presión pm de mezcla haya alcanzado el límite superior de presión p2;
- h) se repiten las etapas f) y g) hasta que la destilación tenga que ser detenida;
- 25 **caracterizado porque** durante la reducción de presión en el paso f), los gases se aspiran al final de la ruta de condensación en el condensador (3) para así sacar la mayor cantidad de gas exterior posible fuera del sistema de depósitos (1).
- 30 2.) Método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la diferencia de temperatura T1-T2 entre el evaporador (2) y el condensador (3) es de entre 1 y 10 K, preferentemente entre 1 y 3K.
- 35 3.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las superficies del material de partida (4) en el evaporador (2) y/o la superficie del producto de condensación (5) en el condensador (3) se expanden preferentemente por pulverización del material de partida (4) o del producto de condensación (5).
- 40 4.) Método según la reivindicación 3, **caracterizado porque** se obtiene la expansión de las superficies aplicando un relleno de revestimiento poroso que expande superficies.
- 45 5.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la distribución de vapor en la cámara de vapor (6) es mezclada mediante un ventilador (16) efectuándose en ello el accionamiento del ventilador (16) preferentemente por el flujo de masa introducida por pulverización del medio a evaporar o del producto de condensación pulverizado.
- 50 6.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en referencia de nuevo a la reivindicación 3, **caracterizado porque** la liberación de gases extraños en la etapa f) se efectúa utilizando un inyector de vacío accionado ya sea por el producto de condensación (5) que se evapora en la misma fase o en una fase más fría, por vapor de otra fase o por otro aire de ambiente.
- 55 7.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el proceso se lleva a cabo en dos o más sistemas de tanques (1, 1', ...) de este tipo, limitando entre sí los rangos de temperaturas T1, T2 de cada uno de los sistemas de depósito (1, 1', ..).
- 60 8.) Método según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la energía para el calentamiento de un evaporador (2) o un condensador (3) se obtiene al menos en parte, directa o indirectamente a través de recuperadores de calor, de la energía de otro evaporador (2) o de un condensador (3), cuya temperatura se va a cambiar.
- 65 9.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque** los evaporadores (2) y / o condensadores (3) de los diferentes sistemas de depósitos (1, 1', ...) están dispuestos en superposición.
- 10.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sistema de depósitos (1) y / o las tuberías son total o principalmente de material plástico.
- 11.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la planta

entera o partes de la misma, en particular las paredes del sistema de depósito (1) en las que están montadas las piezas de conexión y / o bombas, válvulas, sensores, abrazaderas y / o otros componentes para la determinación de la presión están dispuestas de modo sumergido.

5 12.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el regulador de presión (9) en la etapa f) funciona máximamente al 50%, preferiblemente hasta a un 3% del tiempo de destilación.

10 13.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la destilación se lleva a cabo en un depósito, en particular en un contenedor ISO.

15 14.) Planta de destilación que comprende un sistema de depósitos (1) con un condensador (3), un evaporador (2), y una cámara de vapor (6) que conecta el evaporador (2) y el condensador (3) y la combinación de sus vapores a mezclar, estando en ello provista la cámara de vapor (6) de un sensor de presión (7) para medición de la presión pm de mezcla creada en el vapor combinado en la cámara de vapor (6), un sensor de temperatura (8) para la medición de la temperatura de mezcla Tm en el vapor mixto en la cámara de vapor (6), y un regulador de presión (9) para la destilación de un material de partida (4) mediante un proceso según cualquier reivindicación precedente, estando alojado el conjunto en un contenedor (21), en particular en un contenedor ISO, **caracterizado porque** la unidad de destilación (21) está integrada en el recipiente de manera que partes del recipiente, incluyendo las paredes, actúan como partes del sistema de depósitos (1).

20

25 15.) Planta de destilación según la reivindicación 14, **caracterizada porque** el contenedor (21) tiene una zona del reactor (22) en el que se ubica el evaporador (2) y el condensador (3), una zona sumergida (23), en la que se encuentran los componentes críticos en términos de presión, tales como las bombas (9), válvulas, sensores (7, 8) y las bridas, y un área de servicio (24) para componentes electrónicos (25), que es accesible para el manejo y mantenimiento de la instalación.

30 16.) Planta de destilación según una cualquiera de las reivindicaciones 14 o 15, **caracterizado porque** varios evaporadores (2) y los condensadores (3) de las diferentes fases de presión y de temperatura están alojados en un recipiente (21) y conectados de modo que sirvan al proceso.

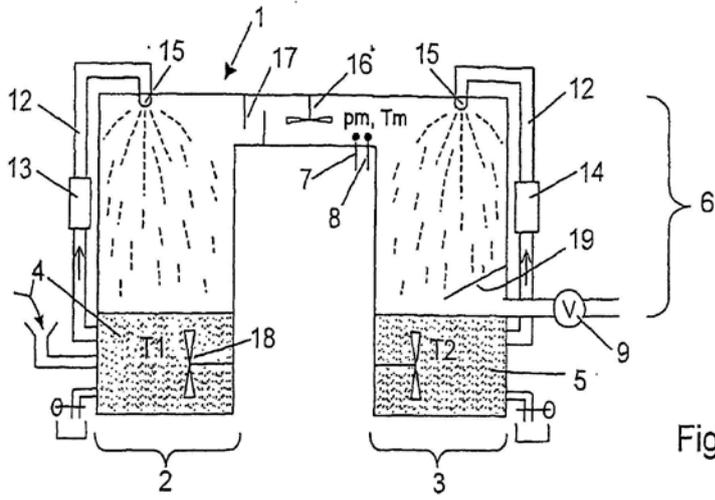


Fig. 1

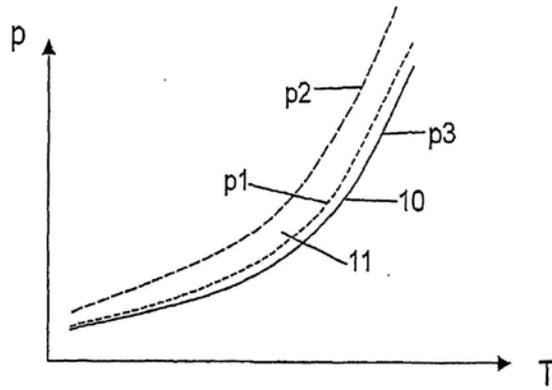


Fig. 2

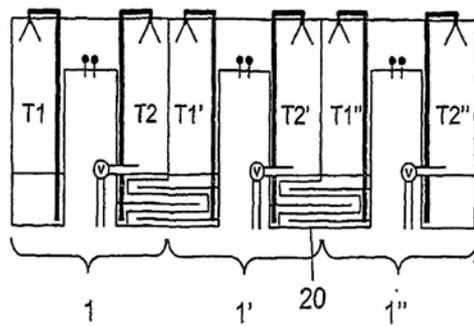


Fig. 3

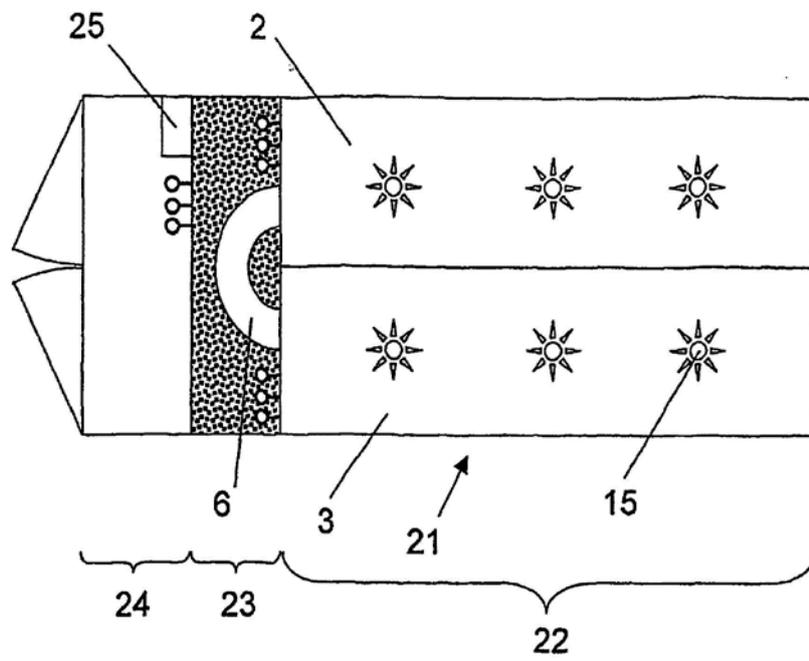


Fig. 4