

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 990**

51 Int. Cl.:

B01D 3/08 (2006.01)

B01D 3/42 (2006.01)

B01D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2009 E 09778206 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 2341996**

54 Título: **Evaporador rotatorio**

30 Prioridad:

15.10.2008 DE 102008051364

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

16.04.2013

73 Titular/es:

**IKA - WERKE GMBH & CO. KG (100.0%)
Janke und Kunkel Strasse 10
79219 Staufen, DE**

72 Inventor/es:

**PINHACK, HUBERT y
SPÄTH, MARTIN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 400 990 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

Evaporador rotatorio.

La invención se refiere a un evaporador rotatorio de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

5 La invención se refiere, además, a un procedimiento para la evaporación de un producto de destilación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 8.

10 Se conocen evaporadores rotatorios y procedimientos de este tipo para la evaporación de un producto de destilación, por ejemplo, a partir del Artículo técnico de M. T. Kramer: Ein Rotationsverdampfer-System und seine Möglichkeiten, G-I-T-Fachz., año 18, Septiembre de 1974, pagina 862 y siguientes y han dado buen resultado en la práctica muchas veces. Una propiedad especialmente sobresaliente de los evaporadores rotatorios consiste en que a través de la rotación del matraz de destilación durante el calentamiento del producto de destilación se consigue una calentamiento más uniforme del producto de destilación frente a los procedimientos convencionales, en particular a través de una humidificación amplia de la pared interior del matraz de destilación con el producto de destilación. Por lo tanto, tales evaporadores rotatorios prestan buenos servicios en la técnica de laboratorio.

15 Se conoce a partir del documento WO 96/05901 un procedimiento para la regulación y control de un aparato de destilación o de condensación, que comprende un recipiente de ebullición, una fuente de calor y un refrigerador, en el que el agua de refrigeración que circula a través del refrigerador es conducida en circuito, se detecta su temperatura en el circuito y cuando se alcanza un valor superior de la temperatura se sustituye a través de la alimentación de agua fría hasta que ha alcanzado el valor inferior de la temperatura. En este caso, se puede realizar una desconexión definida cuando, a pesar de la alimentación de agua fría, no tiene lugar una disminución de la temperatura del agua fría.

20

Se conoce a partir del documento EP 0 236 813 A2 un evaporador rotatorio, en el que una instalación de regulación regula con efecto de reducción una cantidad del agua fría que circula a través de un serpentín de refrigeración hasta que se mantiene una diferencia deseada de la temperatura entre la temperatura de entrada y la temperatura de salida del agua de refrigeración.

25 Se conoce a partir del documento DE 198 03 711 A1 una instalación de destilación, en la que se emplea una cámara de infrarrojos para la supervisión de la temperatura, en la que la función y la potencia de un circuito de refrigeración se determinan a partir de la temperatura del conducto de admisión con relación a la temperatura del conducto de descarga del refrigerante.

30 La invención tiene el cometido de crear un evaporador rotatorio y un procedimiento para la evaporación de producto de destilación, que son adecuados para la utilización en el funcionamiento automático.

35 Para la solución de este cometido en un evaporador rotatorio del tipo mencionado al principio están previstas las características de la reivindicación 1. En particular, está previsto que en un primer lugar en la vía de circulación del medio de refrigeración esté dispuesto un primer sensor de temperatura y en un segundo lugar en la vía de circulación del medio de refrigeración esté dispuesto un segundo sensor de temperatura, estando distanciado el primer lugar del segundo lugar por una sección de la vía de circulación del medio de refrigeración, y que estén previstos medios para la determinación del caudal de flujo del medio de refrigeración a través de la sección. De esta manera, se pueden obtener informaciones sobre la potencia de refrigeración momentánea del refrigerador, que se pueden utilizar para diferentes etapas del procedimiento durante el funcionamiento automático.

40 La sección comprende al menos una parte de la zona en la vía de circulación del medio de refrigeración, en la que el medio de refrigeración recibe el valor de condensación cedido durante la condensación del vapor. La sección de la vía de circulación puede formar de esta manera una auténtica zona parcial del serpentín de refrigeración. En este caso, los sensores de temperatura están dispuestos, por lo tanto, en el serpentín de refrigeración dentro del refrigerador.

45 Es especialmente favorable que la sección sea seleccionada lo más grande posible, en particular comprenda el serpentín de refrigeración. De esta manera, se consigue que la influencia de las inexactitudes de medición durante la medición de la temperatura sea pequeña en comparación con las diferencia de la temperatura medidas entre los sensores de temperatura.

50 Para una detección lo más exacta posible de la temperatura del medio de refrigeración que entra en el refrigerador puede estar previsto que el primer sensor de temperatura esté dispuesto en la entrada del serpentín de refrigeración en el refrigerador. El sensor de temperatura está dispuesto, por lo tanto, en la zona de la entrada del conducto de refrigerante que forma la vía de circulación del circuito de refrigeración en el refrigerador, siendo seleccionada la posición del sensor de temperatura de tal forma que se evitan falsificaciones de la medición de la temperatura en virtud de influencias del medio ambiente, por ejemplo a través de calentamiento o refrigeración de una parte del conducto de refrigerante entre el serpentín de refrigeración y el sensor de temperatura a través de influencias del

medio ambiente.

De la misma manera puede estar previsto que el segundo sensor de temperatura esté dispuesto en la salida del serpentín de refrigeración fuera del refrigerador. También aquí se selecciona la disposición del sensor de temperatura en la vía de circulación, de tal manera que prácticamente se excluye una modificación de la temperatura del medio de refrigeración después de la salida desde el serpentín de refrigeración y antes de alcanzar el sensor de temperatura. Esto se puede conseguir a través de aislamiento térmico adecuado de los conductos del circuito de refrigeración en estas zonas.

Para una indicación de la potencia de refrigeración es necesario el conocimiento de la cantidad de refrigerante transportada a través del refrigerador por unidad de tiempo. La determinación del caudal de flujo del refrigerante se puede realizar a través de la previsión de un caudal de flujo, por ejemplo a través de la previsión de una presión en el circuito de refrigeración y la limitación de un caudal en la vía de circulación, o a través de la medición del caudal de flujo momentáneo. Una forma de realización, con la que se puede medir el caudal de flujo momentáneo, puede prever que los medios para la determinación del caudal de flujo del refrigerante a través de la sección de la vía de circulación del medio de refrigeración comprendan un medidor de caudal de flujo.

En este caso es especialmente favorable que el medidor del caudal de flujo en la vía de circulación del medio de refrigeración esté dispuesto fuera de la sección de la vía de circulación del medio de refrigeración. De esta manera se evita una falsificación de la diferencia de la temperatura medida frente a la modificación de la temperatura del medio de refrigeración provocada realmente a través de la refrigeración en el serpentín de refrigeración o bien en la sección a través del medidor del caudal de flujo, en particular su radiación de calor y derivación de calor, o a través de un calentamiento del medio de refrigeración en el medidor del caudal de flujo. Además, es ventajoso que el medidor del caudal de flujo permanezca más fácilmente accesible en el caso de una disposición fuera de la sección, por ejemplo para medidas de mantenimiento o de control.

Se ajustan relaciones especialmente favorables durante la evaporación del producto a destilar cuando el refrigerador está conectado con un generador de vacío.

Una configuración de la invención puede prever que estén configurados medios para la determinación y/o cálculo del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura entre el primero y el segundo sensor de temperatura y del desarrollo temporal del caudal de flujo. En este caso, es ventajoso que se puedan obtener informaciones sobre modificaciones del estado de funcionamiento o de las propiedades del producto de destilación y se puedan utilizar para un funcionamiento automático.

Por ejemplo, puede estar previsto que estén configurados medios para el cálculo del destilado recibido en el matraz de destilado en un intervalo de tiempo a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo del medio de refrigeración a través de la sección de la vía de circulación del medio de refrigeración. De esta manera, se puede accionar el evaporador rotatorio por ejemplo de forma automática hasta la consecución de una cantidad determinada de destilado.

Para una instalación del evaporador rotatorio para el procesamiento de diferentes productos destilados puede estar previsto que estén dispuestos medios para la entrada y/o registro y/o selección de indicaciones específicas del material del producto de destilación y/o del destilado y/o del medio de refrigeración. Con preferencia, tales indicaciones específicas del material se dan al menos a través de indicaciones sobre la capacidad térmica específica del medio de refrigeración y/o del destilado, de la entalpía de condensación del destilado y/o del rendimiento de la conversión del calor de condensación en el calentamiento del medio de refrigeración. A través de estas indicaciones e puede determinar la cantidad de calor alimentada al medio de refrigeración en el serpentín de refrigeración por unidad de tiempo, que es igual a la cantidad de calor liberada durante la condensación del valor en el destilado. La cantidad de calor resulta en este caso a partir de la cantidad de medio de refrigeración, su modificación de la temperatura y su capacidad térmica específica de acuerdo con reglas conocidas.

Se ha comprobado que en la zona de la temperatura de funcionamiento del medio de refrigeración, su capacidad térmica se modifica solamente en una medida reducida. La temperatura del medio de refrigeración no entra en este caso en el cálculo, sino que se puede suponer como constante. Una configuración ventajosa prevé que solamente se detecte la diferencia entre las temperaturas en el primero y en el segundo sensor de temperatura.

Para la realización de los ciclos automáticos del procedimiento en el evaporador rotatorio puede estar previsto que esté dispuesta una unidad de control, con la que se puede derivar a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura entre el primero y el segundo sensor de temperatura y el desarrollo temporal del caudal de flujo determinado una señal de control para el evaporador rotatorio. De esta manera, las informaciones obtenidas sobre el estado de funcionamiento o bien sobre el avance del procedimiento durante el funcionamiento del evaporador rotatorio se pueden utilizar para un control automático, evaluando y utilizando el control las señales de control.

De acuerdo con una configuración de la invención, puede estar previsto que estén configurados medios para la supervisión del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada sobre modificaciones temporales, en

particular medios técnicos de cálculo, y que con los medios se pueda obtener a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado una información sobre el comienzo y/o la terminación de la evaporación de un componente del producto de destilación, pudiendo realizarse con la señal de control la emisión de estas informaciones y/o la modificación de la potencia calefactora del calentador y/o de la presión en el sistema. En este caso es ventajoso que se puedan reconocer las modificaciones en el funcionamiento del evaporador rotatorio. Por ejemplo, la diferencia de la temperatura en los puntos extremos del serpentín de refrigeración o de la sección se retorna a cero cuando el componente del producto de destilación que se encuentra en el matraz de destilación está totalmente evaporado o cuando el producto de destilación que permanece en el matraz de destilación forma un azeotropo, cuya temperatura de evaporación se ha modificado frente a las temperaturas de evaporación de los componentes. Se puede realizar una desconexión definida del calentador o del evaporador rotatorio y/o una modificación de la presión en el sistema a través de la señal de control.

Para la solución del cometido en un procedimiento del tipo mencionado al principio están previstas las características de la reivindicación 8. En particular, está previsto que la diferencia de las temperaturas del medio de refrigeración entre dos lugares en la vía de circulación del medio de refrigeración, que están distanciados uno del otro a través de una sección de la vía de circulación del medio de refrigeración, sea calculada continuamente o a intervalos de tiempo periódicos y que el caudal de flujo del medio de refrigeración a través del serpentín de refrigeración sea determinado continuamente o a intervalos de tiempo periódicos. Los intervalos de tiempo de los cálculos y/o de las determinaciones periódicas pueden estar previstos, por ejemplo, a través de la frecuencia de sincronización de una unidad de evaluación.

De acuerdo con una configuración de la invención, puede estar previsto que a partir del desarrollo temporal de la diferencia de temperatura calculada y del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se derive una señal de control para el evaporador rotatorio. En este caso es ventajoso que se puedan detectar y utilizar informaciones sobre el avance del procedimiento de evaporación y/o modificaciones en el procedimiento de evaporación.

Se consigue una detección lo más exacta posible de la cantidad de calor absorbida por el medio de refrigeración cuando como sección del circuito de medio de refrigeración se selecciona el serpentín de refrigeración desde su entrada en el refrigerador hasta su salida desde el refrigerador.

Para el apoyo de la evaporación puede estar previsto que durante el calentamiento el refrigerador sea impulsado con presión negativa, en particular por medio de un generador de vacío. Como generador de vacío se puede emplear, por ejemplo, una bomba de vacío.

Para una realización automática del procedimiento puede estar previsto que la señal de control influya al menos sobre un parámetro de funcionamiento del evaporador rotatorio, en particular sobre la potencia calefactora o bien la temperatura del calentador, la presión en el sistema del evaporador rotatorio y/o el caudal de flujo del medio de refrigeración. En este caso es ventajoso que el procedimiento se pueda realizar automáticamente con parámetros de funcionamiento favorables, en particular optimizados, pudiendo ser corregidos los parámetros de funcionamiento de forma automática en el transcurso del procedimiento.

De acuerdo con una configuración de la invención, puede estar previsto que a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se calcule la cantidad destilada, recogida en el matraz de destilado y que la señal de control provoque la emisión del valor calculado para la cantidad destilada.

Una configuración ventajosa de la invención puede prever que a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y el desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se obtenga una información sobre el comienzo y/o la terminación de la evaporación de un componente del producto de destilación, provocando la señal de control la emisión de esta información y/o la modificación de la potencia calefactora del calentador y/o de la presión en el sistema. La invención aprovecha el reconocimiento de que antes del comienzo y después de la terminación de la evaporación no tiene lugar ninguna condensación en el refrigerador y, por lo tanto, la diferencia de la temperatura en el serpentín de refrigeración es casi cero o igual a cero. En este caso es ventajoso también que el evaporador rotatorio pueda ser protegido en el funcionamiento contra destrucción o daño, por ejemplo en el caso de calentamiento del producto de destilación más allá del agotamiento completo del componente disponible previsto para la evaporación. En particular, de esta manera se puede calcular también el comienzo de la ebullición o de la evaporación en el caso de muestras desconocidas.

También se pueden determinar modificaciones de la mezcla de la sustancia utilizada como producto de destilación durante la destilación, es decir, durante la evaporación, puesto que estas modificaciones tienen como consecuencia modificaciones en la temperatura de ebullición y/o en la energía de condensación, a través de las cuales se modifica la diferencia de la temperatura calculada. Esta modificación se puede evaluar y se puede utilizar para la generación de una señal de control para la sustitución del matraz de destilación y/o para la interrupción de la destilación. Para la consecución de un tiempo de funcionamiento corto hasta la obtención de una cantidad predeterminada de destilado puede estar previsto que a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y del desarrollo

temporal de la cantidad de caudal de flujo determinado se obtenga una información sobre el régimen de trabajo del refrigerador, de manera que la señal de control provoca la emisión de esta información y/o la señal de control regula los parámetros de funcionamiento del evaporador rotatorio, en particular la potencia calefactora del calentador, la presión en el sistema del evaporador rotatorio y/o el caudal de flujo del medio de refrigeración, de tal manera que se optimiza el régimen de trabajo del refrigerador, en particular cuando existe un valor predeterminado, y/o porque el vapor no llega al generador de vacío. Con la regulación de la diferencia de la temperatura entre el primer lugar y el segundo lugar en la vía de circulación del medio de refrigeración a través de la presión en el refrigerador y/o la temperatura en el calentador se puede adaptar la velocidad de la destilación a la potencia de refrigeración máxima posible del refrigerador, en particular en el caso de un caudal de producción predeterminado de medio de refrigeración. De esta manera es posible una optimización de tiempo de la destilación en función de la potencia de refrigeración disponible.

De acuerdo con una configuración de la invención, puede estar previsto que durante el cálculo de la cantidad destilada, recibida en el matraz de destilado, se tenga en cuenta la capacidad térmica específica del medio de refrigeración y/o del destilado, la entalpía de la condensación del destilado y/o el rendimiento de la conversión del calor de condensación en el calentamiento del medio de refrigeración. Por lo tanto, el procedimiento se puede adaptar y utilizar para una pluralidad de productos de destilación de diferente tipo y/o para una pluralidad de procesos de destilación de diferente tipo. De esta manera, se puede realizar una regulación del caudal de destilación. Puesto que la capacidad térmica específica del medio de refrigeración en las zonas de trabajo del refrigerador solamente depende de la temperatura en una medida reducida, se puede considerar como constante. Las oscilaciones de la temperatura en el medio de refrigeración en la entrada al refrigerador solamente repercuten en una medida insignificante.

Una forma de realización especialmente sencilla del procedimiento, que presenta ya resultados satisfactorios para muchas aplicaciones, puede estar previsto que la señal de control sea determinada a través de la diferencia de la temperatura calculada y una diferencia teórica de la temperatura.

A continuación se describe en detalle la invención con la ayuda de un ejemplo de realización, pero no está limitada a este ejemplo de realización. Otros ejemplos de realización se deducen para el técnico a través de la combinación de las características del ejemplo de realización entre sí y con las características de las reivindicaciones.

La figura 1 muestra un esbozo de principio de un evaporador rotatorio de acuerdo con la invención.

Un evaporador rotatorio designado, en general, con 1 tiene un matraz de destilación 4 alojado de forma giratoria alrededor de un eje 2. El matraz de destilación recibe un producto de destilación 3.

Con el matraz de destilación 4 está conectado un tubo de evaporación 5 y de esta manera está conectado en su interior. Este tubo de evaporación 5 está ajustado de tal manera que rodea el eje 2 y de este modo no impide el movimiento de rotación del tubo de evaporación 5.

El evaporador de rotación 1 presenta, además, un refrigerador 6. El tubo de evaporación 5 desemboca en el extremo inferior 24 del refrigerador 6 en el espacio interior del refrigerador 6. En este espacio interior está dispuesto un serpentín de refrigeración 8. El serpentín de refrigeración 8 está conectado para la formación de una vía de circulación 7 con un circuito de refrigeración no mostrado en detalle. La vía de circulación 7 está rellena con un medio de refrigeración, que circula en el funcionamiento para la refrigeración a lo largo de la vía de circulación 7.

Para la recepción del destilado 10, el evaporador rotatorio 1 tiene un matraz de destilado 9. El tubo de evaporación 5 desemboca en forma de T en un tubo de conexión 22 entre el espacio interior del refrigerador 6 y el interior del matraz de destilado 9, con lo que el tubo de evaporación 5 conecta el matraz de destilación 4 con el refrigerador 6 y el matraz de destilado 9.

El matraz de destilación 4 se puede calentar a través de un calentador 11. El calentador 11 está configurado de manera conocida y calienta el matraz de destilación 4 por medio de un baño de agua.

Durante el calentamiento se gira el matraz de destilación 4 a través de un accionamiento 12 alrededor del eje 2.

El vapor 13 generado a través del calentamiento del producto de destilación 3 se puede conducir de esta manera a través del tubo de evaporación 5 y se condensa en el serpentín de refrigeración 8. El matraz de destilado 9 está dispuesto de manera conocida en sí, de tal forma que este vapor condensado 13 puede ser recogido en el matraz de destilado 9.

Para la detección del calentamiento del medio de refrigeración en el serpentín de refrigeración, un primer sensor de temperatura 15 está dispuesto en un primer lugar 14 en la vía de circulación 7 del medio de refrigeración y un segundo sensor de temperatura 17 está dispuesto en un segundo lado 16 en la vía de circulación 7 del medio de refrigeración. El primer lugar 14 está distanciado en este caso del segundo lugar 16 por una sección 18 de la vía de

circulación 7 del medio de refrigeración.

Para la determinación del caudal de flujo del medio de refrigeración a través de la sección 18 están previstos unos medios 19.

5 En el ejemplo de realización descrito, el primer sensor de temperatura 15 está dispuesto en la entrada 14 del serpentín de refrigeración 8 en el refrigerador 6. El segundo sensor de temperatura 17 está dispuesto en la salida 16 del serpentín de refrigeración 8 desde el refrigerador 6. Las posiciones de los sensores de temperatura están seleccionadas para que las temperaturas calculadas reproduzcan lo más fiel posible el calentamiento del medio de refrigeración a través de la condensación del vapor 13, sin que sea falsificado a través de una influencia del medio ambiente sobre la temperatura del medio de refrigeración.

10 Para la determinación del caudal de flujo del medio de refrigeración a través de la sección 18 de la vía de circulación 7 del medio de refrigeración, un medidor del caudal de flujo 19 está dispuesto en la vía de circulación 7. En el ejemplo de realización, el medidor del caudal de flujo 19 tiene una rueda de aletas, que es accionada a través del medio de refrigeración en circulación y de esta manera reproduce el caudal de flujo.

15 El medidor del caudal de flujo 10 está dispuesto en la vía de circulación del medio de refrigeración fuera de la sección 18 de la vía de circulación 7 el medio de refrigeración.

El refrigerador 6 está conectado en su extremo de cabeza 23 a través de un tubo de conexión 21 con un generador de vacío 20. El generador de vacío 20 impulsa el espacio interior del refrigerador 6 con una presión negativa.

20 En el evaporador rotatorio 1 están configurados unos medios no representados en detalle para la determinación y/o cálculo del desarrollo temporal de la diferencia de temperatura entre el primero 15 y el segundo 17 sensores de temperatura y del desarrollo temporal del caudal de flujo. Estos medios presentan también unos medios de registro, en los que se pueden depositar los desarrollos temporales calculados y/o determinados.

25 Además, están configurados unos medios no mostrados tampoco en detalle para el cálculo del destilado 10 recogido en el matraz de destilado 9 en un intervalo de tiempo a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y el desarrollo temporal del caudal de flujo del medio de refrigeración a través de la sección 18 de la vía de circulación 7 del medio de refrigeración.

30 A tal fin, el evaporador rotatorio 1 tiene unos medios no mostrados en detalle para la entrada y/o registro y/o selección de indicaciones específicas del producto de destilación 3 y/o del destilado 10 y/o del medio de refrigeración. En particular, se pueden introducir la capacidad térmica específica del medio de refrigeración y del destilado 10, la entalpía de condensación del destilado 10 y se puede depositar el rendimiento de la conversión del calor de condensación en el calentamiento del medio de refrigeración.

Para una regulación automática del proceso de evaporación, el evaporador rotatorio 1 tiene una unidad de control, con la que se puede derivar una señal de control para el evaporador rotatorio 1 a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura entre el primero 15 y el segundo 17 sensores de temperatura. A tal fin, se puede tener en cuenta el desarrollo temporal del caudal de flujo determinado.

35 En el evaporador rotatorio 1 están configurados unos medios técnicos de cálculo para la supervisión del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura con respecto a modificaciones temporales. Con estos medios se puede conseguir a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y, dado el caso, a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado una información sobre el comienzo y/o la terminación de la evaporación de un componente del producto de destilación 3. Una señal de control provoca entonces la emisión de esta información y la modificación de la potencia calefactora del calentador 11 y/o de la presión en el sistema.

40 Con el evaporador rotatorio 1 se puede realizar un procedimiento para la evaporación de un producto de destilación, que se describe en detalle a continuación.

45 El producto de destilación 3 que se evapora al menos parcialmente se lleva al matraz de destilación 4. El matraz de destilación 4 está alojado de forma giratoria alrededor del eje 2 y está configurado para la recepción del producto de destilación 3. A continuación se calienta el matraz de destilación 4 con el producto de destilación 3 desde el calentador 11. A tal fin, se sumerge el matraz de destilación 4 parcialmente en el baño de agua del calentador 11. El calentador 11 calienta el agua del baño de agua y regula su temperatura a un valor predeterminado, en el que se evapora un componente del producto de destilación 3.

50 Durante el calentamiento se gira el matraz de destilación 4 a través del accionamiento 12 accionado eléctricamente alrededor del eje 2, para conseguir un calentamiento uniforme y rápido. El vapor 13 que se forma durante el calentamiento es conducido a través del tubo de evaporación 5 que rodea el eje 2 hasta el refrigerador 6. En lugar de vapor 13 es habitual también la designación de vaho.

El refrigerador 6 presenta en su espacio interior un serpentín de refrigeración 8. El serpentín de refrigeración 8 está

conectado con un circuito de medio de refrigeración. De esta manera, se forma una vía de circulación 7 para el medio de refrigeración, en la que circula un medio de refrigeración a través del serpentín de refrigeración 8.

El vapor 13 condensado en el serpentín de refrigeración 8 es recogido en el matraz de destilado 9.

5 Durante el procedimiento se calcula la diferencia de las temperaturas del medio de refrigeración entre dos lugares 14, 16 en la vía de circulación 7 del medio de refrigeración, que están distanciados uno del otro por la sección 18 de la vía de circulación 7 del medio de refrigeración, de una manera continua o a intervalos de tiempo periódicos y se determina el caudal de flujo del medio de refrigeración a través de esta sección 18 de una manera continua o a intervalos de tiempo periódicos. Como sección 18 del circuito de medio de refrigeración se selecciona el serpentín de refrigeración 8 desde su entrada 14 al refrigerador 6 hasta su salida 16 desde el refrigerador 6.

10 Con la ayuda del calentamiento se impulsa el refrigerador 6 y todo el sistema de destilación a través del generador de vacío 20 con presión negativa.

15 A partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se deriva una señal de control para el evaporador giratorio 1. Esta señal de control está constituida por varias unidades de información y se transmite como señal de varios componentes en serie a través de al menos un canal de comunicación o en paralelo a través de varios canales de comunicación.

Esta señal de control influye sobre un parámetro de funcionamiento del evaporador rotatorio 1, por ejemplo la potencia de calentamiento del calentador 11, la presión en el refrigerador 6 y/o el caudal de flujo del medio de refrigeración.

20 A partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se calcula la cantidad destilada, recogida en el matraz de destilado 9. La señal de control provoca la emisión del valor calculado para la cantidad destilada.

25 A partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se obtiene, además, una información sobre el comienzo y/o la terminación de la evaporación de un componente del producto de destilación 3. La señal de control provoca la emisión de esta información en una pantalla. La señal de control provoca también la modificación de la potencia calefactora del calentador 11. De esta manera, la potencia calefactora, en particular la temperatura de funcionamiento del baño de agua o del calentador 11 y/o la presión en el sistema están adaptadas a la temperatura de evaporación del componente a evaporar.

30 A partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se obtiene una información sobre el régimen de trabajo del refrigerador 6. La señal de control provoca la emisión de esta información. La señal de control regula los parámetros de funcionamiento del evaporador rotatorio 1, en particular la potencia calefactora del calentador 11, la presión en el sistema del evaporador de rotación 1 y/o el caudal de flujo del medio de refrigeración, de tal manera que se optimiza el régimen de trabajo del refrigerador 6. En este caso, se supervisa la diferencia de la temperatura en el serpentín de refrigeración 8 y se modifican los parámetros de funcionamiento, de tal manera que solamente se condensa vapor 1 sobre una longitud de aproximadamente el 80 %, es decir, entre el 70 % y el 90 % o entre el 75 % y el 85 % o exactamente el 80 %, de la longitud del serpentín de refrigeración 8, medida desde la entrada en el refrigerador 6. La diferencia de la temperatura que corresponde a este régimen de trabajo del refrigerador 6 es calculada antes del funcionamiento para el evaporador rotatorio 1 a través de ensayos y se deposita en el control. Estos ensayos se realizan a través de variación de los parámetros de funcionamiento bajo control visual de los procesos de condensación en el serpentín de refrigeración 8, en particular del tamaño de la zona del serpentín de refrigeración 8, en la que se condensa vapor 13. A través de la regulación al valor predeterminado se consigue que el vapor 13 no llegue al generador de vapor 20. Se sabe que por encima de una diferencia determinada de la temperatura en el serpentín de refrigeración 8, que depende de los parámetros de funcionamiento del evaporador rotatorio 1, en particular del refrigerador 6, no es posible ya una condensación cuantitativa del destilado 10. Si se exige una potencia excesiva al refrigerador de esta manera, sale vapor 13 desde el refrigerador 6 y se pierde para el proceso.

35 40 45 En la determinación de la cantidad destilada, recogida en el matraz de destilado 9, se tienen en cuenta la capacidad térmica específica del medio de refrigeración y del destilado 10, la entalpía de la condensación del destilado 10 y el rendimiento de la conversión del calor de condensación en el calentamiento del medio de refrigeración. A partir de la diferencia de la temperatura calculada en el serpentín de refrigeración 8 resulta con el conocimiento del caudal de flujo a través del serpentín de refrigeración 8 la cantidad de calor absorbida por el medio de refrigeración por unidad de tiempo. Esta cantidad de calor es igual a la cantidad de calor cedida durante la condensación del vapor 13. De esta manera, a partir de la entalpía de la condensación del destilado 10 y de la cantidad de calor calculada, se puede calcular la cantidad de destilado condensado 10. Para muchas sustancias, en lugar de los valores estándar específicos exactos, se pueden utilizar también valores estándar ajustados.

55 La regulación y supervisión del régimen de trabajo del refrigerador 8 calcula la diferencia $Z = X - Y$ de la diferencia de la temperatura calculada X en el serpentín de refrigeración 8 y una diferencia de la temperatura teórica Y , y utiliza

Z como variable de ajuste.

5 En punto de partida de la destilación, el valor real X de la diferencia de la temperatura en el serpentín de refrigeración 8 es casi cero, puesto que no se condensa todavía ningún vapor 13 en el serpentín de refrigeración 8. Ahora se selecciona un valor teórico Y para la diferencia de la temperatura. La potencia calefactora en el calentador 11 y/o la presión en el sistema se regula para la diferencia de la temperatura teórica Y predeterminada. De esta manera, se genera la cantidad deseada de destilado.

10 En el evaporador rotatorio 1 con un refrigerador 6, en la entrada 14 y en la salida 16 del medio de refrigeración, en el refrigerador o bien desde el refrigerador 6, están dispuestos unos sensores de temperatura 15, 17, y se determina el caudal de flujo del medio de refrigeración a través del refrigerador 6. A través del aumento o reducción de la diferencia de las temperaturas X en los sensores de temperatura 15, 17 se deriva el inicio o bien la terminación de la condensación en el refrigerador 6. A partir de la diferencia de las temperaturas X se determina la cantidad del destilado condensado 10 y se realiza una regulación de las cantidades de destilación. A través de una regulación de la potencia calefactora del calentador 11 y/o de la presión en el sistema se regula el régimen de trabajo del refrigerador 6 en función de la diferencia de las temperaturas X.

15

REIVINDICACIONES

- 1.- Evaporador rotatorio con un matraz de destilación (4) que recibe el producto de destilación (3) y que está alojado de forma giratoria alrededor de un eje (2), que presenta un tubo de evaporación (5) que rodea el eje (2), con un refrigerador (6), que presenta un serpentín de refrigeración (8) conectado para la formación de una vía de circulación (7) con un circuito de refrigeración y que recibe un medio de refrigeración, y con un matraz de destilado (9) para la recepción del destilado (10), en el que el tubo de evaporación (5) conecta el matraz de destilación (4) con el refrigerador (6) y el matraz de destilado (9), cuyo matraz de destilación (4) se puede calentar a través de un calentador (11), cuyo matraz de destilación (4) es giratorio durante el calentamiento a través de un accionamiento (12) alrededor del eje (2) y el vapor (13) conducido a través del tubo de evaporación (5) y condensado en el serpentín de refrigeración (8) puede ser recogido en el matraz de destilado (9), en el que en un primer lugar (14) en la vía de circulación (7) del medio de refrigeración está dispuesto un primer sensor (15) y en un segundo lugar (16) en la vía de circulación (7) del medio de refrigeración está dispuesto un segundo sensor de temperatura (17) y en el que el primer lugar (14) está distanciado del segundo lugar (16) por una sección (18) de la vía de circulación (7) del medio de refrigeración, caracterizado porque están previstos medios, que comprenden un medidor de caudal de flujo (19), para la determinación del caudal de flujo del medio de refrigeración a través de la sección (18) y porque están configurados medios para el cálculo del destilado (10) recogido en el matraz de destilado (9) en un intervalo de tiempo a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo del medio de refrigeración a través de la sección (18) de la vía de circulación (7) del medio de refrigeración.
- 2.- Evaporador rotatorio de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el primer sensor de temperatura (15) está dispuesto en la entrada (14) del serpentín de refrigeración (8) en el refrigerador (6) y/o porque el segundo sensor de temperatura (17) está dispuesto en la salida (16) del serpentín de refrigeración (8) desde el refrigerador (6).
- 3.- Evaporador rotatorio de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el medidor del caudal de flujo (19) está dispuesto en la vía de circulación (7) del medio de refrigeración fuera de la sección (18) de la vía de circulación (7) del medio de refrigeración.
- 4.- Evaporador rotatorio de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque están configurados medios para la determinación y/o cálculo del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura entre el primero (15) y el segundo (17) sensores de temperatura y del desarrollo temporal del caudal de flujo.
- 5.- Evaporador rotatorio de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque están previstos medios para la entrada y/o registro y/o selección de indicaciones específicas del material destilado (3) y/o del destilado (10) y/o del medio de refrigeración, en particular de la capacidad térmica específica del medio de refrigeración y/o del destilado (10), de la entalpía de condensación del destilado (10) y/o del rendimiento de la conversión del calor de condensación en el calentamiento del medio de refrigeración.
- 6.- Evaporador rotatorio de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque está prevista una unidad de control, con la que se puede derivar a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura entre el primero (15) y el segundo (17) sensor de temperatura y del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado una señal de control para el evaporador rotatorio (1).
- 7.- Evaporador rotatorio de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque están configurados medios para la supervisión del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada sobre modificaciones temporales, en particular medios técnicos de cálculo, y porque con los medios se puede obtener a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado una información sobre el comienzo y/o la terminación de la evaporación de un componente del producto de destilación (3), en el que con la señal de control se puede realizar la emisión de esta información y/o de la modificación de la potencia calefactora del calentador (11) y/o de la presión en el sistema.
- 8.- Procedimiento para la evaporación de un producto de destilación, en el que el producto de destilación (3) que debe evaporarse al menos parcialmente es llevado a un matraz de destilación (4) alojado de forma giratoria alrededor de un eje (2) y que recibe el producto de destilación (3), el matraz de destilación (4) con el producto de destilación (3) es calentado por un calentador (11), en el que el matraz de destilación (4) es girado durante el calentamiento a través de un accionamiento (12) alrededor del eje (2), el vapor (13) que se forma a través del calentamiento es conducido a través de un tubo de evaporación (5) que rodea el eje (2) a un refrigerador (6), en el que el refrigerador (6) presenta un serpentín de refrigeración (8), que está conectado para la formación de una vía de circulación (7) para un medio de refrigeración con un circuito de medio de refrigeración y es recorrido por la corriente del medio de refrigeración y el vapor (13) condensado en el serpentín de refrigeración (8) es recogido en un matraz de destilado (9), en el que la diferencia de las temperaturas del medio de refrigeración entre dos lugares (14, 16) en la vía de circulación (7) del medio de refrigeración, que están distanciados uno del otro por una sección (18) de la vía de circulación (7) del medio de refrigeración es calculada continuamente o a intervalos de tiempo

- periódicos, caracterizado porque el caudal de flujo del medio de refrigeración a través de esta sección (18) es determinado continuamente o a intervalos de tiempo periódicos con la ayuda de un medidor del caudal de flujo y porque a partir del desarrollo temporal de la diferencia calculada de la temperatura y a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se calcula la cantidad destilada, recogida en el matraz de destilado (9) y porque la señal de control provoca la emisión del valor calculado para la cantidad destilada.
- 5
- 9.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la señal de control influye especialmente al menos sobre un parámetro de funcionamiento del evaporador rotatorio (1), como la potencia calefactora del calentador (11), la presión en el sistema del evaporador rotatorio (1) y/o el caudal de flujo del medio de refrigeración.
- 10
- 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, caracterizado porque como sección (18) del circuito de medio de refrigeración se selecciona el serpentín de refrigeración (8) desde su entrada (14) en el refrigerador (6) hasta su salida (16) fuera del refrigerador (6).
- 15
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se calcula la cantidad destilada, recogida en el matraz de destilado (9), y porque la señal de control provoca la emisión del valor calculado para la cantidad destilada y/o porque a partir del desarrollo temporal de la diferencia de la temperatura calculada y a partir del desarrollo temporal del caudal de flujo determinado se obtiene una información sobre el comienzo y/o la terminación de la evaporación de un componente del producto de destilación (3), en el que la señal de control provoca la emisión de esta información y/o la modificación de la potencia calefactora del calentador (11) y/o de la presión en el sistema.
- 20
- 12.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque la señal de control regula los parámetros de funcionamiento del evaporador rotatorio (1), en particular la potencia calefactora del calentador (11), la presión en el sistema del evaporador rotatorio (1) y/o el caudal de flujo del medio de refrigeración, de tal manera que se optimiza la salida del refrigerador (6), en particular cuando existe un valor predeterminado, y/o porque el vapor (13) no llega al generador de vacío (20).
- 25
- 13.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque durante la determinación de la cantidad destilada, recibida en el matraz de destilado (9), se tienen en cuenta la capacidad térmica específica del medio de refrigeración y/o del destilado (10), la entalpía de la condensación del destilado (10) y/o el rendimiento de la conversión del calor de condensación en el calentamiento del medio de refrigeración.
- 30
- 14.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado porque la señal de control se determina a través de la diferencia (Z) entre la diferencia de la temperatura calculada (X) y una diferencia teórica de la temperatura (Y).

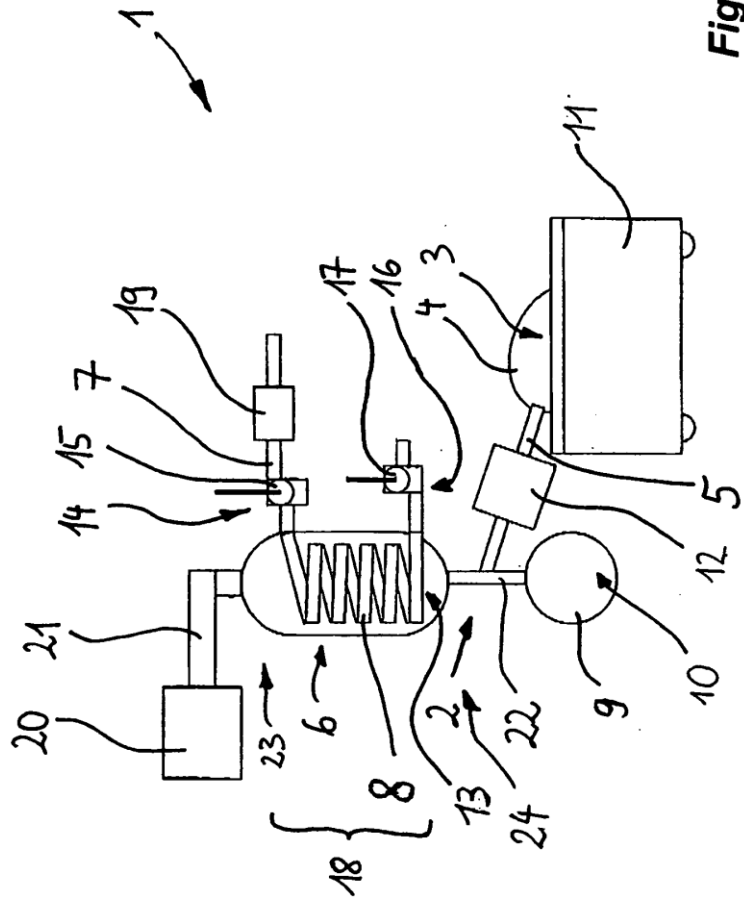


Fig. 1