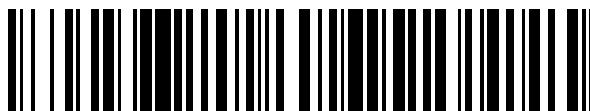


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 260**

51 Int. Cl.:

B01J 19/32 (2006.01)

B01J 19/02 (2006.01)

B01J 19/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2005 E 05011441 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 1604737**

54 Título: **Empaquetados y cuerpos de relleno para el intercambio térmico y de sustancias**

30 Prioridad:

09.06.2004 DE 102004027996

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

11.04.2018

73 Titular/es:

**BASF SE (33.3%)
Carl-Bosch-Strasse 38
67056 LUDWIGSHAFEN AM RHEIN, DE;
JULIUS MONTZ GMBH (33.3%) y
RASSELSTEIN GMBH (33.3%)**

72 Inventor/es:

**MILLER, CHRISTIAN;
KAIBEL, GERD, DR.;
JANSEN, HELMUT;
SAUER, REINER y
BODE, ROLF**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 663 260 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

Empaquetados y cuerpos de relleno para el intercambio térmico y de sustancias

En las destilaciones, absorciones, depuraciones y operaciones de ingeniería similares se utilizan columnas que contienen accesorios internos para el intercambio térmico y de sustancias entre líquido y gas. Los accesorios internos mencionados se componen de platos, como por ejemplo platos de campana, platos de túnel, platos tamizadores, platos de flujo dual o platos de válvulas, o de cuerpos de relleno dispuestos de forma irregular, de distintas formas, como por ejemplo anillos de Raschig, anillos Pall o rellenos de monturas, o de empaquetados ordenados en diferentes realizaciones geométricas.

En el documento DE9107782 se describe un empaquetado de acero al carbono con un revestimiento de un material orgánico.

En los empaquetados ordenados se han impuesto ampliamente en la aplicación técnica geometrías en estructura de conducto transversal. Los empaquetados para columnas de destilación, según el estado del arte, se producen a partir de subelementos de la misma geometría, por ejemplo láminas plegadas en forma de zigzag, metales desplegados o telas metálicas. El fin de dicha conformación geométrica consiste en regular flujos de gas y líquido lo más uniformes posible sobre toda la sección transversal de la columna. Las formas de construcciones usuales en el comercio son por ejemplo las formas de construcción Montz A3, B1 y BSH de la empresa Montz GmbH, D-40705 Hilden, las formas de construcción Sulzer BX, CY y Mellapak de la empresa Sulzer Chemtech AG, CH-8404 Winterthur, la forma de construcción FLEXIPAC de la empresa Koch-Glitsch, Wichita, Kansas 67208 (USA) y la forma de construcción Intalox de la empresa Norton, Akron, Ohio 44309 (USA). Junto con las formas de construcción con desarrollo recto del plegado se emplean también empaquetados con desarrollo modificado del plegado, por ejemplo las formas de construcción Montz del tipo M o Sulzer Mellapak Plus. Los empaquetados también pueden presentar diferentes geometrías sobre la sección transversal o sobre la altura del empaquetado. Como ejemplos de ello pueden mencionarse empaquetados de estancamiento con una densidad de la pared diferente de las láminas individuales. Junto con los empaquetados en la estructura de conducto transversal se emplean también empaquetados con una geometría diferente, por ejemplo las formas de construcción Kühni Rombopak o Sulzer Optiflow. Los empaquetados y cuerpos de relleno se producen de diferentes materiales. La selección del material se orienta según las exigencias que se presentan en el respectivo caso de aplicación, en cuanto a los costes de material y de producción, en cuanto a la resistencia a la corrosión, a la resistencia mecánica y a la capacidad de intercambio de sustancias. Al seleccionar el material, la exposición a la corrosión representa el factor determinante. En determinadas aplicaciones, debido a la agresividad de las sustancias que deben ser disociadas, es forzoso utilizar sustancias especiales costosas, como por ejemplo tantalio, Hastelloy o titanio. Alternativas con respecto a la utilización de esos metales costosos son posibles sólo en casos excepcionales.

De este modo, se ha intentado de forma parcial utilizar empaquetados de vidrio. A pesar de la resistencia ofrecida contra la corrosión, los cuerpos de relleno o empaquetados de vidrio se utilizan mayormente sólo en el caso de columnas de ensayo reducidas. En el caso de dimensiones mayores, durante el montaje o durante el funcionamiento, por ejemplo en el caso de una introducción no deseada de líquido demasiado frío en la columna calentada, o en el caso de un retraso de la ebullición, se producen levemente daños por roturas. Los empaquetados y los cuerpos de relleno de cerámica se utilizan en casos determinados con exigencias moderadas en cuanto a la corrosión. Sin embargo, debido a la separación lenta del material de fijación, la durabilidad mayormente no es satisfactoria. Como material, la porcelana presenta propiedades mejoradas con respecto a la corrosión. Se consideran como desventajas el precio muy elevado, el diámetro más grande requerido de la columna debido a la elevada densidad de la pared y la efectividad de separación limitada. La utilización de materiales plásticos resistentes a la corrosión, por ejemplo polipropileno o PTFE es limitada debido al reblandecimiento del material en aplicaciones a bajas temperaturas, por ejemplo en columnas de lavado de gas residual. Además, esos accesorios internos de separación de materiales que no pueden humedecerse fácilmente con agua, presentan rendimientos de separación insatisfactorios. El líquido tiende a la formación de capas, la cual reduce la superficie límite disponible para el intercambio de sustancias, entre el gas y el líquido. Por lo tanto, esos materiales sólo pueden emplearse en casos de utilización con cargas de líquido elevadas.

En la mayoría de los casos de aplicación se utiliza como material acero inoxidable austenítico, el cual representa una solución intermedia entre resistencia a la corrosión y precio del material.

Para reducir al mínimo los costes de material, los grosores de la pared para los cuerpos de relleno y para los empaquetados se mantienen lo más reducidos posible. En el caso de empaquetados ordenados, esos grosores de pared se ubican en el rango de aproximadamente 0,1 a 0,15 mm. Los esfuerzos para utilizar empaquetados con un grosor de la pared más reducido, por ejemplo de 0,07 mm, se enfrentan a límites mecánicos, donde los empaquetados se vuelven demasiado inestables y por ejemplo se deforman durante la instalación o durante el funcionamiento. Si las superficies de contacto entre las capas de empaquetado individuales ya no son exactamente planas, entonces se producen malas distribuciones del líquido que perjudican en alto grado la efectividad de

separación de los empaquetados. También en los cuerpos de relleno, en el caso de grosores de la pared demasiado reducidos, se producen daños, donde las capas inferiores del cuerpo de relleno se aplanan debido al propio peso de los cuerpos de relleno, de modo que se obstaculizan flujos de gas y de líquido, y la columna ya no puede funcionar.

5 En el caso de aplicaciones sin exposición a la corrosión o con sólo una exposición de menor grado se intentó parcialmente evitar el acero al carbono no inoxidable, conveniente en cuanto a los costes. Sin embargo, en ese caso es forzoso elevar los grosores de la pared aproximadamente a 0,3 mm en los empaquetados, para impedir una corrosión rápida de las láminas, la cual se prevé durante el montaje o al realizarse trabajos de limpieza. El grosor de la pared más elevado requerido impide una ventaja en cuanto a los costes, ya que la diferencia de precio relativa entre el acero inoxidable y el acero al carbono se ubica sólo aproximadamente entre 2 y 2,5. Además, la fabricación de empaquetados de láminas más gruesas es más costosa, ya que el desgaste de las herramientas se incrementa. La invención hace referencia a un empaquetado según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 Se ha comprobado que, a diferencia de los materiales usuales usados hasta el momento con una sustancia uniforme que representa una solución intermedia entre la exigencia de resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión y el precio del material, pueden producirse accesorios internos de separación más convenientes cuando en lugar de los materiales uniformes se utilizan materiales revestidos. Se consideran especialmente preferentes la lámina fina estañada (hojalata) o la lámina fina cromada (ECCS) de acero al carbono. Esas láminas revestidas se utilizan en grandes cantidades en la industria de las conservas y se encuentran a disposición de forma conveniente en cuanto a los costes. En los casos de aplicación sin exposición a la corrosión o con sólo una exposición a la corrosión reducida, al utilizar materiales revestidos pueden reducirse de forma significativa los costes de los empaquetados o de los cuerpos de relleno, con propiedades de intercambio térmico y de sustancias comparativamente buenas o mejores. El temor en principio evidente, de que la protección contra la corrosión ausente en interfaces de la lámina revestida, las cuales se producen condicionadas por la fabricación, por ejemplo bordes de la lámina, perforaciones circulares o ranuras en el metal desplegado, impide la utilización técnica, resultó ser una equivocación en los ensayos. Los materiales muestran sólo un desprendimiento de material irrelevante, condicionado por la corrosión, cuando el revestimiento es suficientemente resistente. El acero al carbono que se encuentra entre el revestimiento se corroe sólo lentamente. Las pruebas de corrosión usuales al controlar el material pueden determinar la respectiva aptitud. Si los empaquetados o cuerpos de relleno están expuestos al efecto de aire húmedo, tal como sucede en el caso de detenciones, limpiezas o durante el montaje, sólo pueden determinarse efectos de corrosión irrelevantes durante un tiempo prolongado. Se considera ventajoso que las láminas de esa clase pueden utilizarse con paredes muy delgadas, por ejemplo con un grosor de la pared de menos de 0,1 a 0,15 mm, puesto que las mismas, en comparación con los aceros inoxidables austeníticos, presentan una resistencia mecánica más elevada. Esto permite ahorrar en cuanto a los costes de forma adicional. Durante la producción de los empaquetados, debido a las densidades más reducidas de la pared, son posibles costes más reducidos. Se ha comprobado que los empaquetados de materiales de esa clase, en el funcionamiento en vacío con cargas de líquido reducidas, presentan una potencia de separación por destilación más elevada, cuando las láminas se fabrican en un modo determinado. Si el revestimiento de estaño o de cromo no se aplanan en un paso de fabricación propio, entonces se mantiene una rugosidad microscópica de la superficie con un valor de rugosidad medio de aproximadamente 0,2 a 2,5 μm según DIN 4768/1. Ensayos de destilación mostraron que esa rugosidad superficial adicional mejora la potencia de separación. De este modo, el efecto descrito en la solicitud EP 96113184 puede aproximarse a un 10 a 15 % de potencia de separación mejorada de los empaquetados rugosos en la superficie. A diferencia de lo que sucede en el caso de la presente invención, en los empaquetados descritos en la solicitud EP 96113184 deben utilizarse empaquetados de acero inoxidable más costosos, preferentemente aceros inoxidables que contienen aproximadamente de 3 a 4 % de aluminio (Kanthal). Ese efecto deseado puede alcanzarse al menos de forma aproximada con los empaquetados de hojalata rugosos, con menores costes.

45 Al fabricar el empaquetado debe prestarse atención al hecho de que no se provoque ninguna gran deformación por cizallamiento de la superficie, y a que la rugosidad superficial se mantenga lo más completamente posible. La deformación por cizallamiento máxima no debe superar el valor 10 MPa en el caso de lámina fina estañada (hojalata). La lámina fina cromada puede experimentar deformaciones por cizallamiento elevadas ($f \sim 0,5 R_m$). La resistencia a la tracción de la lámina fina (hojalata, ECCS) se ubica en el rango de 300 a 700 MPa.

50 El aumento relativo de la potencia de separación por destilación puede observarse particularmente en el caso de cargas de líquido reducidas. Por lo tanto, los empaquetados o cuerpos de relleno de esa clase pueden ampliar el ámbito de aplicación en el área de la destilación en vacío. En el caso de presiones de destilación por debajo de aproximadamente 50 mbar hasta el momento era forzoso utilizar empaquetados más costosos, aproximadamente en el factor de 5, de tela metálica, los cuales, debido a los alambres finos, presentan igualmente una rugosidad superficial.

55 La fabricación de empaquetados lo suficientemente resistentes a la corrosión, de láminas revestidas de acero al carbono, se logra solamente cuando en la producción del empaquetado se observan condiciones especiales. Esas condiciones especiales afectan tanto al labrado, a la aplicación de una estructuración superficial macroscópica, como también a la realización de los pliegues en las vías de empaquetado:

- La relación del radio de flexión más reducido con respecto al grosor de la lámina no debe ser inferior al valor 1, preferentemente no debe ser inferior al valor 3.

- La relación del grosor de la lámina labrada con respecto al grosor de la lámina no deformada no debe superar el valor de 10, preferentemente no debe superar el valor de 5.

5 • Si el labrado y el plegado tienen lugar mediante un proceso de laminación, entonces la velocidad de laminación no debe superar el valor de 2 m/s, preferentemente no debe superar el valor de 1 m/s.

10 Los empaquetados ordenados utilizados para la destilación presentan usualmente perforaciones en las láminas, por ejemplo aberturas circulares de aproximadamente 5 mm de diámetro, las cuales deben impedir un flujo antes de tiempo de los empaquetados. Además, se utilizan empaquetados producidos parcialmente de metal desplegado, los cuales presentan una pluralidad de aberturas en la lámina. En los empaquetados de acuerdo con la invención de lámina revestida se evitan preferentemente aberturas de esa clase, ya que las mismas pueden conducir a un ataque de corrosión intensificado. Preferentemente, los empaquetados se producen a partir de láminas no perforadas.

Ejemplo 1:

15 Como material de empaquetado se utilizó primero acero inoxidable usual en el comercio (material 1.4404). La columna de ensayo era una columna de metal calentada por protección con un diámetro interno de 0,55 m. La misma, sobre una altura de aproximadamente 1, 2 m, estaba provista de 6 empaquetados de lámina ordenados en estructura de conducto transversal, con una superficie específica de 500 m²/m³ (tipo de construcción Montz B1-500). La inclinación de los pliegues con respecto al eje longitudinal de la columna ascendía a 45°. Los empaquetados de lámina presentaban perforaciones circulares. Como mezcla de prueba se utilizó el sistema iso-butanol/n-butanol. La columna fue operada a una presión de 1 bar, con retorno total. Las cargas de gas y líquido variaron a través de la modificación de la potencia de calentamiento. De este modo, los factores de carga de gas (factores F) se modificaron entre los valores 0,05 y 0,85 Pa^{0,5}. Para obtener valores de medición fiables, para una regulación de equilibrio, la columna fue operada para cada carga regulada durante un período de 24 horas, antes de que fueran tomadas muestras del producto en la parte superior y en el resto líquido, y de que se analizaran por cromatografía de gases. Los resultados se representan en la tabla 1. Las potencias de separación medidas de los empaquetados de acero inoxidable, en función de la carga de la columna, se ubican entre 3,7 y 7,0; en grados teóricos de separación por metro de longitud del empaquetado.

Ejemplo 2:

30 La disposición del ensayo, la mezcla de prueba y las condiciones operativas correspondieron al ejemplo 1. Sin embargo, como material de empaquetado se utilizó lámina de acero al carbono revestida con estaño (hojalata de la empresa Rasselstein, D-56626 Andernach, tipo E2.8/2.8, superficie opaca, rugosa, con un valor de rugosidad de 1,75 a 2,25 μm). A diferencia de las cualidades convencionales de la hojalata, la hojalata utilizada presentaba microrugosidades. Los resultados de las mediciones de potencia de separación se muestran en la tabla 2.

35 En la figura 1 se confrontan las potencias de separación de los empaquetados del ejemplo 1 y del ejemplo 2. Los empaquetados de hojalata presentan potencias propias de separación comparables, como los empaques convencionales de acero inoxidable.

Tabla 1: Medición de la potencia de separación con un empaquetado de acero inoxidable

Factor F	B _{liq}	resto líquido n-butanol	iso-butanol	destilado n-butanol	iso-butanol	NTSM
[Pa ^{0,5}]	[m ³ /m ² h]	[%]	[%]	[%]	[%]	[1/m]
0,05	0,4	55,2	44,8	5,9	94,1	7,0
0,07	0,6	56,4	43,6	7,3	92,7	6,6
0,10	0,8	56,4	43,6	7,7	92,3	6,5

ES 2 663 260 T3

Tabla 1 (continuación)

Factor F	B _{liq}	resto líquido n-butanol	iso-butanol	destilado n-butanol	iso-butanol	NTSM
[Pa ^{0,5}]	[m ³ /m ² h]	[%]	[%]	[%]	[%]	[1/m]
0,20	1,6	56,5	43,5	13,4	86,6	5,1
0,39	3,2	56,5	43,5	15,3	84,7	4,5
0,43	3,6	56,8	43,2	16,6	83,4	4,7
0,58	4,8	53,1	46,9	19,2	80,8	3,7
0,68	5,6	55,3	44,7	19,2	80,8	3,9
0,77	6,4	55,8	44,2	19,8	80,2	3,9
0,86	7,2	56,0	44,0	19,6	80,3	3,9

Tabla 2: Medición de la potencia de separación con un empaquetado de hojalata

Factor F	B _{liq}	resto líquido n-butanol	iso-butanol	destilado n-butanol	iso-butanol	NTSM
[Pa ^{0,5}]	[m ³ /m ² h]	[%]	[%]	[%]	[%]	[1/m]
0,05	0,4	57,9	42,1	5,5	94,5	7,5
0,07	0,6	59,3	40,7	7,3	92,7	6,9
0,10	0,8	59,4	40,6	8,4	91,6	6,6
0,20	1,6	59,0	41,0	13,9	86,1	5,2
0,39	3,2	56,0	44,0	13,3	86,7	5,0
0,43	3,6	56,6	43,4	14,1	85,9	4,9
0,58	4,8	54,6	45,4	21,4	78,6	3,5
0,67	5,6	55,1	44,9	21,9	78,1	3,5
0,77	6,4	55,8	44,2	23,3	76,1	3,4
0,85	7,1	57,1	42,9	21,0	79,0	3,8

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cuerpos de relleno o empaquetados para el intercambio térmico y de sustancias en materiales metálicos, donde el material de partida se compone de distintas capas de material, donde una capa situada en el interior se compone de acero al carbono inoxidable, conveniente en cuanto a los costes, y garantiza mayormente la estabilidad mecánica, y esa capa situada en el interior está revestida de ambos lados con una capa más delgada de un material más resistente a la corrosión, caracterizado porque el material más resistente a la corrosión es metal, donde al menos una de las capas externas se compone de estaño o de cromo.
2. Cuerpos de relleno o empaquetados según la reivindicación 1, caracterizados porque las superficies de las capas externas presentan microrugosidades en el rango de 0,01 a 10 μm , preferentemente en el rango de 0,1 a 5 μm .
- 10 3. Cuerpos de relleno o empaquetados según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizados porque los mismos se utilizan en la destilación al vacío, a presiones de destilación por debajo de 250 mbar_{abs} , preferentemente por debajo de 50 mbar_{abs} .
4. Cuerpos de relleno o empaquetados según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizados porque los grosores de la pared se ubican en el rango de 0,01 a 0,5 mm, preferentemente en el rango de 0,07 a 0,15 mm.
- 15 5. Cuerpos de relleno o empaquetados según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados porque la relación del radio de flexión más reducido con respecto al grosor de la lámina no es inferior al valor 1, preferentemente no es inferior al valor 3.
6. Cuerpos de relleno o empaquetados según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizados porque la relación del grosor de la lámina labrada con respecto al grosor de la lámina no deformada no supera el valor de 10, preferentemente no supera el valor de 5.
- 20 7. Cuerpos de relleno o empaquetados según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizados porque durante el labrado y el plegado, mediante un proceso de laminación, la velocidad de laminación no supera el valor de 2 m/s, preferentemente no supera el valor de 1 m/s.
8. Cuerpos de relleno o empaquetados según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizados porque los empaquetados se producen a partir de láminas no perforadas.
- 25 9. Método para el intercambio térmico y de sustancias, caracterizado porque se utilizan cuerpos de relleno o empaquetados según una de las reivindicaciones 1 a 8.

