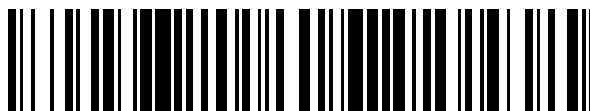


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 285**

51 Int. Cl.:

B01D 3/06 (2006.01)
B01D 19/00 (2006.01)
B29B 7/84 (2006.01)
C08F 6/00 (2006.01)
C08L 25/08 (2006.01)
F28F 13/08 (2006.01)
F28D 7/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2006 E 06829950 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2016 EP 1951392**

54 Título: **Transmisor de calor de haces de tubos y procedimiento para la eliminación de sustancias disueltas a partir de una solución de polímero**

30 Prioridad:

14.11.2005 DE 102005054151

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

14.03.2016

73 Titular/es:

**STYROLUTION EUROPE GMBH (100.0%)
Erlenstrasse 2
60325 Frankfurt am Main, DE**

72 Inventor/es:

**GÜNTHERBERG, NORBERT;
HOFMANN, JÜRGEN;
WASSMER, KARL-HEINZ;
LOTH, WOLFGANG;
SCHIERHOLZ, JENS-UWE;
SCHMAUS, PAULUS;
MOURS, MARIAN;
SCHADE, CHRISTIAN;
ITTEMANN, PETER;
HEINEN, HARTMUT;
CZAUDERNA, BERNHARD;
SAUER, MICHAEL;
BARDON, RAINER y
KRÜGER, MARCO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 563 285 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

Transmisor de calor de haces de tubos y procedimiento para la eliminación de sustancias disueltas a partir de una solución de polímero

5 La invención se refiere a un transmisor de calor de haz de tubos y a un procedimiento para la eliminación de sustancias disueltas a partir de una solución de polímero utilizando el transmisor de calor de haces de tubos.

10 Los polímeros termoplásticos, como estireno, copolímeros de estireno-acrilo nitrilo (SAN) o (HPS) se fabrican con frecuencia de acuerdo con procedimientos de polimerización de la solución. Para obtener los materiales polímeros, una etapa esencial del procedimiento consiste en la eliminación de materiales disueltos a partir de la solución de polímeros obtenida después de la polimerización, en particular de porciones de monómeros no reaccionadas, productos de reacción de bajo peso molecular (oligómeros), productos de descomposición, sustancias auxiliares y sobre todo disolventes.

A tal fin se utilizan con frecuencia procedimientos de desgasificación, de acuerdo con los cuales se transfieren las sustancias disueltas bajo reducción de la presión y, dado el caso, alimentación de calor al estado agregado en forma de gas y se separan en el estado en forma de gas a partir de la colada de polímero que permanece líquida.

15 Para la realización de la desgasificación con aparatos se conoce una pluralidad de variantes del procedimiento, en las que ha dado buen resultado la desgasificación en transmisores de calor de haces de tubos, en particular en soluciones de polímeros a desgasificar en la zona de baja viscosidad y de viscosidad media. En este caso, se trata de aparatos relativamente poco propensos a averías, sin partes móviles mecánicamente.

20 Los transmisores de calor de haces de tubos empleados para la desgasificación están constituidos, como también los aparatos de haces de tubos convencionales, por un haz de tubos dispuestos paralelos entre sí y verticales, que están fijados en ambos extremos, respectivamente, en un fondo de los tubos y presentan instalaciones para la alimentación de un primer medio, por ejemplo de la solución de polímeros a desgasificar, a través de los tubos, en particular, respectivamente, una campana con tubos de admisión y de descarga, respectivamente, en cada extremo de un aparato así como con instalaciones para la admisión y descarga, respectivamente, por ejemplo conductos anulares, para un segundo medio, en particular un portador de calor, a través del espacio entre los tubos.

Especialmente en el caso de aparatos grandes, con una pluralidad de tubos, para conseguir una calidad uniforme del producto es necesario distribuir el medio a tratar, por ejemplo la solución de polímeros a desgasificar, de una manera uniforme sobre todos los tubos.

30 A tal fin, por ejemplo, se conoce a partir del documento DE-A 36 28 994 proveer el aparato de haces de tubos con instalaciones de regulación y de distribución en las entradas de los tubos.

35 El documento WO-A 02/00740 describe otro transmisor de calor de haces de tubos para la desgasificación de soluciones de polímeros en una primera fase de desgasificación, en el que para la distribución uniforme de la corriente de sustancia que entra en el haz de tubos en los tubos individuales puede estar prevista una placa de distribución (placa perforada), que provoca una pérdida de presión elevada en el espacio delante de los tubos. Se describe una presión en la zona de desgasificación ente 20 y 100 mbares y una temperatura de la calefacción envolvente de 190 a 240°C. El procedimiento debe accionarse especialmente de tal manera que dentro de los tubos no estén previstas pantallas o estrechamientos, y de tal modo que con ello se reduce la pérdida de presión de la circulación en los tubos y, en concreto, menor que 10 bares absolutos, con preferencia menor que 5 bares absolutos.

40 Como resultado de la primera fase del procedimiento debe obtenerse un polímero con un contenido de monómero residual de 1000 a 2000 ppm.

Éste es purificado de acuerdo con el procedimiento del documento WO-A 02/00740 en una segunda fase de desgasificación en un desgasificación de sección, adicionalmente a contenidos residuales más bajos de monómeros.

45 El procedimiento descrito debe realizarse de tal manera que la evaporación de la solución tiene lugar ya poco después de la entrada de la solución en los tubos bajo la formación de una espuma voluminosa, es decir, de un medio de dos fases. Las dos fases dentro de los tubos deben presentar una influencia positiva sobre la transmisión de calor, el tiempo de residencia y la temperatura del producto (refrigeración por ebullición) y de esta manera garantizan una evaporación cuidadosa, es decir, con reducida carga de temperatura y tiempos de residencia cortos.

50 El documento US 5.785.808 describe un tratamiento térmico de una mezcla de polímeros para la eliminación de componentes volátiles. El documento US 2003/0007419 se refiere a un dispositivo de desviación para un intercambiador de calor, que presenta la forma de un disco. El documento EP-A 0939287 describe un procedimiento de varias fases para la eliminación de componentes volátiles, en el que una composición es conducida bajo presión a través de una cámara de secado. Se conoce a partir del documento EP-A 1086958 un procedimiento para la

eliminación de monómeros a partir de una solución de polímeros, en el que se añade un agente de formación de espuma.

5 En cambio, el cometido de la invención era proporcionar un procedimiento para la desgasificación de sustancias disueltas en un transmisor de calor de haces de tubos, de acuerdo con el cual en una transición sencilla, en una única fase de desgasificación, se puede conseguir una calidad mejorada del producto, en particular contenidos residuales más bajos de sustancias disueltas. Este procedimiento se describe en detalle en las reivindicaciones.

10 El cometido se soluciona con relación a los aparatos por medio de un transmisor de calor de haces de tubos para la eliminación de sustancias disueltas a partir de una solución de monómeros a través de desgasificación, con un haz de tubos dispuestos paralelos entre sí y verticales, que están fijados en ambos extremos, respectivamente, en un fondo del tubo así como con una zona de desgasificación debajo del fondo inferior del tubo, con un inserto en cada tubo, que estrecha la sección transversal de paso libre a través del tubo y en el que se alimenta a los tubos la solución de polímero en el estado líquido monofásico, así como con un espacio envolvente alrededor de los tubos, que es atravesado por una corriente de un portador de calor, en el que la desgasificación se realiza a través de una caída de la presión entre la presión de entrada de la solución de polímero en el transmisor de calor de haces de tubos y la zona de desgasificación, de tal manera que genera un salto de la presión entre la presión de entrada y la presión en la zona de desgasificación, a través del cual se consigue un contenido residual reducido predeterminado de sustancias disueltas en el polímero desgasificado.

15 En una variante preferida, el inserto está configurado de tal forma que garantiza adicionalmente que la entrada de calor se realiza por parte del portador de calor en la solución de polímero líquida monofásica.

20 Se ha encontrado que los insertos en los tubos de un transmisor de calor de haces de tubos para la desgasificación de soluciones de polímeros no sólo sirven para la distribución uniforme de la solución de polímero sobre los tubos y deben provocar una caída de la presión entre la presión de entrada de la solución del polímero y la presión en la zona de desgasificación, sino que es esencial para la prestación de la desgasificación que la caída de la presión se realice como salto de la presión, es decir, que la geometría de los insertos o bien el estrechamiento de la sección transversal provocado por los insertos de la vía de la circulación de la solución de polímero a través de los tubos están diseñados de tal forma que la presión cae de forma repentina varios órdenes de magnitud sobre un recorrido corto.

25 En particular, el inserto debe provocar un salto de la presión de al menos 10 bares/cm.

30 El estrechamiento correspondiente de la sección transversal de paso libre a través de los insertos en los tubos se realiza hasta menos de 5 %, con preferencia menos del 2 %, de manera más preferida menos de 1 %, respectivamente, con respecto a la sección transversal libre del tubo sin inserto.

35 De acuerdo con el cometido de desgasificación a solucionar, es decir, en particular de acuerdo con la naturaleza química de la solución de polímero y los contenidos residuales predeterminados bajos en sustancias disueltas en el polímero desgasificado al final de una única transición a través del transmisor de calor de haces de tubos, puede ser suficiente solucionar el cometido porque los insertos están configurados de tal forma que provocan el salto de la presión descrito anteriormente. Éste es especialmente el caso cuando la solución de polímero a desgasificar tiene ya durante la entrada en el transmisor de calor de haces de tubos un contenido de energía suficiente, para que sea posible la evaporación de todas las sustancias disueltas. En particular, éste puede ser el caso, por ejemplo, en soluciones de copolímeros de estireno acrílico nitrilo.

40 En esta variante de realización es posible disponer los insertos en la zona del fondo superior del tubo y configurarlos en forma de tapones, que cierran el tubo con preferencia salvo un taladro central para el paso de la solución de polímero.

45 No obstante, en lugar de un único taladro central, es posible prever dos o más taladros, que pueden estar dispuestos, por ejemplo, por parejas, en forma de triángulo o en forma de cuadrado o en forma de los ojales de un dado. Para el diseño de los taladros hay que tener en cuenta la resistencia mecánica del tapón, el caudal deseado de la solución de polímero, el salto deseado de la presión a través del tapón, las propiedades de la sustancia de la solución de polímero y, dado el caso, las relaciones deseadas de la circulación.

50 Los taladros pueden pasar en la dirección del eje longitudinal del tapón, es decir, después del montaje del mismo en los tubos de acuerdo con la dirección longitudinal de los tubos a través del tapón, pero también se pueden extender inclinados, pudiendo estar configurados especialmente los taladros vecinos desplazados en el mismo sentido o en sentido opuesto. A través de tales disposiciones se puede influir sobre el comportamiento de la circulación de la solución de polímero.

Los taladros pueden estar configurados cilíndricos, cónicos o con diámetro escalonado o también pueden estar configurados como ranuras, triángulos o en forma de estrella, pudiendo conseguirse las últimas formas de

realización especialmente a través de erosión.

5 En otra forma de realización, los taladros no están configurados pasantes a través del tapón, sino que desembocan en uno o más taladros transversales colocados en ángulo rectángulo o en un ángulo que se desvía de 90° con respecto a los taladros principales orientados en dirección longitudinal, de manera que los taladros transversales pueden tener el mismo diámetro o un diámetro diferente del taladro principal. Con preferencia, la suma de las secciones transversales de paso de todos los taladros transversales es mayor que la sección transversal de paso libre del taladro principal o de los taladros principales dispuestos en dirección longitudinal, de manera que en el taladro principal o bien en los taladros principales tiene lugar el salto máximo de la presión. Al mismo tiempo, a través de los taladros transversales se distribuye mejor la solución de polímero en las paredes interiores del tubo.

10 Con preferencia, son taladros de canal en T, de canal en cruz o de canal en estrella. La forma de estos taladros no tiene que ser redonda, sino que puede ser en su configuración también forma de embudo o puede presentar la forma de segmentos circulares con diámetro escalonado.

En una forma de realización preferida, el inserto presenta un taladro de canal en cruz, con un taladro central, que desemboca en un taladro transversal en forma de cruz.

15 El taladro transversal en forma de cruz presenta con preferencia un diámetro entre 2 y 5 mm, en particular un diámetro interior de 4 mm-

La longitud y el diámetro de uno o varios taladros así como la geometría de la boca se ajustan de acuerdo con el cometido concreto de desgasificación, es decir, especialmente de la composición química y de la viscosidad de la solución de polímero a desgasificar, la temperatura de entrada, la presión de entrada y el caudal a través el transmisor de calor de haces de tubos así como los contenidos residuales predeterminados de sustancias disueltas en el polímero desgasificado.

20

Los diámetros típicos, si está previsto un único taladro, están entre 0,5 y 7 mm, con preferencia entre 1 y 6 mm, de manera más preferida entre 1,5 y 5 mm. Si está previsto un taladro individual, en particular un taladro central, éste tiene en particular entre 0,5 y 10 cm, con preferencia entre 1 y 10 cm, de manera más preferida entre 1 y 6 cm. Puede terminar directamente o con ensanchamiento de la sección transversal, es decir, que puede desembocar en el tubo.

25

La solución de polímero a desgasificar viene normalmente directamente desde el reactor de polimerización, por ejemplo una caldera de agitación accionada continuamente, una cascada de caldera de agitación o un reactor de tubo y está bajo la presión y la temperatura, que corresponden en gran medida a las condiciones de polimerización. Pero también es posible elevar a través de equipos de formación de la presión, por ejemplo bombas de colada, máquinas de extrusión, etc. y, dado el caso, intercambiadores de calor el nivel de la presión y de la temperatura frente a las condiciones de polimerización.

30

En particular, son habituales temperaturas de entrada entre 130 y 200°C y presiones de entrada en el intervalo entre 5 y 80 bares absolutos, con preferencia entre 8 y 60 bares absolutos, de manera más preferida entre 10 y 40 bares absolutos.

35

La solución de polímero, que se alimenta al transmisor de calor de haces de tubos con objeto de la desgasificación, tiene habitualmente un contenido de polímero entre 50 y 95 % en peso de la solución de polímero, con preferencia entre 45 y 90 % en peso y de manera más preferida entre 60 y 85 % en peso.

Los caudales habituales para la solución de polímero están entre 0,5 y 30 kg de solución de polímero por hora y tubo, con preferencia entre 1 y 25 kg de solución de polímero por hora y tubo, de manera más preferida entre 2 y 20 kg de solución de polímero por hora y tubo.

40

Para la distribución de la solución de polímero sobre los tubos individuales del transmisor de calor de haces de tubos pueden estar previstas adicionalmente en la zona del fondo superior del tubo unas toberas o pantallas perforadas.

La longitud de los tubos del transmisor de calor de haces de tubos está normalmente en la zona entre 0,3 y 10 m, con preferencia entre 0,5 y 5 m, de manera más preferida entre 1,0 y 3 m. Los tubos presentan con preferencia diámetros interiores entre 5 y 30 mm, con preferencia entre 8 y 25 mm, de manera más preferida entre 10 y 18 mm.

45

Los tubos del transmisor de calor de haces de tubos son calentados por medio de un portador de calor líquido o gaseoso que circula alrededor de los tubos. En este caso, es posible que esté previsto un único circuito del portador de calor, pero también es posible prever especialmente en el caso de calentamiento con un portador de calor líquido, varios circuitos de portador de calor, para garantizar zonas individuales, atemperadas de forma diferente. Esto puede ser necesario especialmente para eliminar diferentes componentes, respectivamente, con diferencia propiedades de desgasificación.

50

Como portador de calor en forma de gas son posibles, por ejemplo, vapor caliente o vapor de difilo.

Se pueden conseguir temperaturas escalonadas, por ejemplo una zona de entrada más fría, en un aparato calentado con vapor a través de la introducción de un cojín de gas inerte en el espacio de vapor.

Las temperaturas habituales del portador de calor están en el intervalo de 100 a 380°C, con preferencia de 120 a 350°C, de manera más preferida están en el intervalo de 130 a 340°C.

- 5 El extremo inferior de los tubos del transmisor de calor de haces de tubos desemboca en una zona de desgasificación, en la que está aplicado un vacío, con frecuencia en el intervalo de 5 a 100 mbares, con preferencia de 12 a 70 mbares, de manera más preferida de 20 a 50 mbares.

10 Cuando la solución de polimerización a la entrada en el transmisor de calor de haces de tubos no contiene todavía la energía necesaria para la evaporación con objeto de la consecución de los contenidos residuales predeterminados de sustancias disueltas o en particular antes de la entrada en el transmisor de calor de haces de tubos, y la estabilidad térmica limitada del mismo no lo permite, de acuerdo con la invención para la consecución de los contenidos residuales bajos predeterminados de sustancias disueltas en el polímero desgasificado se configura el inserto en cada tubo adicionalmente de tal manera que no sólo provoca el salto de la presión descrito anteriormente, sino que, además, en una primera parte superior provoca un estrechamiento solamente moderado de la sección transversal que asegura, de acuerdo con la solución de polímero empleada y las condiciones de funcionamiento, que la solución de polímero permanezca todavía en el estado líquido monofásico. En esta parte superior del inserto, a través del estrechamiento moderado de la sección transversal, la caída de la presión no debe ser mayor que 0,3 bares/cm, en particular no mayor que 0,1 bar/cm, pero el estrechamiento, en particular con respecto al diámetro interior del tubo, debe ser suficiente para garantizar una distribución uniforme de la temperatura en la solución de polímero sobre la sección transversal de la circulación.

20 Esta parte superior del inserto puede estar configurada especialmente en forma de una barra, que se extiende desde el extremo superior del tubo hasta máximo 20 % de la longitud total del tubo, con respecto a máximo 15 % de la longitud total del tubo.

25 Puesto que a través de esta parte superior del inserto en la parte superior del tubo se garantiza una sola fase de la solución de polímero y al mismo tiempo se mantiene la sección transversal libre suficiente para asegurar una distribución uniforme de la temperatura sobre la sección transversal, es posible calentar soluciones de polímeros térmicamente sensibles de una manera uniforme y cuidadosa, sin descomposición, a un nivel de temperatura, que posibilita a través de la diferencia con respecto a la presión en la zona de desgasificación, contenidos residuales predeterminados bajos de sustancias disueltas en el polímero desgasificado.

30 En la forma de realización preferida descrita anteriormente, en la parte superior del inserto se conecta otra parte del inserto, que provoca un salto fuerte de la presión de al menos 10 bares/cm, con preferencia de al menos 20 bares/cm, sobre una longitud de máximo 2 cm.

Con preferencia, la otra parte del inserto, que provoca un salto de la presión de al menos 10 bares/cm, con preferencia de al menos 20 bares/cm, presenta una longitud inferior a 10 mm, en particular inferior a 2 mm.

35 En otra forma de realización preferida, en la otra parte del inserto, que provoca el salto de la presión, se puede conectar un cuerpo de desplazamiento adicional, que provoca de nuevo una caída solamente moderada de la presión. Este cuerpo de desplazamiento, que puede ser, por ejemplo, un cilindro especialmente cerrado por abajo, debe estar configurado de tal forma que fuerza una circulación anular predominante en la zona de la circulación bifásica después de la otra parte del inserto, que provoca el salto de la presión y de esta manera fuerza un perfil de la circulación necesario para la entrada de calor. El cuerpo de desplazamiento se puede extender hasta poco antes del extremo del tubo, por ejemplo hasta aproximadamente el 80 % de la longitud del tubo.

45 Los insertos pueden estar fijados en el fondo superior del tubo por medio de ajustes fresados y rosca de tornillo. Cuando los fondos del tubo presentan espesores suficientes de material, como es el caso en transmisores de calor de haces de tubos a escala técnica industrial, los insertos pueden estar también avellanados a través de fresados en el fondo superior del tubo o pueden ser fijados por medio de roscas. También con frecuencia es suficiente una fijación sin rosca simplemente a través de un fresado de ajuste exacto y una forma adaptada a ello de los insertos.

Con respecto a formas de realización especiales, en particular en el caso de insertos más largos, para la prevención de la movilidad de la pared, es posible la utilización de espaciadores en forma de puntos o en forma de palas, que fijan los insertos en el centro del tubo.

50 En otra forma de realización preferida, en particular en el caso de utilización de insertos más largos, los mismos pueden ser alojados de forma flexible entre una parte que se inserta en el fondo del tubo y la otra parte dispuesta en el extremo de una pila más larga, que provoca el salto de la presión, por medio de una articulación. Esta articulación puede estar configurada de cualquier manera conocida, por ejemplo por medio de pivotes y horquilla, a través de los cuales se inserta un pasador de fijación.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de una figura así como de ejemplos de realización.

La figura 1 muestra de forma esquemática una variante de realización preferida de un inserto de acuerdo con la invención para un tubo de un transmisor de calor de haces de tubos.

- 5 El inserto 1 presenta una parte colocada en el fondo del tubo, que está configurada de tal manera que provoca un salto de la presión lo más pequeño posible. La solución de polímero T se introduce desde arriba en el tubo. En la parte del inserto 1 que se encuentra en el fondo del tubo B se conecta una parte superior 2 en forma de una barra, que provoca una pérdida moderada de la presión de máximo 0,1 bares/cm y garantiza una circulación monofásica de la solución de polímero. Allí se conecta otra parte 3 del inserto 1, que es corta en comparación con la parte superior 2 del inserto y que provoca un salto frástico de la presión. Allí se conecta en la forma de realización preferida esbozada en la figura un cuerpo de desplazamiento 4, que provoca de nuevo una caída moderada de la presión y fuerza un perfil ventajoso de la circulación para la mezcla de dos fases, que circula a través del tubo.

Ejemplos de realización

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización:

- 15 Los ensayos fueron realizados en un aparato de laboratorio, que estaba constituido por un tubo de doble envolvente dispuesto vertical, que estaba dividido en varias zonas atemperadas de forma diferente. En el extremo superior del tubo de doble envolvente estaba prevista una escotadura para el alojamiento de insertos; por ejemplo, aquí se pueden enroscar o insertar tapones con diferentes geometrías.

Para el ensayo de comparación sirvió en lugar de un tapón un disco insertado en un soporte de fijación con una anchura interior de 8 mm.

- 20 El tubo de doble envolvente tenía una longitud total de 1.400 mm y estaba dividido en tres zonas atemperadas de forma diferente, que estaban provistas, respectivamente, con un círculo de atemperación propio calentado con líquido con Marlotherm(S) S. Las zonas atemperables alcanzaron una temperatura ambiente de hasta 330°C.

Al extremo superior del tubo de doble envolvente se pudo alimentar por medio de una bomba de rueda dentada a través de un conducto caliente la solución de polímero respectiva con un caudal entre 1,0 y 30 kg de solución / hora.

- 25 En el extremo inferior del tubo de doble envolvente estaba colocada una cazoleta de evaporador, que se pudo accionar con un vacío de 100 a 20 mbares, con preferencia de 70 a 25 mbares. Los caldos extraídos desde la cazoleta de evaporador fueron condensados.

- 30 La colada en gran medida desgasificada fue descargada en el fondo de la cazoleta de evaporador por medio de una bomba de rueda dentada a través de una tobera, refrigerada y granulada como colada. Para el granulado obtenido de esta manera se determinaron los contenidos residuales de monómeros y disolventes que permanecían allí.

Ejemplo comparativo

En el extremo superior del tubo de doble envolvente se insertó un disco con un taladro de 8 mm de diámetro.

- 35 Por medio de la rueda de rueda dentada se añadieron 12,9 kg/h de una solución de 70 % en peso de poliestireno y 30 % en peso a una mezcla de estireno y etil benceno a una temperatura de 130°C. La presión directamente delante del disco era 3 bares, el vacío en la cazoleta de evaporador era 25 mbares absolutos.

La presión después del primer segmento de tubo era 1 bar y, por lo tanto, la caída de la presión entre la entrada de la solución de polímero en el aparato y la presión después del disco era 1 bar. Por lo tanto, con un espesor del disco de 10 mm, la caída de la presión era 2 bares/cm.

- 40 Todos los tres segmentos del tubo de doble envolvente fueron calentados desde el exterior, respectivamente, a 314°C, la cazoleta del desgasificador fue calentada a 250°C. La temperatura de la colada a la entrada en la cazoleta del desgasificador era 232°C.

El contenido de sustancias volátiles se determinó en 940 ppm.

Ejemplo 1 (de acuerdo con la invención)

- 45 En el extremo superior del tubo de doble envolvente se insertó un tapón con taladro central de 1,8 mm, de 25 mm de la longitud del taladro. La solución descrita en el ejemplo comparativo fue bombeada a una temperatura de 136°C a través del tapón bajo una presión de entrada de 34 bares en el tubo de doble envolvente. El tapón provocó de esta manera un salto de la presión de 12,8 bares/cm.

La presión después del primer segmento de tubo era aproximadamente 2 bares absolutos. El vacío en la cazoleta

del evaporador era 25 mbares.

Todos los tres segmentos de tubo fueron calentados desde el exterior a 314°C, la cazoleta del desgasificador fue calentada a 250°C. La temperatura de la colada a la entrada en la cazoleta del desgasificador era 246°C.

El contenido en sustancias volátiles se determinó en 440 ppm.

5 **Ejemplo 2 (de acuerdo con la invención)**

10 El ensayo descrito en el ejemplo 1 se repitió, pero con un tapón de otra geometría. Este tapón presentaba una geometría de acuerdo con la figura sin cuerpo de desplazamiento 4, de manera que la longitud total era 30 cm. La parte 3 determinante del salto de la presión tenía una longitud de 3 cm, la distancia de la misma hacia la pared del tubo era 0,8 mm. El caudal y la composición de la solución a desgasificar eran los mismos que se han descrito en el ejemplo 1, la temperatura de entrada se diferenciaba sólo en una medida insignificante y era 133°C. La presión de entrada era aproximadamente 44 bares, la presión después del primer segmento de tubo era 1,2 bares de manera similar al ejemplo 1. La caída de la presión sobre el tapón correspondía, por lo tanto, a 14 bares/cm. El vacío en la cazoleta del evaporador eran 25 mbares similar al ejemplo 1, el calentamiento de los tres segmentos de tubo era algo diferentes y estaba en 313°C, la cazoleta del evaporador se había calentado de la misma manera a 250°C. La temperatura de la colada a la entrada en la cazoleta del evaporador era 243°C.

15 El contenido de sustancias volátiles de la colada de polímero (esencialmente etil benceno, además de especialmente estireno) se determinó en 550 ppm.

20

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la eliminación de sustancias disueltas a partir de una solución de polímero (P) con un contenido de polímero entre 50 y 95 % en peso de la solución de polímero, que sale directamente dese un reactor de polimerización, a través de la desgasificación en un transmisor de calor de haces de tubos (R) con un haz (5) de tubos (R) dispuestos paralelos entre sí y verticales, que están fijados en ambos extremos, respectivamente, en un fondo del tubo (B) así como con una zona de desgasificación debajo del fondo inferior del tubo (8), con un inserto (1) en cada tubo (R), que estrecha la sección transversal de paso libre a través del tubo (R) y en el que se alimenta a los tubos (R) la solución de polímero (P) en el estado líquido monofásico (10), así como con un espacio envolvente alrededor de los tubos (R), que es atravesado por una corriente de un portador de calor, en el que la desgasificación se realiza a través de una caída de la presión entre la presión de entrada de la solución de polímero (P) en el transmisor de calor de haces de tubos (R) y la zona de desgasificación, caracterizado por que cada inserto (1) está configurado de tal forma que genera un salto de la presión (15) entre la presión de entrada y la presión en la zona de desgasificación, a través del cual se consigue un contenido residual reducido predeterminado de n sustancias disueltas en el polímero desgasificado, en el que los insertos (1) están dispuestos en la zona del fondo superior del tubo (B), están configurados en forma de tapones y están fijados en el fondo superior del tubo a través de ajustes fresados y roscas de tornillo o a través de fresado (20) de ajuste exacto, en el que los tapones cierran los tubos (R) salvo un taladro central para el paso de la solución de polímero (P), en el que los insertos (1) estrechan la sección transversal libre de paso a través de los tubos (R) a menos del 5 %.
- 10
- 15
- 20 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el inserto (1) está configurado de tal forma que garantiza adicionalmente que la entrada de calor se realiza por parte del portador de calor en la solución de polímero líquido monofásico (P).
- 25 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque los insertos 30 (1) estrechan la sección transversal de paso libre a través de los tubos (R) a menos del 2 %.
- 30 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el taladro central (35) en el inserto (1) presenta un diámetro entre 1,5 y 2,5.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el taladro central desemboca en un taladro transversal en forma de cruz.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el taladro transversal en forma de cruz presenta un diámetro interior entre 2 y 5 mm.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque los tubos (R) presentan una longitud de 0,3 a 10,0 m y un diámetro interior entre 5 y 30 mm.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 7, **caracterizado** porque el inserto (1) presenta una parte superior en forma de una barra (2), que se extiende desde el extremo superior del tubo (R) hasta máximo el 20 % de la longitud total del tubo (R) y en el que se conecta otra parte (3) del inserto (1), que provoca un salto de la presión de al menos 10 bares/cm sobre una longitud de máximo 2 cm.
- 35 9.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque la barra se extiende sobre al menos el 15 % de la longitud total del tubo (R) y la otra parte (3) del inserto, que provoca un salto de la presión, presenta una longitud inferior a 10 mm.
- 40 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque en la otra parte (3) del inserto (1) se conecta un cuerpo de desplazamiento (4), que garantiza una circulación anular predominante de la solución de polímero (P) en el tubo (R).
- 45

