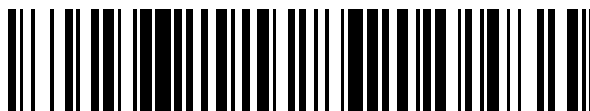


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 455 092**

51 Int. Cl.:

B09B 3/00 (2006.01)
C10B 57/08 (2006.01)
C10B 53/07 (2006.01)
C10G 1/02 (2006.01)
C10G 1/10 (2006.01)
B29K 27/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2009 E 09700190 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2265394**

54 Título: **Procedimiento para purificar residuos orgánicos en una etapa de separación antes de realizar una despolimerización por termólisis y dispositivo para el mismo**

30 Prioridad:

04.01.2008 DE 102008003837

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

14.04.2014

73 Titular/es:

**NILL, WOLF EBERHARD (100.0%)
Im Himmel 46
70569 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**MATSCHINER, HERMANN y
NILL, WOLF EBERHARD**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 455 092 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para purificar residuos orgánicos en una etapa de separación antes de realizar una despolimerización por termólisis y dispositivo para el mismo.

5

Campo técnico:

El estado de la técnica más próximo se conoce por el documento US 5772041-A, que da a conocer los preámbulos de un procedimiento de acuerdo con la invención según la reivindicación 1 y de un dispositivo correspondiente según la reivindicación 8.

10

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para purificar residuos orgánicos, tales como plásticos, aceites residuales o biomasa, de sustancias interferentes en una etapa de separación antes de la realización de una despolimerización de estos residuos por termólisis.

15

Estado de la técnica:

Para la despolimerización de residuos orgánicos se conoce una serie de procedimientos que son adecuados o bien para desechos de plástico puros o mixtos o bien para biomasa. La mayoría de los procedimientos conocidos, sin embargo, solo son adecuados para la despolimerización de desechos poliolefinicos de PE, PP y PS, puesto que los plásticos que contienen compuestos halogenados o también grandes cantidades de plastificantes perturban la termólisis. Igualmente, las impurezas, como, por ejemplo, agua, arena, vidrio, piezas metálicas, interfieren de forma no deseada en la realización del proceso. Esto supone importantes problemas para la técnica de procesos y/o el producto. Si bien los plásticos contaminados de esta manera se pueden clasificar y purificar antes de la termólisis, el coste necesario para ello aumenta considerablemente con el grado de pureza requerido y reduce la rentabilidad del proceso global. Por eso resulta deseable que se pueda admitir una cierta proporción de compuestos halogenados.

25

El PVC, sin embargo, perturba el proceso de despolimerización ya en cantidades pequeñas. Por esta razón, se intentó fijar el ácido clorhídrico (HCl), formado en la disociación térmica de plásticos con contenido en PVC, por medio de la adición de amoníaco, urea o cal, o separarlo, como en el procedimiento de BASF (documento DE 4324112). Para ello, se funden los desperdicios plásticos poliolefinicos entre 300 y 350°C en un mezclador agitador y se separan los productos gaseosos generados, que también contienen ácido clorhídrico liberado. A continuación, la masa fundida se sigue descomponiendo entre 400°C y 450°C en un horno de reformación tubular. La aplicación industrial de este procedimiento fracasó por dificultades técnicas, en particular en el mantenimiento del perfil de temperatura necesario en la fase de fusión, puesto que la gran diferencia de temperaturas entre el contenido del reactor y la pared del reactor rodeada de una camisa de calefacción provoca la formación de carbonilla en ésta. Otro inconveniente reside en que la fusión se lleva a cabo a temperaturas a las que, además de la deshalogenación, transcurren también reacciones de craqueo C-C, y la fase gaseosa separada contiene tanto gases de craqueo como vapores de ácido clorhídrico, que seguidamente se han de separar. Además, el desarrollo de reacciones secundarias incontroladas puede generar productos no deseados. Tampoco se pueden separar en el reactor de fusión las impurezas sólidas del plástico, es decir no fundibles, que primero deben atravesar todo el reactor tubular. Esto conduce a una carga material y energética desventajosa en esta parte de la instalación.

30

35

40

La invención se basa en el problema de usar para la realización de una termólisis, por ejemplo de acuerdo con el documento WO 2005/071043-A1, también aquellos residuos, como plásticos, aceites residuales o biomasa, que contengan sustancias interferentes, tales como compuestos halogenados, pero también plastificantes o agua, así como impurezas interferentes de mayor densidad.

45

Objetivo técnico:

50

Por lo tanto, la invención se basa en el objetivo de desarrollar un procedimiento y un dispositivo que permitan purificar en gran medida residuos tales como plásticos, aceites residuales o biomasa, contaminados con sustancias tales como compuestos halogenados, plastificantes, agua e impurezas de mayor densidad que perturban la realización de una termólisis, eliminando estas sustancias interferentes antes de realizar la termólisis, por ejemplo de acuerdo con el documento WO 2005/071043-A1, y separar este tipo de sustancias interferentes.

55

Descripción de la invención y de sus ventajas:

Este objetivo se alcanza de acuerdo con la patente mediante el procedimiento según la reivindicación 1, calentando

los residuos en un reactor cerrado bajo un gas protector hasta que se fundan y extrayendo a presión reducida las sustancias interferentes volátiles generadas, tales como compuestos halogenados, compuestos de azufre, plastificantes y/o agua, junto con el gas protector y purificando el gas protector de las sustancias interferentes volátiles, después de lo cual el gas protector se realimenta de forma pulsada en la masa fundida de residuos para el
5 despojamiento adicional de la misma.

En otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención, el pulsado del gas protector para el despojamiento de la masa fundida de residuos se efectúa de tal manera que la masa fundida alcance un estado vibracional prácticamente resonante, pudiendo encontrarse la frecuencia de resonancia preferentemente entre 20 Hz
10 y 50 Hz.

En el procedimiento de acuerdo con la invención, el gas protector extraído del reactor junto con las sustancias interferentes volátiles generadas en él se purifica en al menos una etapa de purificación. Asimismo, los residuos se pueden calentar a temperaturas de 220 a 290°C, efectuándose el calentamiento a una diferencia de temperaturas
15 reducida entre el intercambiador de calor y los residuos a fundir y fundidos.

En el procedimiento de acuerdo con la invención, las impurezas de mayor densidad se descargan por el fondo del reactor.

20 En otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención, antes de purificar el gas protector o de despojamiento de las sustancias interferentes volátiles, el gas se enfría, de manera que se condensan las sustancias interferentes contenidas en él.

En otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención puede estar dispuesto, debajo del fondo del
25 reactor, un segundo pulsador que está en contacto con la masa fundida de residuos y la hace pulsar con el fin de alcanzar preferentemente una pulsación resonante de la masa fundida de residuos.

El calentamiento debe realizarse a una diferencia de temperaturas reducida entre el intercambiador de calor y los residuos fundidos. La alimentación de residuos compactados y, por tanto, prácticamente exentos de oxígeno en el
30 reactor se lleva a cabo bajo alimentación de un gas protector.

Para despojar las sustancias interferentes volátiles generadas se introduce en la masa fundida de residuos como gas de despojamiento el gas protector extraído del espacio de gas del reactor y que contiene las sustancias volátiles, que en el proceso de extracción se hace pasar por uno o varios dispositivos de purificación, por ejemplo un
35 recipiente de lavado ajustado a pH alcalino para la eliminación de impurezas ácidas como gas HCl, u otras etapas de separación para la eliminación de las sustancias volátiles generadas. El gas de despojamiento se introduce en la parte inferior del reactor y, dado el caso, se hace recircular.

De acuerdo con la patente, el gas de despojamiento se alimenta de forma pulsada para mejorar la transferencia de
40 masa entre la masa fundida y el gas de despojamiento en el reactor. La frecuencia se regula ventajosamente de tal manera que la masa fundida alcance un estado vibracional prácticamente resonante. Ventajosamente, la frecuencia puede encontrarse, por ejemplo, entre 20 y 50 Hz.

Las impurezas de mayor densidad se depositan en el fondo del reactor debido a efectos dinámicos y sedimentarios y
45 se descargan del reactor mediante un sistema de extracción especial a través de un orificio de descarga para las sustancias interferentes.

Después, el material así tratado previamente de los residuos orgánicos se trata, por ejemplo se calienta gradualmente, según procedimientos de termólisis conocidos, por ejemplo conforme al procedimiento de termólisis
50 del documento WO 2005/071043-A1.

Este modo de proceder de acuerdo con la patente presenta las ventajas de que durante la fusión de los residuos, las sustancias que perturban la termólisis se eliminan en gran parte y se separan en forma gaseosa de los gases de craqueo y, al mismo tiempo, las impurezas sólidas que no se funden o de densidad mayor que la masa fundida se
55 pueden separar y seguir tratando por separado.

Esta etapa de separación es especialmente adecuada cuando constituye, por ejemplo, la primera etapa del procedimiento de varias etapas Syntrol® (documento DE 102004003667), puesto que en ese caso también se pueden usar residuos orgánicos que presenten, entre otras cosas, proporciones de PVC y de plastificantes ya que la

termólisis siguiente no se ve afectada por ellas.

El objetivo se alcanza asimismo mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 para purificar residuos orgánicos, tales como plásticos, aceites residuales o biomasa, de sustancias interferentes en una etapa de separación que incluye un reactor, antes de realizar una despolimerización de estos residuos por termólisis, en el que el reactor es un reactor agitado cerrado con un calefactor tubular situado en el interior y presenta un sistema de alimentación para los residuos, un orificio de descarga situado en el fondo para las impurezas interferentes de mayor densidad, un conducto de conexión con el reactor de termólisis para los residuos fundidos, una tubuladura situada en el espacio de gas para la alimentación o superposición del gas protector, así como una tubuladura de extracción de gas que sirve para aplicar una presión reducida, estando la tubuladura de extracción de gas unida, a través de al menos una etapa de purificación para separar las sustancias interferentes volátiles generadas del gas protector y a través de un compactador, con un dispositivo de inyección de gas para el gas protector en la parte inferior del reactor para el despojamiento de la masa fundida de residuos.

En el dispositivo de acuerdo con la invención está dispuesto, entre el compactador y el dispositivo de inyección de gas, un primer dispositivo para la generación de vibraciones pulsadas (pulsador) en el gas protector cuando éste es realimentado en el reactor a través del dispositivo de inyección de gas. Debajo del reactor, en la zona del orificio de descarga para las sustancias interferentes no volátiles, puede estar dispuesto adicionalmente un segundo pulsador que está en contacto con la masa fundida de residuos para la generación de vibraciones pulsadas en la misma.

En otra configuración del dispositivo de acuerdo con la invención, las etapas de purificación presentan lavadores, por ejemplo para el lavado de ácidos e hidrocarburos.

En otra configuración del dispositivo de acuerdo con la invención está dispuesto, delante de la al menos una etapa de purificación para separar las sustancias interferentes volátiles generadas del gas protector, un condensador para condensar las sustancias interferentes volátiles.

Por lo tanto, es adecuado para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención un reactor agitado cerrado con un calefactor tubular situado en el interior, por ejemplo tubos helicoidales, para un portador térmico líquido o gaseoso, un sistema de alimentación para los residuos, un orificio de descarga situado en el fondo para las impurezas interferentes de mayor densidad, un conducto de conexión al reactor de termólisis para los residuos fundidos, una tubuladura situada en el espacio de gas para la alimentación del gas protector, así como una tubuladura de aspiración de gas a la que se aplica una presión reducida y que está unida, a través de etapas de purificación para separar las sustancias interferentes volátiles generadas del gas protector y a través de un compactador, con un dispositivo de inyección de gas en la parte inferior del reactor para el despojamiento de la masa fundida.

Para el pulsado del gas de despojamiento sirve un dispositivo para la generación de vibraciones pulsadas dispuesto entre el compactador y el dispositivo de inyección de gas, a saber, un primer pulsador. La frecuencia de pulsación del gas de despojamiento introducido debe encontrarse preferentemente en el intervalo de la frecuencia de resonancia de la masa fundida de residuos; la frecuencia de pulsación puede ascender, por ejemplo, a entre 20 Hz y 50 Hz. En el fondo del reactor puede estar dispuesto asimismo un segundo pulsador que hace vibrar toda la masa fundida de residuos o refuerza la frecuencia de pulsación del gas de despojamiento generada por el primer pulsador.

La invención se explica a continuación con más detalle mediante un ejemplo.

La figura 1 muestra un reactor para la realización de la etapa de separación.

Forma de realización de la invención:

Como reactor para la realización de la separación sirve un recipiente cerrado 1 con un calefactor tubular 2 situado en el interior en el espacio de líquido, un agitador M y un sistema de alimentación para los residuos 3, pudiendo componerse el sistema de alimentación de al menos un tornillo transportador. En el fondo del reactor 1 se encuentra un orificio de descarga 4 para las sustancias interferentes no volátiles de mayor densidad y, lateralmente, en la pared del reactor, un conducto de conexión 5 que conduce a un reactor de termólisis no mostrado. Preferentemente en la parte superior del reactor 1, en el espacio de gas, se encuentra una tubuladura 6 para la alimentación o también para la superposición de un gas protector (gas de despojamiento), y también preferentemente en la parte superior del reactor se encuentra una tubuladura de aspiración 7 para extraer el gas protector cargado de sustancias interferentes volátiles. Como gas protector se usa preferentemente nitrógeno o argón o dióxido de carbono.

El conducto 18 conectado a la tubuladura de aspiración 7 pasa por un condensador 16 y después por dos etapas de purificación 8 y 9 conectadas. En el condensador 16 se condensan las sustancias interferentes gaseosas, ascendiendo la temperatura del gas de despojamiento a tan solo 50°C. En la primera etapa de purificación 8, que, preferentemente, es un lavador con una tubuladura de descarga 13 para la eliminación de las sustancias interferentes separadas, se lavan las sustancias interferentes de un primer grupo, por ejemplo los ácidos tales como el ácido clorhídrico. En la segunda etapa de purificación 9, que, preferentemente, es igualmente un lavador con una tubuladura de descarga 14 para la eliminación de las sustancias interferentes separadas, se lavan las sustancias interferentes de un segundo grupo, por ejemplo los hidrocarburos.

Después de la etapa de purificación 9, el gas protector se alimenta en un compactador 10 y a continuación en un pulsador 11, el cual puede ser una válvula regulable para la generación de pulsos dentro del gas protector. Tras abandonar el pulsador 11, el gas protector o de despojamiento pulsante se realimenta en el reactor a través de orificios de inyección de un dispositivo de inyección de gas 12 situados en el fondo del reactor 1, de modo que se hace recircular el gas protector. Una tubuladura 15 dispuesta detrás del compactador 10 y delante del pulsador 11 sirve para evacuar el exceso de gas.

Debajo del reactor 1 puede estar dispuesto un segundo pulsador 17 que está en contacto con la masa fundida de residuos. Este pulsador 17 sirve para pulsar la masa fundida de residuos, alcanzándose preferentemente una vibración resonante de la masa fundida de residuos.

Por lo tanto, la invención se caracteriza por un procedimiento para purificar residuos orgánicos antes de realizar una termólisis de los residuos, así como por un dispositivo para la realización del procedimiento.

La mayoría de los procedimientos de termólisis conocidos solo son adecuados para la despolimerización de desechos poliolefínicos de PE, PP y PS, mientras que los plásticos que contienen compuestos halogenados o también grandes cantidades de plastificantes perturban la termólisis. Igualmente, las impurezas, como, por ejemplo, agua, arena, vidrio o piezas metálicas, interfieren de forma no deseada en la realización del procedimiento de termólisis.

En una etapa previa al proceso de termólisis los residuos orgánicos se calientan primero a temperaturas de 220°C a 290°C. Las sustancias volátiles generadas, en particular ácido clorhídrico, plastificantes y agua, se despojan con un gas protector y se extraen a presión reducida. La alimentación de los residuos en el reactor se lleva a cabo bajo alimentación de un gas protector. El gas protector extraído del espacio de gas del reactor y que contiene las sustancias interferentes volátiles se puede usar, una vez purificado, como gas de despojamiento. El gas de despojamiento se alimenta en la parte inferior del reactor, de manera que circula en un circuito. De acuerdo con la patente, el gas se alimenta de forma pulsada para mejorar la transferencia de masa entre la masa fundida de residuos y el gas de despojamiento en el reactor. Para mejorar adicionalmente la transferencia de masa, también se puede hacer vibrar toda la masa fundida de residuos.

Las impurezas de mayor densidad se depositan en el fondo del reactor debido a efectos dinámicos y sedimentarios y se descargan del reactor mediante un sistema de extracción especial.

El gas de despojamiento se purifica de las sustancias interferentes que obstaculizan la termólisis, en particular de residuos orgánicos, compuestos halogenados o también plastificantes o agua.

La invención posee la ventaja general de que, para la separación de las sustancias interferentes que afectan a una termólisis subsiguiente, se efectúa un calentamiento suave de los residuos en un mezclador agitador mediante un calefactor tubular helicoidal situado en el interior, estando previsto al menos un pulsador, preferentemente para el gas de despojamiento, que hace vibrar la masa fundida de residuos. Este pulsador sirve preferentemente para la generación de una pulsación en el gas de despojamiento cuando éste se realimenta en el reactor.

Lista de símbolos de referencia:

- 55 1 Mezclador agitador cerrado, configurado en forma de recipiente a presión
- 2 Espiral calentadora para el portador térmico líquido
- 3 Sistema de alimentación para residuos
- 4 Orificio de descarga para sustancias interferentes
- 5 Conducto de conexión a un recipiente de termólisis

- 6 Tubuladura para la superposición de gas protector
- 7 Tubuladura de extracción de gas
- 8 Etapa de purificación 1
- 9 Etapa de purificación 2
- 5 10 Compactador
- 11 Primer pulsador
- 12 Dispositivo de inyección de gas
- 13 Tubuladura de descarga para sustancias interferentes del grupo 1
- 14 Tubuladura de descarga para sustancias interferentes del grupo 2
- 10 15 Tubuladura de evacuación para el exceso de gas
- 16 Condensador
- 17 Segundo pulsador
- 18 Conducto

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para purificar residuos orgánicos, tales como plásticos, aceites residuales o biomasa, de sustancias interferentes en una etapa de separación usando un reactor (1), antes de realizar una despolimerización de estos residuos por termólisis, en el que los residuos se calientan en un reactor cerrado (1) bajo un gas protector hasta que se fundan y las sustancias interferentes volátiles generadas, tales como compuestos halogenados, compuestos de azufre, plastificantes o agua, se extraen a presión reducida junto con el gas protector y el gas protector se purifica de las sustancias interferentes volátiles, **caracterizado porque** el gas protector se realimenta de forma pulsada en la masa fundida de residuos para el despojamiento adicional de la misma y las impurezas interferentes de mayor densidad se descargan a través de un orificio de descarga (4) situado en el fondo del reactor configurado en forma de reactor agitado cerrado y los residuos fundidos se alimentan en un reactor de termólisis a través de un conducto de conexión (5).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el pulsado del gas protector para el despojamiento de la masa fundida de residuos se efectúa de tal manera que la masa fundida alcance un estado vibracional prácticamente resonante, pudiendo encontrarse la frecuencia de resonancia preferentemente entre 20 Hz y 50 Hz.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el gas protector extraído del reactor (1) junto con las sustancias interferentes volátiles generadas en él se purifica en al menos una etapa de purificación (8, 9).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3 precedentes, **caracterizado porque** los residuos se calientan a temperaturas de 220°C a 290°C, efectuándose el calentamiento a una diferencia de temperaturas reducida entre el intercambiador de calor (2) y los residuos fundidos.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** antes de purificar el gas protector o de despojamiento de las sustancias interferentes volátiles, el gas se enfría, de manera que se condensan las sustancias interferentes gaseosas contenidas en él.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** debajo del fondo del reactor (1) está dispuesto un segundo pulsador (17) que está en contacto con la masa fundida de residuos y la hace pulsar con el fin de alcanzar preferentemente una pulsación resonante de la masa fundida de residuos.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** como gas protector se usa nitrógeno o argón o dióxido de carbono.
8. Dispositivo para purificar residuos orgánicos, tales como plásticos, aceites residuales o biomasa, de sustancias interferentes en una etapa de separación que presenta un reactor (1), antes de realizar una despolimerización de estos residuos por termólisis, en el que el reactor (1) es un reactor cerrado con un calefactor tubular (2) situado en el interior y presenta un sistema de alimentación (M, 3) para los residuos, un orificio de descarga (4) situado en el fondo para las impurezas interferentes de mayor densidad, una tubuladura (6) situada en el espacio de gas para la alimentación o superposición del gas protector, así como una tubuladura de extracción de gas (7) que sirve para aplicar una presión reducida, sirviendo la tubuladura de extracción de gas (7), a través de al menos una etapa de purificación (8, 9), para la separación de las sustancias interferentes volátiles generadas del gas protector y para la extracción de gas, **caracterizado porque** existe un conducto de conexión (5) al reactor de termólisis para los residuos fundidos y el reactor cerrado está configurado en forma de reactor agitado, estando unida la tubuladura de extracción de gas (7), a través de un compactador (10), con un dispositivo de inyección de gas (12) para el gas protector en la parte inferior del reactor (1) para el despojamiento de la masa fundida de residuos y estando dispuesto entre el compactador (10) y el dispositivo de inyección de gas (12) un primer dispositivo (11), el pulsador (11), para la generación de vibraciones pulsadas en el gas protector cuando éste se realimenta en el reactor (1) a través del dispositivo de inyección de gas (12).
9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado porque** debajo del reactor (1), en la zona del orificio de descarga (4) para las sustancias interferentes no volátiles, está dispuesto un segundo pulsador (17) que está en contacto con la masa fundida de residuos para la generación de vibraciones pulsadas en la misma.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado porque** las etapas de purificación presentan lavadores (8, 9) para el lavado de ácidos e hidrocarburos.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado porque** delante de la al menos una etapa de purificación (8, 9) para la separación de las sustancias interferentes volátiles generadas del gas protector está dispuesto un condensador (16) para la condensación de las sustancias interferentes volátiles.

5

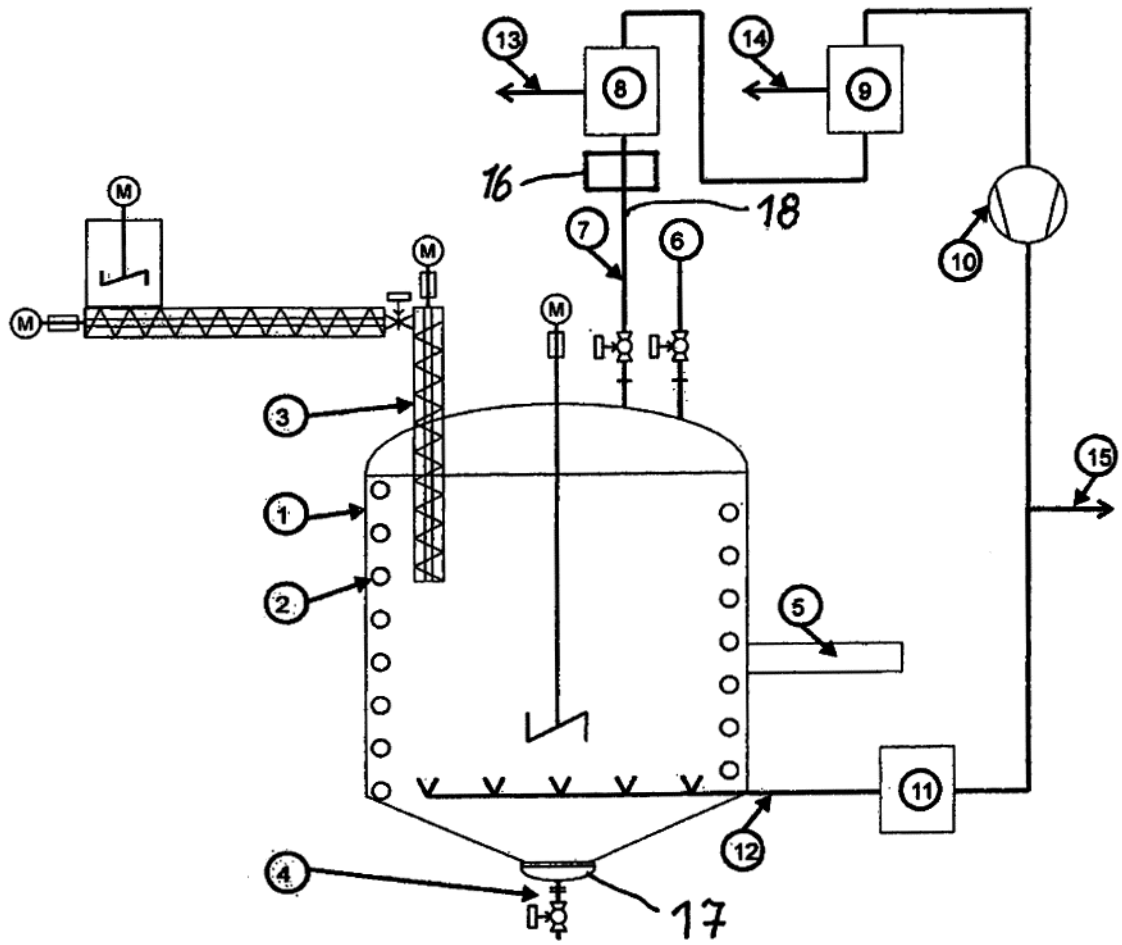


Figura 1