



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 295 358**

(51) Int. Cl.:

**B01D 45/12** (2006.01)

(12)

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02744186 .4**

(86) Fecha de presentación : **24.05.2002**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1392413**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **03.03.2004**

(54) Título: **Procedimientos de reducción de arrastre de sólidos y líquidos.**

(30) Prioridad: **01.06.2001 US 872739**

(73) Titular/es: **Celanese International Corporation  
1601 West LBJ Freeway  
Dallas, Texas 75234, US**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.04.2008**

(72) Inventor/es: **Chosnek, Jack;  
Ford, David, William y  
Lakin, Michael, B.**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.04.2008**

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

Procedimientos de reducción de arrastre de sólidos y líquidos.

**5 Antecedentes**

**Campo de la invención**

La presente invención está dirigida a secuencias de procesamiento, secuencias de refinación, e industrias de generación de energía, que emplean dispositivos de separación en los que han de ser separados los no-vapores y los vapores. Más en particular, la presente invención está dirigida a procedimientos de ciclón/vórtice para la separación de los componentes de no-vapor y de vapor en procesos de destilación/evaporación rápida, y en procesos que se benefician de una reducción del arrastre de líquidos y de sólidos en el vapor.

**15 Descripción de la técnica relacionada**

En muchos procesos de destilación/evaporación rápida con alimentación de fase mezclada, el arrastre de gotitas de líquido en el vapor que se eleva desde la zona de alimentación, resulta indeseable en términos tanto económicos como de pureza del producto. Los problemas concernientes al arrastre de materiales líquidos en unidades evaporadoras en vacío, son bien conocidos en el estado de la técnica tal y como se presenta en la Patente U.S. núm. 5.743.926 de Bannon *et al.* Según se indica en el documento de Bannon *et al.*, se pueden colocar bandejas directamente por encima de la zona de alimentación para extraer las gotitas arrastradas del vapor en el procesamiento y refinación de hidrocarburos. Bannon *et al.*, indican además que se puede incorporar un sección de aceite de absorción o de contra-arrastre en las refinerías con el fin de reducir los problemas de arrastre mediante extracción progresiva de las gotitas de líquido de una corriente de vapor según avanza ésta hasta la salida de vapor de un evaporador de vacío. A pesar de los procedimientos reivindicados por Bannon *et al.*, la industria sigue careciendo, no obstante, de procedimientos para reducir el arrastre, que sean tanto efectivos como eficientes desde el punto de vista de los costes.

Otro problema en términos tanto económicos como de pureza de producto, consiste en el arrastre en la cabecera de vapor, de sólidos suspendidos o disueltos. Además, los sólidos arrastrados pueden traducirse en una pérdida de un producto químico valioso, tal como un catalizador. A este respecto, la Patente U.S. núm. 6.153.792 de Leet *et al.*, describe un procedimiento para la producción de ácido carboxílico en presencia de partículas de catalizador sólidas, que emplea una etapa de evaporación rápida, con la utilización de bandejas y de lavado de líquido. La etapa de lavado de líquido descrita por Leet *et al.*, "lava" en general partículas de catalizador reducidas de tamaño por desgaste, en los vapores que fluyen ascendentemente, hacia abajo en el evaporador. Las Patentes U.S. núms. 4.247.486 de Brewster *et al.* y 4.287.369 de Harris *et al.*, mencionan la pérdida de catalizador de rodio por arrastre en la cabecera del reactor, y describen el uso de almohadillas separadoras de partículas para extraer las gotitas de líquido para su retorno al reactor. A pesar de los procedimientos reivindicados por Leet *et al.*, Brewster *et al.*, y Harris *et al.*, la industria sigue careciendo de procedimientos para reducir el arrastre de sólidos disueltos o suspendidos y la pérdida de productos químicos valiosos tales como los catalizadores, que sean tanto efectivos como eficientes desde el punto de vista de los costes.

La reducción de la cantidad de pérdida de catalizador ha sido un problema en una amplia diversidad de industrias, tal y como se presenta en la Patente U.S. núm. 4.166.773 de Higley *et al.*; la Patente U.S. núm. 4.163.701 de Strong, y la Patente U.S. núm. 4.871.879 de Laird. Ninguno de estos procedimientos ha satisfecho, sin embargo, las necesidades de la industria.

La Patente U.S. núm. 4.486.207 describe un aparato para separar partículas sólidas del vapor. La creación de un vórtice resulta fundamental para el procedimiento de separación descrito en D1.

El documento DD-A-2003126 describe un separador centrífugo en forma de cilindro cerrado en el que entra una corriente a través de un conducto de alimentación dirigido tangencialmente y hacia una guía curva. Las fuerzas verticales son utilizadas para extraer las gotitas de líquido hacia abajo y hacia fuera desde una corriente de vapor que se eleva.

El documento EP-A-1312879 es un documento citado conforme al Artículo 54(3) EPC. El documento EP-A-1312879 describe un separador de aceite para su uso en dispositivos de refrigeración y en dispositivos de acondicionamiento de aire.

El procedimiento de la presente invención satisface múltiples necesidades de la industria: (1) una reducción del arrastre de líquidos y de sólidos disueltos o suspendidos, en un vapor separado; (2) una reducción de la cantidad de pérdida de productos químicos valiosos, como resultado de la reducción del arrastre; (3) hacer que sea posible utilizar un recipiente de separación más económico para reducir el arrastre donde antes solamente se podía utilizar un recipiente más grande y más caro para el mismo propósito, y (4) hacer que sea posible reconvertir los recipientes de separación existentes de modo que se consiga la reducción del arrastre sin necesidad de construir un recipiente completamente nuevo.

# ES 2 295 358 T3

## Sumario de la invención

La presente invención proporciona un procedimiento para reducir el arrastre de componentes de no-vapor en un flujo de vapor que sale de un recipiente de separación, en el que el procedimiento comprende:

- 5 - introducir una corriente en un recipiente de separación que tiene una superficie interna, al menos una entrada, y al menos una salida de vapor, en el que la corriente se introduce a través de al menos una entrada y fluye tangencialmente a la superficie interna del recipiente de separación, en el que la corriente comprende una porción de no-vapor y una porción de vapor, y en el que la velocidad de la corriente se reduce tras la introducción de la corriente en el recipiente de separación;
- 10 - separar un flujo de vapor de la corriente en el recipiente de separación, teniendo dicho flujo de vapor una velocidad de vapor no uniforme en el interior del recipiente de separación, y
- 15 - permitir que el vapor circule hasta la salida desde el recipiente de separación a través de al menos una salida de vapor.

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan procedimientos para reducir el arrastre de sólidos y de líquidos, mencionados en su conjunto como "no-vapor", en un flujo de vapor que sale de un recipiente de separación. 20 Se puede llevar a cabo una o más de las etapas siguientes para reducir el arrastre de no-vapor en un flujo de vapor que sale de un recipiente de separación: (1) minimizar el ascenso o desplazamiento de la corriente hacia la salida de vapor a lo largo de la superficie interna del recipiente de separación desde el punto de introducción de la corriente; (2) reducir la cantidad de no-vapor, si lo hay, que sale desde el recipiente de separación a través de la salida de vapor; y (3) maximizar el flujo de la corriente tangencialmente hacia la superficie interna del recipiente de separación, mencionado 25 en lo que sigue como "coherencia tangencial".

Los procedimientos de la invención comprenden introducir una corriente en un recipiente de separación que tiene una superficie interna, al menos una entrada, y al menos una salida de vapor. La corriente puede ser cualquier mezcla de vapor y de no-vapor. El término "vapor" según se utiliza aquí, puede significar vapor y/o gas. El término "no-vapor", según se utiliza aquí, puede significar líquidos, sólidos tales como catalizadores, y mezclas de líquidos y de sólidos, incluyendo soluciones y suspensiones. De acuerdo con los procedimientos de la invención, la corriente contiene al menos un no-vapor y al menos un vapor. La corriente se introduce en el recipiente de separación a través de la(s) entrada(s), donde la velocidad de la corriente se reduce tras su introducción en el recipiente de separación, y donde la coherencia tangencial de la corriente se maximiza. La reducción de la velocidad de la corriente entrante y la 35 maximización de su coherencia tangencial, contribuyen a la minimización de la tendencia de la corriente a moverse a lo largo de la superficie interna del recipiente de separación hacia la salida de vapor, y contribuyen a una reducción del arrastre.

De acuerdo con el procedimiento de la invención, un flujo de vapor se separa de la corriente en el recipiente de separación, y sube por dentro del recipiente de separación a velocidades de vapor no uniformes. El flujo de vapor sale del recipiente de separación a través de la(s) salida(s) de vapor, moviéndose a velocidades de salida de flujo de vapor. De acuerdo con la presente invención, las velocidades no uniformes a las que circula el flujo de vapor por el interior del recipiente de separación, pueden ser distribuidas con el fin de ayudar a la reducción del arrastre del no vapor y de la pérdida de componentes de no-vapor valiosos tales como los catalizadores. La distribución de velocidades de vapor contribuye a una reducción de la tendencia de la corriente a moverse a lo largo de la superficie interna del recipiente de separación hacia la salida de vapor, y también minimiza las capacidades de vórtice del flujo de vapor ascendente, reduciendo con ello el arrastre de no-vapor. 45

De acuerdo con la presente invención, la corriente es guiada a lo largo de una trayectoria cuando se introduce en el recipiente de separación de tal manera que se optimiza la coherencia tangencial, de modo que la tendencia de la corriente a moverse a lo largo de la superficie interna del recipiente de separación hacia la salida de vapor se minimiza, y de modo que la cantidad de no-vapor que sale con el flujo de vapor a través de la(s) salida(s) de vapor se minimiza. 50

El arrastre de no-vapor y la pérdida de no-vapor valioso, se reducen con el control de las velocidades de salida de flujo de vapor, de tal modo que se mantiene la coherencia tangencial de la corriente, de manera que la tendencia de la corriente a moverse a lo largo de la superficie interna del recipiente de separación hacia la salida de vapor se minimiza, y de manera que la cantidad de no-vapor que sale del recipiente de separación con el flujo de vapor a través de la(s) salida(s) se minimiza. 55

60 De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, un ciclón, según se conoce en la industria, puede ser utilizado en combinación con otras realizaciones de la presente invención para recuperar cualquier no-vapor que salga del recipiente de separación con el flujo de vapor.

Los procedimientos de la presente invención van a ser explicados de manera más completa en la discusión detallada 65 y en los ejemplos que siguen.

# ES 2 295 358 T3

## Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista superior de un recipiente de separación que posee dos entradas;

5 la Figura 2 es una vista frontal de un recipiente de separación que tiene dos entradas;

la Figura 3 es una vista frontal de un recipiente de separación que tiene dos entradas y una bandeja de distribución;

10 la Figura 4 es una vista superior en sección transversal de un recipiente de separación que tiene dos entradas y guías de entrada;

la Figura 5 es una vista lateral en sección transversal, tomada a lo largo de la línea 5-5 de la Figura 4, de un recipiente de separación que tiene dos entradas y guías de entrada;

15 la Figura 6 es una vista frontal de una realización alternativa de un recipiente de separación que tiene dos entradas, y

la Figura 7 es una vista superior de una realización alternativa de un vaso de separación que tiene una pluralidad de entradas.

20

## Descripción detallada

Haciendo ahora referencia a los dibujos, y a la Figura 1 en particular, se ha ilustrado un recipiente (3) de separación, con dos entradas (1) y (2). La Figura 2 muestra una vista frontal de un vaso (3) de separación con dos entradas (1) y (2), una salida (6) de vapor, una base (4), y una salida (5).

Una corriente se introduce en el recipiente (3) de separación a través de las entradas (1) y (2). El número de entradas utilizadas, la localización de la(s) entrada(s), y el diámetro de la(s) entrada(s), pueden ser manipulados según imponga la geometría del recipiente de separación, con el fin de reducir la velocidad de la corriente tras su introducción en el recipiente de separación, con el fin de reducir la tendencia de la corriente a moverse a lo largo de la superficie interna del recipiente de separación hacia la salida de vapor, y para reducir el arrastre de los no-vapores.

El diámetro de la(s) entrada(s) (1) y (2) es, con preferencia, tal que se maximiza la coherencia tangencial de la corriente entrante. Aunque las entradas (1) y (2) han sido mostradas en la Figura 2 con una geometría cilíndrica, los expertos en la materia comprenderán que también se pueden usar entradas que tengan una geometría distinta de la cilíndrica. Por consiguiente, se puede utilizar una amplia variedad de geometrías para diseñar la(s) entrada(s). De acuerdo con una realización alternativa de la presente invención, según se ilustra en la Figura 6, la posición de las entradas (1) y (2) puede ser variada de modo que el punto de entrada de la entrada (1) esté desplazado verticalmente respecto al punto de entrada de la entrada (2). Los expertos en la materia comprenderán que el desplazamiento vertical entre las entradas (1) y (2) puede ser cambiado ampliamente, según imponga la geometría del recipiente de separación, con el fin de reducir la velocidad y maximizar la coherencia tangencial de la corriente entrante, consiguiendo con ello una reducción del arrastre.

De acuerdo con otra realización alternativa de la presente invención, según se ilustra en la Figura 7, se puede usar una pluralidad de entradas (1), (2), (12) y (13) para reducir la velocidad y maximizar la coherencia tangencial de la corriente entrante. Según se ilustra en la Figura 7, las entradas (1) y (2) proporcionan una entrada tangencial hacia el recipiente (3) de separación, mientras que las entradas (12) y (13) proporcionan una entrada perpendicular. Los expertos en la materia comprenderán que las ubicaciones de las entradas (1), (2), (12) y (13) son de naturaleza ilustrativa, y que las entradas pueden estar situadas en cualquier parte a lo largo del perímetro exterior del recipiente de separación. Los expertos en la materia reconocerán también que el número de entradas utilizadas puede variar ampliamente, según imponga la geometría del recipiente de separación, y en virtud de los beneficios desde un punto de vista de los costes.

La relación de no-vapor respecto a vapor en la corriente de entrada es, con preferencia, tal que el no-vapor no se dispersa en el vapor tanto como para necesitar que se aplique una fuerza de aceleración a la corriente para formar una aglomeración del no-vapor. En otra realización preferida, la velocidad de la corriente se reduce a una velocidad que no provoque que la corriente se rompa cuando entre en contacto con la pared del recipiente (3) de separación. Se prefiere que, tras la introducción en el recipiente de separación, la velocidad de la corriente se reduzca hasta una velocidad que sea menor que la velocidad a la que la dispersión de las partículas de no-vapor de la corriente conduce al arrastre de dicho no-vapor.

El vapor se separa de la corriente y sale del recipiente (3) de separación a través de la salida (6) de vapor a velocidades de vapor no uniformes que son impuestas por el diseño del recipiente de separación. El vapor puede ser separado de la corriente mediante una reducción de la presión tras la entrada en el recipiente de separación, o mediante otros métodos conocidos por los expertos en la materia. Para reducir y distribuir las velocidades no uniformes del vapor en el interior del recipiente (3) de separación, se dispone con preferencia una bandeja (7) de distribución en el interior del recipiente de separación, según se ha ilustrado en la Figura 3. De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, la bandeja de distribución puede ser una bandeja perforada sustancialmente planar. Dicha bandeja

## ES 2 295 358 T3

es bien conocida por los expertos en la materia. Los expertos en la materia reconocerán también que se pueden utilizar asimismo bandejas que no sean planares o sustancialmente planares.

- La bandeja (7) de distribución, distribuye la velocidad no uniforme del vapor en el interior del recipiente de separación. La bandeja (7) de distribución, sin embargo, no llega a igualar las velocidades no uniformes debido a que existirán áreas locales de diferente velocidad en las porciones perforadas y macizas de la bandeja (7) de distribución. La distribución de las velocidades de vapor no uniformes contribuyen a la reducción del arrastre debido a que las velocidades de vapor más altas tienden a portar más no-vapor que las velocidades de vapor más bajas. La bandeja (7) de distribución contribuye también a minimizar la tendencia de la corriente a moverse a lo largo de la superficie interna del recipiente (3) de separación hacia la salida (6) de vapor.

De acuerdo con los procedimientos de la presente invención, cuando se utiliza una bandeja (7), se dispone en el interior del recipiente (3) de separación, y la velocidad de la corriente se mantiene de modo que la corriente no contacta con, ni desborda, la bandeja (7). Con preferencia, la distancia entre las entradas (1) y (2) y la bandeja (7) se maximiza mientras que se mantienen las capacidades de distribución de la bandeja (7).

En otra realización preferida, la bandeja (7) se sitúa en un punto que minimiza la capacidad vortical del vapor, y provoca que el vapor se desplace ascendentemente por el interior del recipiente (3) de separación. Todavía en otra realización preferida de la presente invención, se proporciona una corriente de irrigación de agua, de líquido, u otra corriente de irrigación, a la bandeja (7), para ayudar a reducir el arrastre del no-vapor.

Según se separa el vapor de la corriente entrante, el no-vapor del interior del recipiente (3) de separación se recoge en la base (4) donde se mantiene a un nivel (9) mediante el control de su liberación a través de la salida (5). Los expertos en la materia reconocerán que se puede utilizar una amplia diversidad de procedimientos para liberar el no-vapor a través de la salida (5), y que el nivel (9) mantenido puede ser variado según imponga la geometría del recipiente de separación. Aunque el recipiente (3) de separación ha sido mostrado con un diseño cilíndrico simple, los expertos en la materia reconocerán que se pueden utilizar recipientes que tengan otras configuraciones geométricas. En consecuencia, se puede utilizar una amplia variedad de geometrías para diseñar el recipiente de separación, incluyendo, aunque sin limitación, un ahusamiento o ensanchamiento de la base (4) con respecto al resto del recipiente (3) de separación. El nivel (9) en la base (4) del recipiente (3) de separación se mantiene con preferencia a una altura que proporcionará la liberación controlada del no-vapor desde el recipiente (3) de separación, y que minimiza la cantidad de no-vapor en la base (4) arrastrado por la corriente. Con preferencia, deflectores (no ilustrados) han sido incluidos en la base (4) para minimizar el flujo rotacional del no-vapor en la base (4) con el fin de minimizar el flujo rotacional del no-vapor en la base (4), ayudando con ello a minimizar el arrastre del no-vapor en la base por parte de la corriente entrante. Los deflectores y otros accesorios que tienen los mismos efectos que los deflectores, son bien conocidos por los expertos en la materia.

De acuerdo con la presente invención, se prefiere que el arrastre del no-vapor en la base (4) por medio de la corriente entrante, se minimice de modo que contribuya a la minimización de la cantidad de no-vapor que sale con el flujo de vapor. Estos objetivos de la invención se realizan con preferencia mediante uno, o una combinación, de lo siguiente: posicionamiento de las entradas (1) y (2), mantenimiento del nivel de no-vapor en la base (4), regulación de la velocidad de la corriente entrante, distribución de las velocidades no uniformes del vapor en el interior del recipiente (3) de separación, y regulación de la velocidad del vapor saliente. Los expertos en la materia comprenderán que la posición de las entradas (1) y (2), el nivel de no-vapor mantenido en la base (4), la regulación de la velocidad de la corriente entrante, la distribución de las velocidades no uniformes del vapor en el interior del recipiente de separación, y la regulación de la velocidad del vapor saliente, pueden ser sometidas, cada una de ellas, a una amplia gama de ajustes, y cada una puede ser ajustada independientemente de las otras, con el fin de conseguir el comportamiento más preferido según imponga la geometría del recipiente de separación.

De acuerdo con otra realización preferida, según se ilustra en las Figuras 4 y 5, se pueden disponer guías (8) de entrada en el interior del recipiente de separación para maximizar la coherencia tangencial de la corriente. Las guías (8) de entrada tienen un primer reborde (10) que se extiende perpendicular a la superficie interna del recipiente (3), y un segundo reborde (11) que se extiende perpendicular al primer reborde (10) y concéntricamente con respecto a la superficie interna del recipiente (3). Según se muestra en la Figura 4, las guías (8) de entrada pueden ser arqueadas y perfiladas longitudinalmente y respecto a la superficie interna del recipiente (3) de separación de modo que cubran el punto de entrada de la(s) entrada(s) (1) y (2). Con preferencia, el segundo reborde (11) se extiende a la longitud completa de la(s) guía(s). El primer reborde (10) de la(s) guía(s) (8) se extiende con preferencia hacia fuera desde la superficie interna del recipiente (3) de separación hasta una distancia que es aproximadamente igual al diámetro de la(s) entrada(s) (1) y (2). Con preferencia, la(s) guía(s) (8) de entrada circunscriben(n) un arco de alrededor de 60 a 120 grados. Más preferiblemente, la(s) guía(s) (8) de entrada circunscriben(n) un arco de aproximadamente 90 a 120 grados. Los expertos en la materia comprenderán que la geometría y configuración de la(s) guía(s) (8) de entrada pueden variar según imponga el diseño del recipiente de separación.

Los expertos en la materia comprenderán que la extensión de la(s) guía(s) (8) hacia fuera en el recipiente de separación, puede variar ampliamente para un comportamiento más preferible según imponga la geometría del recipiente de separación. Los expertos en la materia reconocerán también que la(s) guía(s) (8) puede(n) no ser arqueada(s), y que la(s) guía(s) (8) puede(n) ser colocada(s) en una diversidad de posiciones, configuraciones y ángulos, incluyendo una ligera inclinación, según imponga la geometría del recipiente (3) de separación, con el fin de conseguir la máxima reducción del arrastre.

# ES 2 295 358 T3

Puesto que las velocidades superficiales son responsables del arrastre una vez que se ha formado una distribución específica de tamaño de gotita o de partícula, se puede utilizar también una salida (6) de vapor de diámetro más grande, que contribuya a una reducción de la velocidad del vapor de salida, para reducir el arrastre del no-vapor. El diámetro de la salida de vapor afecta a la velocidad del vapor de salida. En términos de diseño para cualquier recipiente 5 de separación, de acuerdo con las realizaciones preferidas de la presente invención, se optimiza la separación de la(s) entrada(s) y de la salida de vapor. Los expertos en la materia comprenderán que el número de salidas de vapor utilizadas, su posición, su diámetro y su configuración geométrica, pueden ser ajustados y variados según imponga la geometría del recipiente de separación, y en virtud de los beneficios desde un punto de vista de los costes, para conseguir la máxima reducción del arrastre.

10 En otra realización preferida, la salida (6) de vapor se alimenta a un ciclón (no representado), bien conocido por los expertos en la materia. Según es convencional en la técnica, el ciclón recoge los líquidos y los sólidos arrastrados por el flujo de vapor saliente. Los fluidos o los sólidos recogidos por el ciclón pueden ser recirculados o almacenados, de acuerdo con la secuencia de operación particular de procesamiento o de refinación.

15 De acuerdo con la presente invención, la reducción del arrastre puede ser llevada a cabo mediante uno o más de los siguientes procedimientos: (1) reducción de la velocidad de la corriente entrante mediante ajuste del número de entradas utilizadas, de la posición de la(s) entrada(s), y del diámetro de la(s) entrada(s); (2) maximización de la coherencia tangencial de la corriente entrante mediante reducción de la velocidad y/o guiado de la misma a lo largo de 20 una trayectoria cuando se introduce en el recipiente de separación; (3) minimización de la tendencia de la corriente a moverse a lo largo de la superficie interna del recipiente de separación hacia la salida de vapor mediante reducción de su velocidad y/o guiado de la misma a lo largo de una trayectoria cuando se introduce en el recipiente de separación y/o mediante distribución de las velocidades de vapor en el interior del recipiente de separación; y (4) reducción de las 25 velocidades de salida de flujo de vapor mediante ajuste del número de salidas, de la posición de la(s) salida(s), y del diámetro de la(s) salida(s).

La presente invención va a ser descrita ahora con mayor detalle con referencia a los ejemplos que siguen. Los ejemplos son simplemente ilustrativos de los procedimientos de la presente invención y no deben entenderse como limitativos.

## Ejemplos

En procesos de gases/líquidos, el arrastre de líquido en forma de atomizaciones y neblinas es el resultado de la formación de gotitas creadas mediante uno o más de diversos mecanismos tales como agitación, condensación y cambios de presión acompañados de evaporación rápida. En tales procesos, un factor de contribución principal al arrastre de líquido es el tamaño y la distribución de las gotas. Las gotitas creadas en aplicaciones de turbulencia o velocidad altas, tal como los atomizadores, el enfriamiento brusco, la evaporación rápida y la destilación, son normalmente una función de la energía o potencia por unidad de masa.

El tamaño del recipiente de separación depende de los procesos y del equipamiento que se utilicen, así como también de las propiedades típicas de los líquidos, los vapores, los gases y los sólidos que se estén utilizando. Los ejemplos que siguen se refieren a la aplicación del proceso de la invención a un evaporador comercial. Se fabricó un modelo a escala reducida de un evaporador comercial para la realización de los ensayos que se discuten en los ejemplos. En un evaporador como el evaporador comercial mencionado, se suministra energía al líquido mediante 40 evaporación rápida a alta velocidad. La escala reducida de las velocidades de vapor mediante energía cinética, y las velocidades de líquido mediante masa, fueron estimadas para el modelo de unidad de evaporador como sigue.

Para la fase gaseosa, el escalado de energía cinética estuvo expresado por la definición de factor de capacidad utilizada en destilación, la cual está relacionada de forma muy cercana con la correlación de Souders-Brown para 50 los separadores de partículas. La escala reducida para la fase líquida se basó en relaciones de masa equivalente entre la unidad comercial y la unidad modelo. El tamaño de gota depende de las propiedades físicas del sistema. Para un sistema de gas/líquido, el tamaño de gota depende también de la potencia por unidad de masa en un régimen de flujo turbulento. El arrastre es una función exponencial de la velocidad superficial.

Debido a las altas velocidades de flujo de la corriente entrante utilizada generalmente para operar en un recipiente de separación, la presente invención buscó un procedimiento con el que rebajar las velocidades de entrada y distribuir las velocidades de vapor, de modo que: (1) se creó y se mantuvo una coherencia tangencial de la corriente de entrada; (2) se redujo el desplazamiento de la corriente de entrada a lo largo de la superficie interna del recipiente de separación hacia la salida de vapor; (3) se redujo la cantidad de no-vapor procedente de la corriente de entrada que salió con el flujo 60 de vapor; y (4) se minimizó la cantidad de no-vapor arrastrado por la corriente entrante desde la base del recipiente de separación.

En el modelo de evaporador, se utilizó una bandeja de distribución de vapor que tenía orificios de 12,7 mm (0,5 pulgadas) de diámetro, y un área de orificios del 13,5%. El área adyacente a la pared del recipiente no tenía orificios hasta una distancia de alrededor de 445 mm (1,75 pulgadas) desde la pared. La bandeja tenía 519 orificios que tenían un diámetro de 12,7 mm (1/2 pulgada), con un paso triangular de 27,9 mm (1,1 pulgadas).

## ES 2 295 358 T3

Se diseñó un ciclón de plástico acrílico de 36,8 cm (14,5 pulgadas), y se conectó mediante una tubería con la salida del evaporador en algunos de los desarrollos de prueba. La salida del ciclón fue conectada mediante una tubería con una disposición de separador de partículas/paleta, contenida en una caja de plástico acrílico. Esta disposición facilitó la observación de la efectividad de los procedimientos de la invención, puesto que el fondo del ciclón recogió todo el arrastre medible.

En algunos desarrollos de prueba, la bandeja fue regada con 5,68 l (1,5 galones) por minuto (gpm) de agua (indicado en la Tabla I como "lavado de 5,68 l/min").

10 En algunos desarrollos de prueba, se utilizó sal para estimular sólidos, tales como catalizadores, disueltos o suspendidos en el no-vapor de la corriente entrante (indicada en la Tabla I como "sal").

Cuando el flujo fue dividido hacia dos conductos de entrada, cada uno tenía un diámetro nominal de 12,1 cm (4,75 pulgadas). Cuando se agrandaron las entradas, se utilizó un conducto de plástico acrílico con un diámetro nominal de  
15 15,24 cm (6 pulgadas), (indicado en la Tabla I como "entrada dividida" de 15,24 cm).

Cuando se probaron las guías, se utilizaron guías perfiladas arqueadas entre 60 y 120 grados (indicadas en la Tabla I como "guías").

20 Las principales observaciones de los desarrollos realizados con el recipiente de separación modelo, fueron:

- Cuando se incrementaron las velocidades de gas, el punto de separación para un arrastre incrementado pareció estar en torno a  $22,7 \text{ m}^3$  (800 pies cúbicos reales) por minuto (acfpm), para ambos casos de evaporador con bandejas y sin bandejas, aunque el incremento fue exponencial solamente cuando estuvo presente la bandeja, aparentemente debido a que el líquido mojó el fondo de la bandeja.

- Una bandeja irrigada redujo el arrastre de sal (utilizada para estimular los sólidos disueltos, tales como los catalizadores) en aproximadamente el 80% en comparación con el caso básico (sin bandejas), aunque no se redujo el arrastre total de líquido, sino que por el contrario se incrementó.

30 - Dos entradas que tenían un diámetro nominal de 12,1 cm (4,75 pulgadas) redujeron el arrastre significativamente. La adición de una bandeja de distribución no irrigada redujo el arrastre a aproximadamente cero (hasta una velocidad de gas dada).

35 - Con dos entradas que tenían un diámetro nominal de 12,1 cm (4,75 pulgadas) y una bandeja, se produjo un incremento súbito, drástico, del arrastre a aproximadamente  $35,7 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$  (1.260 acfm) cuando la velocidad de líquido se incrementó desde alrededor de 197 hasta 227 litros/minuto (52 a 60 gpm). Se observó que la bandeja pareció rebosar en ese punto. También se observó que la adición de un lavado a la bandeja iniciaba el rebosamiento a velocidades de gas más bajas.

40 - Con dos entradas agrandadas (15,24 cm nominales), no se pudo observar ningún arrastre medible hasta, e incluyendo, las velocidades más altas de la combinación de líquido y gas en la gama estudiada. Con una bandeja presente, no existió tampoco ningún arrastre visible y, adicionalmente, estuvo presente una menor salpicadura.

45 - Las guías de flujo por encima de la entrada, resultaron efectivas para detener el arrastre a velocidades más altas. Una guía de 90° pareció comportarse mejor que una guía de 120°.

50

(Tabla pasa a página siguiente)

55

60

65

# ES 2 295 358 T3

TABLA I

*Resultados de los Desarrollos de Unidades Modelo*

5 El número 5,68, cuando se encuentra presente una bandeja, se refiere a una velocidad de lavado o irrigación de alrededor de 5,68 l/min (1,5 gpm).

La indicación 15,24 cm a continuación de “entrada” se refiere a una o más entradas agrandadas.

10 La indicación “única” o la carencia de indicación a continuación de “entrada”, se refiere a un recipiente de ensayo que utiliza solamente una entrada.

	<b>Desarrollo</b>	<b>Litros por minuto</b> <b>(l/min)</b>	<b>Metros cúbicos reales por minuto (Acfm)</b>	<b>Arrastre</b> <b>(kg/min)</b>	<b>Comentarios</b>
	<b>Núm.</b>				
15	1	196,82	21,71	0,00045	sin bandejas
	2	132,48	22,24	0,90720	sin bandejas
	3	132,48	15,80	0,00045	sin bandejas
20	4	132,48	25,42	0,00454	sin bandejas
	5	132,48	10,98	0,00000	sin bandejas
	6	147,62	24,32	0,00272	sin bandejas
	7	196,82	23,55	0,00045	sin bandejas - sal
25	8	196,82	25,82	0,00045	sin bandejas - sal
	9	196,82	26,33	0,02903	1 bandeja
	10	196,82	19,58	Mayor de 0	1 bandeja
	11	196,82	26,02	0,12837	1 bandeja
30	12	196,82	27,95	0,19278	1 bandeja
	13	196,82	24,68	0,07711	1 bandeja - sal
	14	196,82	28,00	0,11022	1 bandeja - sal
	15	196,82	28,00	0,20276	1 bandeja - sal - lavado de 5,68 l/min
35	16	196,82	23,55	0,02767	1 bandeja - sal - lavado de 5,68 l/min
	17	196,82	17,53	0,00091	1 bandeja - sal - lavado de 5,68 l/min
40	18	227,10	30,64	0,00000	1 bandeja - entrada dividida
	19	227,10	31,72	0,96345	1 bandeja - entrada dividida - lavado de 5,68 l/min
45	20	227,10	23,52	0,06895	1 bandeja - entrada dividida - lavado de 5,68 l/min
50	21	227,10	26,22	Mayor de 0	sin bandejas - entrada dividida
	22	227,10	22,75	Mayor de 0	sin bandejas - entrada dividida
55	23	227,10	31,95	0,00091	sin bandejas - entrada dividida
	24	227,10	25,14	0,00590	sin bandejas
	25	227,10	22,05	0,00136	sin bandejas
60	26	227,10	28,32	0,00771	sin bandejas
	27	227,10	30,16	0,01179	sin bandejas
	28	227,10	26,10	0,00363	sin bandejas
	29	196,82	30,84	0,00998	sin bandejas
65	30	196,82	27,81	0,00000	1 bandeja - entrada dividida
	31	196,82	33,82	0,00000	1 bandeja - entrada

### ES 2 295 358 T3

					dividida
	32	196,82	36,74	0,00000	1 bandeja – entrada dividida
5	33	227,10	35,95	1,54133	1 bandeja – entrada dividida
	34	261,17	34,39	0,00000	1 bandeja – entrada dividida de 15,2 cm
10	35	287,66	34,42	0,00000	1 bandeja – entrada dividida de 15,2 cm
	36	317,94	36,32	0,00000	1 bandeja – entrada dividida de 15,2 cm
15	37	287,66	37,11	0,00000	1 bandeja – entrada dividida de 15,2 cm
	38	291,45	39,66	0,00000	1 bandeja – entrada dividida de 15,2 cm
20	39	317,94	39,41	0,00000	1 bandeja – entrada dividida de 15,2 cm
	40	287,66	39,44	0,00000	sin bandejas – entrada dividida de 15,2 cm
25	41	317,94	40,12	0,00000	sin bandejas – entrada dividida de 15,2 cm
30	42	295,23	34,16	0,00000	guías 90 – entrada dividida de 15,2 cm
	43	299,02	41,74	0,00000	guías 90 – entrada dividida de 15,2 cm
35	44	299,02	41,59	0,00000	guías 90 – entrada dividida de 15,2 cm
	45	306,59	36,88	0,00000	guías 120 – entrada dividida de 15,2 cm
40	46	344,44	40,86	0,00000	guías 120 – entrada dividida de 15,2 cm
	47	317,94	33,11	0,00000	salida amplia – entrada dividida de 15,2 cm
45	48	374,72	33,05	0,00000	salida amplia – entrada dividida de 15,2 cm
50	49	370,93	39,78	0,00091	salida amplia – entrada dividida de 15,2 cm
55	50	280,09	30,53	0,00816	salida amplia - entrada dividida de 15,2 cm
	51	261,17	30,53	0,00590	salida amplia – entrada dividida de 15,2 cm
60	52	321,73	30,39	0,00953	salida amplia –

# ES 2 295 358 T3

5	53	280,09	36,23	0,02722	entrada dividida de 15,2 cm salida amplia –
10	54	325,51	35,55	0,07620	salida amplia – entrada dividida de 15,2 cm

15 Se debe apreciar que aunque las pruebas fueron desarrolladas en un recipiente de separación modelo que proporcionó una entrada tangencial de la corriente en el recipiente de separación, el procedimiento de la invención es también aplicable a recipientes en los que la entrada real de la corriente en el recipiente no es tangencial. Una entrada tangencial no es el foco u objeto de la invención, sino que, por el contrario, un objeto consiste en la maximización de la coherencia tangencial una vez que la corriente ha sido introducida en el recipiente.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

# ES 2 295 358 T3

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para reducir el arrastre de componentes de no-vapor presentes en un flujo de vapor que sale de un recipiente de separación, en el que el procedimiento comprende:
  - 5      introducir una corriente en un recipiente de separación que tiene una superficie interna, al menos una entrada, y al menos una salida de vapor, en el que la corriente se introduce a través de la al menos una entrada, y circula tangencialmente hasta la superficie interna del recipiente de separación, en el que la corriente comprende una porción de no-vapor y una porción de vapor, y en el que la velocidad de la corriente se reduce tras la introducción de la corriente en el recipiente de separación;
  - 10     separar un flujo de vapor de la corriente en el recipiente de separación, teniendo dicho flujo de vapor una velocidad de vapor no uniforme en el interior del recipiente de separación, y
  - 15     permitir que el flujo de vapor salga del recipiente de separación a través de la al menos una salida de vapor.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la porción de no-vapor de la corriente comprende al menos un sólido.
- 20     3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el sólido está disuelto o suspendido en la porción de no-vapor.
- 25     4. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, que comprende además recuperar al menos una parte de la porción de no-vapor de la corriente que sale del recipiente de separación a través de la al menos una salida de vapor con el flujo de vapor.
- 30     5. Un procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el recipiente de separación tiene una primera superficie interna curva y una segunda superficie interna perpendicular a dicha primera superficie interna curva, para distribuir las velocidades de vapor en el interior del recipiente de separación.
- 35     6. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que la corriente se introduce en el recipiente de separación a través de al menos dos entradas.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el recipiente de separación tiene un eje longitudinal y la corriente se introduce en el recipiente de separación a través de dos entradas situadas en diferentes puntos a lo largo del eje longitudinal del recipiente de separación.

40

45

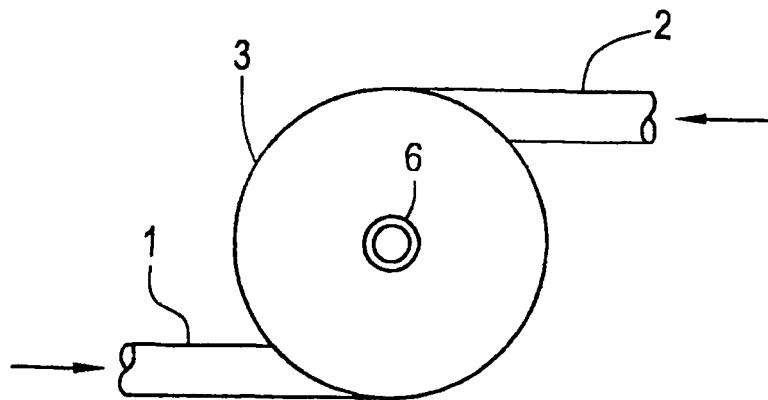
50

55

60

65

**FIG. 1**



**FIG. 2**

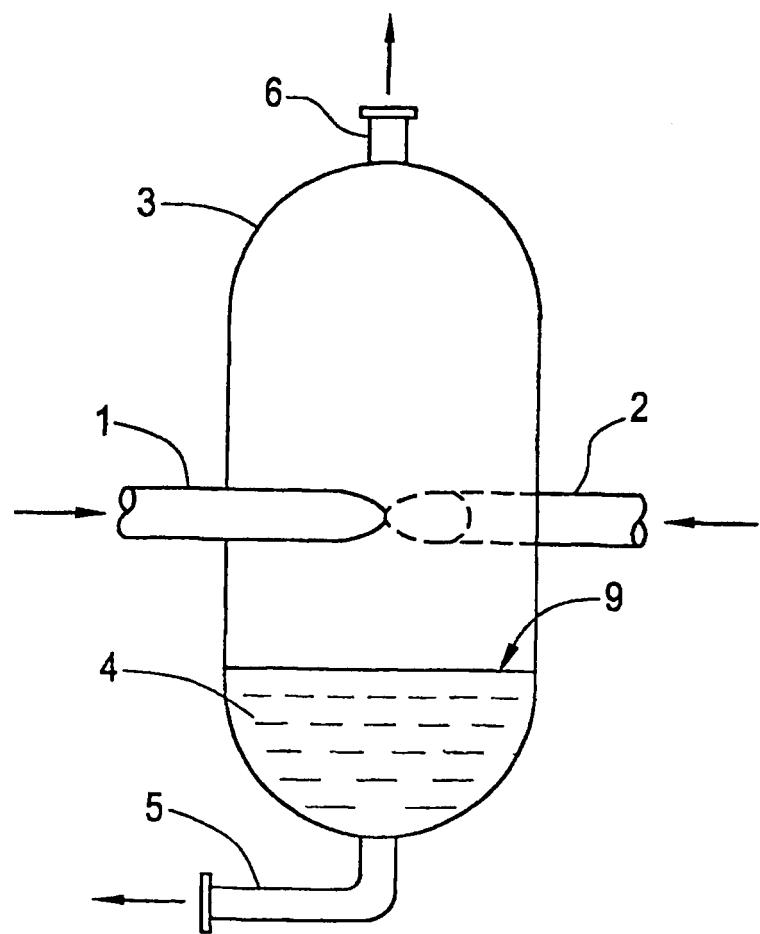


FIG. 3

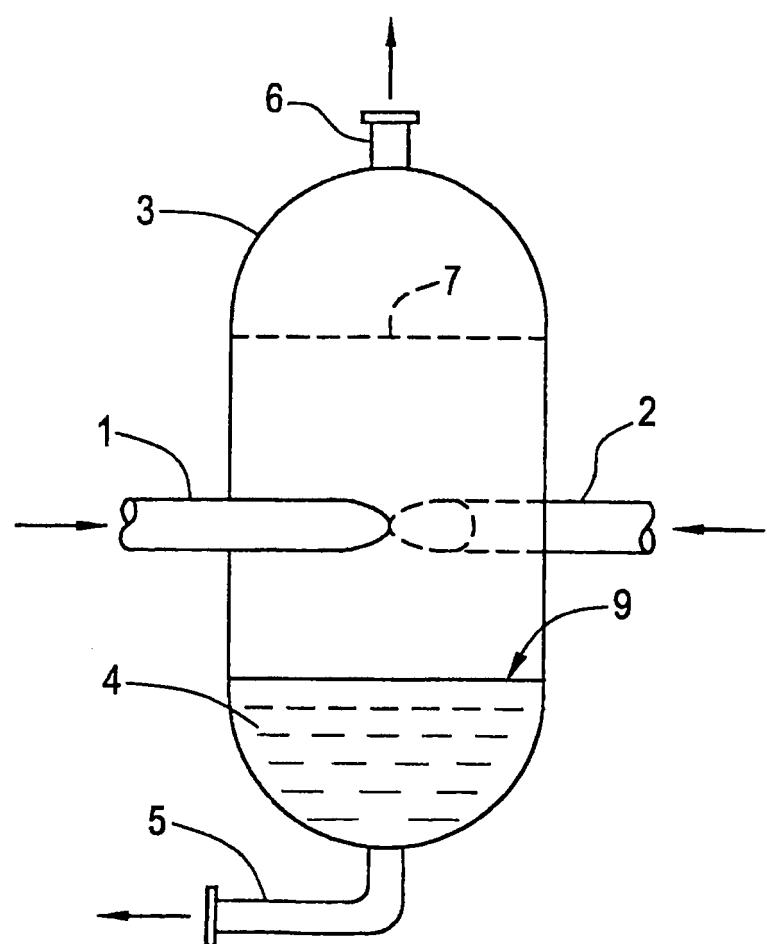


FIG. 4

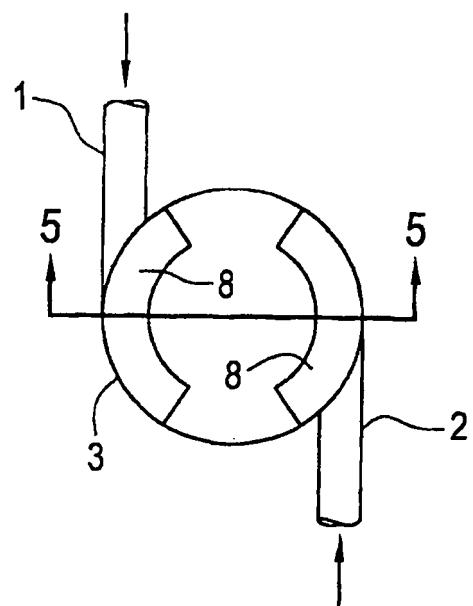


FIG. 5

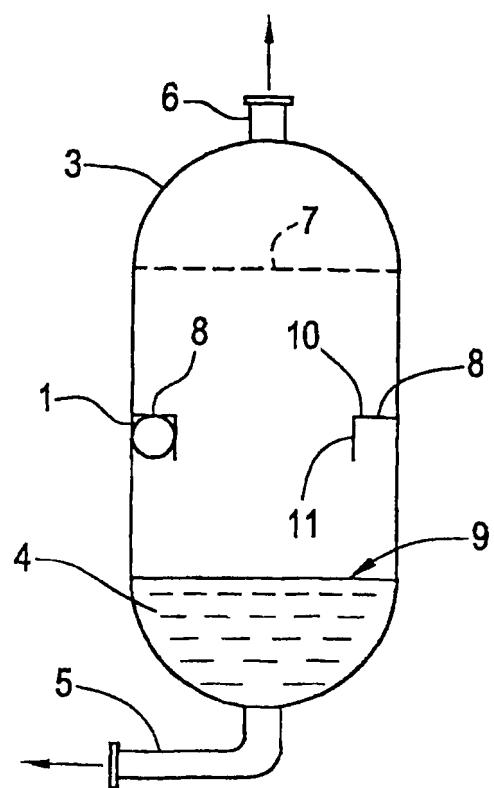


FIG. 6

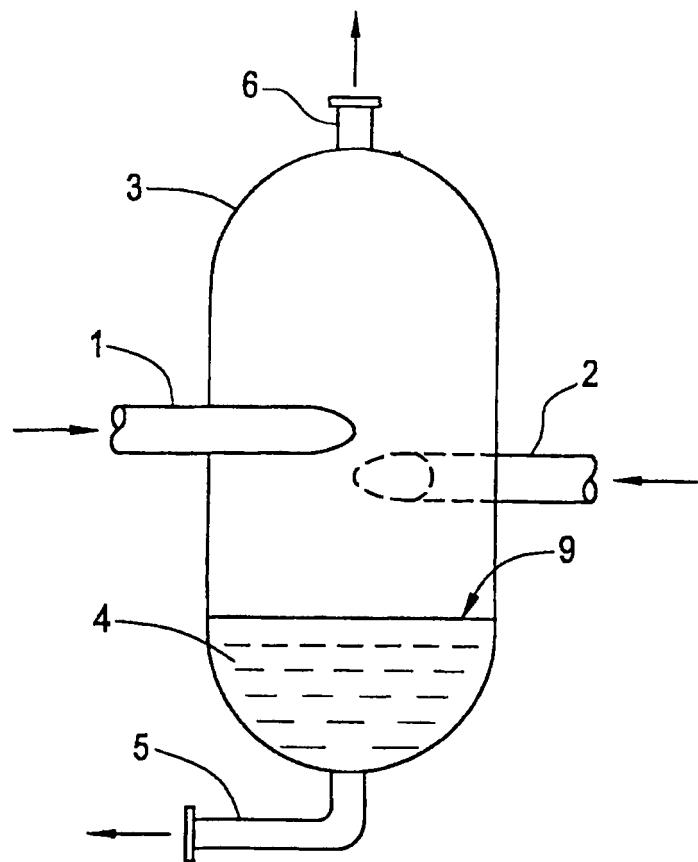


FIG. 7

