

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 931**

51 Int. Cl.:

<b>C10G 9/14</b>	(2006.01)
<b>C10G 9/36</b>	(2006.01)
<b>B01D 1/14</b>	(2006.01)
<b>B01B 1/00</b>	(2006.01)
<b>C10G 9/40</b>	(2006.01)
<b>B01B 1/06</b>	(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2010 PCT/US2010/060279**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2011 WO11075475**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2010 E 10838200 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2513255**

54 Título: **Mezclador de alimentación pesada**

30 Prioridad:

**15.12.2009 US 638078**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.06.2019**

73 Titular/es:

**TECHNIP PROCESS TECHNOLOGY, INC.  
(100.0%)  
11740 Katy Freeway  
Houston, Texas 77079, US**

72 Inventor/es:

**LARSON, WILLIAM ARTHUR;  
DABNEY, GEORGE E.;  
MURPHEY, JOHN R.;  
FEWEL, KENNETH JACK y  
WANG, YONG**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 715 931 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

Mezclador de alimentación pesada

5 **Antecedentes de la invención****I. Campo de la invención**

10 Esta invención se refiere, en general, a un aparato y un proceso para la vaporización de material de carga de hidrocarburos pesados. En particular, la presente invención se refiere a un aparato y un proceso para vaporizar de manera sustancial completamente el material de carga de hidrocarburos pesados mezclado con vapor. También se describe el uso del aparato y el proceso en la producción de productos gaseosos y líquidos tales como olefinas a partir de material de carga de hidrocarburos pesados.

15 **II. Antecedentes de la técnica relacionada**

El craqueo térmico para convertir el material de carga de hidrocarburos en subproductos gaseosos y líquidos más útiles es un proceso bien conocido. El proceso de craqueo, también conocido como pirólisis, craquea los enlaces carbono-carbono en los hidrocarburos más largos para formar hidrocarburos de cadena más pequeña. La velocidad de reacción general y los productos finales dependen de la temperatura de procesamiento, la presión y el tiempo de residencia. El craqueo térmico se ha usado comúnmente para producir olefinas tales como etileno, propileno o buteno a partir de diversos tipos de material de carga de hidrocarburos relativamente ligeros, tales como etano, propano o nafta. El craqueo de vapor es un proceso de craqueo térmico a alta temperatura, que normalmente se realiza en un horno de pirólisis.

25 Un horno de pirólisis convencional tiene, en general, dos secciones principales: una sección de convección y una sección radiante. La alimentación de hidrocarburos gaseosos o líquidos se introduce en la sección de convección donde entra en contacto indirecto y se precalienta por los gases de escape del quemador del horno. Además, cuando se desee, puede agregarse vapor de dilución en la sección de convección. La alimentación de hidrocarburos líquidos se precalienta en la sección de convección para producir una mezcla de dos fases de líquido-vapor. La alimentación precalentada se dirige a continuación a una sección radiante, en la que la mezcla de material de carga-vapor se calienta con calor radiante y normalmente se craquea a temperaturas tan altas como 850 °C durante unos tiempos de residencia medidos en décimas de segundo para formar los productos deseados. Después del craqueo, el gas craqueado sale del horno, preferentemente se enfría rápidamente y se envía para su posterior procesamiento corriente abajo. Los productos formados como resultado del proceso de craqueo dependen de factores tales como la composición de la alimentación, la relación de hidrocarburo a vapor, así como la temperatura de craqueo, la presión y el tiempo de residencia de horno.

40 El craqueo de vapor en un horno de pirólisis se ha usado para producir con éxito olefinas a partir de material de carga de hidrocarburos ligeros tales como etano, propano, gas de petróleo licuado (LPG), o nafta. Sin embargo, existe una necesidad continua de reducir los costes asociados a la producción de olefinas. Un enfoque implica el uso de material de carga de bajo coste, que puede mejorarse económicamente mediante procesos de craqueo pirolíticos. Por ejemplo, el uso de material de carga más pesado que el material de carga de etano o nafta, que han sido las alimentaciones predominantes, posiblemente puede reducir el coste de producción de olefinas. Los ejemplos de materiales de alimentación de hidrocarburos pesados, que pueden considerarse, incluyen, entre otros, gasóleo atmosférico, gasóleo al vacío, petróleo crudo, aceite desasfaltado, aceites derivados de arenas de alquitrán o esquisto bituminoso, extremos pesados de gas a líquido, condensado pesado y residuo hidrocraqueado. Sin embargo, el uso de estos materiales de carga más pesados que tienen un punto de ebullición inicial por encima de 200 °C en un horno de pirólisis puede dar lugar a incrustaciones o coquización en los tubos de sección de convección, lo que afecta negativamente en el funcionamiento y el rendimiento del horno. Esto se produce cuando los extremos pesados no vaporizados están expuestos a las altas temperaturas en el tubo de metal dentro de la sección de convección. Se hace necesario detener la producción y limpiar el horno de pirólisis a intervalos periódicos. Esto reduce significativamente la producción y aumenta los costes de producción. Para reducir este problema, el material de carga de hidrocarburos pesados debe vaporizarse completamente en presencia de vapor dentro de una superficie no calentada.

55 Se han empleado varios enfoques en el intento de abordar los problemas anteriores y otros asociados al craqueo pirolítico del material de carga de hidrocarburos pesados. Por ejemplo, cada una de la patente de Estados Unidos N.º 6, 632,351 de Ngan, et al., y la patente de Estados Unidos N.º 7.311.746 de Stell, et al., desvela un aparato para pirolizar un material de carga pesado, que separa los componentes volátiles y no volátiles de la alimentación pesada. Los componentes de hidrocarburos ligeros, que provocan menos problemas de coquización, se alimentan a un horno de craqueo de vapor donde pueden convertirse en olefinas. Los componentes pesados de hidrocarburos se encaminan a, por ejemplo, un tanque de almacenamiento donde pueden procesarse usando otras técnicas, tales como el craqueo catalítico de fluidos. Sin embargo, estos enfoques requieren etapas de procesamiento adicionales, así como la adición de una o más unidades de mezcla y separación antes de la sección de convección. Esto aumenta significativamente la complejidad del proceso y da como resultado altos costes de capital.

Se proporciona otro ejemplo mediante la patente de Estados Unidos N.º 5.190.634 de Fernandez-Baujin, et al., y la patente de Estados Unidos N.º 5.817.226 de Eric Lenglet. En estas patentes se desvelan procesos en los que se inhibe la formación de coque usando corrientes gaseosas ricas en hidrógeno, como H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> o un material de carga de hidrocarburos ligeros vaporizados para mezclar y vaporizar el material de carga de carbono pesado. La inclusión de productos de hidrógeno en la sección de convección minimiza la formación de coque, por ejemplo, inhibiendo la polimerización de los hidrocarburos precalentados. Sin embargo, estos enfoques requieren tuberías adicionales para suministrar la corriente necesaria rica en hidrógeno, aumentando de este modo la complejidad y el coste. La necesidad de usar gases de proceso tales como el H<sub>2</sub> también aumenta los costes operativos generales.

Otro ejemplo más puede encontrarse en la patente de Estados Unidos N.º 4, 498,629 de Alexander Grondman y en la patente de Estados Unidos N.º 6.797.238 de Chandrasekharan, et al. Estas patentes desvelan un aparato que minimiza la propensión a la formación de coque vaporizando completamente el material de carga de hidrocarburos pesados con vapor antes de alimentarse a la sección de calentamiento radiante del horno. El aparato comprende dos elementos tubulares concéntricos que tienen ejes longitudinales coincidentes y un espacio anular formado entre los mismos. El elemento tubular exterior tiene un elemento de forma tronco-cónica, ligeramente divergente y alargada, unido a su extremo abierto en una posición, que está detrás de la localización donde el vapor sobrecalentado se encuentra con el material de carga de hidrocarburos pesados. Esta configuración se establece para reducir la cantidad de gotas de líquido que entran en contacto con la pared del elemento de forma tronco-cónica, reduciendo de este modo el riesgo de formación de coque. Sin embargo, el aparato requiere una longitud de vaporización muy larga con el fin de vaporizar de manera sustancial completamente el material de carga de hidrocarburos. Esto se suma al coste de capital y requiere un espacio valioso en la sección de convección de horno.

El documento US3154386 desvela un aparato donde se inyecta vapor en una región anular interior, sobrecalentado y se intercambia calor con una mezcla de dos fases de un vapor de hidrocarburos y de dilución que está fluyendo a contracorriente en una región anular exterior.

Se describen métodos y sistemas adicionales para craquear material de carga de hidrocarburos pesados, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos números 3.617.493; 4.673.486; 5.580.443; 7.090.765; 7.247.765; 7.297.833; 7.312.371; 7.351.872; y 7,358,413, así como también en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2007/0232845. Los enfoques anteriores de la técnica anterior desvelan diversos métodos y sistemas que son capaces de producir productos de hidrocarburos más ligeros a partir de material de carga de hidrocarburos pesados con grados variables de eficacia y de reducir algunos de los problemas asociados a la coquización o la obstrucción. Sin embargo, existe una necesidad continua de mejoras adicionales en el diseño y la eficacia, junto con reducciones en el coste.

### Sumario de la invención

De acuerdo con una realización específica de la presente invención se proporciona un aparato para la vaporización de una mezcla de alimentación de hidrocarburos con vapor, comprendiendo dicho aparato un almacén alargado relativamente exterior que comprende una salida corriente abajo, una sección de salida, una sección tubular de convergencia/divergencia, una sección de entrada corriente arriba y una entrada corriente arriba,

(a) comprendiendo dicha sección de entrada corriente arriba (2) en comunicación de fluidos:

- (i) una sección de entrada troncocónica para dirigir una mezcla de material de carga de hidrocarburos y de vapor de dilución recibida desde la entrada corriente arriba hasta una sección de tubería tubular interior, y
- (ii) dicha sección de tubería tubular interior para el paso de dicha mezcla de material de carga de hidrocarburos y de vapor de dilución desde dicha sección de entrada troncocónica a través de una placa que separa la sección de entrada troncocónica de la sección tubular de convergencia/divergencia, estando dicha entrada corriente arriba y dicha sección de entrada corriente arriba localizadas en un extremo corriente arriba de dicho aparato;

(b) comprendiendo dicha sección tubular de convergencia/divergencia

- (i) una sección de abertura, una sección de convergencia, una sección de garganta y una sección de divergencia, extendiéndose las paredes de dicha sección de divergencia para conectarse a dicho almacén alargado,
- (ii) al menos una entrada de vapor para recibir vapor desde una abertura dispuesta a lo largo de dicho almacén alargado en una región anular exterior definida por dicha placa en el extremo corriente arriba, dicho almacén alargado, y dicha sección de divergencia en el extremo corriente abajo,
- (iii) en la que dicha sección de abertura forma una región anular interior alrededor de dicha sección de tubería tubular interior para recibir vapor desde dicha región anular exterior y dicha mezcla de material de carga de hidrocarburos y de vapor de dilución desde dicha sección de tubería tubular interior y descargar la mezcla en la sección de convergencia,
- (iv) en la que dicha sección de garganta recibe el efluente desde la sección de convergencia, y

(v) en la que dicha sección de divergencia recibe el efluente desde la sección de garganta; y

(c) dicha sección de salida está en comunicación de fluidos con la sección de divergencia de dicha sección tubular de convergencia/divergencia, dicha sección de salida está en comunicación de fluidos con dicha salida corriente abajo en un extremo corriente abajo del aparato.

De acuerdo con otra realización específica, se proporciona un aparato para la vaporización de material de carga de hidrocarburos. El aparato comprende una entrada corriente arriba en comunicación de fluidos con una sección de entrada corriente arriba que comprende una sección de entrada troncocónica y una sección de tubería tubular interior; una sección de salida en comunicación de fluidos con una salida corriente abajo; y una sección tubular de convergencia/divergencia que tiene un extremo corriente arriba integral con dicha sección de entrada troncocónica y que comprende:

- i) una sección de abertura,
- ii) una sección de convergencia cuyo diámetro disminuye gradualmente a partir del de la sección de abertura,
- iii) una sección de garganta, que tiene el diámetro constante, y
- iv) una sección de divergencia cuyo diámetro aumenta gradualmente desde el diámetro de la sección de garganta hasta el diámetro de la sección de salida, en el que dicha sección de divergencia está en comunicación de fluidos con dicha sección de salida,

en el que la sección de entrada corriente arriba y la sección de abertura de la sección tubular de convergencia/divergencia está dispuesta coaxialmente alrededor de un eje longitudinal común, en el que al menos una parte del extremo corriente abajo de la sección de tubería tubular interior está encerrada por el extremo corriente arriba de la sección de abertura de la sección tubular de convergencia/divergencia, y en el que un extremo corriente abajo de la sección de divergencia forma parte integral de la sección de salida.

En otra realización específica más de la invención, se proporciona un proceso para vaporizar un material de carga de hidrocarburos pesados. El proceso comprende:

- i) mezclar una alimentación de hidrocarburos precalentada con vapor de dilución para vaporizar parcialmente la alimentación de hidrocarburos para formar una mezcla de dos fases de líquido-vapor;
- ii) dirigir dicha mezcla de dos fases de líquido-vapor hacia una entrada corriente arriba en comunicación de fluidos con una sección de entrada corriente arriba que contiene una sección de entrada troncocónica en conexión de fluidos con una sección de tubería tubular interior para el paso de dicha mezcla de dos fases de líquido-vapor a una sección tubular de convergencia/divergencia que tiene una sección de abertura, una sección de convergencia para mezclar la mezcla de alimentación de hidrocarburos en comunicación de fluidos con una sección de garganta, en el que la mezcla de dos fases de líquido-vapor se descarga de la sección de garganta por medio de una sección de divergencia en comunicación de fluidos con una sección de salida que tiene una salida corriente abajo, estando dicha sección de entrada corriente arriba, la sección tubular de convergencia/divergencia y un armazón alargado dispuestos coaxialmente alrededor de un eje longitudinal común, estando dentro de dicho aparato una placa localizada en una zona corriente arriba del armazón alargado y formando parte integral de la pared interior del armazón alargado y pasando dicha sección de tubería tubular interior a través y formando parte integral de dicha placa, definiendo la placa y la sección tubular de convergencia/divergencia una región anular exterior entre la pared interior del armazón alargado y la pared exterior de la sección tubular de convergencia/divergencia, y definiendo la sección de tubería tubular interior de la sección de entrada corriente arriba y la sección de abertura de la sección tubular de convergencia/divergencia una región anular interior, en el que el vapor de una entrada de vapor en el armazón alargado pasa a través de dicha región anular exterior en una dirección sustancialmente de contracorriente al flujo de la mezcla de dos fases de líquido-vapor hasta que dicho vapor entra en dicha región anular interior y se mezcla con la mezcla de dos fases de líquido-vapor en una zona de vaporización dentro de dicha sección de convergencia de dicha sección tubular de convergencia/divergencia antes de salir por la salida corriente abajo; y
- iii) calentar adicionalmente la mezcla de dos fases de líquido-vapor y vapor para proporcionar una corriente de hidrocarburo de manera sustancial completamente vaporizada, y a continuación craquear hidrocarburos en dicha corriente de hidrocarburo vaporizado en una sección radiante de horno para obtener un producto de hidrocarburo craqueado.

En aún otra realización, es un objetivo de la presente invención proporcionar un aparato simple, compacto y económico que promueva el mezclado eficaz con vapor y al menos complete sustancialmente o complete la vaporización del material de carga de hidrocarburos pesados y reduzca o minimice los problemas debidos a la coquización o la obstrucción. En algunas realizaciones de la invención, los problemas de coquización se resuelven sustancialmente al vaporizar al menos de manera sustancial completamente el material de carga de hidrocarburos pesados en presencia de vapor antes del craqueo en la sección de calentamiento radiante de un horno de pirolisis convencional. La vaporización sustancialmente completa se logra mediante un aparato que tiene un diseño único, que facilita la vaporización eficaz, reduce o minimiza la longitud necesaria y reduce tanto los costes de capital como los operativos.

Al menos sustancialmente completa o completa, la vaporización de una mezcla de alimentación de hidrocarburos

con vapor se realiza a través de la estructura y la disposición de la sección interior, la sección tubular de convergencia/divergencia, el armazón alargado, y las secciones de salida. Aunque los inventores no desean estar limitados por ninguna teoría, se cree que la región anular interior relativamente estrecha entre la sección de entrada corriente arriba y la abertura a la sección tubular de convergencia/divergencia aumenta la velocidad de entrada del vapor de dilución sobrecalentado. Esto proporciona al vapor un impulso adicional y una energía cinética para maximizar la vaporización. Otra ventaja adicional surge de la convergencia de las corrientes dentro de la parte convergente de la sección tubular de convergencia/divergencia. Esto induce el impacto directo de la corriente de protección con la corriente del núcleo en la zona de vaporización y aumenta significativamente la velocidad de la mezcla. Esto induce turbulencia y un alto grado de cizallamiento, mejorando de este modo la mezcla del vapor y de la alimentación de hidrocarburo.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un esquema en sección transversal del mezclador de alimentación pesada, que muestra la forma y la disposición general de la sección de entrada corriente arriba, la sección tubular de convergencia/divergencia, el armazón alargado y la sección de salida.

La figura 2 muestra el mezclador de alimentación pesada con nomenclatura de identificación para las dimensiones de la sección de entrada corriente arriba, la sección tubular de convergencia/divergencia, el armazón alargado y la sección de salida.

La figura 3 es un esquema en sección transversal del mezclador de alimentación pesada, que muestra el flujo de alimentación de hidrocarburos y vapor durante las condiciones de operación convencionales.

La figura 4 es un esquema en sección transversal de una segunda realización del mezclador de alimentación pesada, que no está provisto de una región anular exterior.

#### Descripción detallada de la invención

Los objetivos anteriores y otros de la invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción y las realizaciones ilustrativas, que se describen en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Los elementos similares en cada figura se designan con números de referencia similares y, por lo tanto, las descripciones detalladas posteriores de los mismos se omiten por brevedad.

En una realización, la presente invención se refiere a un mezclador de alimentación pesada mejorada (1) tal como se presenta en la figura 1. El mezclador de alimentación pesada (1) puede localizarse dentro de la sección de convección de o exterior al horno y en comunicación de fluidos con la sección de convección de un horno de pirolisis convencional y está diseñado para aceptar una mezcla mixta de líquido-vapor de dos fases compuesta de material de carga de hidrocarburos y vapor de dilución. Después de que la mezcla pase a través del mezclador de alimentación pesada (1), se emite y se entrega una corriente sustancialmente completa/completamente vaporizada de material de carga de hidrocarburos a la sección de calentamiento radiante para el craqueo pirolítico.

En comparación con los mezcladores de la técnica anterior, el mezclador de alimentación pesada (1) acorta significativamente la longitud total del mezclador necesaria para la vaporización completa del material de carga de hidrocarburos pesados. Esto se logra principalmente por medio de una sección tubular de convergencia/divergencia única (3) que incluye unas secciones (3a-3d) dentro del mezclador de alimentación pesada (1), como se presenta en la figura 1. Al describir el nuevo mezclador de alimentación pesada (1) de las figuras 1-3, el lado de corriente arriba se muestra a la izquierda mientras que el lado de corriente abajo está a la derecha. A este respecto, el flujo de material de carga de hidrocarburos en la figura 1, por ejemplo, es de izquierda a derecha. El mezclador de alimentación pesada (1) está construido a partir de secciones tubulares coaxiales que tienen ejes longitudinales coincidentes, es decir, una sección de entrada corriente arriba (2), una sección tubular de convergencia/divergencia (3), un armazón alargado (4) que incluye una entrada corriente arriba (9), una sección de salida (13) y una salida corriente abajo (10). El diámetro de cada sección tubular es tal que el diámetro de la parte corriente abajo (es decir, (2b)) de la sección de entrada corriente arriba (2) es menor que el diámetro más pequeño de la sección tubular de convergencia/divergencia (3) y los diámetros del armazón alargado (4) son mayores que el diámetro más grande de la sección tubular de convergencia/divergencia (3). Aunque el mezclador de alimentación pesada (1) y las secciones 2 - 4 que lo comprenden se describen a lo largo de esta memoria descriptiva como tuberías sustancialmente tubulares que tienen secciones transversales circulares, debe entenderse que la forma y la sección transversal de las tuberías no están tan limitadas. Pueden usarse otras formas bien conocidas en la técnica que incluyen, por ejemplo, secciones transversales ovales, cuadradas, rectangulares o hexagonales.

Las secciones tubulares pueden estar construidas a partir de cualquier material capaz de transportar un material de carga de hidrocarburos y vapor, mientras que soportan ambientes químicos agresivos, así como presiones y temperaturas extremas. Los ejemplos incluyen acero que contiene carbono, aceros de baja aleación que contienen cromo y molibdeno, o aceros inoxidables. Las temperaturas de funcionamiento más altas y/o los entornos más corrosivos pueden requerir materiales más costosos, tal como el níquel, el titanio y las aleaciones de cobre. Los

materiales de construcción, sin embargo, no son críticos para la presente invención y no deben interpretarse como limitantes de las reivindicaciones.

5 El almacén alargado (4) que incluye la entrada corriente arriba (9), la sección de salida (13) y la salida corriente  
 10 abajo (10) son sustancialmente rectas con la sección de divergencia (3d) que forma parte integral de una entrada de  
 la sección de salida (13). El extremo corriente arriba del almacén alargado (4) comprende una entrada corriente  
 arriba (9) para la introducción de una mezcla de alimentación de hidrocarburos y vapor de dilución mientras que el  
 15 extremo corriente abajo de la sección de salida (13) comprende una salida corriente abajo (10) para dirigir el material  
 de carga de hidrocarburos vaporizado desde el dispositivo hasta el horno para su sobrecalentamiento y craqueo. El  
 almacén alargado (4) y la sección de salida (13) tienen unas longitudes suficientes de  $l_{4o}$  y  $l_{13o}$ , respectivamente,  
 para proporcionar un material de carga de hidrocarburos pesados de manera sustancial completamente vaporizado.  
 El almacén alargado (4) está equipado además con al menos una entrada de vapor (6) a lo largo de su periferia. La  
 20 entrada de vapor (6) está colocada corriente abajo de la entrada corriente arriba (9) y está localizada dentro de la  
 región que define una región anular exterior (11) entre la sección tubular de convergencia/divergencia (3) y el  
 25 almacén alargado (4). La entrada de vapor (6) proporciona el suministro de vapor de dilución sobrecalentado a la  
 región anular exterior (11).

La sección de entrada corriente arriba (2) tiene una longitud interior de  $l_{2i}$  con una sección de entrada de forma  
 20 troncocónica (2a) en conexión de fluidos con una entrada corriente arriba (9) para recibir la mezcla de dos fases de  
 líquido-vapor de la alimentación de hidrocarburos y el vapor de dilución. La sección de entrada troncocónica (2a) se  
 extiende desde la entrada corriente arriba (9) hasta la sección de tubería tubular interior (2b), de tal manera que está  
 en comunicación de fluidos con la sección de tubería tubular interior (2b) de la sección de entrada corriente arriba  
 (2). La sección de tubería tubular interior (2b) se extiende desde la sección de entrada de forma troncocónica (2a) y  
 25 pasa a través de una placa (8) que forma parte integral de la superficie interior del almacén alargado (4) del  
 mezclador de alimentación pesada (1). La placa (8) está localizada entre la sección de entrada de forma  
 troncocónica (2a) y el extremo corriente arriba de la sección tubular de convergencia/divergencia (3) con el fin de  
 limitar el extremo corriente arriba de la región anular exterior (11) formada entre el almacén alargado (4) y la sección  
 de tubería tubular interior (2b).

30 La sección tubular de convergencia/divergencia (3) está localizada entre la sección de entrada corriente arriba (2) y  
 la sección de salida (13) del almacén alargado (4) y tiene un diámetro que varía a lo largo de su longitud en la  
 dirección longitudinal. La sección tubular de convergencia/divergencia (3) se compone de cuatro subsecciones  
 distintas: una sección de abertura (3a) que es una sección recta de longitud  $l_{3a}$  y un diámetro  $d_{3a}$  más pequeño que  
 35 el diámetro  $d_{4o}$  del almacén alargado (4), pero más grande que el diámetro  $d_{2i}$  de la sección de tubería tubular  
 interior (2b); una sección de convergencia (3b) que proporciona la convergencia de la sección tubular de  
 convergencia/divergencia (3) reduciendo gradualmente el diámetro de la sección tubular de  
 convergencia/divergencia (3) sobre una longitud  $l_{3b}$  y un ángulo de convergencia  $\theta_{3b}$ ; una sección de garganta (3c)  
 que tiene una longitud recta y corta  $l_{3c}$  y diámetro constante  $d_{3c}$  (la sección de convergencia (3b) conecta la sección  
 40 de abertura (3a) y la sección de garganta (3c)); y una sección de divergencia (3d) que proporciona una sección de  
 divergencia con un diámetro que aumenta gradualmente desde el de la sección de garganta (3c)  $d_{3c}$  hasta el  
 diámetro  $d_{4o}$  del almacén alargado (4) sobre una longitud  $l_{3d}$  y un ángulo de divergencia  $\theta_{3d}$ . El diámetro  $d_{3c}$  de la  
 sección de garganta (3c) es idéntico al diámetro de la salida corriente abajo de la sección de convergencia (3b). El  
 extremo corriente abajo de la sección de divergencia (3d) forma parte integral de la superficie interior del almacén  
 45 alargado (4), formando un sello hermético al aire. La combinación de la sección de abertura, la sección de  
 convergencia, la sección de garganta y la sección de divergencia, es decir, 3a-d, forman la sección tubular de  
 convergencia/divergencia (3). La sección tubular de convergencia/divergencia (3), la placa (8) y el almacén alargado  
 (4) proporcionan la formación de una región anular exterior (11). La región anular exterior (11) facilita la introducción  
 del vapor sobrecalentado en el mezclador de alimentación pesada a través de la entrada de vapor (6).

50 El fin de la sección de entrada corriente arriba (2) es suministrar la mezcla de dos fases a una zona de vaporización  
 (12), que está formada por la sección de convergencia (3b) de la sección tubular de convergencia/divergencia (3). El  
 almacén alargado (4) es preferentemente una tubería recta de una longitud de  $l_{4o}$  y diámetro  $d_{4o}$ , que está equipado  
 con al menos una entrada de vapor (6) a lo largo de su periferia para el suministro de vapor de dilución  
 55 sobrecalentado. En las figuras 1-3, las entradas de vapor (6) están localizadas cerca de la parte corriente abajo de la  
 sección de garganta (3c) a una distancia  $l_6$  de la posición donde la sección de divergencia (3d) forma parte integral  
 del almacén alargado (4). Esto facilita el calentamiento de toda la longitud de la sección tubular de  
 convergencia/divergencia (3) mediante vapor que se suministra a través de la entrada de vapor (6) de una forma a  
 contracorriente. Aunque la entrada de vapor (6) se muestra y describe como que está corriente arriba de la posición  
 60 donde la sección de garganta (3c) se encuentra con la sección de divergencia (3d), la región anular exterior (11)  
 puede extenderse más corriente abajo y la entrada de vapor (6) puede moverse más cerca de la salida corriente  
 abajo del mezclador de alimentación pesada (1), de tal manera que toda la trayectoria de la mezcla de hidrocarburos  
 y vapor de dilución se calienta. El vapor de dilución sobrecalentado que entra al mezclador de alimentación pesada  
 (1) a través de la entrada de vapor (6) fluye inicialmente a través de la región anular exterior (11) formada entre el  
 65 almacén alargado (4) y la sección tubular de convergencia/divergencia (3) en la dirección corriente arriba o a  
 contracorriente a la alimentación de hidrocarburos que entra por la entrada corriente arriba (9) y como se ilustra por  
 las flechas abiertas presentadas en la figura 3.

Un espacio o hueco de longitud  $l_g$  se proporciona entre la placa (8) y el inicio de la sección tubular de convergencia/divergencia (3). Este espacio proporciona una zona en el mezclador de alimentación pesada (1) donde el flujo a contracorriente del vapor de dilución sobrecalentado de la región anular exterior (11) realiza un giro de 180 grados y fluye corriente abajo en una región anular interior (11a) entre la sección de tubería tubular interior (2b) y la sección de abertura (3a) de la sección tubular de convergencia/divergencia (3). La longitud del hueco  $l_g$ , donde el flujo a contracorriente del vapor de dilución sobrecalentado de la región anular exterior (11) realiza un giro de 180 grados y fluye corriente abajo, la longitud  $l_{3a}$  de la sección de abertura (3a) y la longitud de la sección de entrada corriente arriba (2) son de tal manera que el plano final de la sección de abertura (3a) está a una corta distancia corriente abajo de la salida de la sección de entrada corriente arriba (2). El hueco junto con la región en forma de anillo de la sección de tubería tubular interior (2b)/la sección de abertura (3a) y la sección de abertura (3a)/el armazón alargado (4) (determinada por  $d_{3a}-d_{2i}$  y  $d_{4o}-d_{3a}$ , respectivamente) se ha diseñado y dimensionado cuidadosamente para determinar la velocidad de entrada del vapor de dilución sobrecalentado. Estas dimensiones se definirán adicionalmente haciendo referencia a la realización de ejemplo que se describe a continuación. El diseño y la disposición de la sección tubular de convergencia/divergencia (3) producen un flujo de protección anular de alta velocidad del vapor de dilución sobrecalentado alrededor del extremo corriente abajo de la sección de tubería tubular interior (2b). Los factores en el diseño del mezclador de alimentación pesada incluyen el tamaño de la región anular interior (11a) y la posición de la sección de tubería tubular interior (2b) con respecto a la sección tubular de convergencia/divergencia (3). La localización de cada componente se elige de tal manera que se produzca un flujo uniforme de vapor alrededor del extremo corriente arriba de la sección de abertura (3a) y el extremo corriente abajo de la sección de tubería tubular interior (2b).

La mezcla de hidrocarburos y vapor de dos fases entra en el mezclador de alimentación pesada (1) desde la entrada corriente arriba (9) hasta la sección de entrada corriente arriba (2) donde fluye fuera de su extremo corriente abajo y en la zona de vaporización (12), como lo muestran las flechas sólidas en la figura 3. La naturaleza convergente de la sección de convergencia (3b) de la sección tubular de convergencia/divergencia (3) guía el vapor de dilución sobrecalentado hacia la mezcla de hidrocarburos y vapor de dos fases que sale de la sección de tubería tubular interior (2b). El impacto del vapor sobrecalentado (flechas abiertas) con la corriente de hidrocarburos (flechas sólidas) inicia la mezcla y la vaporización adicional del componente de hidrocarburo líquido. El ángulo medio de inyección  $\theta_{3b}$  está definido por el ángulo formado entre la tangente a la pared de la sección de convergencia (3b) y el eje longitudinal del mezclador de alimentación pesada (1). El ángulo medio de inyección  $\theta_{3b}$  puede optimizarse de tal manera que el grado de intermezcla sea un máximo mientras se salpica y se minimiza la formación de depósitos en la pared. Un ángulo medio de inyección más grande  $\theta_{3b}$  pone la intersección entre las dos corrientes de mezcla más cerca de la salida de la sección de tubería tubular interior (2b). Esto aumenta la intensidad de la mezcla y la vaporización. Sin embargo, si el ángulo medio de inyección  $\theta_{3b}$  es demasiado grande entonces, se producirán excesivas salpicaduras. Esto hará que las gotas de líquido se unan y se depositen en las paredes de la tubería en una etapa temprana de la mezcla.

Después de que las dos corrientes se crucen en la zona de vaporización (12), la mezcla de vapor de hidrocarburos y de dilución fluye a través de la sección de garganta (3c). La sección de garganta (3c) es donde la mezcla de hidrocarburos y vapor de dilución alcanza la velocidad más alta. Por consiguiente, la mezcla y vaporización más intensa tiene lugar en esta sección. El aumento de la velocidad de la mezcla de hidrocarburos y vapor facilita la vaporización completa y minimiza la cantidad de gotas de líquido. Después de viajar a través de la sección de garganta (3c) a alta velocidad, la mezcla sale a través de la sección de divergencia (3d) como lo muestran las flechas abiertas de puntos en la figura 3. Dentro de la sección de divergencia (3d), el diámetro difiere del de la sección de garganta (3c) al del armazón alargado (4) sobre un ángulo de divergencia de  $\theta_{3d}$ . Esta divergencia en el diámetro de la tubería también reduce el número de gotas de líquido que llegan y se depositan en las paredes laterales. En una realización, el ángulo medio de inyección  $\theta_{3b}$  y el ángulo de divergencia  $\theta_{3d}$  son al menos cada uno de cinco grados. La reducción general en los depósitos de la pared lateral se produce principalmente debido tanto a un aumento en la velocidad de salida de la sección de garganta (3c) como al grado de vaporización de la mezcla de hidrocarburo y vapor producida por la sección tubular de convergencia/divergencia (3).

Corriente abajo desde el punto integral entre la sección tubular de convergencia/divergencia (3) y el armazón alargado (4) (o junta formada entre la sección de divergencia (3d) y el armazón alargado (4)), el mezclador de alimentación pesada (1) tiene una sección de salida (13), que es una sección recta de longitud ( $l_{13o}$ ) y diámetro ( $d_{13o}$ ) predeterminados. La longitud se dimensiona para garantizar la vaporización completa de la fase líquida existente dentro de la mezcla. Después de salir por la salida corriente abajo (10) del mezclador de alimentación pesada (1), el vapor se dirige a los serpentines de convección del horno para un calentamiento final antes del craqueo en los serpentines radiantes.

La longitud total  $l_{4o}$  del mezclador de alimentación pesada (1) es significativamente menor que la de los mezcladores de alimentación pesada convencionales que tienen la misma capacidad de caudal. El tamaño compacto se debe al diseño único de la sección tubular de convergencia/divergencia (3). Una ventaja es el flujo a contracorriente del vapor sobrecalentado a través de la región anular exterior (11) formada entre el armazón alargado (4) y la sección de abertura (3a). El flujo de contracorriente del vapor sobrecalentado a través de la región anular exterior (11) realiza

un giro de 180 grados y a continuación continúa corriente abajo a través de la región anular interior (11a) formada entre la sección de tubería tubular interior (2b) y la sección de abertura (3a) para producir un flujo y una distribución más uniformes del vapor sobrecalentado alrededor del extremo corriente abajo de la sección de tubería tubular interior (2b). En este caso, no es necesario un tubo de salida largo y recto (por ejemplo, la longitud desde la salida de la sección de divergencia (3d) hasta el extremo corriente abajo de la sección de salida (13) para minimizar el sesgo de flujo creado por la introducción de vapor desde un puerto lateral. Los puertos laterales típicos, que son bien conocidos en la técnica, se describen y se muestran, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos números 6.797.238 y 4.498.629. Otra ventaja es que la región anular interior relativamente estrecha (11a) entre la sección de tubería tubular interior (2b) y la sección de abertura (3a) aumenta la velocidad de entrada del vapor de dilución sobrecalentado. Esto proporciona al vapor un impulso y una energía cinética adicionales para maximizar la vaporización del hidrocarburo líquido en la mezcla de dos fases. Otra ventaja más es que la convergencia de las corrientes dentro de la sección de convergencia (3b) induce el impacto directo de la corriente de protección con la corriente central en la zona de vaporización (12), mejorando de este modo la mezcla y la vaporización.

La constricción del patrón de flujo dentro de la garganta de la sección tubular de convergencia/divergencia (3) producido por la convergencia en la sección de garganta (3c) aumenta significativamente la velocidad de la mezcla. Esto induce turbulencia y un alto grado de cizallamiento, mejorando de este modo la mezcla del vapor de dilución y la alimentación de hidrocarburos. Además, la introducción de contracorriente (relativa a la alimentación de hidrocarburos desde la entrada corriente arriba (9)) de vapor sobrecalentado en la región anular exterior (11) calienta por completo y de manera uniforme las paredes de la sección tubular de convergencia/divergencia (3). La pared caliente de la sección tubular de convergencia/divergencia (3) ayuda en la vaporización de hidrocarburos y reduce la deposición de gotas líquidas.

El componente principal que facilita la mezcla y la vaporización del material de carga de hidrocarburos pesados más eficaz es la sección tubular de convergencia/divergencia única (3) y su colocación en relación con la sección de tubería tubular interior (2b). Por lo tanto, pueden preverse realizaciones en las que no se proporciona una región anular exterior (11). La figura 4 proporciona un ejemplo que muestra un mezclador de alimentación pesada (20) análogo al de las figuras 1-3. En esta realización, la sección de abertura (3a) se extiende en ausencia de la zona anular (11) en una dirección corriente arriba y su extremo corriente arriba forma parte integral de la entrada corriente arriba (9). Por lo tanto, de acuerdo con esta realización de la invención, el armazón alargado (4) está formado por una entrada corriente arriba (9), una sección tubular de convergencia/divergencia (3), una sección de salida (13) y una salida corriente abajo (10). La entrada(s) de vapor (6) también se coloca corriente arriba de la zona de vaporización (12) en la periferia de la sección de abertura (3a). Mientras que la posición exacta de la entrada(s) de vapor (6) no es crucial, se prefiere que se encuentre a cierta distancia corriente arriba de la salida corriente abajo de la sección de tubería tubular interior (2b).

Cuando el vapor de dilución se introduce en el mezclador de alimentación pesada (20) a través de las entradas de vapor (6), se desplaza corriente abajo a través de la región anular interior (11a) hasta que alcanza la sección de convergencia (3b). En este caso, el flujo de vapor envolvente incide sobre la mezcla de hidrocarburo y vapor que sale de la sección de tubería tubular interior (2b) dentro de la zona de vaporización (12) para inducir una mezcla adicional y la vaporización de la alimentación de hidrocarburo y vapor de una manera análoga a la descrita haciendo referencia anteriormente a las figuras 1-3. En esta realización, el vapor que se introduce a través de las entradas de vapor (6) no realiza un giro de 180° antes de entrar en la zona de vaporización. Como se ha observado anteriormente con respecto al mezclador de alimentación pesada (1) en las figuras 1-3, el tamaño de la región anular interior (11a) y la proximidad de la sección de tubería tubular interior (2b) a la zona de vaporización en la figura 4 son parámetros que un experto en la materia puede configurar para producir un flujo uniforme de vapor de dilución envolvente sin crear un cambio significativo en la presión del vapor envolvente y/o el flujo de hidrocarburo y vapor.

Los hornos de craqueo de alimentación de líquido pesado convencionales requieren la vaporización completa de la alimentación de hidrocarburos antes del craqueo en la sección de calentamiento radiante. En comparación con los mezcladores de alimentación pesada convencionales, el diseño novedoso es considerablemente más simple y más pequeño. Esto hace que sea mucho más fácil fijar el mezclador de alimentación pesada en la sección de convección congestionada de un horno de pirólisis convencional. Además, se requiere una cantidad mínima de tuberías y estructuras de soporte, reduciendo de este modo la inversión de capital inicial. Además de ser más simple y más compacto, el mezclador de alimentación pesada desvelado en esta memoria descriptiva es capaz de vaporizar el material de carga de hidrocarburos pesados con un alto grado de eficacia. Esto reduce en gran medida el riesgo de formación de coque en los serpentines de convección, lo que conduce a reducciones aún mayores en los costes operativos generales.

El mezclador de alimentación pesada (1) mostrado y descrito haciendo referencia a las figuras 1-3 está diseñado para vaporizar completamente una mezcla de dos fases de líquido-vapor precalentado de material de carga de hidrocarburos pesados y vapor de dilución. En general, para un funcionamiento adecuado, la entrada al mezclador de alimentación pesada (1) debería diluirse con una cantidad predeterminada de vapor de dilución y calentarse a una temperatura predeterminada, dependiendo ambos del tipo de hidrocarburo usado. Además, el intervalo de parámetros sobre los cuales el mezclador de alimentación pesada (1) puede funcionar de acuerdo con el fin previsto depende de las dimensiones y la localización de la sección de entrada corriente arriba (2), la sección tubular de

convergencia/divergencia (3), el almacén alargado (4) y la sección de salida (13). Las dimensiones exactas de cada componente del mezclador de alimentación pesada (1) también dependen del tipo de alimentación de hidrocarburo que se está usando. Independientemente de las dimensiones específicas utilizadas para el mezclador de alimentación pesada (1), el tamaño de la región anular interior (11a) debería ser de tal manera que exista una distribución de flujo uniforme alrededor del extremo corriente abajo de la sección de tubería tubular interior (2b).

Las realizaciones a modo de ejemplo del mezclador de alimentación pesada (1) descrito en esta memoria descriptiva son capaces de vaporizar el material de carga pesada que tiene un punto de ebullición inicial mayor que 200 °C. Los ejemplos de tales materiales de carga de hidrocarburos incluyen, entre otros: gasóleo al vacío (VGO), gasóleo pesado, petróleo crudo, petróleo desasfaltado, aceites derivados de arenas de alquitrán y esquisto bituminoso, extremos pesados gas a líquido, condensados pesados y residuos hidrocrackeados. El mezclador de alimentación pesada (1) tiene en general una longitud total  $l_{40}$  de 5 metros (m), una escala de longitud que es significativamente más corta que la de los mezcladores convencionales.

Una aplicación específica implica la vaporización de VGO. El material de carga de VGO típico tiene una gravedad específica de 0,869 y un punto de ebullición inicial de 318 °C. En este ejemplo específico, la proporción de vapor de dilución total a VGO es 1:1 en peso, pero no está tan limitada. La proporción de vapor de dilución a VGO puede variar de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1,0 y de aproximadamente 1,1 a aproximadamente 1. Sin embargo, un experto en la materia reconocerá que se contemplan intervalos y subintervalos adicionales dentro de los intervalos explícitos y se incluyen dentro de presente divulgación. Además, debe entenderse que estas proporciones y los parámetros de procesamiento posteriores que se describen a continuación no se limitan al VGO, sino que también pueden aplicarse a otros tipos de material de carga de hidrocarburos pesados. Aproximadamente el 20 por ciento del vapor de dilución total usado se mezcla inicialmente con el VGO a la salida de un serpentín de precalentamiento de hidrocarburos. Esta mezcla de VGO y vapor de dilución se calienta y el VGO se vaporiza parcialmente en el primer serpentín de calentamiento de hidrocarburos y vapor. Esta mezcla de líquido-vapor de dos fases se alimenta a continuación al mezclador de alimentación pesada (1) de la presente invención. La mezcla de dos fases se introduce en el mezclador (1) a través de la sección de tubería tubular interior (2b) y el vapor de dilución sobrecalentado se alimenta al mezclador (1) a través de la entrada de vapor (6). El vapor se alimenta desde el serpentín de convección de vapor de dilución del horno de pirólisis y equivale al 80 por ciento del vapor de dilución total usado. La corriente de salida (10) del mezclador de alimentación pesada (1) es una mezcla compuesta esencialmente por el 100 % del material de carga de VGO vaporizado y vapor de dilución. La corriente completamente vaporizada de VGO y el vapor de dilución se encaminan de nuevo a la sección de convección inferior y se alimenta posteriormente a la sección de calentamiento radiante, donde se somete a la pirólisis. Esto produce olefinas valiosas, tales como etileno y propileno.

Se apreciará por los expertos en la materia que la presente invención no se limita a lo que se ha mostrado y descrito de manera específica anteriormente en el presente documento. Más bien, el alcance de la presente invención se define por las reivindicaciones que siguen. Además, debería entenderse que la descripción anterior es solo representativa de los ejemplos ilustrativos de las realizaciones. Para conveniencia del lector, la descripción anterior se ha centrado en una muestra representativa de posibles realizaciones, una muestra que enseña los principios de la presente invención.

La descripción no ha tratado de enumerar exhaustivamente todas las posibles variaciones. Las realizaciones alternativas pueden no haberse presentado para una parte específica de la invención, y pueden resultar de una combinación diferente de partes descritas, o del hecho de que otras realizaciones alternativas no descritas puedan estar disponibles para una parte, no debe considerarse un descargo de responsabilidad de las realizaciones alternativas. Se apreciará que muchas de esas realizaciones no descritas están dentro del alcance literal de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (1) para la vaporización de una mezcla de alimentación de hidrocarburos pesados con vapor, comprendiendo dicho aparato (1) un almacén alargado relativamente exterior (4) que comprende una salida corriente abajo (10), una sección de salida (13), una sección tubular de convergencia/divergencia (3), una sección de entrada corriente arriba (2) y una entrada corriente arriba (9),
- (a) comprendiendo dicha sección de entrada corriente arriba (2) en comunicación de fluidos:
- (i) una sección de entrada troncocónica (2a) para dirigir una mezcla de material de carga de hidrocarburos y de vapor de dilución recibida desde la entrada corriente arriba (9) hasta una sección de tubería tubular interior (2b), y
- (ii) dicha sección de tubería tubular interior (2b) para el paso de dicha mezcla de material de carga de hidrocarburos y de vapor de dilución desde dicha sección de entrada troncocónica (2a) a través de una placa (8) que separa la sección de entrada troncocónica (2a) de la sección tubular de convergencia/divergencia (3), estando dicha entrada corriente arriba (9) y dicha sección de entrada corriente arriba (2) localizadas en un extremo corriente arriba de dicho aparato (1);
- (b) comprendiendo dicha sección tubular de convergencia/divergencia (3)
- (i) una sección de abertura (3a), una sección de convergencia (3b), una sección de garganta (3c) y una sección de divergencia (3d), extendiéndose las paredes de dicha sección de divergencia (3d) para conectarse a dicho almacén alargado (4),
- (ii) al menos una entrada de vapor (6) para recibir vapor desde una abertura dispuesta a lo largo de dicho almacén alargado (4) en una región anular exterior (11) definida por dicha placa (8) en el extremo corriente arriba, dicho almacén alargado (4), y dicha sección de divergencia (3d) en el extremo corriente abajo,
- (iii) en donde dicha sección de abertura (3a) forma una región anular interior (11a) alrededor de dicha sección de tubería tubular interior (2b) para recibir vapor desde dicha región anular exterior (11) y dicha mezcla de material de carga de hidrocarburos y de vapor de dilución desde dicha sección de tubería tubular interior (2b) y descarga la mezcla en la sección de convergencia (3b),
- (iv) en donde dicha sección de garganta (3c) recibe el efluente desde la sección de convergencia (3b), y
- (v) en donde dicha sección de divergencia (3d) recibe el efluente desde la sección de garganta (3c); y
- (c) dicha sección de salida (13) está en comunicación de fluidos con la sección de divergencia (3d) de dicha sección tubular de convergencia/divergencia (3), dicha sección de salida (13) está en comunicación de fluidos con dicha salida corriente abajo (10) en un extremo corriente abajo del aparato (1).
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la entrada de vapor (6) está localizada a lo largo de la longitud de la sección tubular de convergencia/divergencia (3) entre la placa (8) y el extremo corriente abajo de la sección de divergencia (3d).
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que una tangente a una superficie de la sección de convergencia (3b) forma un ángulo de al menos 5 grados con respecto a un eje longitudinal del aparato (1) o una tangente a una superficie de la sección de divergencia (3d) forma un ángulo de al menos 5 grados con respecto a un eje longitudinal del aparato (1).
4. El aparato de la reivindicación 1, en el que la placa (8) forma parte integral de una superficie exterior de la sección de tubería tubular interior (2b) y una superficie interior del almacén alargado (4) o está situada entre la sección de entrada troncocónica (2a) y el extremo corriente arriba de la sección de abertura (3a) de la sección tubular de convergencia/divergencia (3).
5. El aparato de la reivindicación 1, en el que
- a) el diámetro de la sección de tubería tubular interior (2b) es más pequeño que el diámetro del almacén alargado (4) y el diámetro más pequeño de la sección tubular de convergencia/divergencia (3), o
- b) el diámetro de la sección de abertura (3a) es mayor que el diámetro de la sección de garganta (3c), pero menor que el diámetro del almacén alargado (4) o
- c) el diámetro de la sección de tubería tubular interior (2b) es menor que el diámetro de la sección de abertura (3a).
6. Un proceso para vaporizar un material de carga de hidrocarburos pesados en un aparato (1), comprendiendo dicho proceso:
- i) mezclar una alimentación de hidrocarburos precalentada con vapor de dilución para vaporizar parcialmente la alimentación de hidrocarburos para formar una mezcla de dos fases de líquido-vapor;
- ii) dirigir dicha mezcla de dos fases de líquido-vapor hacia una entrada corriente arriba (9) del aparato (1) en

- comunicación de fluidos con una sección de entrada corriente arriba (2) que contiene una sección de entrada troncocónica (2a) en conexión de fluidos con una sección de tubería tubular interior (2b) para el paso de dicha mezcla de dos fases de líquido-vapor a una sección tubular de convergencia/divergencia (3) que tiene una sección de abertura (3a), una sección de convergencia (3b) para mezclar la mezcla de alimentación de hidrocarburos en comunicación de fluidos con una sección de garganta (3c), en donde la mezcla de dos fases de líquido-vapor se descarga de la sección de garganta (3c) por medio de una sección de divergencia (3d) en comunicación de fluidos con una sección de salida (13) que tiene una salida corriente abajo (10), comprendiendo el aparato (1) dicha sección de entrada corriente arriba (2), estando dicha sección tubular de convergencia/divergencia (3) y un armazón alargado (4) dispuestos coaxialmente alrededor de un eje longitudinal común, estando una placa (8) localizada dentro de dicho aparato (1) en una zona corriente arriba del armazón alargado (4) y formando parte integral de la pared interior del armazón alargado (4) y pasando dicha sección de tubería tubular interior (2b) a través y formando parte integral de dicha placa (8), definiendo la placa (8) y la sección tubular de convergencia/divergencia una región anular exterior (11) entre la pared interior del armazón alargado (4) y la pared exterior de la sección tubular de convergencia/divergencia (3), y definiendo la sección de tubería tubular interior (2b) de la sección de entrada corriente arriba (2) y la sección de abertura (3a) de la sección tubular de convergencia/divergencia una región anular interior (11a), en donde el vapor de una entrada de vapor (6) en el armazón alargado (4) pasa a través de dicha región anular exterior (11) en una dirección de contracorriente al flujo de la mezcla de dos fases de líquido-vapor hasta que dicho vapor entra en dicha región anular interior (11a) y se mezcla con la mezcla de dos fases de líquido-vapor en una zona de vaporización (12) dentro de dicha sección de convergencia (3b) de dicha sección tubular de convergencia/divergencia (3) antes de salir por la salida corriente abajo (10); y
- iii) calentar adicionalmente dicha mezcla de dos fases de líquido-vapor y vapor para proporcionar una corriente de hidrocarburo completamente vaporizada, y craquear hidrocarburos en dicha corriente de hidrocarburo vaporizado en una sección radiante de horno para obtener un producto de hidrocarburo craqueado.
7. El proceso de la reivindicación 6, en el que la alimentación de hidrocarburos pesados comprende al menos uno de entre gasóleo al vacío, gasóleo pesado, petróleo crudo, aceite desasfaltado, aceites derivados de arenas de alquitrán y esquisto bituminoso, extremos pesados de gas a líquido, condensado pesado y residuo hidrocraqueado.
8. El proceso de la reivindicación 6, en el que el vapor de dilución usado en la primera etapa de mezcla (i) es aproximadamente del 5 por ciento al 20 por ciento de la cantidad total de vapor usado.
9. El proceso de la reivindicación 6, en el que el vapor que entra en dicha zona anular interior es vapor sobrecalentado que se introduce en el aparato (1) a través de al menos una entrada de vapor (6).
10. El proceso de la reivindicación 6, en el que la relación entre cantidad total de vapor de dilución y el material de carga de hidrocarburos pesados varía desde 0,5:1 a 1,1:1 en peso.

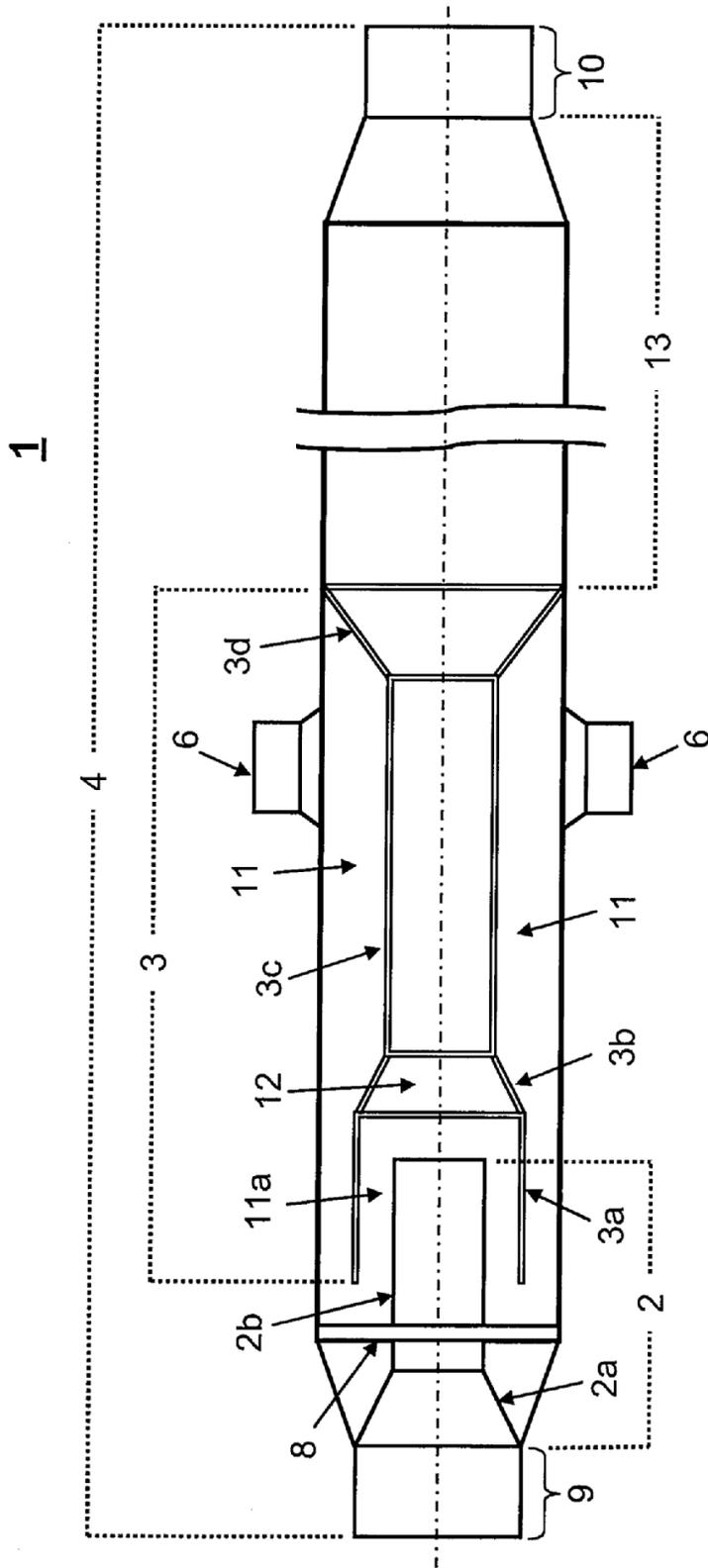


Fig. 1

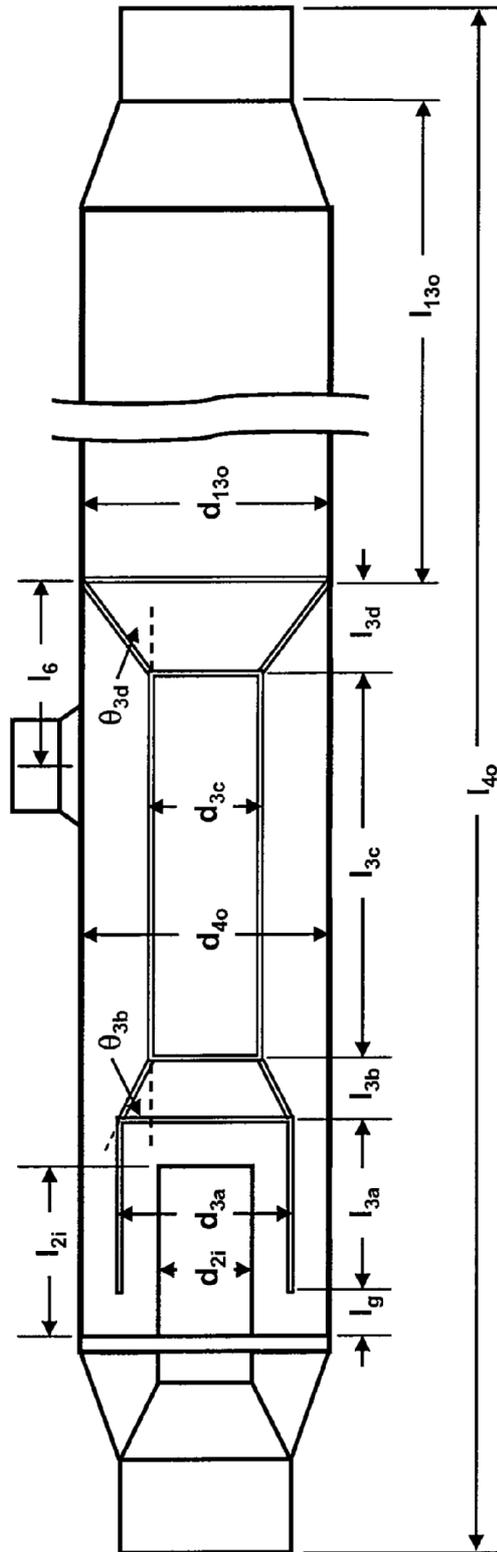


Fig. 2

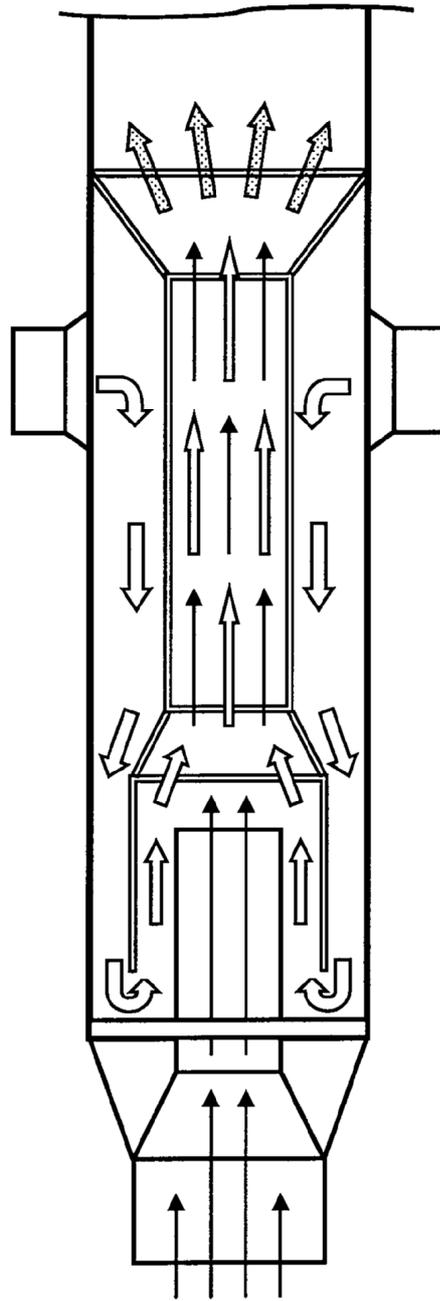
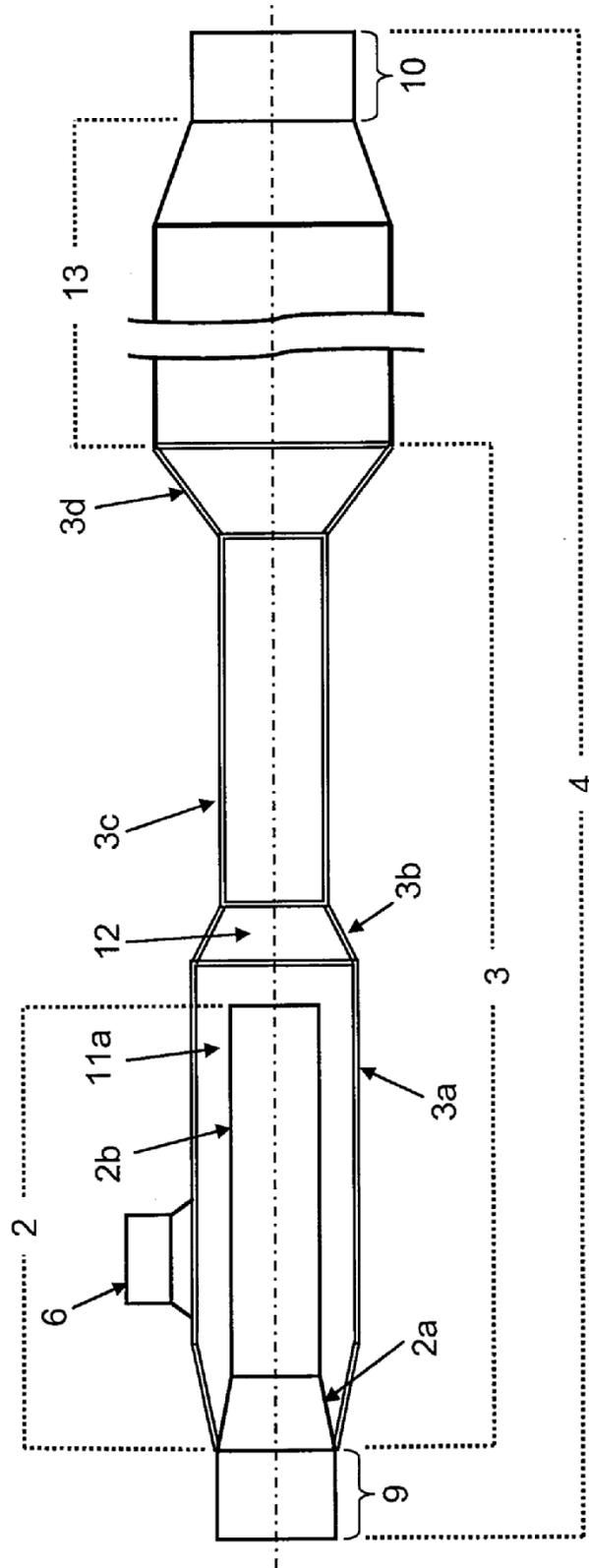


Fig. 3

20



**Fig. 4**