

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 358**

51 Int. Cl.:

B01J 8/24 (2006.01)

B05B 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2015 PCT/FR2015/051152**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15170039**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2015 E 15725817 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 3140032**

54 Título: **Dispositivo de inyección, en particular, para inyectar una carga de hidrocarburos en una unidad de refinación**

30 Prioridad:

05.05.2014 FR 1454040

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

08.02.2019

73 Titular/es:

**TOTAL RAFFINAGE CHIMIE (100.0%)
2 Place Jean Millier La Défense 6
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

LESAGE, ROMAIN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 699 358 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

Dispositivo de inyección, en particular, para inyectar una carga de hidrocarburos en una unidad de refinación

La presente invención se refiere a un dispositivo de inyección, en particular, un dispositivo para la inyección de carga de hidrocarburos desde una unidad de refinación, en particular una unidad de craqueo catalítico fluido (FCC "Fluid Catalytic Cracking" en inglés).

Las cargas de hidrocarburos líquidos tratados en las unidades de refinación generalmente se ponen en contacto con un catalizador sólido que promoverá la(s) reacción(es) química(s) del procesamiento de la carga. Para mejorar este contacto y maximizar el rendimiento de las reacciones, estas cargas de hidrocarburos líquidos se atomizan en gotitas finas mediante dispositivos de inyección. Esta atomización hace posible maximizar la superficie de contacto líquido (carga de hidrocarburo líquido) -sólido (catalizador), lo que promueve la transferencia de calor y contribuye a la distribución homogénea de hidrocarburos dentro de la zona de reacción. Aunque no existe un consenso real relacionado con el diámetro óptimo de las gotitas, generalmente se busca formar gotitas cuyo diámetro sea del mismo orden de magnitud que el diámetro de las partículas de catalizador, a saber, menos de 200 micras, por ejemplo, del orden de 50 a 80 micras.

De manera general, se utilizan dispositivos de inyección llamados "difásicos", que presentan un cuerpo cilíndrico hueco y dos aberturas de entrada a través de las cuales se inyectan respectivamente la carga de hidrocarburo líquido y un gas de atomización, generalmente vapor de agua, dentro de dicho cuerpo. Se proporciona una cámara de contacto dentro del cuerpo, en la que la carga de hidrocarburo y el gas de atomización se ponen en contacto para atomizar la carga de hidrocarburo. Una vez atomizada, la carga de hidrocarburo se expulsa a través de una abertura de salida que desemboca dentro del reactor.

Cada dispositivo de inyección se implanta en la pared de un reactor, para que un extremo del dispositivo de inyección que comprende la abertura de salida está ubicado dentro del reactor.

En particular, se conocen dispositivos de inyección de Venturi en los que la carga se propulsa a través de un Venturi en combinación con un gas de atomización, generando la formación de gotitas. Dicho gas de atomización que circula axialmente permite arrastrar estas gotitas dividiéndolas más hacia la salida del cuerpo. El documento EP-A-0 318 185 describe un dispositivo de inyección para un reactor de craqueo catalítico. Existe la necesidad de un dispositivo de inyección que permita conciliar la simplicidad, baja caída de carga y calidad de atomización.

Se propone un dispositivo de inyección conformado para atomizar un líquido en gotitas por medio de un gas, que comprende:

- un cuerpo que comprende paredes que definen un receso que se extiende axialmente para desembocar, por una parte, hacia un orificio de entrada de gas en un extremo del dispositivo de inyección y, por otra parte, hacia un orificio de salida de líquido atomizado, en el otro extremo del dispositivo de inyección, y formándose un orificio de entrada de líquido en estas paredes, extendiéndose este orificio de entrada de líquido según un componente radial para desembocar, por una parte, en el exterior del cuerpo y, por otra parte, en el receso,
- un conjunto de inyección de gas en el que se define un paso para la circulación de gas entre el orificio de entrada de gas y orificio de salida de gas situado dentro del receso,

en el que

- las paredes del cuerpo definen una estrangulación cuyo cuello está aguas abajo del orificio de salida de gas,
- el conjunto de inyección de gas define con las paredes un espacio para la circulación de líquido desde el orificio de entrada de líquido hacia el cuello de la estrangulación, y
- el dispositivo de inyección está dispuesto de modo que el flujo de gas procedente del orificio de salida de gas cubra una porción de la pared en las proximidades del cuello de la estrangulación.

Se ha observado que asociando un cuello de estrangulación con un flujo de gas en este cuello o muy cerca de este cuello, fue posible obtener una atomización relativamente buena en términos de diámetros de gotitas, con una caída de carga relativamente baja. Es posible que la película líquida que pasa cerca del cuello de la estrangulación se corte por el flujo de gas procedente del conjunto de inyección de gas, provocando de este modo la atomización del líquido en gotitas.

La porción de pared en las proximidades del cuello puede incluir:

- una porción de pared aguas arriba del cuello, que se extiende hacia el cuello o no, y/o
- una porción de pared aguas abajo del cuello, que se extiende hasta el cuello o no.

Por "las proximidades del cuello", se entiende distancias muy pequeñas con relación al cuello, por ejemplo, distancias inferiores al 5 % del diámetro máximo del cuerpo, ventajosamente inferiores al 1 % de este diámetro, posiblemente inferiores al 0,1 % de este diámetro.

Ventajosamente, el cuello puede estar comprendido en la porción de la pared cubierta por el flujo de gas.

Por "estrangulación" se entiende un estrechamiento de la sección del receso hasta el cuello. Aguas abajo del cuello, la sección puede permanecer constante, en el valor mínimo (al menos local) alcanzado al nivel del cuello, o aumentar nuevamente.

- 5 Por "cuello de estrangulación", se entiende un mínimo, en términos de la distancia entre la pared y un eje central del cuerpo, de la estrangulación. En otras palabras, el cuello constituye un extremo de la estrangulación.

Al nivel de la estrangulación, las paredes pueden extenderse según un componente radial hasta el cuello. Para un cuello circunscrito en un plano normal a la dirección axial, por lo tanto, el diámetro de la sección del receso puede alcanzar un mínimo al nivel del cuello.

- 10 El diámetro de la sección del receso aguas abajo del cuello puede permanecer idéntico o sustancialmente idéntico al valor mínimo alcanzado al nivel del cuello. De este modo, podemos prever una porción, llamada cilíndrica, aguas abajo del cuello y extendiéndose hasta el cuello, en el que se forma un conducto de forma cilíndrica.

- 15 En ese caso, el conducto cilíndrico puede extenderse ventajosamente de manera axial sobre una longitud de valor al menos cuatro veces, ventajosamente al menos cinco veces, más elevado que el valor de un diámetro de la sección de este conducto. De manera sorprendente, esta disposición parece permitir obtener un mejor rendimiento.

Alternativamente, el diámetro de la sección del receso aguas abajo del cuello puede ser más elevado que al nivel del cuello. Las paredes al nivel de la estrangulación pueden, por ejemplo, definir un burlete que se extiende según un componente radial hasta el cuello.

- 20 El collar puede definir una línea de borde afilado, es decir, que la derivada, con relación a la posición axial, de la distancia entre la línea axial centrada del cuerpo y las paredes internas del cuerpo es discontinua al nivel del cuello.

Alternativamente, las paredes pueden conformarse ya que esta derivada permanece continua. Las paredes pueden, por ejemplo, definir una estrangulación con un borde de extremo relativamente redondeado.

El cuello puede estar cerrado, por ejemplo, el cuello puede tener una forma circular o elíptica.

- 25 Por ejemplo, una línea de borde afilado se puede circunscribir en un plano, o no. Cuando la línea de borde afilado está en un plano, este plano puede ser normal al eje del cuerpo, o no. Por ejemplo, es posible prever que la línea de borde afilado esté en un plano inclinado con relación al eje del cuerpo.

Alternativamente, el cuello puede estar abierto. Por ejemplo, el cuello puede definir una línea no cerrada, que se extiende helicoidalmente dentro del cuerpo y que presenta una o varias espiras. También se puede prever un conjunto de líneas no cerradas que se extiendan helicoidalmente y que presentan una o varias espiras.

- 30 En un modo de realización, el cuello puede definir un segmento, por ejemplo, una línea de borde afilado, que se extiende transversalmente en forma rectilínea.

El cuerpo puede estar realizado de una o varias piezas.

El líquido puede comprender esencialmente una carga de hidrocarburos, o similar.

El gas puede comprender esencialmente vapor de agua, o similar.

- 35 Al nivel de la estrangulación, la sección del receso es más pequeña que en una porción del cuerpo inmediatamente aguas arriba de la estrangulación.

- 40 La sección del receso aguas arriba del cuello puede variar continuamente hasta el cuello. Por ejemplo, se pueden prever paredes que forman una porción de superficie esférica o una porción de superficie cónica. La estrangulación puede, por ejemplo, definir un volumen que representa una porción de hiperboloide, una porción de esfera o una porción de un cono, aguas arriba de una línea de borde afilado o un extremo redondeado.

Alternativamente, la sección del receso aguas arriba del cuello puede presentar discontinuidades. Por ejemplo, se puede proporcionar un cuerpo cuyas paredes presenten una nervadura sin redondear en la unión entre la base de la nervadura y, por ejemplo, paredes, por ejemplo, cilíndricas del cuerpo.

- 45 En un modo de realización ventajoso, el orificio de salida de gas es una ranura que mira hacia el cuello, de modo que el flujo de gas se circunscriba en las proximidades del cuello. Esta disposición puede permitir limitar la cantidad de gas inyectado en el dispositivo de inyección.

La ranura puede tener una forma similar a la forma definida por el cuello, por ejemplo, definiendo una forma circular para un cuello circular, o una forma rectilínea para un cuello que define un segmento que se extiende transversalmente

El ancho de la ranura puede ser relativamente pequeño, por ejemplo, inferior al 5 % del diámetro máximo del cuerpo, ventajosamente inferior al 1 % de este diámetro, posiblemente inferior al 0,1 % de este diámetro. El ancho de la ranura puede variar, por ejemplo, entre 0,1 milímetros y 10 milímetros, ventajosamente entre 0,5 milímetros y 5 milímetros, ventajosamente entre 1 y 2 milímetros.

- 5 La invención no se limita de ninguna manera a orificios de salida de gas que forman ranuras. Se podrían prever varios orificios de tamaño muy pequeño, teniendo, por ejemplo, secciones circulares, estando cada uno de estos orificios orientado de manera que el flujo de gas procedente de este orificio termina en las proximidades del cuello.

- 10 Ventajosamente, el conjunto de inyección de gas puede comprender un tubo y un elemento de varilla recibido en este tubo, extendiéndose este elemento de varilla longitudinalmente dentro del tubo de modo que el paso para la circulación de gas está entre dicho elemento de varilla y dicho tubo. Se usa tal principio de envoltura doble, concéntrica, para realizar un paso y un orificio de salida de gas que forman una ranura de espesor relativamente pequeño.

- 15 La invención no se limita de ninguna manera a este uso del principio de envoltura doble, aunque es ventajoso, porque es relativamente fácil de realizar. Por ejemplo, sería posible prever un conducto cuya sección evolucione a lo largo del paso para la circulación de gas, una sección circular cerca del orificio de entrada de gas hasta una sección, por ejemplo, en forma de ranura, por ejemplo, circular o rectilínea. Se podría prever alternativamente que el conjunto de inyección de gas defina ramales, de modo que el gas que entra por el orificio de entrada de gas se distribuya entre varios conductos de tipo capilar, desembocando cada uno cerca del cuello.

- 20 Ventajosamente, al menos uno de los elementos de varilla y el tubo puede conformarse tal que el espesor del paso para la circulación de gas se contraiga para acelerar la velocidad del gas entre la entrada de gas y la salida de gas. El espesor del paso puede ser más elevado aguas arriba del orificio de salida de gas que al nivel de este orificio, por ejemplo, entre 5 milímetros y 5 centímetros, por ejemplo, del orden de 1 centímetro.

- 25 Ventajosamente, el elemento de varilla y el tubo pueden centrarse uno con relación al otro, de modo que una sección radial del conjunto de varilla y tubo presente una distancia constante entre la superficie de la varilla y la superficie interior del tubo, independientemente del radio considerado.

- 30 Ventajosamente, el receso puede tener un ligero ensanchamiento aguas abajo de la estrangulación, de modo que el diámetro de la sección del receso aumenta muy ligeramente, en esta porción del receso correspondiente al ensanchamiento, a medida que aumenta la distancia con relación al cuello. Por ejemplo, es posible prever un ángulo comprendido entre 1° y 5° con relación a la dirección axial, ventajosamente 3,5°. De manera sorprendente, parece que esta geometría permite limitar los desprendimientos de fluido.

Por "línea axial", se entiende una línea que se extiende paralelamente a la dirección axial del cuerpo del dispositivo de inyección.

- 35 La invención también se refiere a un reactor de procesamiento de una carga de hidrocarburo, en particular, de craqueo catalítico, que comprende al menos un dispositivo de inyección tal como se describe más arriba y dispuesto de modo que su orificio de salida de líquido atomizado desemboque dentro del reactor.

- 40 La invención se refiere, además, a un procedimiento de craqueo catalítico de una carga de hidrocarburos en un reactor, en el que se inyecta, preferentemente de manera continua, la carga de hidrocarburos dentro de este reactor, siendo esta carga de hidrocarburos inyectada por un conducto de entrada de líquido conectado a un orificio de entrada de líquido de un dispositivo de inyección tal como se describe más arriba, un gas que alimenta simultáneamente el dispositivo de inyección a través del orificio de entrada de gas.

La carga de hidrocarburos se puede inyectar en estado líquido, a una temperatura que va desde la temperatura ambiente a 500 °C, por ejemplo, de 80 °C a 300 °C, pero, más generalmente, de 200 a 300 °C. La carga de hidrocarburo se puede inyectar a una presión del orden de 600 a 800 kPa. Más generalmente, la diferencia entre la presión de entrada de la carga y la presión a la salida del inyector (ΔP) puede estar entre 80 y 500 kPa.

- 45 El gas usado puede ser vapor de agua, o cualquier otro gas adecuado, tal como, por ejemplo, un efluente gaseoso que resulta de la conversión de hidrocarburos, olefinas ligeras o una mezcla de estos gases, un gas de refinería o de nitrógeno.

Ventajosamente, en cada dispositivo de inyección, la proporción de gas con relación a la carga de hidrocarburos es de 1,5 a 10 % en peso, por ejemplo, de 2 a 5 % en peso.

- 50 El caudal de carga de los hidrocarburos que alimenta cada dispositivo de inyección puede controlarse ventajosamente para obtener un caudal de superficie de carga de hidrocarburos en el cuello que varía de 1 000 a 2 000 kg/m²/s, preferentemente de 1 400 a 1 800 kg/m²/s. Este control puede obtenerse de manera convencional mediante bombas, medidores de caudal o similares.

La velocidad de la carga de hidrocarburos al nivel de la zona de contacto con el gas puede ser de 0,4 a 0,6 m/s, por ejemplo, 0,5 m/s.

La velocidad de gas que entra en la zona de contacto con el hidrocarburo puede ser de 100 a 200 m/s, por ejemplo, 150 m/s.

5 La invención se describe ahora con referencia a los dibujos adjuntos, no limitantes, en los que:

- la figura 1 representa una vista en perspectiva de un ejemplo de un dispositivo de inyección según un modo de realización de la invención;
- la figura 2A representa una vista desde arriba del ejemplo de dispositivo de inyección de la figura 1,
- las figuras 2B y 2C representan vistas en sección a lo largo de los ejes respectivos A-A y B-B de la figura 2A,
- 10 del ejemplo de dispositivo de inyección de las figuras 1 y 2A;
- la figura 3 representa la distribución del tamaño promedio de las gotitas en función de ancho de pulverización a una distancia relativa del orificio de salida, para un ejemplo de un inyector según un modo de realización de la invención y para un inyector de referencia que comprende un Venturi.
- la figura 4 representa una vista en perspectiva de una pieza del ejemplo de dispositivo de inyección ejemplar
- 15 de las figuras 1, 2A, 2B, 2C, a saber, un segundo elemento de alimentación de gas; y
- la figura 5 representa muy esquemáticamente un ejemplo de un dispositivo de inyección, según un modo de realización de la invención.

Por sustancialmente paralelo, perpendicular, se entiende una dirección que se desvía no más de $\pm 20^\circ$, a lo sumo 10° o no más de 5° de una dirección paralela, perpendicular.

20 Se pueden designar elementos similares o cercanos en su forma o en su función por referencias idénticas de una figura a otra.

Al ser las figuras 1, 2A, 2B, 2C y 4 relativas a un mismo modo de realización, se comentarán simultáneamente.

La figura 5 muestra una representación muy esquemática, con el fin de facilitar la comprensión de la invención, un ejemplo de un dispositivo de inyección, según un modo de realización de la invención. En esta figura, las

25 proporciones no se respetan necesariamente.

Con referencia a esta figura 5, un dispositivo 10 de inyección, también llamado inyector, comprende un cuerpo 300 cuyas paredes 301 definen un receso 107 que se extiende axialmente, según el eje (X). El cuerpo 300 puede estar realizado de una o varias piezas.

30 Un conjunto 200 de inyección de gas está montado en un extremo del cuerpo 300. Este conjunto define un paso para el gas 202, desde una entrada 105 de gas abierta al exterior y hacia una salida 203 de gas que se inicia en el interior del receso 107.

El líquido se introduce a través de un orificio de entrada 150 de líquido formado en una pared 301 del cuerpo, de modo que el líquido introducido en el inyector 10 tiene una velocidad con un componente radial. El líquido luego circula dentro de un espacio 204 entre las paredes 301 y el conjunto 200 de inyección de gas.

35 Las paredes definen una estrangulación que termina en una línea de borde 131 afilado, circular.

Más específicamente, la sección 107 de la cavidad aguas arriba de la línea de borde 131 afilado disminuye a medida que uno se acerca a esta línea 131. La sección 107 de la cavidad aguas abajo de la línea de borde 131 afilado aumenta a medida que uno se aleja de esta línea 131. Alternativamente, podría esperarse que la sección 107 de la cavidad permanezca constante aguas abajo de la línea de borde afilado, es decir, que el receso comprendiera una

40 porción que define un conducto cilíndrico, constituyendo la línea de borde afilado la base de este cilindro.

El flujo de gas presurizado expulsado en la salida 203 de gas alcanza una porción de pared, o zona, 139 en las proximidades de la línea de borde afilado. Sin desear estar ligado a una teoría, es posible que la película líquida que pasa cerca del borde afilado sea cortada por el chorro gaseoso, provocando de este modo la atomización del líquido en gotitas.

45 El conjunto de inyección comprende un tubo 166 cilíndrico y un elemento 168 de varilla recibido dentro de este tubo 166. El gas inyectado en la entrada 105 de gas circula, por lo tanto, en un paso 202 de sección anular, entre dos envolturas concéntricas.

En el modo de realización representado, el flujo de gas presurizado expulsado en la salida 203 de gas forma una lámina en forma de cilindro.

50 En un modo de realización alternativo y no representado, el conjunto de inyección podría conformarse de modo que el flujo de gas tenga una forma de porción de cono.

Esta lámina está centrada en una porción de la pared cerca del borde afilado, por ejemplo, una zona que incluye el borde afilado como en la figura 5.

El flujo de líquido atomizado y el gas restante se descargan a través de un orificio 18.

Las figuras 1, 2A, 2B, 2C y 4 se refieren a un modo de realización de la invención que se ha sido probado.

- 5 Un dispositivo 10 de inyección está destinado a atomizar un líquido en gotitas por medio de un gas. Este dispositivo 10 de inyección comprende una boquilla 118 que define un orificio 18 de salida para la evacuación del líquido atomizado, montada sobre un cuerpo 300.

Este cuerpo 300 se extiende axialmente según un eje (X) y presenta una forma exterior cilíndrica en la mayor parte de su longitud.

- 10 El cuerpo 300 define un orificio entrada 105 de gas, opuesta al orificio 18 de salida, y un orificio de entrada 150 de líquido, formado en una pared lateral del dispositivo 10 de inyección.

El cuerpo 300 está realizado de varias piezas, a saber:

- un tapón 110 en el que se define un conducto pasante, a través del cual pasa el gas que entra en el dispositivo 10 de inyección, y que presenta dos 111 partes planas,
- 15 - un primer elemento 106 de alimentación de gas, que comprende una base 165 y un tubo 166 cilíndrico, esta base 165 y este tubo 166 que definen un conducto que desemboca a cada lado de este elemento 106, teniendo el conducto paredes ligeramente abocardadas al nivel de la base 165,
- un segundo elemento 167 de alimentación de gas, representado solo en la figura 7, y que comprende una base 156 y un elemento de varilla, llamada parte en forma de varilla, 168 recibida en el conducto del primer elemento 106 de alimentación de gas,
- 20 - un elemento 120 de alimentación de líquido, en el que se define el orificio de entrada 150 de líquido; este elemento 120 está montado en el tapón 110 y define un conducto en el que se recibe el primer y el segundo elemento 106, 167 de alimentación de gas,
- 25 - un convergente 130 montado en el elemento 120 de alimentación de líquido y en el que se monta la boquilla 118, definiendo este convergente un conducto que establece una comunicación fluida entre el conducto del elemento 120 de alimentación de líquido y el orificio 18 de salida.

Estas diferentes piezas 110, 106, 120, 130, 118 pueden estar realizadas de acero u similares, por mecanizado, u similares.

- 30 La base 156 del segundo elemento 167 de alimentación de gas se mantiene contra el tapón 110 por el elemento 120 de alimentación de líquido, y la base 165 del primer elemento 106 de alimentación de gas se mantiene contra la base 156 por este elemento 120.

La base 156 define una serie de orificios 161, por ejemplo, seis orificios, dispuestas de modo que aseguren una comunicación fluida entre el conducto del tapón 110 y el interior del tubo cilíndrico 166.

- 35 El gas recibido en el orificio 105 de entrada de gas y que circula en estos orificios 161 luego pasa a un espacio 201 entre las paredes internas del conducto de la base 165 y las paredes externas de la porción en forma de varilla 168 recibida en este conducto de la base 165, luego en un espacio 202 entre las paredes internas del tubo 166 cilíndrico y las paredes externas de la porción en forma de varilla 168. El espacio 202 desemboca en una salida 203 de gas de sección anular.

- 40 El gas circula de este modo entre dos envolturas. El flujo de gas tiene una sección relativamente pequeña en estos espacios 201, 202, de modo que la velocidad del gas es relativamente elevada en la salida 203 de gas.

- 45 Con particular referencia a la figura 4, la parte en forma de varilla 168 presenta en una porción 169' un ensanchamiento muy ligero, de modo que el diámetro de la sección de la varilla aumenta muy ligeramente, en esta porción de la varilla, a medida que aumenta la distancia con relación a la base 156, y presenta un ensanchamiento 169 más acentuado cerca del extremo 170 opuesto a la base 156, siempre en el sentido de un aumento del diámetro de la sección con la distancia con relación a la base 156.

De este modo, la sección del paso 202 disminuye cerca de la salida 203 de gas. El gas expulsado puede tener una velocidad particularmente elevada.

- 50 La porción 169 ensanchada que termina aguas arriba del orificio de salida 203 de gas, el gas que circula en el conjunto de inyección de gas pasa, por lo tanto, inmediatamente antes de su expulsión a través de la salida 203 de gas, por una zona anular, de sección constante (a la precisión del mecanizado) en una porción del conjunto 200, y de muy bajo espesor, aquí comprendido entre 1 y 2 milímetros.

Las dos orejetas 210 permiten asegurar un posicionamiento central de la parte en forma de varilla 168 en el tubo 166 cilíndrico.

Las paredes internas del convergente 130 están conformadas para presentar un borde 131 afilado anular. Más específicamente, el convergente define una porción 136 de estrechamiento entre una porción 133, conformada para cooperar con el elemento de alimentación 120 de líquido, y una porción 134 que define un conducto 135 cilíndrico. El borde 131 afilado está situado en la unión entre las paredes 132 internas de la porción 136 de estrechamiento y las paredes 137 internas del conducto 135 cilíndrico de la porción 134.

Las paredes 132 internas de la porción 136 de estrechamiento definen una superficie esférica truncada.

El conducto 135 desemboca en un conducto 138 ligeramente abocardado. Las paredes del conducto 138 pueden definir con las paredes del conducto 135 un ángulo de aproximadamente $3,5^\circ$. Sin desear estar ligado a una teoría, es posible que este ángulo en el vértice del orificio del convergente 130 permita evitar desprendimientos de fluido.

El líquido recibido en la entrada 150 fluye en un espacio 204 entre las paredes internas del elemento 120 de alimentación de líquido y las paredes externas del tubo 166 cilíndrico.

El dispositivo 10 de inyección está dispuesto de modo que la salida 203 de gas está opuesta al borde 131 afilado, sobre toda la línea de este borde 131 afilado, de modo que el flujo de gas en esta salida 203 de gas se dirija hacia una porción de pared cerca del borde afilado, por ejemplo, exactamente en el borde afilado o en las paredes al menos de 1 centímetro del borde afilado, por ejemplo, a menos de 1 milímetro del borde afilado.

Sin desear estar ligado a una teoría, es posible que:

- circulando el líquido en el espacio 204 o bien, presionado contra las paredes de la porción 132 de superficie esférica por el flujo de aire procedente de la salida de 203 gas, actuando este flujo cilíndrico como una lámina de aire que impide el paso del fluido hacia el centro, o que este líquido se presione contra las paredes debido a la depresión en el espacio 204 creada por el flujo de aire, y/o que
- alcanzando el flujo de gas las paredes internas en las proximidades de la línea de borde 131 afilado, por ejemplo, el extremo de las paredes 132 internas y/o el extremo de las paredes internas de la porción 134, tiende a cortar la película de líquido presionada contra las paredes internas en esta zona, creando así gotitas de líquido y/o tendiendo a golpear el líquido con suficiente energía cinética para que la energía relacionada con la colisión disperse el líquido en gotitas de pequeñas dimensiones.

El gas de atomización producido de este modo pasa a través del conducto 135 y se evacúa a través del orificio 18.

Alternativamente, en un modo de realización no representado, se podría prever un avellanador en lugar de una superficie 132 esférica.

Parece ventajoso prever una forma de superficie aguas arriba del borde afilado, de modo que la velocidad de un fluido presionado contra esta superficie tenga un componente perpendicular a la dirección del caudal del gas, aquí la dirección axial, relativamente elevado. El hecho de que las velocidades del líquido y el gas sean relativamente perpendiculares entre sí podría favorecer el corte al nivel del ángulo agudo y/o la formación de gotitas debido a la conversión de la energía de impacto.

Las dimensiones internas del dispositivo de inyección representado en las figuras 1, 2A, 2B, 2C son similares a las dimensiones usadas normalmente para dispositivos de inyección con Venturi. Como ejemplo:

- El diámetro del orificio de entrada 105 de gas puede ser de aproximadamente 20 centímetros.
- Las bases 156 y 165 pueden presentar un diámetro externo de aproximadamente 25 centímetros,
- los orificios 161 pueden presentar un diámetro interno de aproximadamente 2,2 centímetros,
- la base 156 puede tener un espesor de aproximadamente 4 centímetros,
- la parte en forma de varilla 168 puede tener una longitud de aproximadamente 77,4 centímetros, y la sección de esta varilla puede presentar un diámetro que varía entre aproximadamente 4,5 centímetros, al nivel de la base 156, y unos 7,15 centímetros aproximadamente al nivel del extremo 170, correspondiendo el ensanchamiento 169 a una variación de diámetro de aproximadamente 5,5 centímetros en este valor de extremo de aproximadamente 7,15 centímetros.
- El tubo cilíndrico puede tener una longitud de aproximadamente 69,4 centímetros, un diámetro externo de aproximadamente 9,5 centímetros y definir un conducto de aproximadamente 7,5 centímetros de diámetro,
- la base 165 puede tener un espesor (según la dirección axial X) de aproximadamente 8 centímetros, y el diámetro de la sección del conducto formado en esta base varía entre aproximadamente 9,22 centímetros y el diámetro del tubo 166 cilíndrico, a saber, aproximadamente 7,5 centímetros.
- El elemento 120 de alimentación de líquido puede tener un diámetro externo de aproximadamente 50 centímetros y definir un conducto de aproximadamente 67 centímetros de largo y aproximadamente 16 centímetros de diámetro.
- El orificio de entrada 150 de líquido puede presentar un diámetro de aproximadamente 14 centímetros, y debe disponerse a aproximadamente 50-60 centímetros del extremo del elemento 120 destinado a estar en contacto con el convergente 130,
- la porción 133 del convergente puede presentar un espesor (según la dirección axial X) de aproximadamente 10 centímetros,

- la porción 136 de encogimiento del convergente puede presentar un espesor (según la dirección axial X) de aproximadamente 6 centímetros,
- la porción 134 del convergente puede definir un conducto 135 cilíndrico de aproximadamente 36 centímetros de largo y un conducto 138 ligeramente abocardado de aproximadamente 6 centímetros de largo, siendo el diámetro del conducto 135 de aproximadamente 7,3 centímetros y siendo el diámetro en la salida del conducto 138 de 8 centímetros.

El extremo del dispositivo 10 de inyección a través del cual sale la pulverización de líquido atomizado es generalmente redondeado, por ejemplo, esférico. El orificio 18 de salida de este extremo puede presentar una forma similar a las formas de los dispositivos de inyección de impacto convencionales y puede seleccionarse en función del patrón de rociado deseado. Puede tratarse de un orificio cilíndrico, troncocónico, de una ranura, o similares.

Ejemplo:

Un dispositivo de inyección similar al descrito con referencia a las figuras 1, 2A, 2B, 2C y 4 se realizaron con dimensiones 10 veces más pequeñas que las dimensiones descritas anteriormente.

El líquido elegido para tal prueba es agua, siendo el gas es aire.

El dispositivo de inyección probado presenta en particular las siguientes dimensiones:

- espesor (según una dirección radial) del espacio 204 del recorrido del caudal de líquido: entre 3 y 3,5 milímetros para esta realización al 1/10, que correspondería a un espesor de 3-4 centímetros,
- la longitud del recorrido de caudal de líquido entre la entrada 150 y el extremo 166 del tubo cilíndrico: entre 50 y 60 milímetros, lo que correspondería a una longitud entre 50 y 60 centímetros,
- espesor (según una dirección radial) del espacio 204 del recorrido del caudal de gas antes de la expulsión a través de la salida 203: entre 1,5 milímetros al nivel de la base 165 y aproximadamente 0,17 milímetros al nivel de la salida 203, siempre para esta realización en 1/10,
- diámetro del conducto 135 cilíndrico del convergente: 7,30 milímetros, siempre para esta realización en 1/10,
- orificio de salida: ranura de 2,52 mm de espesor para este prototipo en 1/10 y amplitud angular de apertura de 105° (ranura realizada en un extremo esférico de radio externo de 5,6 mm para este prototipo).

Las condiciones de prueba son las siguientes, para esta realización en 1/10:

- Caudal de agua: 226,2 kg/h,
- Flujo de aire: 9 kg/h,
- Relación gas/líquido: 4 % en peso.

Medición de la pérdida de carga

El dispositivo de inyección probado difunde en el aire ambiente. De este modo, la presión del líquido en la entrada es igual a la caída de presión. La medición se realizó usando un manómetro que mide la presión de entrada.

La presión del líquido en la entrada se midió a 1,3 barg para el dispositivo de inyección. La caída de carga es, por lo tanto, relativamente baja.

Medición del tamaño y distribución de las gotitas

La figura 3 es una gráfica con en las abscisas, un valor de ángulo de medición, con relación al orificio de salida de líquido atomizado del dispositivo de inyección, sin dimensiones, y en el eje y, valores, también sin dimensiones, de diámetro promedio de las gotitas medidas a 30 centímetros de este orificio, en estos valores de ángulo.

La curva 351 corresponde a los valores obtenidos con un prototipo en 1/10 de un dispositivo de inyección de referencia, con un Venturi.

La curva 352 corresponde a los valores obtenidos con el prototipo, realizado en 1/10 de dispositivo de inyección de las figuras 1, 2A, 2B y 2C.

Como se puede constatar, con el prototipo del dispositivo de inyección de las figuras 1, 2A, 2B y 2C, las gotas tienen un diámetro medio que varía relativamente poco con el ángulo de pulverización.

Este diámetro promedio es de alrededor de 100 micras.

En conclusión, el dispositivo de inyección descrito anteriormente permite obtener una pulverización de gotitas relativamente finas, con una distribución relativamente uniforme, una pérdida de carga considerablemente reducida, permitiendo el procesamiento de cargas pesadas sin tener que usar bombas potentes o una cantidad de vapor demasiado elevada.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10) de inyección conformado para atomizar un líquido en gotitas por medio de un gas, que comprende:
 - 5 un cuerpo (300) que comprende paredes (301) que definen un receso (107) que se extiende axialmente para desembocar, por una parte, hacia un orificio de entrada (105) de gas en un extremo del dispositivo (10) de inyección y, por otra parte, hacia un orificio de salida (18) de líquido atomizado en el otro extremo de dicho dispositivo de inyección, y proporcionándose un orificio de entrada (150) de líquido en dichas paredes, extendiéndose dicho orificio de entrada de líquido según un componente radial para desembocar, por una parte, en el exterior del cuerpo (300) y, por otra parte, en el receso (107), un conjunto (200) de inyección de gas en el
 - 10 que se define un paso (202) para la circulación de gas entre el orificio de entrada (105) de gas y un orificio de salida (203) de gas situado dentro del receso (107), en el que
 - las paredes internas del cuerpo (300) definen una estrangulación cuyo cuello (131) está aguas abajo del orificio de salida (203) de gas,
 - el conjunto (200) de inyección de gas define con las paredes un espacio (204) para la circulación de líquido desde el orificio de entrada (150) de líquido hacia el cuello (131) de la estrangulación, y
 - el dispositivo (10) de inyección está dispuesto de modo que el flujo de gas procedente del orificio de salida (203) de gas cubra una porción de pared (139) en las proximidades del cuello (131) de la estrangulación.
2. Dispositivo (10) de inyección según la reivindicación 1, en el que el orificio de salida (203) de gas es una ranura que mira hacia el cuello (131), de modo que el flujo de gas se circunscriba en las proximidades de dicho cuello.
- 20 3. Dispositivo (10) de inyección según la reivindicación 2, en el que el cuello (131) y la ranura del orificio de salida (203) de gas tienen formas circulares.
4. Dispositivo (10) de inyección según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, en el que el conjunto (200) de inyección de gas comprende un tubo (166) y un elemento (168) de varilla recibido en dicho tubo, extendiéndose dicho elemento de varilla longitudinalmente dentro de dicho tubo de manera que el paso (202) para la circulación de
 - 25 gas sea entre dicho elemento de varilla y dicho tubo.
5. Dispositivo (10) de inyección según la reivindicación 4, en el que al menos uno de entre el elemento (168) de varilla y el tubo (166) está conformado de tal manera que el espesor del paso (202) para la circulación de gas se encoge con el fin de acelerar la velocidad del gas entre la entrada (105) de gas y la salida (203) de gas.
- 30 6. Dispositivo (10) de inyección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el cuello es una línea de borde (131) afilado.
7. Dispositivo (10) de inyección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el cuerpo define un conducto (135) cilíndrico aguas abajo del cuello (131).
8. Dispositivo (10) de inyección según la reivindicación 7, en el que el conducto (135) cilíndrico se extiende axialmente sobre una longitud de valor al menos cuatro veces mayor que el valor de un diámetro de la sección de
 - 35 dicho conducto.
9. Dispositivo (10) de inyección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el receso presenta un ligero ensanchamiento (138) aguas abajo de la estrangulación.
10. Reactor de procesamiento de una carga de hidrocarburos, en particular, de craqueo catalítico, que comprende al menos un dispositivo (10) de inyección según una de las reivindicaciones 1 a 9 dispuesto de modo que su orificio de
 - 40 salida (18) de líquido atomizado desemboque dentro de dicho reactor.
11. Procedimiento de craqueo catalítico de una carga de hidrocarburos en un reactor, en el que se inyecta, preferentemente de manera continua, dicha carga de hidrocarburos dentro de dicho reactor, siendo dicha carga de hidrocarburos inyectada a través de un conducto de entrada de líquido conectado al orificio de entrada de líquido de un dispositivo (10) de inyección según una de las reivindicaciones 1 a 9, alimentando un gas dicho dispositivo (10)
 - 45 de inyección a través del orificio de entrada (105) de gas.
12. Procedimiento de craqueo catalítico según la reivindicación 11, en el que los caudales de carga de hidrocarburos y gas que alimentan el dispositivo (10, 10') de inyección se controlan para obtener un caudal de superficie de carga de hidrocarburos en el cuello del dispositivo de inyección que varía de 1 000 a 2 000 kg/m²/s, preferentemente de 1 400 a 1 800 kg/m²/s.

Fig.1

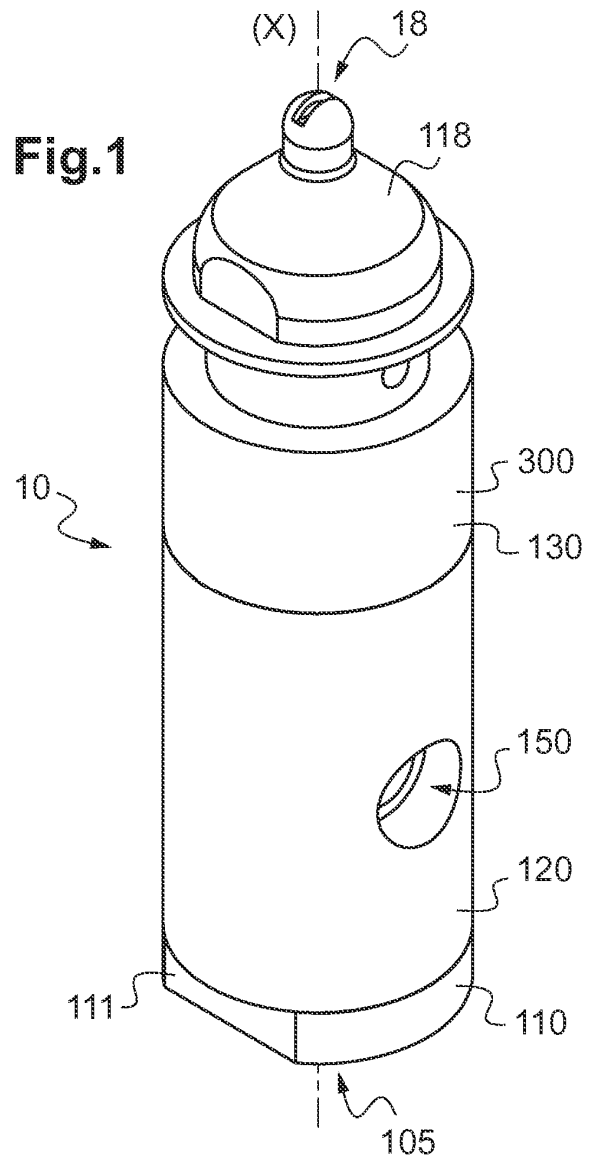


Fig.2A

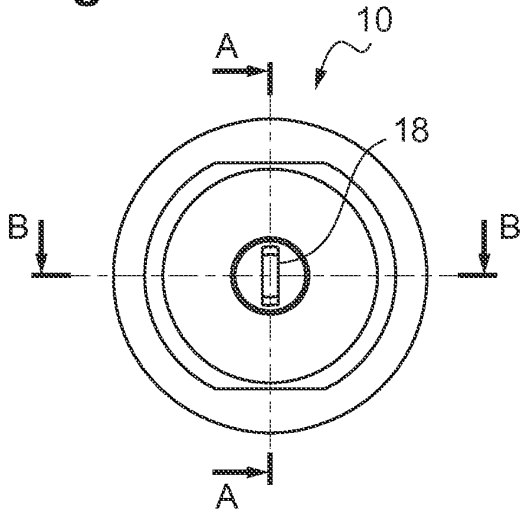


Fig.2B

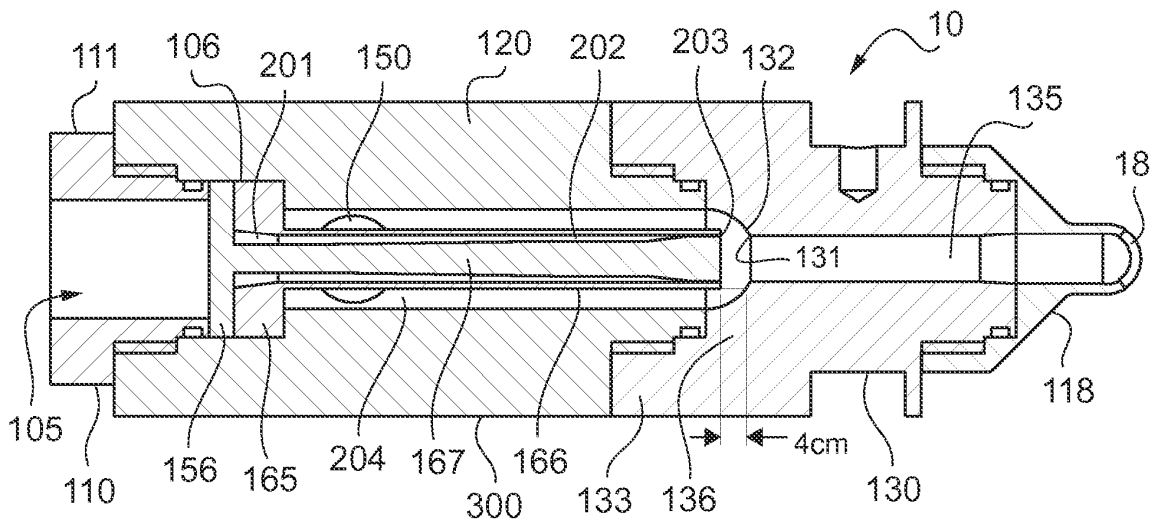


Fig.2C

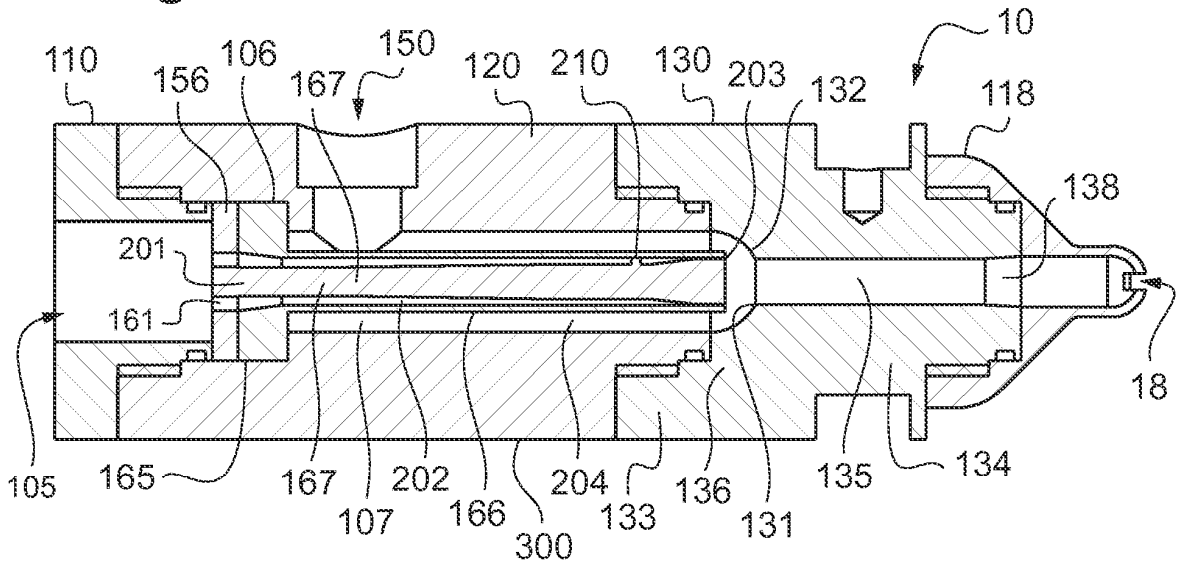


Fig.3

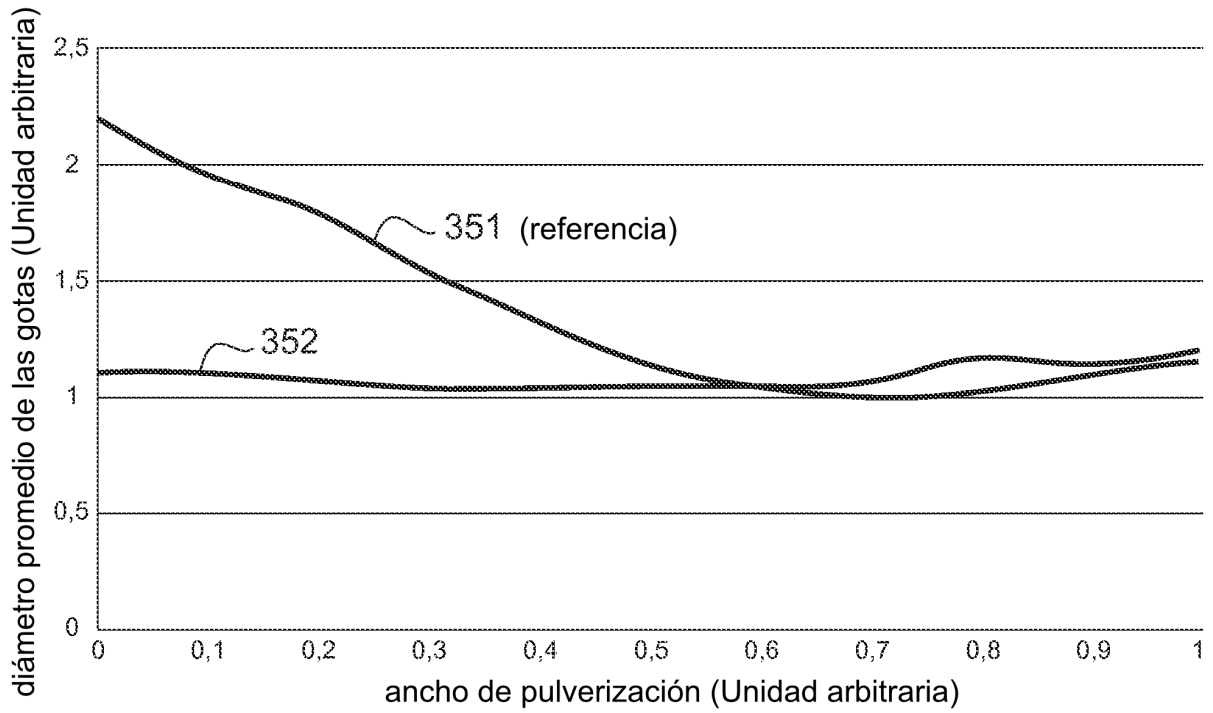


Fig.4

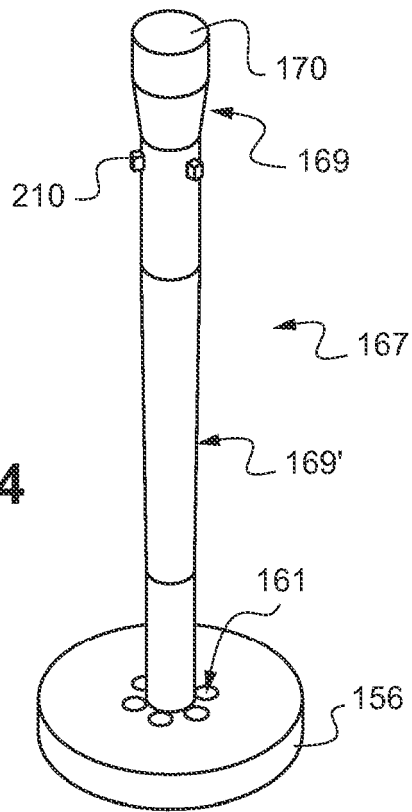


Fig.5

