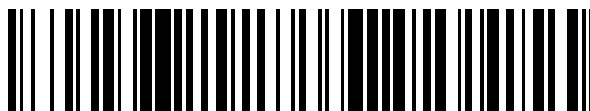


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 405**

51 Int. Cl.:

**F17D 1/17** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2009 E 09793390 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2379936**

54 Título: **Polímeros de reducción de resistencia aerodinámica para aplicaciones de líquidos de bajo peso molecular**

30 Prioridad:

**18.12.2008 US 337994**

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

**04.02.2014**

73 Titular/es:

**PHILLIPS 66 COMPANY (100.0%)  
P.O. Box 4428  
Houston, TX 77210, US**

72 Inventor/es:

**JOHNSTON, RAY L.;  
HARRIS, WILLIAM F. y  
SMITH, KENNETH W.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 441 405 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

Polímeros de reducción de resistencia aerodinámica para aplicaciones de líquidos de bajo peso molecular

5 **Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a generalmente a métodos de reducción de la resistencia aerodinámica para fluidos de bajo peso molecular. Más específicamente, la presente invención se refiere a la separación de reductores de resistencia aerodinámica a partir de líquidos de bajo peso molecular, tal como hidrocarburos.

**Descripción de la técnica anterior**

15 Cuando se transportan fluidos por una tubería, normalmente tiene lugar una disminución de la presión de fluido debido a la fricción entre la pared de la tubería y el fluido. Debido a esta disminución de presión, para una tubería concreta, se debe transportar el fluido con suficiente presión para lograr un rendimiento deseado. Cuando se desean caudales elevados a través de la tubería, se debe aplicar más presión debido al hecho de que los caudales aumentan a medida que aumenta la diferencia de presión provocada por la disminución de presión. No obstante, las limitaciones de diseño de las tuberías limitan la cantidad de presión que se puede emplear. Los problemas asociados a la disminución de presión se acusan de la manera más intensa cuando los fluidos son transportados grandes distancias. Dichas disminuciones de presión pueden tener como resultado ineficiencias que aumentan los costes de los equipos y los costes de operación.

25 Para aliviar los problemas asociados a la disminución de presión, muchas industrias utilizan aditivos de reducción de resistencia aerodinámica en el fluido que fluye. Cuando el flujo de fluido en la tubería es turbulento, se pueden emplear reductores de resistencia aerodinámica poliméricos de peso molecular elevado para mejorar el flujo. Un reductor de resistencia aerodinámica es una composición capaz de reducir sustancialmente la pérdida de fricción asociada al flujo turbulento de fluido a través de una tubería. El papel de estos aditivos es suprimir el desarrollo de remolinos turbulentos, lo que da como resultado un caudal más elevado a una presión de bombeo constante. Se sabe que los polímeros de peso molecular ultraelevado funcionan bien como reductores de resistencia aerodinámica, en particular en líquidos de hidrocarburos. En general, la reducción de la resistencia aerodinámica depende en parte del peso molecular del aditivo polimérico y de su capacidad para disolverse en el hidrocarburo en condiciones de flujo turbulento. Normalmente, los polímeros eficaces de reducción de resistencia aerodinámica tienen pesos moleculares mayores de cinco millones.

40 El documento US 2003/0069330 divulga un polímero de reducción de resistencia aerodinámica que tiene al menos un monómero de alfa olefina C4-C9 y un co-monómero y tiene menos de un 25 % de monómeros C12+. El método de producción del reductor de resistencia aerodinámica incluye la molienda gruesa del polímero, mezcla con un fluido refrigerante y flujo hasta un crio-molino seguido de separación del refrigerante y la suspensión de partículas de reducción de resistencia aerodinámica en un fluido de suspensión.

45 Con frecuencia, los fluidos de hidrocarburos de bajo peso molecular y los líquidos de gas natural ("LGN") y los gases de petróleo licuados ("GPL") son transportados en tuberías largas distancias en forma de líquidos en condiciones de presión. Con frecuencia, LGN se separan en sus componentes que pueden incluir, pero sin limitarse a, metano (CH<sub>4</sub>), etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), pentano (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>) y fragmentos pesados (C<sub>6</sub>+). GPL puede comprender etano separado, propano y butano, que son el resultado del procesado de LGN. Otros GPL puede incluir, pero sin limitarse a, iso-butano, éter dimetilico (CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>) y gasolina natural (o condensado). También se transporta como GPL etileno procedente del craqueo de etano.

50 El gas natural licuado (GNL) es un gas natural que se ha enfriado por debajo de su punto de ebullición (aproximadamente -260 °C) de manera que condensa hasta un líquido. En las aplicaciones de GNL, el líquido está a temperaturas en las cuales los agentes de reducción de resistencia aerodinámica ("ARRD") no se disuelven fácilmente y, de este modo, normalmente no pueden proporcionar reducción de resistencia aerodinámica. En general, la mayoría de las aplicaciones de GNL no requieren reductores de resistencia aerodinámica ya que normalmente GNL se puede transportar grandes distancias en forma de mercancía en barcos o camiones aislados. Generalmente, el bombeo como líquido únicamente tiene lugar durante la carga y descarga de estos recipientes.

60 Generalmente, LGN o GPL son susceptibles a elevados niveles de reducción de resistencia aerodinámica, ya que cuando se transportan en tuberías, el fluido está en flujo turbulento y debido a que los polímeros de ARRD de hidrocarburos son muy solubles en el fluido de hidrocarburo. No obstante, normalmente, no se han utilizado ARRD para reducir la resistencia aerodinámica de LGN o GPL debido a la gran diferencia en cuanto a volatilidad de los polímeros de ARRD con respecto a los componentes de LGN o GPL.

El ingrediente activo de la mayoría de los ARRD de hidrocarburos comerciales para tuberías es un polímero de poli-alfa-olefina de peso molecular ultra-elevado. Debido al tamaño molecular extremadamente grande, las moléculas poliméricas normalmente no se vaporizan a ninguna temperatura razonable. De hecho, debido al tamaño molecular grande, el polímero de poli-alfa olefina puede comenzar a degradarse térmicamente a temperaturas (de aproximadamente 550 °F/288 °C), bastante por debajo de cualquier temperatura teórica de vaporización de polímero. A temperaturas por encima de aproximadamente 550 °F/288 °C, el polímero se puede romper en componentes mucho más pequeños que se pueden vaporizar a temperaturas razonables. De igual modo, los fluidos portadores y otros componentes inactivos de muchos ARRD son moléculas grandes que no se vaporizan a menos que las temperaturas seas mayores de aproximadamente 360 °F/182 °C. No obstante, en muchos casos, los LGN se pueden vaporizar con el tiempo en el procesado a temperaturas bastante por debajo de aproximadamente 360 °F/182 °C o incluso de aproximadamente 550 °F/288 °C. Si tiene lugar una temperatura de vaporización baja, normalmente solo se vaporizan los componentes de LGN, y los componentes de ARRD quedarán atrás en la ubicación de la vaporización.

Si el LGN únicamente se vaporiza de forma parcial, entonces los componentes de ARRD pueden quedar en la disolución, es decir, en la parte (líquida) no vaporizada del LGN. Se puede transportar el ARRD a través del proceso en disolución en esta parte de líquido, aunque ahora a una concentración más elevada debido a la cantidad menor de líquido presente tras la vaporización parcial. Si tiene lugar una vaporización completa de LGN a baja temperatura, entonces el ARRD puede quedar atrás en la ubicación de la vaporización completa y, en teoría, no tendrá componente de LGN para transportarlo más a través del proceso. El ARRD que se deposita o queda atrás en esta ubicación puede estar en forma de caucho, forma semi-sólida, posiblemente junto con algunas partes líquidas de un vehículo de ARRD. Estas dinámicas pueden estar presentes en los procesos de destilación/separación para LGN y están especialmente presentes en las unidades de cambiador de calor. Dependiendo del diseño de la unidad de cambiador de calor, puede tener lugar la vaporización parcial o completa de la corriente de hidrocarburos, y pueden ser necesario lavados periódicos para evitar la sobre-concentración o deposición de ARRD en el interior de la unidad del cambiador de calor.

Para el uso final de GPL (normalmente butano y propano) tratado con ARRD, es necesario considerar efectos similares aguas abajo. Si se usa el GPL para mezcla con otras corrientes líquidas, tales como combustibles, entonces la presencia de ARRD, de la manera más probable, no constituye un problema. Por ejemplo, se puede mezclar butano con gasolina, que ya es un combustible de automóvil que con frecuencia se trata con ARRD. Si se usa el GPL en un proceso químico aguas abajo o directamente como combustible, entonces es necesario examinar las necesidades de ese proceso o de uso final con detalle en cuanto a puntos potenciales de vaporización completa. Normalmente, se pueden vaporizar los combustibles, tales como propano, antes de la carburización, y cualquier ARRD puede "caer fuera" de la unidad del vaporizador.

La deposición de polímero o "poso" puede provocar problemas si tiene lugar la deposición en una ubicación no deseada. Debido a que los polímeros de ARRD de poli-alfa-olefina pueden ser solubles en hidrocarburos (por ejemplo, aceite, combustible diesel, queroseno), se puede solvatar el polímero de forma posible y se puede lavar a partir del sistema. No obstante, dependiendo de la cantidad de poso y consistencia del material depositado, el proceso de solvatación y lavado pueden durar un tiempo considerable, consumir volúmenes considerables de disolvente y probablemente requerir un tiempo de parada para el mantenimiento del equipo. Debido a que ARRD puede ser soluble en el medio líquido, son polímeros de ARRD de reducción de la resistencia aerodinámica que no se pueden retirar por medio de métodos simples tales como filtración. Por tanto, es necesario un método para retirar polímeros de ARRD de forma sencilla de líquidos de tuberías de bajo peso molecular.

### Sumario de la invención

En una realización de la presente invención, se proporciona un método para reducir la disminución de presión asociada al flujo turbulento de un fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular a través de una tubería, comprendiendo dicho método (a) introducir un polímero reductor de resistencia aerodinámica en dicho fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular para formar una mezcla que comprende el fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular y un polímero de reducción de resistencia aerodinámica; (b) vaporizar dicha mezcla que comprende el fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular y un polímero reductor de resistencia aerodinámica en un recipiente de vaporización, donde dicho recipiente de vaporización contiene un líquido de peso molecular elevado que es miscible con dicha mezcla y entra en contacto con dicha mezcla, de manera que dicho fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular penetra en una fase gas y dicho líquido de peso molecular elevado permanece en una fase líquida; (c) aislar dicho polímero reductor de resistencia aerodinámica en dicho líquido de peso molecular elevado a partir de dicha mezcla que comprende el fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular y el polímero reductor de resistencia aerodinámica para formar (i) un líquido de peso molecular elevado que contiene el reductor de resistencia aerodinámica y (ii) un vapor de hidrocarburo de bajo peso molecular sustancialmente libre de reductor de resistencia aerodinámica; y (d) recuperar dicho vapor de hidrocarburo de bajo peso molecular sustancialmente libre de reductor de resistencia aerodinámica vaporizado. Opcionalmente, el método de la invención puede comprender la etapa de (e) recircular dicho líquido de peso molecular elevado que contiene el reductor de resistencia aerodinámica a través de un dispositivo de alta cizalladura de nuevo al interior de dicho recipiente de vaporización.

En otra realización de la presente invención, se proporciona un método para separar un polímero reductor de resistencia aerodinámica de un fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular, comprendiendo dicho método (a) introducir una mezcla que comprende el fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular y el polímero reductor de resistencia aerodinámica en el interior de un recipiente de vaporización, donde dicho recipiente de vaporización contiene un líquido de peso molecular elevado que es miscible con dicha mezcla y entra en contacto con dicha mezcla, de manera que dicho fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular penetra en una fase gas y dicho líquido de peso molecular elevado permanece en una fase líquida; (b) vaporizar dicha mezcla para vaporizar dicho fluido de hidrocarburo de peso molecular bajo en dicho recipiente de vaporización; (c) aislar dicho polímero reductor de resistencia aerodinámica a partir de dicho fluido de hidrocarburo de peso molecular bajo para formar (i) un vapor de hidrocarburo de peso molecular bajo sustancialmente libre de reductor de resistencia aerodinámica y (ii) un líquido de peso molecular elevado que comprende el polímero reductor de resistencia aerodinámica y; (d) recuperar dicho vapor de hidrocarburo de peso molecular bajo sustancialmente libre de reductor de resistencia aerodinámica. Opcionalmente, el método de la invención puede además comprender la etapa de (e) recircular dicho líquido de peso molecular elevado que comprende el polímero reductor de resistencia aerodinámica a través de un dispositivo de alta cizalladura de nuevo al interior de dicho recipiente de vaporización.

### Breve descripción de los dibujos

Se describe una realización preferida de la presente invención con referencia a las figuras del dibujo adjunto, donde:

La Figura 1 es una representación esquemática de un recipiente de vaporización que se puede usar para retirar ARRD de un fluido tratado de peso molecular bajo.

### Descripción detallada

La siguiente descripción detallada de varias realizaciones de la invención ilustra realizaciones específicas en las cuales se pueden poner en práctica la invención. Se pretende que las realizaciones describan aspectos de la invención con el detalle suficiente para permitir que los expertos en la técnica pongan en práctica la invención. Se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden llevar a cabo cambios sin que ello suponga alejarse del alcance de la presente invención. Por tanto, la siguiente descripción detallada no debe tomarse en sentido limitante. El alcance de la presente invención únicamente viene definido por las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de los equivalentes a los cuales dan derecho las reivindicaciones.

Los fluidos de bajo peso molecular útiles en la presente invención están seleccionados entre hidrocarburos de bajo peso molecular.

Los reductores de resistencia aerodinámica de la presente invención pueden ser cualquier reductor de resistencia aerodinámica que pueda ser compatible con el fluido de bajo peso molecular. Reductores de resistencia aerodinámica preferidos para los fluidos de hidrocarburo de bajo peso molecular son los que comprenden polímeros de alfaolefina. Otros polímeros útiles para preparar los reductores de resistencia aerodinámica incluyen, pero sin limitarse a, polímeros de ésteres acrílicos, polímeros de ésteres metacrílicos y sus mezclas.

El fluido 10 de bajo peso molecular que se ha tratado con un ARRD polimérico penetra en el recipiente de vaporización 12. Se puede operar el recipiente 12 en condiciones de presión y temperatura tales que el fluido 10 de bajo peso molecular se vaporice. El fluido 14 de alto peso molecular también se puede denominar fluido absorbente. El líquido 14 de alto peso molecular puede estar presente en el recipiente 12 y se puede poner en contacto con el fluido 10 de bajo peso molecular que penetra a medida que se evapora el fluido 10 de bajo peso molecular al interior del vapor. La volatilidad del líquido 14 de peso molecular elevado es sustancialmente menor que la volatilidad del fluido 10 de peso molecular bajo, de manera que se puede vaporizar muy poco o nada del líquido 14 de peso molecular elevado en condiciones de temperatura y presión del recipiente 12. El líquido 14 de peso molecular elevado también puede ser miscible con un disolvente para el polímero de ARRD.

A medida que el fluido 10 de bajo peso molecular se evapora y se convierte en vapor 16 de bajo peso molecular, el polímero ARRD no se evapora y se puede absorber y disolver en el interior del líquido 14 de alto peso molecular. De este modo, el vapor 16 de bajo peso molecular, que es sustancialmente libre de ARRD, puede abandonar el recipiente 12. A medida que el fluido 10 adicional de bajo peso molecular penetra en el recipiente 12 y se evapora al interior del vapor 16 de bajo peso molecular, se puede absorber más polímero de ARRD en el interior del líquido 14 de alto peso molecular, y puede aumentar la concentración de ARRD en el líquido 14 de alto peso molecular.

El líquido 14 de alto peso molecular se puede recircular de forma periódica o continua en el bucle 22 a partir del recipiente 12 y de nuevo al interior del recipiente 12. La recirculación por medio de la bomba 18 de alta cizalladura puede servir para someter, de forma continua, a cizalladura, o ruptura, cualquier polímero de ARRD de peso molecular ultra elevado ya que se puede concentrar ARRD con el tiempo en un líquido 14 de peso molecular elevado. La cizalladura del polímero de ARRD de peso molecular ultra elevado puede permitir que el polímero se concentre hasta niveles elevados sin aumentar significativamente la viscosidad del líquido 14 de peso molecular elevado. Debido a que el volumen del líquido 14 de peso molecular elevado puede ser pequeño, con respecto al

volumen del fluido 10 de peso molecular bajo que penetra en el recipiente 12, la tasa de recirculación puede ser baja y la bomba 18 de alta cizalladura puede ser pequeña con requisitos energéticos mínimos.

Con el tiempo, la concentración del polímero en el líquido 14 de peso molecular elevado puede alcanzar un nivel suficientemente elevado de manera que la viscosidad del fluido del líquido 14 de alto peso molecular se vuelva elevada. En este instante, se puede retirar el líquido 14 de peso molecular elevado del recipiente 12 a través del puerto 20 y se puede sustituir por líquido 14 nuevo de peso molecular elevado de nuevo al interior del recipiente 12. Se puede utilizar la bomba 18 de recirculación para retirar el fluido absorbente del recipiente 12 y para bombear nuevo fluido absorbente al interior del recipiente 12.

Opcionalmente, se puede retirar directamente el líquido 14 de peso molecular elevado del recipiente 12, y no recircularlo de nuevo al interior del recipiente 12 por medio de la tubería 22.

El líquido 14 de peso molecular elevado puede ser un disolvente para el polímero ARRD y el líquido 14 de peso molecular elevado debe tener una presión de vapor mucho menor (volatilidad) que el fluido 10 de peso molecular bajo que está siendo objeto de vaporización. Es preferible, que el líquido 14 de peso molecular elevado tenga una viscosidad baja y que el líquido 14 de peso molecular elevado no sea relativamente costoso.

Cuando el fluido 10 de peso molecular bajo es un hidrocarburo y el polímero reductor de resistencia aerodinámica es una polialfaolefina, el líquido 14 de peso molecular elevado está seleccionado entre el grupo que consiste en diesel, gasolinas, querosenos, aceites de motor, aceites brutos y sus mezclas.

En un caso ejemplar donde el fluido de bajo peso molecular puede ser propano y el ARRD es una polialfaolefina, el líquido de peso molecular elevado, es decir, el fluido absorbente puede ser diesel, que no es relativamente costoso. También, se puede retirar diesel cargado de ARRD del recipiente de vaporización, se puede reciclar a una refinería, y se puede re-procesar con el aceite bruto. Alternativamente, se puede quemar el diesel cargado de ARRD como combustible. En otro ejemplo, donde el fluido de bajo peso molecular puede ser LGN y el ARRD puede ser un polialfaolefina, el líquido de peso molecular elevado puede ser un fragmento  $C_6+$  a partir de la destilación aguas abajo del propio LGN. El fragmento  $C_6+$ , tras pasar a través del recipiente, se puede enviar para el procesamiento posterior, se puede quemar como combustible o se puede mezclar con otros combustibles.

La presente invención puede permitir la adición de ARRD a las tuberías de larga distancia que transportan hidrocarburos tales como LGN, mezcla de etano/propano, o propano con varias estaciones de bombeo y múltiples sitios de inyección de ARRD. Se puede ubicar la presente invención en el término final de la tubería, y no en otras ubicaciones a lo largo de la tubería. Si fuese necesario, se puede re-comprimir el hidrocarburo de peso molecular bajo tras la vaporización. Posteriormente, el hidrocarburo sometido a re-compresión puede estar libre de cualquier polímero de ARRD.

## Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran la eficacia de la invención y los métodos para reducir la disminución de presión asociada con los fluidos de bajo molecular que fluyen a través de una tubería.

En general, se llevaron a cabo dos ensayos de laboratorio para demostrar la presente invención. En estos ensayos, se bombeó lentamente pentano (un hidrocarburo de peso molecular bajo), tratado con un Mejorador de Flujo RP™ II en el interior de una combinación pequeña y caliente de hidrocarburo de peso molecular elevado (diesel o aceite mineral). Se dejó evaporar o vaporizar el pentano y se recogió el pentano vaporizado a través de un condensador en el interior de un recipiente secundario. Se sometieron a ensayo el pentano recogido y el aceite mineral/diesel retenido por medio de cromatografía de permeabilidad de gel (GPC) para determinar el contenido final de ARRD.

### Ejemplo 1

En este ejemplo, se trataron 2000 ml de pentano con 105 ppm de polímero de ARRD (408 ppm de Mejorador de Flujo RP™ II) y se colocaron en el interior de un recipiente de alimentación. El Mejorador de Flujo RP™ II se encuentra disponible comercialmente en ConocoPhillips Specialty Products, Inc. o ConocoPhillips Company y se preparó de acuerdo con los números de patente de EE.UU. 6.172.151 y 6.569.832. Se colocaron 100 ml de combustible diesel en el interior del matraz. Se calentó el diesel hasta aproximadamente 140 °F/60 °C y posteriormente se bombeó lentamente el pentano al interior del matraz a una tasa de 7 a 10 ml/minuto. Se mantuvo calor moderado en el matraz para mantener la temperatura. A medida que se evaporó el pentano del matraz, se capturó, condensó y recogió en el recipiente de recogida. Se bombeó casi todo el pentano (1990 ml) al interior del matraz. El tiempo total de bombeo fue de aproximadamente 250 minutos. Una vez que se había bombeado y recogido todo el pentano, se retiró el recipiente de recogida. Se recogieron 1970 ml de pentano. El diesel del recipiente se volvió muy viscoso y elástico (no hubo cizalladura mecánica de ARRD dentro del diesel en el matraz). Se retiró este diesel todo lo bien que resultó posible y se recogió (aproximadamente 93 ml).

Los análisis de GPC por duplicado del pentano recogido y el diesel fueron como se muestra a continuación:

Pentano recogido: 0 ppm, 0 ppm  
 Diesel: 1664 ppm, 1672 ppm

5 Se piensa que los resultados analíticos se encuentran dentro de las tolerancias de error analíticas. Un cálculo de balance de masas en el polímero ARRD, asumiendo que se recuperó todo el ARRD en el diesel, mostró que deberían resultar 1655 ppm de polímero en el diesel. Los resultados de este ensayo demuestran que todo el polímero ARRD permaneció en el aceite pesado (diesel) y que ARRD no continuó con el pentano.

## 10 Ejemplo 2

En este ejemplo, se trataron 2000 ml de pentano con 105 ppm de polímero de ARRD (408 ppm de Mejorador de Flujo RP™ II) y se colocaron en el interior de un recipiente de alimentación. El Mejorador de Flujo RP™ II se encuentra disponible comercialmente en ConocoPhillips Specialty Products, Inc. o ConocoPhillips Company y se prepara de acuerdo con los números de patente de EE.UU. 6.172.151 y 6.569.832. Se colocaron aproximadamente 15 51 ml de aceite mineral en el interior del matraz. Se calentó el aceite mineral hasta aproximadamente 160 °F/71 °C y posteriormente se bombeó lentamente el pentano al interior del matraz a una tasa de 7 a 10 ml/minuto. Se mantuvo calor moderado en el matraz para mantener la temperatura. A medida que se evaporó el pentano del matraz, se capturó, condensó y recogió en el recipiente de recogida. Tras bombear aproximadamente 2/3 del pentano tratado, 20 el aceite mineral del matraz se volvió extremadamente elástico y burbujeante (a partir de la vaporización de propano), para formar burbujas elásticas o "espuma", que se transportaban casi hasta la entrada del condensador. En este momento, se detuvo el flujo de pentano de alimentación para evitar cualquier remanente de la "espuma" hacia el recipiente de recogida. El tiempo total de bombeo fue de aproximadamente 154 minutos y se bombearon 25 1320 ml del pentano original al interior del matraz. Se retiró el recipiente de recogida y contenía aproximadamente 1303 ml de pentano recogido. Se retiró el aceite mineral, viscoso y elástico del matraz tan bien como resultó posible y se recogió.

Los análisis de GPC por duplicado del pentano recogido y los análisis de GPC por triplicado del aceite mineral recogido fueron como se muestra a continuación:

30 Pentano recogido: 0 ppm, 0 ppm,  
 Aceite mineral: 1804 ppm, 1825 ppm, 1905\* ppm

\* Debido a que el aceite mineral era tan viscoso, se sometió esta muestra a tratamiento de ultrasonidos antes del análisis en un intento de someter el polímero a cizalladura para hacer que el análisis fuera más sencillo.

Se piensa que los resultados analíticos se encuentran dentro de las tolerancias de error analíticas. Un cálculo de balance de masas en el polímero ARRD, asumiendo que se recuperó todo el ARRD bombeado en el aceite mineral, mostró que deberían resultar 1884 ppm de polímero en el aceite mineral. Los resultados de este ensayo demuestran que todo el polímero ARRD permaneció en el aceite pesado (aceite mineral) y que nada de ARRD continuó con el pentano. Este ensayo también demostró la necesidad de mantener algunos medios de cizalladura de la combinación de aceite pesado a medida que el polímero de ARRD se concentra en la combinación, que es uno de los principios de la presente invención. Si la combinación de aceite pesado no se somete a cizalladura de forma continua, ésta se puede volver muy viscoelástica y puede tender a formar una "espuma viscoelástica" que podría finalmente transportar el polímero al interior del hidrocarburo ligero que se evapora. De igual forma, la cizalladura de la combinación de aceite pesado permite que el aceite permanezca en un valor bajo de viscosidad y permite concentrar los niveles más últimos de polímero de ARRD en el aceite antes de que sea necesaria la sustitución de la combinación del aceite pesado.

## 50 Intervalos numéricos

La presente descripción usa intervalos numéricos para cuantificar determinados parámetros relativos a la invención. Debe entenderse que cuando se proporcionan los intervalos numéricos, dichos intervalos debe interpretarse como que proporcionan un soporte literal para la limitación de las reivindicaciones que únicamente enumera el valor bajo del intervalo así como también la limitación de las reivindicaciones que únicamente enumera el valor superior del intervalo. Por ejemplo, un intervalo numérico descrito de 10 a 100 proporciona soporte literal para una reivindicación que enumera "más de 10" (sin límites superiores) y una reivindicación que enumera "menos de 100" (sin límites inferiores).

## 60 Definiciones

Según se usa en la presente memoria, los términos "comprender", "comprende" y "comprenden" son términos de transición de extremo abierto usados para la transición desde un sujeto enumerado antes del término hasta uno o más elementos enumerados después del término, donde el elemento o elementos posteriores al término de transición no son necesariamente los únicos elementos que constituyen el sujeto.

Según se usa en la presente memoria, los términos "incluir", "incluye" e "incluyen" tienen el mismo significado de extremo abierto que "comprender", "comprende" y "comprenden".

5 Según se usa en la presente memoria, los términos "tener", "tiene" y "tienen" engloban el mismo significado de extremo abierto que "comprender", "comprende" y "comprenden".

Según se usa en la presente memoria, los términos "contener", "contiene" y "contienen" tienen el mismo significado de extremo abierto que "comprender", "comprende" y "comprenden".

10 Según se usa en la presente memoria, los términos "un", "una", "el", "la" y "dicho", "dicha" significan uno o más.

15 Según se usa en la presente memoria, el término "y/o", cuando se usa en una lista de dos o más artículos, significa que se puede emplear uno cualquiera de los artículos listados por sí mismo o se puede emplear cualquier combinación de dos o más de los artículos listados. Por ejemplo, si se describe una composición como que contiene los componentes A, B y/o C, la composición puede contener A solo; B solo; C solo; A y B en combinación; A y C en combinación; B y C en combinación; o A, B y C en combinación.

#### **Reivindicaciones no limitadas a las realizaciones divulgadas**

20 Las formas preferidas de la invención descrita anteriormente se usan únicamente como ilustración, y no se debería usar en sentido limitante para interpretar el alcance de la presente invención. Los expertos en la técnica podrían llevar a cabo fácilmente modificaciones obvias a las realizaciones ejemplares, explicadas anteriormente, sin alejarse del espíritu de la presente invención

25 De este modo, los inventores afirman su intento de basarse en la Doctrina de Equivalentes para determinar y evaluar el alcance razonablemente justo de la presente invención, como el que pertenece a cualquier aparato que no se aleje materialmente de, pero que se encuentre fuera del alcance literal de la invención, tal y como viene explicado en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para reducir la disminución de presión asociada al flujo turbulento de un fluido de hidrocarburo a través de un tubería, comprendiendo dicho método introducir un polímero de reducción de resistencia aerodinámica en el interior de dicho fluido de hidrocarburo para formar una mezcla (10) que comprende el fluido de hidrocarburo y un polímero reductor de resistencia aerodinámica;
- 5 **caracterizado por que**  
el fluido de hidrocarburo comprende un fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular; y donde el método además comprende:
- 10 (a) introducir el polímero reductor de resistencia aerodinámica en el interior de dicho fluido de hidrocarburo de peso molecular bajo para formar una mezcla (10) que comprende el fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular y un polímero reductor de resistencia aerodinámica;
- 15 (b) vaporizar dicha mezcla (10) que comprende el fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular y el polímero reductor de resistencia aerodinámica en un recipiente de vaporización (12), donde dicho recipiente de vaporización (12) contiene un líquido (14) de peso molecular elevado que es miscible con dicha mezcla (10) y entra en contacto con dicha mezcla, de manera que dicho fluido de hidrocarburo de peso molecular bajo entra en una fase gas y dicho líquido (14) de peso molecular elevado permanece en una fase líquida;
- 20 (c) aislar dicho polímero reductor de resistencia aerodinámica en el interior de dicho líquido (14) de peso molecular elevado a partir de dicha mezcla (10) que comprende el fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular y el polímero reductor de resistencia aerodinámica para formar (i) un líquido de peso molecular elevado que contiene el reductor de resistencia aerodinámica y (ii) un vapor (16) de hidrocarburo de bajo peso molecular sustancialmente libre de reductor de resistencia aerodinámica; y
- 25 (d) recuperar dicho vapor (16) de hidrocarburo de peso molecular bajo sustancialmente libre de reductor de resistencia aerodinámica vaporizado.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende la etapa de: (e) recircular dicho líquido (14) de peso molecular elevado que contiene reductor de resistencia aerodinámica a través de un dispositivo (18) de alta cizalladura de nuevo al interior de dicho recipiente de vaporización (12).
- 30 3. Un método para separar un polímero reductor de resistencia aerodinámica de un fluido de hidrocarburo, comprendiendo dicho método introducir un polímero reductor de resistencia aerodinámica en el interior de dicho fluido de hidrocarburo para formar una mezcla (10) que comprende el fluido de hidrocarburo y un polímero reductor de resistencia aerodinámica;
- 35 **caracterizado por que**  
el fluido de hidrocarburo comprende un fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular; y donde el método además comprende:
- 40 (a) introducir una mezcla (10) que comprende el fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular y el polímero reductor de resistencia aerodinámica en el interior de un recipiente de vaporización (12), donde dicho recipiente de vaporización contiene un líquido (14) de peso molecular elevado que es miscible con dicha mezcla (10) y entra en contacto con dicha mezcla, de manera que dicho fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular penetra en una fase gas y dicho líquido (14) de peso molecular elevado permanece en una fase líquida;
- 45 (b) vaporizar dicha mezcla (10) para vaporizar dicho fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular en dicho recipiente de vaporización (12);
- (c) aislar dicho polímero reductor de resistencia aerodinámica a partir de dicho fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular para formar (i) un fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular sustancialmente libre de reductor de resistencia aerodinámica y (ii) un líquido (14) de peso molecular elevado que comprende el polímero reductor de resistencia aerodinámica; y
- 50 (d) recuperar dicho vapor (16) de hidrocarburo de bajo peso molecular sustancialmente libre de reductor de resistencia aerodinámica.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, que además comprende la etapa de:
- 55 (e) recircular dicho líquido (14) de peso molecular elevado que comprende el polímero reductor de resistencia aerodinámica a través de un dispositivo (18) de alta cizalladura de nuevo al interior de dicho recipiente de vaporización.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 3, donde dicho polímero reductor de resistencia aerodinámica es un polímero seleccionado entre el grupo que consiste en alfa-olefinas, acrilamidas, copolímeros de ácido acrílico y acrilamida (y sus sales), ésteres acrílicos, y ésteres metacrílicos.
- 60 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 3, donde dicho polímero reductor de resistencia aerodinámica es un polímero de peso molecular elevado que tiene un peso molecular medio expresado en peso mayor de aproximadamente 4 millones.
- 65



## ES 2 441 405 T3

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 3, donde dicho polímero reductor de resistencia aerodinámica está en una disolución.
- 5 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 3, donde dicho fluido de hidrocarburo de bajo peso molecular está seleccionado entre el grupo que consiste en líquidos de gas natural, gases de petróleo líquido y sus mezclas.
- 10 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 3, donde dicho líquido de peso molecular elevado está seleccionado entre el grupo que consiste en diesel, gasolinas, querosenos, aceites de motor, aceites brutos y sus mezclas.
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 3, donde dicha temperatura de vaporización está dentro del intervalo de aproximadamente -50 °F/-45,5 °C y 250 °F/121 °C.

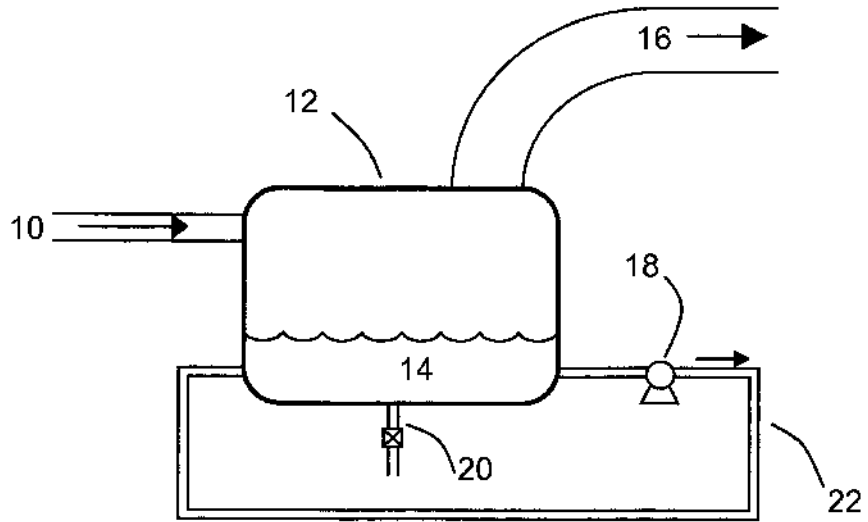


Figura 1